ORTODONTİK TEDAVİDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR:

MALOKLÜZYONLAR, ŞEFFAF PLAKLAR VE ÇENE GELİŞİMİ

Editör:
DR. ÖĞR. ÜYESİ DEMET SÜER TÜMEN





BİDGE
Yayınları

BİDGE Yayınları

Ortodontik Tedavide Güncel Yaklaşımlar: Maloklüzyonlar, Şeffaf Plaklar ve Çene Gelişimi

Editör: DR. ÖĞR. ÜYESİ DEMET SÜER TÜMEN

ISBN: 978-625-5436-00-9

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

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

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

İÇİNDEKİLER

SINIF II MALOKLÜZYON TEDAVİSİNDE SABİT FONKSİYONEL APAREYLER 1

ÖZLEM SU KAYA, ZEHRA İLERİ

MAKSİLLER TRANSVERSAL YETERSİZLİKTE GÜNCEL VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ YAKLAŞIMLARI 44

SEVGİ KAPTIKAÇTI AKAR, BURÇİN AKAN

ŞEFFAF PLAKLAR: GÜLÜŞ ESTETİĞİ VE MODERN ORTODONTİK TEDAVİ 74

ELİF SAĞIR

BÖLÜM 1

SINIF II MALOKLÜZYON TEDAVİSİNDE SABİT FONKSİYONEL APAREYLER

Özlem Su KAYA[1]
Zehra İLERİ[2]

Giriş

Sınıf II maloklüzyonlar ortodontik anomali tiplerinin büyük bir kısmını oluşturur; bu nedenle klinisyenlerin sık rastladığı maloklüzyonlardan biridir. Ortodontik maloklüzyonlar 1899 yılında Angle tarafından tanımlanmıştır. Yapılan tanımlamada oklüzyonun anahtarı üst birinci büyük azı dişi kabul edilmiş ve konumu sabit olarak değerlendirilerek yorum yapılmıştır. Üst birinci büyük azı dişinin meziobukkal çıkıntısının, alt birinci büyük azının mezial ve distal bukkal çıkıntıları arasındaki sulkusa oturduğu durum normal oklüzyon yani Sınıf I ilişki olarak kabul edilmiş ve alt birinci büyük azı dişinin olması gerektiği konumdan daha distalde olduğu durum ise Sınıf II maloklüzyon (distoklüzyon) olarak adlandırılmıştır (Angle, 1899).

[1] Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0008-4964-9720.
[2] Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-5718-8022

Angle (1899, 1907) Sınıf II maloklüzyonu iki gruba ayırarak incelemiştir. Bunlar:

Sınıf II Bölüm 1: Sınıf II molar ilişkinin artmış overjetle birlikte görüldüğü maloklüzyondur. Etiyolojisinde ağız solunumu yer alabilir ve genellikle üst çene darlığıyla birlikte görülmektedir.

Sınıf II Bölüm 2: Sınıf II molar ilişkinin artmış overbite ve keser dişlerin retrokline olmasıyla birlikte görüldüğü maloklüzyon tipidir.

Sınıf II maloklüzyonun epidemiyolojisine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Angle (1907) klinikte gözlemlediği hastaların %27'sinde Sınıf II maloklüzyonun görüldüğünü belirtmiştir. Bildirilen oranlar, örneklemin toplum tabanlı ya da hastalardan oluşmasına ve tanıda dental (Angle) ya da iskeletsel (ANB açısı) ölçüt kullanılmasına göre değişmektedir. Türkiye'de okul çocuklarında dental sınıflamaya göre yaklaşık %20, ortodonti kliniğinde tedavi edilen hastalarda dental sınıflamaya göre %28, iskeletsel sınıflamaya göre ise %34,6 oranı bildirilmiştir; bu nedenle Tablo 1'deki oranlar doğrudan toplum sıklığı olarak karşılaştırılmamalıdır.

Tablo 1. Sınıf II maloklüzyonun görülme sıklığına ilişkin çalışmalar

Çalışma	**Bölge / örneklem**	**Yaş (yıl)**	**Sınıf II oranı**
Angle (1907)	Klinik hastaları; Angle sınıflaması	—	%27
Başçiftçi et al. (2002)	Konya, okul çocukları (n = 965); Angle sınıflaması	6–19	Bölüm 1: %15,9 Bölüm 2: %4,3
Sarı et al. (2003)	Konya, ortodonti kliniğinde tedaviye alınanlar (n = 1602); Angle sınıflaması	0–38	%28,07

Çalışma	Bölge / örneklem	Yaş (yıl)	Sınıf II oranı
Alhammadi et al. (2018)	Dünya geneli, 53 toplum tabanlı çalışma; Angle sınıflaması	5–54*	Daimi dişlenme: %19,56 Karma dişlenme: %23 Avrupa (daimi): %33,51
Hezenci & Bulut (2024)	Batı Karadeniz, hastalar (n = 1043); iskeletsel sınıflama (ANB > 4°)	7–17	%34,6

Kaynak: Angle (1907), Başçiftçi et al. (2002), Sarı et al. (2003), Alhammadi et al. (2018) ve Hezenci & Bulut (2024) çalışmalarından derlenmiştir. Okul ve klinik örneklemleri farklı toplulukları temsil eder; ANB'ye dayalı iskeletsel sınıflama dental Angle sınıflamasından farklıdır. *Alhammadi et al. (2018) için verilen yaş aralığı, derlemeye dahil edilen çalışmaların yaş aralığıdır; oranlar yaşa göre değil, dişlenme dönemine göre bildirilmiştir.

Sınıf II maloklüzyonun etiyolojisi multifaktöriyeldir ancak genel olarak 2 başlık altında toplamak gerekirse genetik ve çevresel faktörler olarak ikiye ayırabiliriz (Bishara, 2006). Ebeveynler ile çocukları arasındaki kraniyofasiyal benzerlikler ve Sınıf II Bölüm 2 bireylerdeki diş boyutları üzerine yapılan çalışmalar genetik etkiyi desteklerken (Nakasima et al., 1982; Peck et al., 1998), ağız solunumu, parmak emme alışkanlığı, anormal yutkunma alışkanlığı, üst ikinci süt azı dişinin erken kaybı, dudak yetersizliği başlıca çevresel faktörler arasında sayılmaktadır (Bishara, 2006; Proffit et al., 2019/2020).

Mandibulanın kafa kaidesine göre geride olması nedeniyle gelişen Sınıf II maloklüzyonlarda tedavideki temel amaç alt çenenin gelişim yönü ve miktarına etki etmektir. Hareketli fonksiyonel apareylerin etkili bir şekilde çalışabilmesi için hasta kooperasyonu gerektirmesi ve boyutlarının büyük ve hacimli olması nedeniyle hasta konforunu olumsuz etkilemesi, sabit fonksiyonel apareylerin geliştirilmesine yol açmıştır (Karaçay et al., 2006). Bu bölümde fonksiyonel tedavinin temelleri kısaca özetlendikten sonra sabit

fonksiyonel apareylerin sınıflandırılması, rijit, fleksibl ve hibrit apareylerin özellikleri, iskeletsel ankrajlı uygulamalar ve bu apareylerin temporomandibular eklem üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtlar ele alınmaktadır.

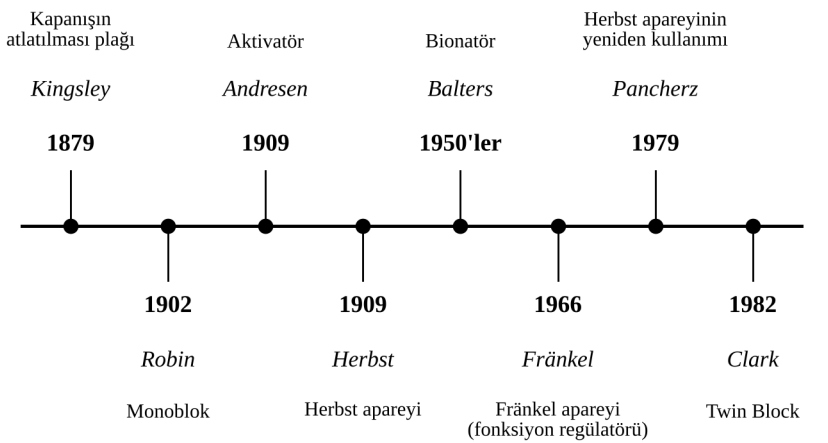
Fonksiyonel Tedavinin Temelleri

Çenelerin yanlış konumlarının ve yapı bozukluklarının tedavisinde gerekli dokusal değişimlerin organa ait fonksiyonel uyarılar aracılığıyla sağlanarak gerçekleştirilen tedaviye, 'fonksiyonel çene ortopedisi' denir (Ülgen, 2005). Bu tedavi yöntemi büyüme ve gelişimin devam ettiği bireylerde büyümenin yönlendirilmesini esas alır. Fonksiyonel uyaranlar aracılığıyla stomatognatik sistemin parçası olan dişlerin, periodontal membranın, alveolar ve bazal kemiklerin, temporomandibular eklemin ve nöromusküler yapıların gelişiminin yönlendirilmesi amaçlanır (Şar & Acar, 2022).

Sınıf II maloklüzyonun tedavi planı, sorunun dişsel ya da iskeletsel kaynağına göre belirlenir. Çenelerin kafa kaidesine göre konumunun normal olduğu dişsel Sınıf II olgularda üst büyük azı dişlerinin ağız dışı ya da ağız içi apareylerle distalizasyonu, Sınıf II elastikler veya çekimli tedavi uygulanabilir. Maksiller prognatide headgear ile maksiller büyümenin sınırlandırılması, kamuflaj amacıyla üst küçük azı dişlerinin çekimi ya da ortognatik cerrahi; mandibular retrognatide ise hareketli veya sabit fonksiyonel apareylerle mandibular büyümenin uyarılması, kamuflaj tedavisi ya da ortognatik cerrahi tercih edilir (McNamara, 1981; Sassouni, 1970). Alt çene üzerindeki büyümenin uyarılması etkisi nedeniyle büyüme dönemindeki hastalarda fonksiyonel çene ortopedisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak fonksiyonel apareylerin mandibula boyuna etkisinin klinik açıdan anlamlı olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Chen et al., 2002).

İlk fonksiyonel aparey, 1879 yılında Norman Kingsley tarafından tanıtılmıştır. Bu aparey geride olan alt çeneyi öne almak için kapanışın atlatılması (bite jumping) prensibine dayanan maksiller anterior rehber bite plane uygulamasını içermektedir (Şar & Acar, 2022). 1902 yılında Pierre Robin kendi ismiyle anılan sendroma sahip olan bebeğe yaptığı monobloğu tanıtmıştır. Pierre Robin'in apareyinin Kingsley'in apareyinden en büyük farkı dişlerden destek almıyor olmasıdır (Graber, 2005/2017). Viggo Andresen 1909 yılında geliştirdiği apareye aktivatör adını vermiştir (Şar & Acar, 2022). Aynı yıl Emil Herbst, Berlin'deki Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi'nde sabit bir kapanış sıçratma apareyi tanıtmış(Pancherz, 1997). Sonraki yıllarda Balters'in Bionatör apareyi (1950'ler), Fränkel'in fonksiyon regülatörü (1966) ve Clark'ın Twin Block apareyi (1982) tanıtılmıştır (Graber, 2005/2017; Şar & Acar, 2022). Fonksiyonel apareylerin tarihsel gelişimi Şekil 1'de özetlenmiştir.

Şekil 1. Fonksiyonel apareylerin tarihsel gelişimi



Kaynak: Graber (2005/2017), Şar & Acar (2022) ve Pancherz (1997) temel alınarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Fonksiyonel çene ortopedisinin dayandığı başlıca teoriler Roux teorisi, Wolff kanunu, Muzy'nin enerjivital ve lienplastik teorileri ile Moss'un fonksiyonel matriks teorisidir (Graber, 2005/2017; Ülgen, 2005). Roux 1883 yılında, fonksiyon sırasında oluşan kas uyarılarının kemikte hücresel aktiviteyi ve kemik yapımını artırdığını, inaktivitenin ise kemik yapımını azalttığını ileri sürmüştür (Şar & Acar, 2022). Wolff'un 1892 yılında tanımladığı yasaya göre kemiğe uygulanan fonksiyonel kuvvetlerin oluşturduğu trabeküler değişiklikler, kemiğin dış morfolojisinde de değişikliklere yol açar (Ülgen, 2005). Muzy'nin enerjivital teorisine göre canlıların gelişimi bir engelle karşılaştığında duraklar ve engel ortadan kalktığında yeniden ilerler; lienplastik teorisine göre ise birbiriyle ilişkili iki kemikten birinde meydana gelen değişiklik diğer kemiği de etkiler (Ülgen, 2005). Moss'un fonksiyonel matriks teorisinde kraniyofasiyal büyümede belirleyici rolü iskeletsel üniteler değil, işlev gören boşluklar ve bunları saran yumuşak dokulardan oluşan fonksiyonel matriks üstlenir; iskeletsel yapılarda oluşan değişikliklerin tamamı fonksiyonel matrikste meydana gelen değişikliklerin sonucudur (Moss, 1968, 1997).

Tedavi Zamanlaması

Fonksiyonel çene ortopedisi ile elde edilen sonuçları daha sonrasında koruyabilmek büyük oranda tedavinin başlangıç zamanının belirlenmesi ile ilgilidir. Tedaviye ne zaman başlanması gerektiğine ilişkin görüşler yıllar içinde değişmiştir. Fränkel (1969) tedavide kas adaptasyonunun önemini vurgulayarak tedaviye 6–8 yaşlarında başlanması gerektiğini savunmuştur. Ülgen'e (2005) göre ise fonksiyonel ortopedik tedaviye en iyi cevap, pubertal atılıma başlamamış ya da başlamak üzere olan vakalarda alınmaktadır. Tedaviye daha erken de başlanabilir, fakat bu dönemde yıllık büyüme miktarı az olduğu için tedavi süresi uzayabilir. Hasta pubertal atılım başlangıcında tedaviye kabul edilirse daha kısa sürede sonuca ulaşılabilmektedir (Ülgen, 2005).

El-bilek filminde sesamoid kemikte kireçlenmenin görülmesi pubertal büyüme atılımının başladığını gösterir. Atılımın zirvesine (MP3cap dönemi) bundan ortalama 1 yıl sonra ulaşılır. Bu süre bireyden bireye değişebilir (Şar & Acar, 2022).

Apareye özgü çalışmalar da pubertal dönemi işaret etmektedir. Baccetti et al. (2000), Twin Block tedavisine pubertal atılımdan önce başlanan hastalarla atılım sırasında ya da hemen sonrasında başlanan hastaları, iskeletsel ve dentoalveolar değişiklikler açısından tedavisiz kontrollerle karşılaştırmıştır. İkinci grupta mandibular uzunluk daha çok artmış, iskeletsel molar düzeltimi de daha fazla olmuştur. Yazarlar en uygun zamanın pubertal büyüme hızı zirvesinin başladığı dönem ya da hemen sonrası olduğunu belirtmiştir. Güncel yaklaşımda iskeletsel olgunluk servikal vertebra olgunlaşma yöntemiyle de değerlendirilmektedir. Baccetti et al. (2005), mandibular büyüme atılımının CS3 ile CS4 evreleri arasında gerçekleştiğini ve fonksiyonel tedaviye başlamak için ideal evrenin CS3 olduğunu bildirmiştir.

Fonksiyonel Tedavinin Etkileri

Graber (2005/2017), fonksiyonel apareylerle Sınıf II düzeltimine ilişkin olası bir senaryoda sagital düzeltmeyi 6–7 mm olarak vermiş ve büyüme yönünün elverişli olduğu varsayımıyla bu düzeltmenin hangi büyüme ve adaptasyon bileşenlerinden ne kadar gelebileceğini sıralamıştır (Tablo 2). Değerler tahminidir ve tedavi süresince gerçekleşen normal büyümeyi de içerir; belirli bir aparey, tedavi süresi ya da ölçüm yöntemiyle elde edilmiş bulgular değildir. Bileşenlerin hepsi her hastada görülmez ve bir kısmı birbiriyle örtüşebilir; bu nedenle aralıklar toplanarak toplam düzeltme hesaplanmamalıdır.

Tablo 2. Graber'e göre fonksiyonel apareylerle Sınıf II düzeltimine katkıda bulunabilecek bileşenler ve tahmini aralıkları

Değişiklik	**Miktar**
Tedavi süresince kondiler büyüme[a]	1–3 mm
Glenoid fossada büyüme, yer değiştirme ve adaptasyon	3–5 mm
Fonksiyonel retrüzyonun giderilmesi[b]	0,5–1,5 mm
Trabeküler yönelimin gösterdiği daha elverişli büyüme yönü	0,5–1,5 mm
Maksillanın aşağı ve öne büyümesinin kısıtlanması	1–1,5 mm
Alt posterior segmentlerin diferansiyel olarak yukarı ve öne sürmesi (overbite derinliğine bağlı)	1,5–2,5 mm
Headgear etkisi[c]	0–0,5 mm

[a] Graber'e göre tedavi süresince mandibula maksilladan 1–5 mm daha fazla büyür; üst değerler daha çok erkeklerde görülür. Bu değer normal büyümeyi de içerir.

[b] Bazı Sınıf II olgularda, özellikle derin kapanışta, mandibula istirahat konumundan habitüel oklüzyona kapanırken yukarı ve geriye kayar; kondil de fossada fonksiyonel olarak geride konumlanır. Fonksiyonel aparey bu retrüzyonu giderdiğinde mandibulanın bu öne gelişi sagital düzeltmeye eklenir.

[c] Graber maksiller büyümenin kısıtlanmasını ve headgear etkisini ayrı bileşenler olarak verir, fakat ikisini neye göre ayırdığını açıklamaz. Literatürde "headgear etkisi" hem maksiller büyümenin hem de üst dentoalveolar yapının geriye doğru etkilenmesi için kullanıldığından (Ghislanzoni et al., 2011; Pancherz, 1997) iki bileşen kısmen örtüşebilir.

Kaynak: Graber (2005/2017, s. 997.e59) temel alınarak hazırlanmıştır.

Tablodaki değerler, fonksiyonel tedaviyle elde edilen sagital düzeltmenin tek bir mekanizmadan değil, iskeletsel ve dentoalveolar değişikliklerin birlikte etkisinden kaynaklandığını göstermektedir. Ancak bu bileşenlerin her birinin hasta üzerindeki katkısını önceden tahmin etmeye olanak veren güvenilir bir yöntem yoktur (Graber, 2005/2017).

Başçiftçi et al. (2003), aktivatör apareyinin etkilerini kesinleştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada ramus yüksekliği, korpus uzunluğu, ön ve arka yüz yüksekliğinin arttığını, maksiller keser dişlerde lingual devrilme ve mandibular keserlerde labial devrilme olduğunu göstermişlerdir. Bu bulgular, aktivatörün etkisinin yalnızca iskeletsel düzeyde kalmadığını, keser

eğimlerindeki değişiklikler aracılığıyla dentoalveolar bir bileşen de içerdiğini göstermektedir.

Twin Block ve Herbst apareyinin Sınıf II Bölüm 1 maloklüzyona sahip hastalarda kullanımı sonucunda oluşan yumuşak doku değişikliklerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada Twin Block ve Herbst apareyi kullanan iki grupta da yumuşak doku konveksite açısında (Na'-Sn-Pog') artma görülmüştür; ancak bu açının artışı daha yüksek oranda Twin Block apareyi kullanan grupta olmuştur. Twin Block grubunda alt dudak ve yumuşak doku pogonion Herbst apareyine göre daha fazla öne gelmiştir (Baysal & Uysal, 2013). Bu sonuçlar, fonksiyonel apareylerin yumuşak doku üzerindeki etkilerinin farklılık gösterebileceği ve aparey seçiminde profile ilişkin beklentilerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini düşündürmektedir.

Sabit Fonksiyonel Apareyler

Sabit fonksiyonel apareylerin ilk örneği, Emil Herbst'in 1909 yılında tanıttığı Herbst apareyidir. Uzun yıllar literatürde çok az yer alan aparey, 1979 yılında Pancherz'in yayınladığı sefalometrik çalışmayla yeniden gündeme gelmiştir (Pancherz, 1997). Herbst apareyinin yeniden yaygınlaşması, bu apareyi temel alan ya da modifiye eden pek çok yeni tasarımın geliştirilmesine yol açmıştır (Graber, 2005/2017). 1987 yılında tanıtılan Jasper Jumper ile esnek kuvvet modülüne sahip apareyler kullanıma girmiş (Jasper, 1987), daha sonra rijit ve esnek apareylerin özelliklerini bir araya getiren hibrit apareyler geliştirilmiştir (Papadopoulos, 2006a). Günümüzde ise bu apareylerin dentoalveolar yan etkilerini azaltmak amacıyla iskeletsel ankraj araçlarıyla birlikte kullanımı gündeme gelmiştir (Rutili et al., 2026).

Sabit fonksiyonel apareylerin hareketli fonksiyonel apareylere göre avantajları ve dezavantajları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sabit fonksiyonel apareylerin hareketli fonksiyonel apareylere göre avantajları ve dezavantajları

Avantajlar	**Dezavantajlar**
Kooperasyon güçlüğü çeken hastalarda kullanılabilmektedir.	Sabit fonksiyonel apareyler karmaşık tasarımlarından dolayı daha maliyetlidir.
Sabit apareyler sürekli ağız içinde bulunduğundan takılıp çıkarılmalarına bağlı bir hasta uyumu gerektirmez.	Aparey tasarımına da bağlı olarak kırılma riskleri daha yüksektir. Kırılmaları önlemek, ağız hijyenini sağlamak ve kontrollere düzenli gelmek için hasta iş birliği yine de gerekir.
Ağız solunumu olan hastalarda da etkili bir şekilde kullanılabilmektedir.	Alt keserlerde istenmeyen proklinasyona neden olurlar.
Sabit fonksiyonel apareyler daha küçük boyutlarda olduğundan dolayı hastanın fonksiyonel becerisini daha az kısıtlar.	Bazı tasarımlarda hastanın lateral hareketleri kısıtlanmaktadır (Herbst).

Kaynak: Pancherz (1985), Jasper & McNamara (1995) ve McNamara & Brudon (1993).

Sabit fonksiyonel apareylerle elde edilen düzeltimin büyük bölümü dentoalveolar düzeyde gerçekleştiği için (Zymperdikas et al., 2016), hasta seçiminde iskeletsel sorun kadar alt keserlerin başlangıçtaki konumuna ve periodontal duruma da bakmak gerekir. Apareyleri geliştiren yazarlar, tedaviye prokline alt keserlerle başlayan, alt ön bölgede ileri derecede çapraşıklığı ya da fazla diş eti görünümü (gummy smile) olan ve ağız hijyeni yetersiz hastalarda bu apareylerin kullanılmamasını önermektedir (Sabbagh, 2006; Winsauer & Muchitsch, 2006). Winsauer & Muchitsch (2006), alt keserlerin aşırı protrüzyonunun alveolar kemik kaybına ve diş eti çekilmesine yol açabileceğini belirtir. Güncel kohort çalışmaları bu riskin klinikte küçük kaldığını göstermektedir. Herbst-multibraket tedavisi gören Sınıf II Bölüm 1 hastalarda labial diş eti çekilmesi görülen dişlerin oranı tedavi öncesinde %1,1, retansiyon sonrasında %5,3 bulunmuştur. Bu oran alt keserlerde %16,4'e kadar çıkmış, ancak ortalama çekilme miktarı 0,08 mm'de kalmıştır (Bock et al.,

2019). Sınıf II Bölüm 2 hastalarda da oran %1,4'ten %6,7'ye yükselmiş, ortalama miktar 0,06 mm olmuştur (Bock et al., 2020). Dikey yön de seçimi etkiler. Üst molarlara intrüziv kuvvet uygulayan Eureka Spring gibi apareyler dolikofasiyal hastalarda yarar sağlarken ileri derecede brakifasiyal olgularda istenmeyebilir (DeVincenzo, 2006).

Uygun hasta seçilse bile tedavi sırasında komplikasyonlarla sık karşılaşılır. Forsus FRD ile tedavi edilen 58 adölesan kız hastanın %62'sinde en az bir komplikasyon görülmüştür (Elkordy et al., 2020). Bu çalışmada aparey yalnızca iki hastada kırılmış, buna karşılık alt kaninlerin rotasyonu (%51,7), posterior çapraz kapanış (%25,9) ve üst birinci molar bantlarındaki tüplerin kopması (%20,9) çok daha sık sorun çıkarmıştır. Üst birinci molarlar bütün hastalarda intrüze olmuş, dört hastada buna bağlı yan açık kapanış gelişmiştir. Üç hastada yanak ülserasyonuyla birlikte ekstraoral şişlik görülmüş, aparey çıkarıldıktan sonra sorun tekrarlamamıştır. Yazarlar apareyin aşırı aktive edilmemesini, alt kaninlerin sıkı bağlanmasını, uygun boyutta aparey seçilmesini, ikinci molarların tedaviden önce bağlanıp seviyelenmesini ve sıkı bir ağız hijyeni protokolü uygulanmasını önermektedir (Elkordy et al., 2020). Sorunların zamanında fark edilmesi için düzenli kontrol de gerekir. Eureka Spring'de iç yay erken kırılıp kuvvet azalabilir. Hasta bunu fark etmez, üstünkörü bir muayenede de anlaşılmaz; bu yüzden itici kolun kuvveti her randevuda kontrol edilmelidir (DeVincenzo, 2006).

Sabit fonksiyonel apareylerle elde edilen Sınıf II düzeltiminin uzun dönem stabilitesine ilişkin literatür verileri oldukça sınırlıdır. Bock et al. (2016) sistematik derleme ve meta-analizlerinde Sınıf II tedavisinde kullanılan 76 sabit fonksiyonel aparey tanımlamış, ancak tedavi sonrası en az bir yıllık takip içeren çalışma verilerine yalnızca Herbst ve Twin Force Bite Corrector apareyleri için ulaşabilmiştir. Twin Force Bite Corrector için

yalnızca 5 hastalık tek bir çalışma bulunduğundan meta-analiz Herbst apareyiyle elde edilen sonuçlar üzerinden yapılmıştır. Analiz sonuçları, tedavi sırasında sağlanan overjet düzeltiminin %26,2'sinin, sagital molar ilişki düzeltiminin ise %21,8'inin tedavi sonrasında geri döndüğünü göstermiştir. Overbite açısından değerlendirildiğinde Sınıf II Bölüm 1 olgularında düzeltimin %44,7'sinin kaybedildiği görülmüştür. İskeletsel ve yumuşak doku değişiklikleri ise büyük ölçüde korunmuştur. Herbst apareyi için ortalama stabilite iyi bulunmuş, fakat nüks miktarı hastadan hastaya büyük farklılık göstermiş ve bireysel düzeyde önceden tahmin edilememiştir. Diğer sabit fonksiyonel apareylerin çoğu için stabilite verisi bulunmamaktadır (Bock et al., 2016).

Moro et al. (2020) de hareketli ve sabit fonksiyonel apareylerle elde edilen Sınıf II düzeltiminin stabilitesini ele aldıkları derlemede oklüzal değişikliklerin çoğunlukla uzun dönemde korunduğunu belirtmiştir. Yazarlara göre takip sürecinde ortaya çıkan hafif değişiklikler gerçek bir tedavi nüksünden çok fizyolojik yaşlanmayla ilişkilidir. Bock et al. (2024) da Bionatör ve Herbst-multibraket tedavisi gören hastaları tedaviden en az 15 yıl sonra değerlendirmiştir. Her iki grupta overjet, sagital oklüzal ilişki ve PAR (Peer Assessment Rating) indeksi uzun dönemde korunmuş, takip döneminde keserlerde çapraşıklık artışı ve bazı ark genişliği değişiklikleri görülmüştür. Araştırmacılar bu geç dönem değişiklikleri büyük ölçüde fizyolojik yaşlanmaya bağlamıştır. Nüks daha çok dentoalveolar düzeyde ortaya çıkar. Overjet ve molar ilişkisindeki geri dönüş, tedavi sonrasında üst dişlerin öne, alt dişlerin geriye hareket etmesi ile maksilla ve mandibulanın elverişsiz büyümesinin birleşiminden kaynaklanabilir. Posterior dişler arasında stabil bir interdigitasyon sağlanamamışsa bu risk artar (Moro et al., 2020).

Sabit fonksiyonel tedavide Sınıf II ilişki çoğu zaman keserler başa baş konuma gelene kadar aşırı düzeltilir. Forsus Fatigue

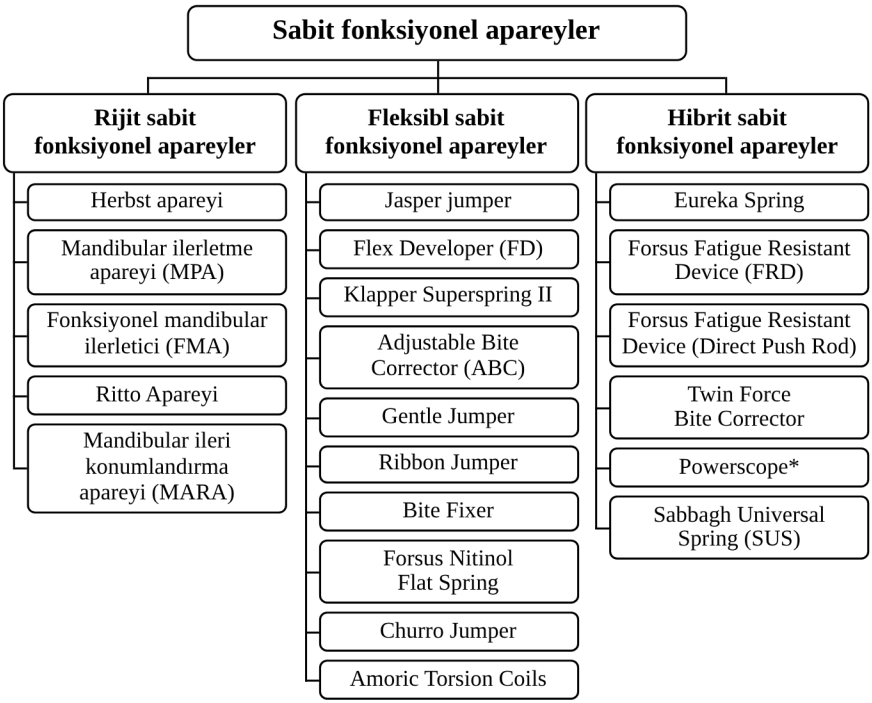
Resistant Device ile tedavi edilen hastaları inceleyen Elkordy et al. (2020), aparey kullanımını keserler arasında başa baş ilişki elde edilene kadar sürdürmüş; hastalar bu aşamadan sonra ortodontik tedavilerine devam etmiştir. Twin Force Bite Corrector ile tedavi edilen hastalarda aparey çıkarıldıktan sonra alt keserlerdeki proklinasyon anlamlı ölçüde geri dönmüş, ancak hastalar başa baş ilişkiye kadar düzeltildiği için overjet yeniden artmamıştır (Uribe et al., 2006).

Sabit fonksiyonel apareylerle sağlanan düzeltimin korunması için kullanılabilecek intermaksiller retansiyon yöntemlerini karşılaştıran bir çalışma henüz yoktur (Moro et al., 2020). Bock et al. (2016) derlemesindeki çalışmalarda da retansiyon protokolleri hareketli apareylerden yapıştırılmış retainerlara kadar büyük farklılık göstermiş, bazı hastalara hiç retainer uygulanmamıştır. Moro et al. (2020), dental nüksün üst ve alt keserlere yapıştırılan sabit retainerlarla ve üst arkta Hawley ya da vakumla şekillendirilmiş hareketli retainerlarla önlenebileceğini belirtmektedir. Yazarlar özellikle alt çenede uzun süreli retansiyonun yararlı olacağını düşünmektedir. Aktivatör ya da Bionatör gibi bir fonksiyonel apareyin aktif retainer olarak kullanılmasını ise yalnızca belirli durumlar için önermektedirler: 3 mm'den fazla oklüzal düzeltme gerektiğinde, posterior bölgede güçlü bir interdigitasyon sağlanamadığında ya da sabit tedavi sırasında nüks geliştiğinde. Kanıt düzeyi düşük olduğu için retansiyon planı, hekimin deneyimi ile hastanın beklenti ve koşulları birlikte değerlendirilerek yapılır (Moro et al., 2020).

Sabit Fonksiyonel Apareylerin Sınıflandırılması

Sabit fonksiyonel apareyler 3 ana gruba ayrılarak incelenmektedir (Papadopoulos, 2006a). Bu sınıflama Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2. Sabit fonksiyonel apareylerin sınıflandırılması



Kaynak: Papadopoulos (2006a) temel alınarak hazırlanmıştır. *Powerscope, Papadopoulos'un 2006 sınıflamasından sonra geliştirildiği için listeye sonradan eklenmiştir. Ribbon Jumper, Forsus Nitinol Flat Spring'in American Orthodontics tarafından satılan eşdeğeridir (Vogt, 2003).

Rijit Sabit Fonksiyonel Apareyler

Herbst Apareyi

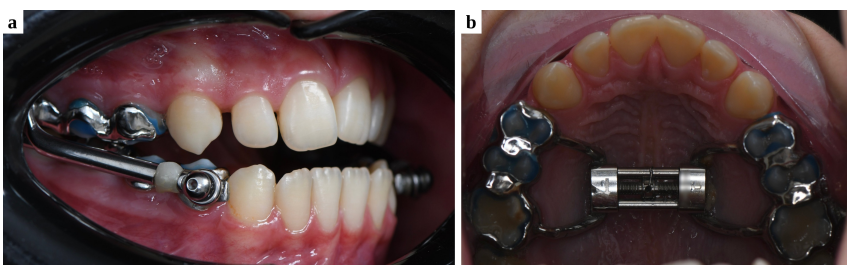
Aparey ilk defa Emil Herbst tarafından 1909 yılında Berlin'deki Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi'nde tanıtılmıştır. Herbst, "Retentionsscharnier" adını verdiği apareye ilişkin yayınını ise 1934 yılında yapmıştır (Pancherz, 1997).

Herbst apareyi, maksilla ve mandibula arasındaki yapay bir eklem ile karşılaştırılabilir. Her cihaz bir tüp ve piston (plunger) mekanizmasından oluşan iki taraflı teleskopik bir yapıya sahiptir

(Resim 1). Bilateral teleskopik mekanizma, fonksiyon sırasında bile mandibulanın öne konumlandırılmış pozisyonunu korur. Tüpün pivotu genellikle maksiller birinci molar banda lehimlenir ve pistonun pivotu mandibular birinci premolar banda bağlanır (Graber, 2005/2017).

Apareyin kullanımı sonucu görülen sagital değişiklikler maksiller arkın kısıtlanması ve mandibular büyümenin uyarılması sonucu meydana gelmektedir. Alt kesici dişler prokline olur, üst molar ise arkaya doğru hareket eder. Kondilin fossadaki nihai konumu, başlangıçtaki sorun Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyon olmadığı sürece Herbst tedavisinden etkilenmez. Glenoid fossanın kendisi ise büyüme döneminde değişir. Derin kapanışlı Sınıf II maloklüzyonlarda overbite Herbst tedavisiyle önemli ölçüde azalabilir. Bu azalma başlıca alt molarların sürmesi ve alt keserlerin intrüzyonuyla oluşur. Alt keserler aynı anda prokline olduğu için intrüzyon ölçümlerde olduğundan fazla görünür. Overbite azalmasının bir kısmı da glenoid fossanın konum ve morfolojisindeki değişikliklerle ilgilidir (Graber, 2005/2017; Pancherz, 1997). Bu bulgular, bantlı ya da döküm splint Herbst apareyiyle genellikle 6–8 ay tedavi edilen ve tedavisiz kontrollerle karşılaştırılan ardışık Sınıf II hastalardan elde edilmiştir (Pancherz, 1997).

Resim 1. Herbst apareyi: (a) yandan görünüm, (b) üst çene oklüzal görünüm (ayna görüntüsü; üst ankraj ünitesi ve RME vidası)



Kaynak: Yazarların arşivinden.

Herbst apareyi, iskeletsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde etkili olarak uygulanan bir apareydir. Hareketli fonksiyonel apareylerin aksine ergenlik sonrası dönemdeki, kooperasyon güçlüğü yaşanan ve ağız solunumu olan hastalarda da başarıyla kullanılabilir. Pancherz (1997), uzun dönem takip verilerine dayanarak Herbst tedavisini özellikle daimi dişlenmede ve pubertal atılımın zirvesinde ya da hemen sonrasında önermiştir. Bu dönemde tedavi edilen hastalarda kondiler büyümeye etki ortalamada daha fazla, alt keser proklinasyonu daha azdır. Karma dişlenmede tedavinin önerilmemesi zamanlamadan çok oklüzyonla ilgilidir: süt azı dişleriyle stabil bir Sınıf I tüberkül interdigitasyonu sağlanamaz ve retansiyon bütün daimi dişler sürene kadar uzar. Retansiyon yetersiz kalırsa nüks eğilimi artar (Graber, 2005/2017; Pancherz, 1997). Bu öneriler bantlı ve döküm splint Herbst apareyleriyle tedavi edilen hastalara dayanır; yazar, hangi ankraj sistemi kullanılırsa kullanılsın alt keser hareketlerini kontrol etmenin güç olduğunu da belirtmektedir (Pancherz, 1997). Büyümesi tamamlanmış bireylerde ise iskeletsel etki çok az olup tedavi etkisi dentoalveolar bölgeyle sınırlı kaldığından aparey büyük dikkatle kullanılmalıdır (Pancherz, 1997).

Mariscal et al. (2024), Herbst apareyini pubertal atılım öncesi, pubertal atılım sırası ve sonrası kullanan 3 farklı grup arasında yumuşak doku değişimlerini incelemişlerdir. Herbst apareyi kullanımı sonucunda her üç büyüme döneminde de yumuşak doku değişiklikleri elde edilebileceği ancak pubertal atılım öncesi ve atılım sırasında apareyin uygulandığı bireylerde bu değişikliklerin daha büyük oranda gerçekleşeceği sonucuna varılmıştır.

Ritto Apareyi

Aparey 1999 yılında Korrodi Ritto tarafından tanıtılmıştır. Basitleştirilmiş intraoral uygulama ve aktivasyona sahip minyatürleştirilmiş bir teleskopik cihaz olarak tanımlanabilir.

Mekanizmasının basit olması sebebiyle her iki tarafta da kullanılabilmektedir. Ritto tasarladığı apareyin rahat, ağza uygulanması kolay, maliyeti düşük, estetik ve kırılmaya karşı dirençli olduğunu dile getirmektedir. Kapalıyken cihazın uzunluğu 25 mm ve maksimum açıklıkta ise 33 mm'dir (Prateek & Sandhya, 2017; Ritto, 1999).

Mandibular İlerletme Apareyi (MPA)

Aparey Coelho Filho tarafından 1995 yılında tanıtılmıştır. Aparey yıllar içerisinde çeşitli değişimlere uğramıştır. Toplam 4 tipi bulunmaktadır. Herbst apareyinin maliyeti ve laboratuvar süreci gibi dezavantajlarını yenmek amacıyla geliştirilen bir apareydir. Ancak aparey yeterince rijit olmayıp kolay bir şekilde kırılabilmektedir. Tip IV apareyin yapımı daha kolay ve rahat olan versiyonudur. Bu tip T tüpler, üst molar kilitleme pimi, mandibular çubuk ve ark telinden meydana gelmektedir. Tip IV üstte 1. molar dişin bandına altta ise kaninin distaline bükülen loop üzerine takılır (Coelho Filho, 1995, 1997).

MPA apareyinin etkileri:

1. Maksillaya iskeletsel etkisi oldukça azdır.
2. Efektif mandibular uzunluğu pubertal atılım döneminde kullanılması durumunda artırabilir. Yetişkin dönemde kullanılması durumunda mandibula üzerine iskeletsel bir etkisi yoktur.
3. Mandibular kesici dişlerde proklinasyona neden olabilmektedir.
4. Sınıf II molar ilişkinin düzeltilmesini sağlar.
5. Alt molarlarda ekstrüzyon etkisi görülmüştür.

6. Overbite'ın azalmasına yol açabilir; bunun klinik önemi başlangıçtaki vertikal ilişkiye göre değişir (Furquim et al., 2018; Pontes et al., 2017).

Mandibular İleri Konumlandırma Apareyi (MARA)

MARA, Douglas Toll ve James Eckhart tarafından 1998 yılında Ormco şirketi ile yaptıkları iş birliğiyle tanıtılmıştır. MARA, kapanış sırasında kaçınılması gereken bir engel oluşturarak mandibulayı öne yönlendiren rijit bir apareydir ve Forsus ya da Jasper Jumper'dan farklı olarak alt ve üst ark arasında sürekli bir bağlantı içermez. Aparey sabit tedaviyle eş zamanlı kullanılabilir ve 2–3 mm'lik adımlarla aktive edilir (Ghislanzoni et al., 2011).

Ghislanzoni et al. (2011), MARA ile tedavi edilen 23 Sınıf II hastayı, yayımlanmış büyüme verilerinden oluşturulan tedavisiz Sınıf II kontrol grubuyla karşılaştırmıştır. Ortalama 2,1 yıllık aktif tedavi döneminde mandibular uzunluk (Co-Gn) tedavi grubunda 7,2 mm, kontrol grubunda 4,9 mm artmış; tedavi grubundaki artış kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde 2,2 mm daha fazla bulunmuştur ($p = 0,005$). Alt keserler mandibular düzleme göre kontrol grubuna kıyasla 5,8° daha fazla prokline olmuştur. Kapsamlı tedavinin bitiminden en az 1 yıl sonraki değerlendirmede Co-Gn'deki fark 2,0 mm ($p = 0,025$) olarak korunmuş; yazarlar MARA'nın iskeletsel etkisini ılımlı düzeyde değerlendirmiştir.

Olgu sunumlarında bildirilen avantajlar:

1. Basit bir tasarıma sahiptir. Maksilla ve mandibulayı bağlayan herhangi bir yay yoktur. Dayanıklı ve kırılmaya karşı dirençli bir apareydir.
2. Estetik olarak hastaları rahatsız etmeyen, oldukça küçük bir apareydir.

3. Temizlenmesinin kolay olduğu, bu nedenle ağız mukozasını daha az tahriş edebileceği belirtilmektedir.
4. Fonksiyonel hareketleri oldukça az miktarda kısıtlar.
5. Dişlerden aldığı ankraj noktası diğer sabit fonksiyonel apareylere göre daha azdır; yazarlar bunun dişler üzerindeki yan etkileri azaltabileceğini öne sürmektedir (Weber et al., 2019). Bu görüş karşılaştırmalı çalışmalarla doğrulanmamıştır; kontrollü bir çalışmada MARA ile anlamlı alt keser proklinasyonu görülmüştür (Ghislanzoni et al., 2011).

Fonksiyonel Mandibular İlerletici (FMA)

FMA, ilk bakışta MARA'ya benzeyen sabit bir fonksiyonel apareydir ancak MARA apareyi ile arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. FMA, fonksiyonel çene ortopedisinin temel konseptlerinden biri olan eğik düzlem prensibini benimser. Ana bileşenler her iki tarafta bukkale yerleştirilen kılavuz pimleri ve eğik düzlemlerdir. Eğik düzlem yatay düzlemle 60° açı yapacak şekilde tasarlanmıştır ve çene kapandığında mandibulanın anteriora aktif olarak yönlendirilmesini sağlar. Bu, neredeyse kısıtsız çiğneme hareketlerine olanak tanır ve buna bağlı olarak uyum sağlama süresini azaltır. Kinzinger et al. (2002), FMA'nın etkinliğinin takıp çıkarma uyumuna bağlı olmadığını ve alışkanlık gereği ağız açıklığı artmış olan (ağız solunumu veya hipotonik kas yapısı/dikey büyüme modeli) hastalarda bile apareyin aktif şekilde çalıştığını bildirmiştir.

Fleksibl Sabit Fonksiyonel Apareyler

Jasper Jumper

Aparey 1987 yılında James J. Jasper tarafından tanıtılmış (Jasper, 1987), klinik kullanımı ise Jasper & McNamara (1995)

tarafından ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Aparey temel olarak iki parçadan oluşmaktadır:

1. Kuvvet modülü: Herbst aygıtındaki bite jumping mekanizmasının boru ve piston parçalarına benzerdir ancak esnektir. Kuvvet modülü düz haldeyken pasiftir; dişler oklüzyona geldiğinde ya da çiğneme kasları mandibulayı kapattığında yay bükülür, alt ark üzerinde protrüziv ve intrüziv kuvvetler, üst arkta ise retrüziv ve intrüziv kuvvetler oluşturarak çalışır.
2. Ankraj ünitesi: Kuvvet modülü üst çene arkına bir top pim (ball pin) aracılığıyla sabitlenir. Bu top pim kuvvet modülünün distalinden geçirilip üst 1. molardaki bandın yüz yayı (face bow) tüpüne takılır. Alt tarafta kaninin distaline bayonet büküm yapılır ve üzerine Lexan boncukları yerleştirilir (Jasper & McNamara, 1995).

Flex Developer

Aparey 1997 yılında Winsauer tarafından tanıtılmıştır. Aparey kuvveti 3 mm çapında elastik poliamid miniroddan sağlamaktadır. Apareyin poliamidden üretilmesinin amacı kırılmaları engelleyerek daha dayanıklı hale getirmektir. Aletin uzunluğu aktiflik derecesine göre ağız içinde ayarlanabilmektedir; alt kaninin distaline takılan ön kanca modülü poliamid minirod üzerinde kayabilmektedir. Her bir apareyin kuvveti, minirodun çapı inceltilerek 1000 cN ile 50 cN arasında ayarlanabilir (1 cN ≈ 1 g). Aktivasyon miktarı ve aparey uzunluğu da kuvveti değiştirir; örneğin 38 mm uzunluğunda ve 3 mm çapındaki bir aparey yalnızca 2 mm aktivasyonda yaklaşık 300 cN kuvvet üretir (Winsauer & Muchitsch, 2006).

Forsus Nitinol Flat Spring

Aparey Vogt tarafından geliştirilmiştir. Aktif parçası, şeffaf plastikle kaplanmış, 0,5 × 3,0 mm boyutlarında düz bir nikel-titanyum yay çubuğundan oluşmaktadır (Papadopoulos, 2006b). Her iki tarafa birer yay yerleştirilir ve ilk aktivasyonda 5 mm sıkıştırılan her yay yaklaşık 225–250 g kuvvet üretir. Yeniden aktivasyon için yayın önüne ark teline sıkıştırılan bir durdurucu takılır; durdurucu yayı yaklaşık 1,5 mm daha sıkıştırır. Yay nikel-titanyumdan yapıldığı için takıldığı andan çıkarılana kadar görece sabit bir kuvvet uygular (Vogt, 2003).

Bildirilen avantajlar:

1. Zaman alıcı ya da pahalı laboratuvar işlemleri gerektirmez.
2. Apareyin takılıp çıkarılmasına yönelik hasta iş birliği gerektirmez.
3. Dentoalveolar etkisi baskındır.
4. Bir tarafta diğerine göre daha fazla aktive edilebildiğinden orta hat sapmalarının düzeltilmesinde kullanılabilir (Vogt, 2003).

Hibrit Sabit Fonksiyonel Apareyler

Forsus Fatigue Resistant Device

Forsus Flat Spring apareyindeki kırılmalardan dolayı yine aynı firma tarafından çok daha dayanıklı olduğu iddiasıyla üretilmiştir ve Vogt (2006) tarafından tanıtılmıştır. Aparey 3 parçadan oluşmaktadır:

1. Yay modülü
2. İtici kol (push rod)
3. Üst bağlantı parçası (L-pin veya EZ2 modülü)

Aparey, süperelastik nikel-titanyum sarmal yay içeren üç parçalı, yarı rijit teleskopik bir sistemdir (Jones et al., 2008). İlk sürümünde yay modülü üst çenede birinci molar bandının headgear tüpüne L şeklinde bir pimle (L-pin) bağlanır. İtici kol (push rod) ise alt ark teline doğrudan ya da premolar bölgesini atlayan yardımcı bir ark teliyle takılır (Papadopoulos, 2006b). Sonradan geliştirilen EZ ve EZ2 modüllerinde üst bağlantı, oklüzal headgear tüpüne geçmeli olarak takılan bir modülle sağlanır. İtici kol ark teline sıkıştırılarak sabitlenir ve bu modüle yerleştirilir (3M Oral Care, 2016). Resim 2'de EZ2 modüllü bir uygulama görülmektedir. Yay sıkıştıkça oluşan karşıt kuvvetler bağlantı noktalarına iletilir (Jones et al., 2008). Bir laboratuvar çalışmasında her bir yay 12 mm sıkıştırıldığında yaklaşık 226 g kuvvet üretmiştir (El-Sheikh et al., 2007, akt. Li et al., 2020). Yeniden aktivasyon için itici kola halka şeklinde ek parçalar takılarak yay 2–3 mm daha sıkıştırılabilir ya da daha uzun bir itici kol kullanılabilir (Papadopoulos, 2006b).

Resim 2. Forsus Fatigue Resistant Device, yandan görünüm



Kaynak: Yazarların arşivinden.

Apareyin etkileri:

1. Üst molarlarda intrüzyon ve distalizasyon görülebilir.
2. Üst kesici dişlerde retrüzyon
3. Alt molarlarda mesializasyon
4. Alt keserlerde labiale devrilme

5. Overjeti azaltır.
6. Hastanın büyüme yönü üzerinde belirgin bir fark oluşturmamaktadır.
7. Oklüzal düzlemde belirgin saat yönünde rotasyona neden olur.
8. Maksilla üzerinde iskeletsel etkisi oldukça sınırlıdır.
9. Mandibula üzerindeki iskeletsel etki isteniyorsa büyüme atılım döneminde kullanılmalıdır. Bu dönemde kullanan hastalarda efektif mandibular uzunlukta artış görüldüğünü söyleyen çalışmalar vardır.
10. Yumuşak doku pogonionu öne getirdiğini söyleyen çalışmalar olduğu gibi postpubertal dönemde yapılan çalışmalarda anlamlı yumuşak doku değişiminin görülmediğini belirten çalışmalar da vardır (Akan & Veli, 2020; Giuntini et al., 2015; Heinig & Göz, 2001; Jones et al., 2008; Zitouni & Acar, 2021).

Zitouni & Acar (2021), Forsus Fatigue Resistant Device ile tedavi edilmiş, büyümesi tamamlanmış 20 hasta üzerinde uzun dönem stabilizasyonu değerlendirmek için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmanın sonunda apareyle elde edilen etkilerin iskeletsel değil dentoalveolar olduğu ve 19 ± 3 aylık takip süresinde elde edilen etkilerin stabil kaldığına karar verilmiştir.

Sabbagh Universal Spring

Aladin Sabbagh tarafından tasarlanmıştır (Dentaurum). Aparey Herbst aygıtı ve Jasper Jumper'ın kombinasyonu olarak tanıtılmıştır. Bu iki apareyin negatif özelliklerini eleyerek olumlu taraflarını birleştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Apareyin üzerindeki vidanın saat yönü ya da tersi yönünde çevrilmesiyle iki farklı etki oluşturulur. Eğer vida saat yönünün tersine çevrilirse sert teleskop

etkisi oluşturarak Herbst aygıtına benzer işlev görür. Vida saat yönünde çevrilirse apareyin içerisindeki esnek yay aktif hale gelir (Sabbagh, 2006).

Twin Force Bite Corrector

Twin Force Bite Corrector (Ortho Organizers, San Marcos, CA, USA) apareyi, 2001 yılında Corbett ve Molina tarafından tanıtılmıştır (Papadopoulos, 2006a). Aparey birbirine paralel 16 mm'lik iki teleskopik silindirden oluşur. Her silindirin içinde zıt uçlarda bir itici (plunger) bulunur. Silindirin içindeki aktif nikel-titanyum yay, her iticiyi silindirin dışına 15 mm'lik bir mesafede iter. Aparey iki tarafa ayrı ayrı bağlanır. Hasta kesici dişler başa baş gelecek şekilde kapattığında her elemanın içindeki NiTi yay tamamen sıkışır ve yaklaşık 210 g kuvvet uygular. Fonksiyon sırasında kuvvet sürekli değiştiği için büyüklüğünü belirlemek güçtür (Uribe et al., 2006). Aparey oklüzal düzlemde saat yönünde rotasyona neden olur (Rothenberg et al., 2004; Uribe et al., 2006).

Powerscope

Aparey Andy Hayes tarafından American Orthodontics iş birliği ile tanıtılmıştır. Powerscope yarı rijit teleskopik bir sistemden oluşur ve ark teline somunlar yardımıyla bağlanır. Apareyin herhangi bir laboratuvar işlem gerektiren süreci yoktur. Her bir apareyin NiTi yayı 260 g'lık sabit bir kuvvet uygular (G. J. Kaur et al., 2022). Aktivasyon, itici kola eklenen 2 mm ve 3 mm'lik sıkıştırılabilir halkalarla, kesici dişler başa baş konuma gelene kadar aşama aşama yapılır (Agrawal & Shashikala Kumari, 2023).

Olgu sunumlarında bildirilen avantajlar:

1. Apareyin tek bir boyutta üretilmesi
2. Laboratuvar aşaması gerektirmemesi
3. Kolay ve hızlı bir şekilde ark teline bağlanabilmesi

4. Hastaların apareyi iyi tolere etmesi (R. Kaur et al., 2024)

Eureka Spring

Aparey 1997 yılında DeVincenzo tarafından tanıtılmıştır. NiTi sarmal yayın piston sistemiyle kaplanmasından oluşur. Hafif (150 g) ve ağır (225 g) kuvvet uygulayan iki yay modülü vardır ve modül her taraf için ayrı seçilebilir. Sınıf II ilişkinin bir tarafta daha belirgin olduğu olgularda o tarafa ağır, karşı tarafa hafif modül yerleştirilebilir (DeVincenzo, 2006). Sınıf II maloklüzyonun düzeltimini dentoalveolar olarak yapmaktadır; vertikal boyutlarda ise anlamlı değişikliklere neden olmamaktadır (Miles, 2016).

İskeletsel Ankrajlı Uygulamalar

Sabit fonksiyonel apareyler takıp çıkarma uyumuna bağımlılığı azaltmalarına karşın dişsel ankraj kaybına bağlı istenmeyen dentoalveolar etkilere yol açmaktadır. Apareyin üst arka posterior, alt arka ise anterior yönde kuvvet uygulaması alt keserlerde proklinasyona neden olmakta ve sabit fonksiyonel apareylerle sağlanan Sınıf II düzeltiminin önemli bir kısmı bu proklinasyondan kaynaklanabilmektedir. Negatif tork uygulanması ya da daha kalın dikdörtgen ark telleri kullanılması gibi yöntemler bu etkiyi önlemede başarılı olamamıştır (Rutili et al., 2026). Bu nedenle dentoalveolar yan etkileri azaltmak ve iskeletsel etkiyi artırmak amacıyla sabit fonksiyonel apareyler minivida ya da miniplak gibi geçici ankraj araçlarıyla birlikte kullanılmaya başlanmıştır (Arvind TR & Jain, 2021; Rutili et al., 2026).

Elkordy et al. (2019), iskeletsel Sınıf II maloklüzyona sahip 48 kız hastayı miniplak destekli Forsus, yalnız Forsus ve tedavi görmeyen kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayırdıkları çalışmada miniplakları mandibular simfize yerleştirmiş ve Forsus apareyini doğrudan miniplaklara bağlamışlardır. Efektif mandibular uzunluk yalnızca miniplak destekli grupta anlamlı olarak artmıştır (4,05 mm).

Yalnız Forsus kullanılan grupta alt keserlerde anlamlı proklinasyon (9,17°) görülürken miniplak destekli grupta alt keserlerde anlamlı olmayan bir retroklinasyon meydana gelmiştir. Bununla birlikte miniplak grubunda mandibulanın saat yönünde rotasyonu sagital düzeltmeye katkıyı azaltmış ve miniplakların %13,3'ünde mobiliteye bağlı başarısızlık görülmüştür.

Celikoglu et al. (2016) ise retrospektif çalışmalarında mandibular simfize yerleştirilen miniplaklarla desteklenen Forsus FRD EZ apareyi ile Herbst apareyinin etkilerini 32 hastada karşılaştırmışlardır. Her iki aparey de iskeletsel Sınıf II maloklüzyonu benzer iskeletsel ve yumuşak doku değişiklikleriyle düzeltmiş; ancak Herbst grubunda alt keserler ortalama 7,50° prokline olurken iskeletsel ankrajlı Forsus grubunda 4,09° retrokline olmuştur.

Bu alandaki sistematik derlemeler de benzer sonuçlara ulaşmıştır. Arvind TR & Jain (2021), 116 hastayı kapsayan meta-analizlerinde iskeletsel ankrajlı ve ankrajsız Forsus apareyleri arasında mandibular uzunluk ve SNB açısı değişimlerinde anlamlı fark bulmamış; ancak iskeletsel ankrajın alt keser proklinasyonunu anlamlı derecede azalttığını ve miniplak destekli uygulamaların bu konuda minivida destekli uygulamalardan daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Rutili et al. (2026), sistematik derlemeleri değerlendirdikleri çalışmalarında dört randomize kontrollü çalışmayı (142 hasta) içeren meta-analizde iskeletsel ankrajlı apareylerin alt keser eğimini ortalama 5,03° daha fazla azalttığını, buna karşın mandibular uzunluk (Co-Gn) ve SNB açısında anlamlı fark oluşturmadığını göstermişlerdir. Yazarlar bu sonuçların kanıt kesinliğini düşük bulmuştur. Aynı çalışmada minivida mobilitesi, minivida başarısızlığı ve aparey kırılması gibi komplikasyonların iskeletsel ankrajlı grupta daha sık görüldüğü bildirilmiştir. Bu analizdeki dokuz çalışmanın sekizinde minivida kullanılmıştır; kanıt kesinliği burada da düşüktür.

Kesinliği düşük olan mevcut kanıtlar, iskeletsel ankrajın sabit fonksiyonel apareylere belirgin bir ek iskeletsel yarar sağladığını göstermemektedir; gösterilebilen başlıca yarar alt keser proklinasyonunun kontrolüdür. Bu nedenle iskeletsel ankraj özellikle tedavi başında alt keserleri prokline olan ya da ince alveolar kemik ve periodontal biyotipe sahip hastalarda tercih edilebilir; ancak miniplakların yerleştirilmesi ve çıkarılması için gereken cerrahi işlemler, artan maliyet ve kullanılan ankraj sistemine göre değişen komplikasyon riski göz önünde bulundurulmalıdır; örneğin miniplak destekli Forsus uygulamasında miniplakların %13,3'ünde mobilite bildirilmiştir (Elkordy et al., 2019; Rutili et al., 2026).

Temporomandibular Eklem Üzerine Etkiler

Sabit fonksiyonel apareylerin temporomandibular eklem üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar üç başlıkta gruplandırılabilir (Tablo 4). Kondil ve glenoid fossaya ilişkin görüntüleme çalışmaları, tedavi sırasında kondilin öne konumlandığını ve glenoid fossada yeniden şekillenme (remodeling) ile adaptif değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir (Agrawal & Shashikala Kumari, 2023; Gandhi et al., 2023; Halapanavar et al., 2024). Bu bulgular konum ve biçimdeki değişiklikleri gösterir; klinik temporomandibular bozukluk (TMD) gelişip gelişmediğini tek başına söylemez. Eklem diskine yönelik MR çalışmalarında tedavi sonunda disk-kondil ilişkisinde olumsuz bir değişim bildirilmemiştir (Gandhi et al., 2023; Kinzinger et al., 2006; Pancherz et al., 1999). Bu çalışmaların örneklemleri küçüktür ve hiçbirinde tedavisiz kontrol grubu yoktur. TMD belirti ve bulgularını değerlendiren uzun dönem çalışma ile meta-analiz yalnızca Herbst apareyini kapsar. İkisinde de Herbst tedavisinin TMD sıklığını artırmadığı bildirilmiştir; meta-analizin yazarları kanıtın zayıf olduğunu da belirtmiştir (Minervini et al., 2024; Ruf & Bock, 2019). Buna karşın Arici et al. (2008), Forsus Nitinol Flat Spring ile tedavi edilen hastalarda kondilin glenoid fossada tedavisiz kontrollere göre daha posteriorda konumlandığını

bildirmiştir. Mevcut kanıtlar, incelenen apareyler ve takip süreleri için eklemde belirgin bir olumsuz etki göstermemektedir. Diğer apareyler ve daha uzun takip süreleri için kontrollü çalışmalar gereklidir.

Tablo 4. Sabit fonksiyonel apareylerin temporomandibular eklem üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar

Çalışma	**Aparey**	**Yöntem / örneklem**	**Temel bulgu**
Pancherz et al. (1999)	Herbst	MR; 15 hasta (12–17 yaş), kontrol yok; tedavi öncesinden aparey çıkarılana kadar (7 ay) 5 zaman noktası	Kondil konumu ortalamada değişmemiş; tedavi başında geriye konumlanan disk tedavi sonunda neredeyse başlangıç konumuna dönmüş; olumsuz disk değişikliği görülmemiş.
Kinzinger et al. (2006)	FMA	Manuel yapısal analiz (MSA) ve MR; 15 hasta (30 eklem), kontrol yok; tedavi öncesi ve FMA tedavisi sonu	Hiçbir eklemde disk-kondil ilişkisi bozulmamış; başlangıçta diski önde olan beş eklemde ilişki iyileşmiş.
Arici et al. (2008)	Forsus Nitinol Flat Spring	BT; 30 hasta ve 30 tedavisiz kontrol; tedavi başı ve sonu (7 ay)	Kondil ve fossa hacmindeki artış kontrollerden anlamlı farklı değil; kondil glenoid fossada kontrollere göre daha posteriorda konumlanmış.

Çalışma	Aparey	Yöntem / örneklem	Temel bulgu
Ruf & Bock (2019)	Herbst ve sabit ortodontik tedavi	RDC/TMD, DC/TMD ve Helkimo indeksi; 72 hasta, 33'ünde tam veri; kontrol yok; tedavi öncesi, sonrası ve ≥15 yıl sonra	TMD sıklığı sırasıyla %21, %9 ve %15; farklar anlamlı değil; TMD riski artmamış, azalmamış.
Agrawal & Shashikala Kumari (2023)	Powerscope	CBCT; 11 hasta (11–15 yaş), kontrol yok; tedavi öncesi ve 6–8 aylık fonksiyonel faz sonu	Kondil 1,08 mm öne konumlanmış, kondil uzunluğu ve yüksekliği artmış, glenoid fossa açısı azalmış.
Gandhi et al. (2023)	Miniplak destekli (bimaksiller) Forsus FRD	MR; 15 hasta, 14'ü analiz edilmiş, kontrol yok; tedavi öncesi ve fonksiyonel faz sonu (ortalama 8,5 ay)	Kondil fossada öne konumlanmış; disk sagital düzlemde kondile göre geriye hareket etmiş, koronal düzlemde değişmemiş.

Çalışma	Aparey	Yöntem / örneklem	Temel bulgu
Halapanavar et al. (2024)	Twin Block ve Powerscope	Pilot randomize çalışma; CBCT; 20 hasta randomize edilmiş, 16'sı analiz edilmiş (11–14 yaş); tedavisiz kontrol yok; tedavi öncesi ve 7–9 ay sonra	Her iki grupta kondil boyutları artmış; değişiklikler Twin Block grubunda daha belirgin.
Minervini et al. (2024)	Herbst	Meta-analiz; 4 boylamsal çalışma, 186 hasta; takip tedavi sonundan 19 yıla kadar	TMD sıklığında anlamlı fark yok (OR 0,74; %95 GA 0,33–1,68); yazarlar kanıtın zayıf olduğunu belirtmiş.

Not. BT = bilgisayarlı tomografi; CBCT = konik ışınlı bilgisayarlı tomografi; DC/TMD = Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders; FMA = fonksiyonel mandibular ilerletici; FRD = Fatigue Resistant Device; GA = güven aralığı; MR = manyetik rezonans görüntüleme; MSA = manuel yapısal analiz; OR = odds oranı; RDC/TMD = Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders; TMD = temporomandibular bozukluk.

Kaynak: Tabloda belirtilen çalışmalardan derlenmiştir.

Sonuç

Sabit fonksiyonel apareyler, ağız içinde sürekli bulundukları için takıp çıkarma uyumuna bağımlılığı azaltmaları ve ergenlik sonrası dönemde de kullanılabilmeleri nedeniyle mandibular retrüzyona bağlı Sınıf II maloklüzyonun tedavisinde hareketli fonksiyonel apareylere önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Yine de ağız hijyeni, düzenli kontroller ve kırılmaların önlenmesi için hasta iş birliği gerekir. Rijit, fleksibl ve hibrit olarak sınıflandırılan bu

apareylerle elde edilen Sınıf II düzeltimi iskeletsel ve dentoalveolar değişikliklerin bir bileşimidir; ancak düzeltimin önemli bir kısmı dentoalveolar düzeyde, özellikle alt keser proklinasyonu yoluyla gerçekleşmektedir. İskeletsel etkinin en belirgin olduğu dönem pubertal atılımın zirvesi ya da hemen sonrasıdır; bu nedenle doğru tedavi zamanlaması tedavinin başarısında belirleyicidir.

Mevcut çalışmalar, sabit fonksiyonel apareylerin kondil ve glenoid fossada adaptif değişikliklere yol açtığını ve temporomandibular eklem üzerinde belirgin bir olumsuz etkisi olmadığını düşündürmektedir. Bu sonuç incelenen apareyler ve takip süreleriyle sınırlıdır; uzun dönem klinik veriler de büyük ölçüde Herbst apareyine aittir. Miniplak ve minivida gibi iskeletsel ankraj araçlarıyla birlikte kullanım alt keser proklinasyonunu azaltmaktadır. Ancak kesinliği düşük olan kanıtlar belirgin bir ek iskeletsel yarar göstermemektedir ve komplikasyonlar özellikle minivida destekli uygulamalarda daha sık bildirilmiştir. Aparey seçimi hastanın büyüme dönemi, alt keser eğimi, periodontal durumu ve beklentileri birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır. Sabit fonksiyonel apareylerin uzun dönem etkilerinin netleştirilmesi için iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynakça

3M Oral Care. (2016). *Forsus™ Fatigue Resistant Device EZ2 module* [Broşür]. https://multimedia.3m.com/mws/media/546540O/forsus-fred-ez2module-flyer-70-2021-3964-1.pdf

Agrawal, K., & Shashikala Kumari, V. (2023). Evaluation of skeletal changes in glenoid fossa, condylar head and articular space following fixed functional appliance therapy using cone beam computed tomography—A clinical prospective study. *Journal of Contemporary Orthodontics, 7*(2), 107–115. https://doi.org/10.18231/j.jco.2023.019

Akan, B., & Veli, İ. (2020). Evaluation of soft-tissue changes in young adults treated with the Forsus fatigue-resistant device. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 157*(4), 481–489.e2. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.014

Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M. S., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics, 23*(6), 40.e1–40.e10. https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl

Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion. *Dental Cosmos, 41*(3), 248–264.

Angle, E. H. (1907). *Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system* (7th ed.). S. S. White Dental Manufacturing Company. https://obrasraras.sibi.usp.br/xmlui/handle/123456789/302

Arici, S., Akan, H., Yakubov, K., & Arici, N. (2008). Effects of fixed functional appliance treatment on the

temporomandibular joint. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 133*(6), 809–814. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.07.035

Arvind TR, P., & Jain, R. K. (2021). Skeletally anchored Forsus fatigue resistant device for correction of Class II malocclusions—A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research, 24*(1), 52–61. https://doi.org/10.1111/ocr.12414

Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A., Jr. (2005). The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics, 11*(3), 119–129. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.04.005

Baccetti, T., Franchi, L., Toth, L. R., & McNamara, J. A., Jr. (2000). Treatment timing for Twin-block therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 118*(2), 159–170. https://doi.org/10.1067/mod.2000.105571

Başçiftçi, F. A., Demir, A., Sarı, Z., & Uysal, T. (2002). Konya yöresi okul çocuklarında ortodontik maloklüzyonların prevelansının araştırılması: Epidemiyolojik çalışma. *Türk Ortodonti Dergisi, 15*(2), 92–98. https://doi.org/10.13076/1300-3550-15-2-92

Başçiftçi, F. A., Uysal, T., Büyükerkmen, A., & Sarı, Z. (2003). The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *European Journal of Orthodontics, 25*(1), 87–93. https://doi.org/10.1093/ejo/25.1.87

Baysal, A., & Uysal, T. (2013). Soft tissue effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1

mandibular retrognathy. *European Journal of Orthodontics, 35*(1), 71–81. https://doi.org/10.1093/ejo/cjq187

Bishara, S. E. (2006). Class II malocclusions: Diagnostic and clinical considerations with and without treatment. *Seminars in Orthodontics, 12*(1), 11–24. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.10.005

Bock, N. C., Jungbauer, R., Rudzki, I., Proff, P., & Ruf, S. (2024). Long-term (≥ 15 years) outcome quality after Class II:1 bionator or Herbst multibracket appliance treatment: A comparison. *Journal of Orofacial Orthopedics, 85*(4), 260–269. https://doi.org/10.1007/s00056-023-00457-3

Bock, N. C., Killat, S., & Ruf, S. (2020). Class II:2 malocclusion—Prevalence and progression of labial gingival recessions during Herbst-multibracket appliance treatment. *Clinical Oral Investigations, 24*(10), 3653–3660. https://doi.org/10.1007/s00784-020-03243-2

Bock, N. C., Ruehl, J., & Ruf, S. (2019). Prevalence, magnitude, and incidence of labial gingival recession with Herbst-multibracket appliance treatment: A retrospective cohort study. *The Angle Orthodontist, 89*(4), 535–543. https://doi.org/10.2319/032918-239.1

Bock, N. C., von Bremen, J., & Ruf, S. (2016). Stability of Class II fixed functional appliance therapy—A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 38*(2), 129–139. https://doi.org/10.1093/ejo/cjv009

Celikoglu, M., Buyuk, S. K., Ekizer, A., & Unal, T. (2016). Treatment effects of skeletally anchored Forsus FRD EZ and Herbst appliances: A retrospective clinical study. *The Angle Orthodontist, 86*(2), 306–314. https://doi.org/10.2319/040315-225.1

Chen, J. Y., Will, L. A., & Niederman, R. (2002). Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 122*(5), 470–476. https://doi.org/10.1067/mod.2002.126730

Coelho Filho, C. M. (1995). Mandibular protraction appliances for Class II treatment. *Journal of Clinical Orthodontics, 29*(5), 319–336.

Coelho Filho, C. M. (1997). Clinical applications of the mandibular protraction appliance. *Journal of Clinical Orthodontics, 31*(2), 92–102.

DeVincenzo, J. P. (2006). The Eureka Spring™: A compact, versatile, and cost-effective Class II corrector. In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient: Current principles and techniques* (pp. 163–180). Mosby Elsevier.

Elkordy, S. A., Abouelezz, A. M., Fayed, M. M. S., Aboulfotouh, M. H., & Mostafa, Y. A. (2019). Evaluation of the miniplate-anchored Forsus Fatigue Resistant Device in skeletal Class II growing subjects: A randomized controlled trial. *The Angle Orthodontist, 89*(3), 391–403. https://doi.org/10.2319/062018-468.1

Elkordy, S. A., Fayed, M. M. S., Attia, K. H., & Abouelezz, A. M. (2020). Complications encountered during Forsus Fatigue Resistant Device therapy. *Dental Press Journal of Orthodontics, 25*(3), 65–72. https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.3.065-072.oar

Fränkel, R. (1969). The treatment of Class II, Division 1 malocclusion with functional correctors. *American Journal*

of Orthodontics, 55(3), 265–275. https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90106-7

Furquim, B. D., Janson, G., Cope, L. C. C., Freitas, K. M. S., & Henriques, J. F. C. (2018). Comparative effects of the Mandibular Protraction Appliance in adolescents and adults. *Dental Press Journal of Orthodontics, 23*(3), 63–72. https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.3.063-072.oar

Gandhi, A., Rai, P., Tripathi, T., & Kanase, A. (2023). Evaluation of effects of bimaxillary anchored fixed functional appliance on temporomandibular joint and maxillomandibular complex in late adolescents: An MRI study. *Journal of Indian Orthodontic Society, 57*(4), 273–285. https://doi.org/10.1177/03015742231187698

Ghislanzoni, L. T. H., Toll, D. E., Defraia, E., Baccetti, T., & Franchi, L. (2011). Treatment and posttreatment outcomes induced by the Mandibular Advancement Repositioning Appliance: A controlled clinical study. *The Angle Orthodontist, 81*(4), 684–691. https://doi.org/10.2319/111010-656.1

Giuntini, V., Vangelisti, A., Masucci, C., Defraia, E., McNamara, J. A., Jr., & Franchi, L. (2015). Treatment effects produced by the Twin-block appliance vs the Forsus Fatigue Resistant Device in growing Class II patients. *The Angle Orthodontist, 85*(5), 784–789. https://doi.org/10.2319/090514-624.1

Graber, T. M. (2017). Functional appliances. In L. W. Graber, R. L. Vanarsdall, K. W. L. Vig, & G. J. Huang (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* (6th ed., pp. 997.e50–997.e95). Elsevier. (Original work published 2005)

Halapanavar, B., Padmini, M. N., Deshmukh, S., Tirupathi, S., Waremani, A. S., & Kasodekar, A. (2024). Comparison of skeletal changes in the temporomandibular joint between the Twin Block appliance and fixed functional appliance: A longitudinal follow-up study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 17*(1), 7–14. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2727

Heinig, N., & Göz, G. (2001). Clinical application and effects of the Forsus™ spring: A study of a new Herbst hybrid. *Journal of Orofacial Orthopedics, 62*(6), 436–450. https://doi.org/10.1007/s00056-001-0053-6

Hezenci, Y., & Bulut, M. (2024). Batı Karadeniz toplumunda 18 yaş altı bireylerde maloklüzyon prevalansı. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 14*(2), 411–417. https://doi.org/10.31020/mutftd.1411958

Jasper, J. J. (1987). *The Jasper Jumper—A fixed functional appliance*. American Orthodontics.

Jasper, J. J., & McNamara, J. A., Jr. (1995). The correction of interarch malocclusions using a fixed force module. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 108*(6), 641–650. https://doi.org/10.1016/S0889-5406(95)70010-2

Jones, G., Buschang, P. H., Kim, K. B., & Oliver, D. R. (2008). Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *The Angle Orthodontist, 78*(2), 332–338. https://doi.org/10.2319/030607-115.1

Karaçay, Ş., Akın, E., Ölmez, H., Gürton, A. Ü., & Sağdıç, D. (2006). Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper

corrections of Class II division 1 malocclusions. *The Angle Orthodontist, 76*(4), 666–672. https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0666:FNFSAJ]2.0.CO;2

Kaur, G. J., Gandhi, G., Khanna, M., Loomba, A., & Sharma, A. (2022). A cephalometric evaluation and comparison of skeletal, dentoalveolar, and soft tissue changes brought about by the Forsus Fatigue Resistant Device and PowerScope fixed functional appliance. *Journal of Indian Orthodontic Society, 56*(3), 227–236. https://doi.org/10.1177/03015742211004435

Kaur, R., Puri, G., Bhardwaj, I., Kaur, G., & Singh, M. (2024). Powerscope efficiency for Class II malocclusion correction: Case reports. *Indian Journal of Dental Sciences, 16*(3), 130–135. https://doi.org/10.4103/ijds.ijds_23_24

Kinzinger, G., Gülden, N., Roth, A., & Diedrich, P. (2006). Disc-condyle relationships during Class II treatment with the functional mandibular advancer (FMA). *Journal of Orofacial Orthopedics, 67*(5), 356–375. https://doi.org/10.1007/s00056-006-0626-5

Kinzinger, G., Ostheimer, J., Förster, F., Kwandt, P. B., Reul, H., & Diedrich, P. (2002). Development of a new fixed functional appliance for treatment of skeletal Class II malocclusion: First report. *Journal of Orofacial Orthopedics, 63*(5), 384–399. https://doi.org/10.1007/s00056-002-0118-1

Li, H., Ren, X., Hu, Y., & Tan, L. (2020). Effects of the Forsus fatigue-resistant device on skeletal Class II malocclusion correction. *The Journal of Contemporary Dental Practice, 21*(1), 105–112. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2748

Mariscal, J. F., Ravelli, D. B., dos Santos Pinto, A., Dominguez, G. C., de Arruda Aidar, L. A., & Jacob, H. B. (2024). Comparisons of soft tissue changes after Herbst appliance treatment in three different growth phases. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 13*(2), 78–85. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2023.11.002

McNamara, J. A., Jr. (1981). Components of Class II malocclusion in children 8–10 years of age. *The Angle Orthodontist, 51*(3), 177–202. https://doi.org/10.1043/0003-3219(1981)051<0177:COCIMI>2.0.CO;2

McNamara, J. A., Jr., & Brudon, W. L. (1993). *Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition*. Needham Press.

Miles, P. (2016). Flexible fixed functional appliances. In P. S. Fleming & R. T. Lee (Eds.), *Orthodontic functional appliances: Theory and practice* (pp. 93–101). Wiley.

Minervini, G., Di Blasio, M., Franco, R., Marrapodi, M. M., Vaienti, B., Cicciù, M., & Ronsivalle, V. (2024). Prevalence of temporomandibular disorders diagnosis in patients treated with Herbst appliance: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health, 24*(1), Article 137. https://doi.org/10.1186/s12903-023-03738-w

Moro, A., Mattos, C. F. P., Borges, S. W., Flores-Mir, C., & Topolski, F. (2020). Stability of Class II corrections with removable and fixed functional appliances: A literature review. *Journal of the World Federation of Orthodontists, 9*(2), 56–67. https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2020.04.003

Moss, M. L. (1968). A theoretical analysis of the functional matrix. *Acta Biotheoretica, 18*(1), 195–202. https://doi.org/10.1007/BF01556727

Moss, M. L. (1997). The functional matrix hypothesis revisited. 1. The role of mechanotransduction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 112*(1), 8–11. https://doi.org/10.1016/S0889-5406(97)70267-1

Nakasima, A., Ichinose, M., Nakata, S., & Takahama, Y. (1982). Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions. *American Journal of Orthodontics, 82*(2), 150–156. https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90493-6

Pancherz, H. (1985). The Herbst appliance—Its biologic effects and clinical use. *American Journal of Orthodontics, 87*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/0002-9416(85)90169-1

Pancherz, H. (1997). The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. *Seminars in Orthodontics, 3*(4), 232–243. https://doi.org/10.1016/S1073-8746(97)80056-4

Pancherz, H., Ruf, S., & Thomalske-Faubert, C. (1999). Mandibular articular disk position changes during Herbst treatment: A prospective longitudinal MRI study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 116*(2), 207–214. https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70219-2

Papadopoulos, M. A. (2006a). Classification of the noncompliance appliances used for Class II correction. In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient: Current principles and techniques* (pp. 9–20). Mosby Elsevier.

Papadopoulos, M. A. (2006b). Overview of the intermaxillary noncompliance appliances. In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient:*

Current principles and techniques (pp. 21–34). Mosby Elsevier.

Peck, S., Peck, L., & Kataja, M. (1998). Class II division 2 malocclusion: A heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *The Angle Orthodontist, 68*(1), 9–20. https://doi.org/10.1043/0003-3219(1998)068<0009:CIDMAH>2.3.CO;2

Pontes, L. F., Maia, F. A., Almeida, M. R., Flores-Mir, C., & Normando, D. (2017). Mandibular protraction appliance effects in Class II malocclusion in children, adolescents and young adults. *Brazilian Dental Journal, 28*(2), 225–233. https://doi.org/10.1590/0103-6440201701032

Prateek, S., & Sandhya, J. (2017). Fixed functional appliances—An overview. *International Journal of Current Research, 9*(3), 47407–47414.

Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B. E., & Sarver, D. M. (2020). *Güncel ortodonti* (N. Darendeliler, Çev. Ed.; 6. baskı). Neyir. (Orijinal eser 2019'da yayımlandı)

Ritto, A. K. (1999). Fixed functional appliances—Trends for the next century. *The Functional Orthodontist, 16*(2), 22–39.

Rothenberg, J., Campbell, E. S., & Nanda, R. (2004). Class II correction with the Twin Force Bite Corrector. *Journal of Clinical Orthodontics, 38*(4), 232–240.

Ruf, S., & Bock, N. C. (2019). Long-term (≥15 years) effects of Class II treatment: A longitudinal and cross-sectional study on signs and symptoms of temporomandibular disorders. *European Journal of Orthodontics, 41*(2), 172–179. https://doi.org/10.1093/ejo/cjy040

Rutili, V., Nieri, M., Giuntini, V., Vaccari, E., & Franchi, L. (2026). Effects produced by fixed functional appliances with and without skeletal anchorage for the treatment of Class II malocclusion in the growing patient: A review of systematic reviews. *Orthodontics & Craniofacial Research.* Advance online publication. https://doi.org/10.1111/ocr.70099

Sabbagh, A. (2006). The Sabbagh Universal Spring (SUS). In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient: Current principles and techniques* (pp. 203–218). Mosby Elsevier.

Sarı, Z., Uysal, T., Karaman, A. İ., Başçiftçi, F. A., Üşümez, S., & Demir, A. (2003). Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi: Epidemiyolojik çalışma. *Türk Ortodonti Dergisi, 16*(2), 119–126. https://doi.org/10.13076/1300-3550-16-2-119

Sassouni, V. (1970). The Class II syndrome: Differential diagnosis and treatment. *The Angle Orthodontist, 40*(4), 334–341. https://doi.org/10.1043/0003-3219(1970)040<0334:TCISDD>2.0.CO;2

Şar, Ç., & Acar, A. (2022). Fonksiyonel ortopedik tedavi. N. Erverdi (Ed.), *Çağdaş ortodonti* (2. baskı, s. 209–219) içinde. Quintessence Yayıncılık.

Uribe, F., Rothenberg, J., & Nanda, R. (2006). The Twin Force Bite Corrector in the correction of Class II malocclusion in adolescent patients. In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient: Current principles and techniques* (pp. 181–202). Mosby Elsevier.

Ülgen, M. (2005). *Ortodontik tedavi prensipleri* (8. baskı). Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları.

Vogt, W. (2003). A new fixed interarch device for Class II correction. *Journal of Clinical Orthodontics, 37*(1), 36–41.

Vogt, W. (2006). The Forsus fatigue resistant device. *Journal of Clinical Orthodontics, 40*(6), 368–377.

Weber, J. H., Botha, P., & Dawjee, S. H. (2019). The Mandibular Anterior Repositioning Appliance (MARA)—A report of three cases. *South African Dental Journal, 74*(10), 561–570. https://doi.org/10.17159/2519-0105/2019/v74no10a7

Winsauer, H., & Muchitsch, A. P. (2006). The Flex Developer. In M. A. Papadopoulos (Ed.), *Orthodontic treatment of the Class II noncompliant patient: Current principles and techniques* (pp. 145–162). Mosby Elsevier.

Zitouni, M., & Acar, Y. B. (2021). Treatment outcome and long-term stability of Class II correction with Forsus fatigue resistant device in non-growing patients. *Orthodontics & Craniofacial Research, 24*(1), 130–136. https://doi.org/10.1111/ocr.12416

Zymperdikas, V. F., Koretsi, V., Papageorgiou, S. N., & Papadopoulos, M. A. (2016). Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 38*(2), 113–126. https://doi.org/10.1093/ejo/cjv034

BÖLÜM 2

MAKSİLLER TRANSVERSAL YETERSİZLİKTE GÜNCEL VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Sevgi KAPTIKAÇTI AKAR[1]
Burçin AKAN[2]

Giriş

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

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

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

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

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

Maksiller Transversal Yetersizliğin Tanımı ve Etiyolojisi

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

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

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

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

Klinik ve Radyografik Tanısal Değerlendirme

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

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

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

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

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

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

Tedavinin Bireyselleştirilmesinde Belirleyici Faktörler

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

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

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

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

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

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

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

Büyüme Dönemindeki Hastalarda Konvansiyonel ve Hibrit Maksiller Genişletme

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

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

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

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

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

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

Minivida Destekli Hızlı Palatal Genişletme

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

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

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

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

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

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

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

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

Minivida Destekli Yavaş Palatal Genişletme

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

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

Dijital Planlama ve Kişiye Özel Genişletici Sistemler

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

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

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

Cerrahi Destekli Minivida Ankrajlı Genişletme

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

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

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

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

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme

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

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

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

Segmental Ortognatik Cerrahi ile Transversal Düzeltme

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

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

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

Tedavi Yaklaşımlarının İskeletsel ve Dentoalveoler Etkileri

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

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

Periodontal Etkiler ve Komplikasyonlar

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

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

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

Hava Yolu ve Nazal Solunum Üzerindeki Etkiler

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

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

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

Retansiyon, Stabilite ve Relaps

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

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

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

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

Sonuç

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

Kaynakça

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

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

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

Angelieri, F., Cevidanes, L. H. S., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara, J. A., Jr. (2013). Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 144*(5), 759–769. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.022

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

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

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

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

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

Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Mallya, S. M., Moschik, C., Pan, H. C., Miller, J., & Moon, W. (2017). Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Progress in Orthodontics, 18*(1), Article 34. https://doi.org/10.1186/s40510-017-0188-7

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kapetanović, A., Theodorou, C. I., Bergé, S. J., Schols, J. G. J. H., & Xi, T. (2021). Efficacy of miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) in late adolescents and adults: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 43*(3), 313–323. https://doi.org/10.1093/ejo/cjab005

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

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

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

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

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

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

Li, N., Sun, W., Li, Q., Dong, W., Martin, D., & Guo, J. (2020). Skeletal effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on maxillary expansion using cone-beam computed tomography in young adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 157*(5), 651–661. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.021

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Winsauer, H., Walter, A., Katsaros, C., & Ploder, O. (2021). Success and complication rate of miniscrew assisted non-surgical palatal expansion in adults—A consecutive study using a novel force-controlled polycyclic activation protocol. *Head & Face Medicine, 17*(1), Article 50. https://doi.org/10.1186/s13005-021-00301-2

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

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

BÖLÜM 3

ŞEFFAF PLAKLAR: GÜLÜŞ ESTETİĞİ VE MODERN ORTODONTİK TEDAVİ

ELİF SAĞIR[1]

Giriş

Gülüş, insanın en güzel ifadelerinden biridir. Mutluluk, sempati ve dostluk gülüşle anlatılır. Gülüş estetiği, modern ortodontik tedavinin en önemli hedefleri arasında yer almaktadır (Parrini et al., 2016). Son yıllarda şeffaf plak üreten şirketlerin sayısı hızla artmış, tedavi seçenekleri belirgin biçimde çeşitlenmiştir (Kau et al., 2023). Şeffaf plaklar, geleneksel metal braketlere estetik bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Ganta et al., 2021). Ancak bu iki yöntem, gülüş estetiği ve özellikle gülüş arkı üzerinde birbirinden çok farklı etkiler meydana getirmektedir. Bu bölüm; Gülüş estetiği, şeffaf plaklar, malzeme özellikleri ve klinik uygulamalar hakkında kapsamlı bilgileri sade ve anlaşılır bir biçimde sunmayı amaçlamaktadır. Ortodontistler, diş hekimleri ve hastalar tarafından kullanılabilecek bir rehber olması hedeflenmektedir.

Bu bölümde gülüş estetiğinin bileşenleri ve gülüş arkı kavramı, şeffaf plak sistemlerinin tarihçesi, malzeme özellikleri ve üretim yöntemleri, ortodontik diş hareketinin biyomekanik

[1] Uzm. Dt., Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Orcid: 0009-0002-6491-1973

temelleri, klinik uygulama protokolleri ve hasta eğitimi, braket tedavisi ile şeffaf plak tedavisinin karşılaştırılması, tedavi başarısı ve etkinliği, doğrudan tüketiciye sunulan şeffaf plak tedavisi, retreatment, uzaktan ortodontik izleme, yapay zekâ uygulamaları ve kompleks maloklüzyonlarda tedavinin sınırlılıkları ele alınmaktadır. Amaç, gülüş estetiğini merkeze alan bütüncül bir şeffaf plak çerçevesi sunmaktır.

Diş Hekimliğinde Estetik Talebinin Yükselişi

Son iki dekad içerisinde ortodontik tedaviye başvuran hasta popülasyonunun bileşimi ve tedavi beklentileri hızlı biçimde değişmiştir; son yıllarda ortodontik hastaların çoğunluğunu, geçmişteki çocuk hasta demografisinden farklı olarak erişkinler oluşturmaktadır (Nandakumar et al., 2024). Geçmiş yıllarda ortodontik tedaviye başvuran hastaların çoğunluğunu çocuklar ve ergenler oluştururken, günümüzde yetişkin hastalar talebin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Erişkin hastaların tedavi talepleri, çocuk hasta popülasyonundan temelde farklılık gösterir; erişkin hastaların büyük çoğunluğu, fasiyal ve dental estetiklerini iyileştirme amacıyla ortodontik tedavi arayışına girmektedir (Echarri, 2006). Erişkinler; tedavi süresi, sosyal ve profesyonel faaliyetlerine olan etkisi ve özellikle tedavinin estetik yönü hakkında daha yüksek endişe düzeyine sahiptir. Metal braketler ve arklar ağız içinde belirgin derecede görülebildiğinden, geleneksel apareylerin görünümüne ilişkin kaygılar nedeniyle tedaviye başlamayı düşünen çok sayıda birey tedaviden vazgeçmiştir. Bu talebi karşılamak amacıyla diş hekimliği endüstrisi daha estetik tedavi seçenekleri geliştirmek için yoğun çaba harcamıştır; hastaların estetik beklentileri, lingual ortodonti, şeffaf plaklar ve estetik braketler gibi çok sayıda apareyin geliştirilmesine yol açmıştır. Şeffaf plakların istenildiğinde çıkarılabilmesi, özellikle günlük faaliyetlerinin bir parçası olarak uzun saatler sözlü iletişim kurması gereken erişkin

hastalar için bir avantaj olarak değerlendirilmektedir (Khosravi, 2018).

Şeffaf Plak Sistemlerinin Tarihçesi

Çıkarılabilir şeffaf apareylerle diş hareketi fikri yeni değildir; şeffaf plaklara benzer çıkarılabilir apareyler, 1940'lı yıllardan bu yana hafif ile orta şiddette ortodontik diş hareketi için kullanılmaktadır ve bu apareylerin ilki 1944'te Tooth Positioner adıyla tanıtılmıştır (Weir, 2017). Harold Kesling, kademeli olarak dişleri hareket ettirmek üzere ısıl işlem görmüş plastik malzeme kullanan "diş pozisyonlayıcı" (tooth positioning appliance) adlı apareyi tasarlamıştır. Ancak bu erken dönem sistemleri yalnızca hafif kuron devrilmesi (crown tipping) hareketlerini gerçekleştirebilmiş ve daha karmaşık hareketler konusunda yetersiz kalmıştır. Align Technology tarafından geliştirilen Invisalign sistemi 1990'ların sonunda ortaya çıkmış (Putrino et al., 2021) ve 1999 yılında tanıtılmıştır. Ardından diğer şirketler de benzer CAD-CAM tabanlı sistemler geliştirerek pazara girmiştir. Bugün dünya genelinde yaklaşık 27 farklı şeffaf plak ürünü mevcut olup bu sayı hızla artmaktadır.

Gülüş estetiği: Bileşenler ve Önem

Gülüş, yüzün en belirgin ve çekici bölümüdür; kabul edilebilir Gülüş estetiğinin birey üzerinde sosyo-psikolojik bir etkisi bulunmaktadır (Sezici & Dindaroğlu, 2017). Fiziksel görünüme ilişkin estetik beklentilerin artması, her yaş grubundan ve her sosyoekonomik düzeyden bireyi ortodontik tedaviye yönlendirmektedir. Gülüş estetiği yalnızca dişlerin hizalanmasından değil; gingival papillerin bütünlüğü, diş eti hattının seviyelenmesi, yeterli ark genişliği, yeterli dudak desteği ve dudaklar ile perilabial dokuların görünümünden de etkilenmektedir. Güzel bir gülüş birkaç önemli bileşenden oluşmaktadır. Dudak hattı, gülüş sırasında alt dudağın konumudur; ideal olarak maksiller ön dişlerin kesici

kenarları alt dudağın üst sınırını gösterir. Maksiller dudak eğriliği, üst dudağın şeklidir ve genç bir görünüm için kavisli olmalıdır. Gingival display, gülüş sırasında görünen diş eti miktarıdır; orta gülüş hattına karşılık gelen 1-2 mm'lik gingival görünüm genel olarak en arzu edilen düzey kabul edilir (Güner et al., 2025), dinamik gülüş değerlendirmesinde ise kabul eşiği 3 mm olarak saptanmıştır (Zhang et al., 2026). Yüksek gülüş hattı, tüm değerlendirici grupları tarafından en az çekici gingival görünüm olarak sıralanmıştır (Sybaite et al., 2020). Bukkal koridorlar, dişlerin yanındaki siyah alanlardır (Martin et al., 2007). Gülüş simetrisi, sol ve sağ tarafın dengeli görünmesidir; gülüş arkı ise maksiller ön dişlerin kesici kenarlarının eğriliğinin alt dudağın eğriliğiyle uyumudur (Seixas & Câmara, 2021).

Gülüş Arkı Kavramı ve Önemi

Gülüş arkı, gülüş sırasında maksiller ön dişlerin (orta kesici dişler ve kaninler) kesici kenarlarının oluşturduğu eğrinin, alt dudağın üst sınırının eğriliğine paralel olup olmamasıdır (Seixas & Câmara, 2021). Gülüş arkı iki ana türe ayrılmaktadır.

Konsonant gülüş arkı. Bu, ideal gülüş arkı türüdür; maksiller ön dişlerin kesici kenarları, alt dudağın eğriliğini takip ederek paralel bir hat oluşturur. Konsonant gülüş arkı, gençlik ve canlılığın sembolü olarak kabul edilmektedir.

Non-konsonant gülüş arkı. Maksiller dişlerin kesici kenarları, alt dudağın eğriliğinden daha düz görünmektedir; bu gülüş arkı tipi yaşlanma ile ilişkili olarak algılanır (van der Geld et al., 2008).

Gülüş arkının önemi. Gülüş arkı, gülüş estetiği açısından son derece önemli bir faktördür. Panel değerlendirmesinde düz gülüş arkları yalnızca %50-60 oranında kabul edilebilir bulunmuşken, ideal veya aşırı eğrilikteki gülüş arkları %84-95 oranında kabul

edilebilir bulunmuştur (Parekh et al., 2007); gülüş arkı düzleşmesi, bukkal koridorlardaki varyasyonlardan daha olumsuz algılanmaktadır. Ayrıca ortodontistler, gülüş arkı ve bukkal koridor varyasyonlarını kabul etmede diş hekimlerinden ve bireylerden daha titiz davranmaktadır (Taki et al., 2016). Ortodontik tedavinin başarısı geleneksel olarak dişlerin hizalanması ve oklüzyon (kapanış) iyileştirmesi açısından değerlendirilirken, Günümüzde hastaların tedavi sonuçlarına ilişkin değerlendirmelerinde gülüş estetiği ve özellikle gülüş arkı ön plana çıkmaktadır. Mükemmel şekilde hizalanmış dişlere sahip olsa bile gülüş arkı düzleşmiş bir hasta, tedavisinden memnun kalmayabilir; bu nedenle ortodontistlerin tedavi planlarında gülüş arkını korumayı veya iyileştirmeyi açık bir hedef olarak belirtmesi gerekmektedir.

Biyomekanik Temeller ve Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, aparey tarafından uygulanan mekanik kuvvet ile periodontal ligament ve alveolar kemik tarafından sağlanan biyolojik yanıtın etkileşimi sonucunda gerçekleşir (Wen et al., 2025). Dişe uygulanan kuvvetin büyüklüğü, yönü, süresi ve türü; kemiğin yeniden şekillenme hızı ve tedavi başarısı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Theodorou et al., 2019).

Ortodontik diş hareketinin temel mekanizmaları. Ortodontik kuvvetler, hücre dışı matriksi deforme ederek paradental dokuların hücrelerini aktive eder (Krishnan & Davidovitch, 2009). Bir dişe basınç uygulandığında periodontal ligament sıkışır ve osteoklast aktivasyonu başlar; çekme tarafında ise PDL gerilir ve osteoblast aktivasyonu tetiklenir (Li et al., 2021). Bu biyolojik yanıt, alveolar kemiğin yeniden şekillenmesi ile sonuçlanır ve dişin yeni pozisyonda konumlanmasını sağlar (Li et al., 2018). Kemiğin yeniden şekillenme mekanizmasında inflamatuar mediyatörlerin (prostaglandin, interlökinler) önemli rol oynadığı ve bu yanıtın

osteoklast ile osteoblast öncüllerinin farklılaşmasını hızlandırdığı belirtilmektedir. Optimal kuvvet şiddeti, maksimuma yakın yanıt sağlayan en hafif kuvvet olarak tanımlanmaktadır; kuvvet şiddeti daha yüksek ayarlandığında eksternal apikal kök rezorpsiyonu, kontrolsüz devrilme ve artmış hyalinizasyon riski yükselmektedir (Theodorou et al., 2019). Kuvvet şiddetinin diş hareketi miktarı üzerindeki etkisi deneysel olarak da gösterilmiştir (Gonzales et al., 2007).

Yaş ve sistemik faktörlerin diş hareketine etkisi. Yaş, ortodontik tedavinin hızı ve başarısı üzerinde önemli bir faktördür (Dudic et al., 2013). Dudic ve arkadaşlarının (2013) çalışmasında, 16 yaşından küçük bireylerde diş yer değiştirme miktarı 16 yaşından büyüklerle karşılaştırıldığında anlamlı ölçüde daha fazla bulunmuştur; belirli bir süre içinde kat edilen diş hareketi mesafesi ergenlerde erişkinlere göre 1,4 ile 1,6 kat daha fazladır (Zhang et al., 2024). Erişkin periodontal ligamentte hücre yaşlanmasının arttığı ve hücre sinyalizasyonunun azaldığı bildirilmektedir (Wang et al., 2024); hayvan çalışmalarında diş hareketi hızının gençlerde yaklaşık iki kat daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Ren et al., 2003). Sistemik hastalıklar ve kullanılan ilaçlar da diş hareketi hızını etkilemektedir. Bisfosfonatlar, osteoklastik rezorpsiyonu engelleyerek ortodontik tedavi süresini uzatmaktadır (Krishnan, 2015); antirezorptif ilaçların, özellikle bisfosfonatların, diş hareketini tutarlı biçimde azalttığı sistematik incelemelerle gösterilmiştir (Giannini et al., 2026).

Şeffaf Plaklar: Malzeme Özellikleri

Şeffaf plak malzemeleri ve seçimi. Şeffaf plak üretiminde kullanılan termoplastik malzemeler çeşitlidir. Sık kullanılan termoplastik polimerler arasında poliüretan, poliesterler, polietilen tereftalat ve glikol modifiye türevi PET-G, polikarbonat, termoplastik poliüretan ve polipropilen yer almaktadır (Allaf et al.,

2026). Poliüretan, poliester, polivinil klorür, polisülfon ve polikarbonat, sahip oldukları elverişli optik özellikler nedeniyle özellikle tercih edilmektedir (Šimunović et al., 2024). Malzeme seçiminin tedavinin tamamlanması açısından kritik bir rol oynadığı gösterilmiştir (Bradley et al., 2015). Uygulanan kuvvet miktarının, malzemenin elastikiyetinin ve uygun kalıplama tekniğinin diş hareketi oranını etkilediği bulunmuştur. Young modülü (elastisite modülü), malzemenin elastik deformasyona karşı gösterdiği direnci ifade eder.Isıl şekillendirme sonrasında malzemelerin saydamlık, su emilimi ve çözünürlük, yüzey sertliği, eğilme ve elastik modülleri ile gerilme ve eğilme kuvvetlerinde anlamlı değişiklikler görülmektedir (Ryu et al., 2018).

Mekanik özellikler ve kuvvet üretimi. Termoplastik malzemelerin mekanik özellikleri, kısa vadeli ve uzun vadeli yükleme koşullarındaki davranışlarını tanımlar. Akma dayanımı (yield strength), malzemede plastik deformasyonun başladığı gerilme düzeyini ifade eder. Nihai çekme dayanımı (ultimate tensile strength), malzemenin çekme deneyi sırasında ulaştığı en yüksek gerilme değeridir. Tokluk (toughness), kırılmadan önce absorbe edilen enerji miktarıdır. Düşük kristallinite genellikle yüksek esneklik ve elastikiyet, ancak düşük çekme dayanımı ve düşük kimyasal direnç anlamına gelir (Hallmann & Gerngroß, 2021).

Optik özellikler ve estetik performans. Şeffaf plaklar estetik kaygılar nedeniyle seçildiğinden optik özellikler kritiktir. Şeffaf plaklar maksimum saydamlık için görünür ışığın %80'inden fazlasını geçirmelidir. Bu, arka taraftaki dişlerin ve ağız dokularının net biçimde görünmesini sağlar ve apareyleri neredeyse görünmez kılar. Bu nedenle aparey malzemesi olarak, opak kristal polimerlere kıyasla yüksek saydamlık gösteren amorf termoplastik polimerler tercih edilmektedir; yarı kristalin ve kristalin polimerler ise içerdikleri farklı kırılma indisli fazlar nedeniyle opaktır. Renk stabilitesi, şeffaf plak tedavi süresi boyunca sararmadan kalması

anlamına gelir; apareylerin bir ile iki haftalık oral kullanım boyunca saydamlığını koruması beklenmektedir. Gıdalar, içecekler ve ağız bakım ürünleri renklenmeye neden olabilir; renkli içeceklere maruz kalmak belirgin renk değişimine yol açmaktadır (Šimunović et al., 2024). Bu nedenle hastalara apareylerini çıkarmaları ve aparey takılıyken su dışında hiçbir şey tüketmemeleri önerilir.

Şeffaf Plaklar: Sistem Türleri ve Üretim

Şeffaf plak sistemleri, üretim yöntemlerine göre iki temel kategoriye ayrılabilir: manuel kurulum yöntemi kullanan sistemler ve bilgisayar destekli tasarım ile imalat teknolojisini kullanan sistemler. CAD-CAM sistemlerinde tedavi planı bilgisayar ortamında sanal olarak gerçekleştirilir. Yeni dijital kayıt modaliteleri, tedavi planlamasının, braketlerin ve arkların CAD-CAM teknolojisiyle kişiye özel hazırlanmasına olanak tanımaktadır (Grauer & Proffit, 2011). Dijital ortodonti; dijital görüntülemeyi kullanarak tanı, simülasyon ve tedaviye yardımcı olan sistemleri kapsamaktadır. Modern sistemlerde her şirket, klinisyen ile teknisyen arasındaki iletişimi sağlayan kendine özgü etkileşimli diş hareketi planlama yazılımı sunmaktadır.

Klinik Uygulamalar ve Tedavi Protokolleri

Uygun vaka seçimi ve kontrendikasyonlar. Şeffaf plakların endikasyonu başlangıçta yalnızca hafif çapraşıklık veya diastema varlığında arkların seviyelenmesi ve hizalanmasıyla sınırlıydı. Uygun vakalar; hafif çapraşıklık, diastema, hafif rotasyon ve sınırlı meziodistal hareketi gerektiren durumları içerir. Ciddi çapraşıklık, ciddi rotasyon, ciddi Sınıf II veya Sınıf III maloklüzyonlar, açık kapanış, derin kapanış ve ekstraksiyon vakaları, şeffaf plaklarla tek başına tedavi edilmesi zorlayıcı olan durumlardır. Şeffaf plaklarla ciddi şekilde düzensiz dişlerin düzeltilmesi önemli sayıda plak gerektirmektedir (plak başına ortalama 2-3° rotasyon); bu nedenle şeffaf plaklar hafif hizalama

problemleri ve yüksek uyum gösteren hastalar için uygun bir seçenekken, ciddi rotasyonu olan uyumsuz hastalarda lingual apareyler daha iyi bir seçenek olabilir. Kompleks maloklüzyonların tedavisinde şeffaf plakların sabit apareylere kıyasla daha az etkili olduğu rapor edilmiştir (Alwafi et al., 2023).

Tedavi aşamaları ve hasta eğitimi. Şeffaf plak tedavisi standardize aşamalara göre ilerler. Başlangıçta hastadan ölçü alınır veya dijital tarama yapılır; tedavi planı hazırlanır ve şeffaf plaklar üretilir. Hasta; tedavi süresi, şeffaf plak kullanımı, ağız hijyeni ve takip randevuları hakkında ayrıntılı eğitim alır. Hastalara apareylerini günde en az 22 saat kullanmaları önerilmektedir (Tepedino et al., 2018); apareylerin günlük kullanım süresinin azalması tedavi başarısını olumsuz etkilemektedir. Apareylerin değiştirilme aralığı protokole göre değişmektedir: klasik uygulamada her plak 2 hafta kullanılırken, Align Technology 2016'dan itibaren 14 günlük klasik protokolden ayrılarak her plak setinin 7 günde bir değiştirilmesini önermiştir (Monisha & Peter, 2024); bazı sistemlerde ise her plak 2-3 hafta kullanılmaktadır (Papadimitriou et al., 2018). Hafif ile orta şiddette maloklüzyonlar tipik olarak 6-18 aylık kesintisiz plak kullanımı gerektirirken, kompleks vakalar 24 aya kadar veya daha uzun sürebilmektedir. Çekimli vakalarda tedavi süresi uzayabilmektedir; dört premolar çekimi yapılan vakalarda Invisalign tedavisinin sabit aparey tedavisinden %44 daha uzun sürdüğü bildirilmiştir (Jaber et al., 2022).

Açık kapanış ve derin kapanış tedavisi. Açık kapanış tedavisinde şeffaf plaklar etkili olabilir; üst kesici dişlerde anlamlı retraksiyon ve ekstrüzyon saptanmıştır (Harris et al., 2020). Değişen şiddetteki açık kapanış olgularının şeffaf plak tedavisi ile tedavi edilebileceği bildirilmiştir (Sabouni et al., 2022); şeffaf plakların erişkin ekstraksiyonsuz vakalarda dikey boyutu kontrol ederek hafif ile orta şiddette anterior açık kapanışı düzeltebildiği gösterilmiştir

(Suh et al., 2022). Derin kapanışta ise ısırma rampası kullanımının geçerli bir seçenek olduğu ve alt anterior intrüzyonunu desteklediği belirtilmiştir (Greco & Rombolà, 2021); ısırma rampalarının temel etkisi, ısırma bloğu etkisini önleyerek posterior ekstrüzyona alan açmaktır (Kang et al., 2024). Derin kapanış düzeltmesi apareylerle zorlayıcıdır ve dijital tedavi planlaması, ataşman tasarımı, elastikler ile ısırma rampası kullanımı birlikte planlanmalıdır (Kravitz et al., 2020). Derin kapanış tedavisi için geliştirilen yeni şeffaf plak protokolü de bu yaklaşımı desteklemektedir (Pasciuti et al., 2022).

Sabit Ortodontik Tedavi ile Şeffaf Plak Tedavisinin Karşılaştırılması. Braket tedavisi sabit kuvvetler kullanarak dişleri hareket ettirirken şeffaf plaklar, aşamalı olarak farklı konumlara göre üretilmiş apareyler aracılığıyla dişleri hareket ettirir. Yeni dijital kayıt modaliteleri, tedavi planlamasının, braketlerin ve arkların CAD-CAM teknolojisiyle kişiye özel hazırlanmasına olanak tanımaktadır. Şeffaf plakların saydamlığı, konvansiyonel labial sabit apareylerden kaçınan erişkin hastalar için estetik çekiciliği artırmaktadır. Şeffaf plaklar, hafif ile orta şiddette maloklüzyonlarda sabit aparey tedavisiyle karşılaştırılabilir, klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar üretebilmektedir (Robertson et al., 2019).

Tedavi Başarısı ve Etkinliği

Tedavi etkinliği ve başarı kriterleri. Şeffaf plak tedavisinin etkinliği, gerçekleşen diş hareketi ile planlanan hareket arasındaki uyumla ölçülür. Kravitz ve arkadaşlarının çalışması, Invisalign sistemiyle planlanan diş hareketinin ortalama %41 oranında başarıldığını bildirmiştir (Kravitz et al., 2009); lingual konstriksiyon en başarılı (%47,1), ekstrüzyon en az başarılı (%29,6) hareket olmuştur. Robertson ve arkadaşlarının (2019) sistematik incelemesi, şeffaf plak terapisinin hafif ile orta şiddette maloklüzyonlarda kabul edilebilir sonuçlar üretebileceğini, ancak hareketlerin çoğunun tek

bir plak serisiyle yeterince öngörülebilir olmadığını göstermiştir. Görünmez apareylerin sabit apareylerle karşılaştırıldığı sistematik incelemede, ekstrüzyon ve rotasyon gibi hareketlerin şeffaf plaklarla gerçekleştirilmesinin zor olduğu bildirilmektedir; klinik çalışmalar rotasyon düzeltmesinde doğruluğun düşük olduğunu göstermektedir (D'Antò et al., 2024; Simon et al., 2014).

Verimlilik ve zaman yönetimi. Ergen hastalarda yapılan karşılaştırmada şeffaf plak tedavisi ortalama 3 ay daha kısa sürede ve sekiz daha az klinik ziyaretle tamamlanmış; tedavi etkinliğinde anlamlı fark saptanmamıştır (Chou et al., 2023). Üst ark ekspansiyonunda şeffaf plakların etkinliği üç boyutlu sonlu elemanlar analiziyle incelenmiş; ekspansiyonun posterior dişlerde bukkal devrilmeye yol açtığı ve tork kompanzasyonu arttıkça ekspansiyon etkinliğinin azaldığı gösterilmiştir (Zhang et al., 2023). Uygun tork kompanzasyonu (0,1 mm'de 0,5° ve 0,2 mm'de 1,5°) posterior dişlerin gövdesel hareket etmesini ve belirli bir ekspansiyon etkinliğinin korunmasını birlikte sağlamak üzere tasarlanmalıdır. Hareket protokollerinde değişken aktivasyon desenleri ve özel ataşman tasarımları da maksiller ekspansiyonun etkinliğini artırabilmektedir (Putrino et al., 2025).

Doğrudan Tüketiciye Sunulan Şeffaf Plaklar

Son 6 yıl içinde doğrudan tüketici şeffaf plak tedavisi seçeneği ortaya çıkmıştır (Tada, 2020). DTC (direct-to-consumer) ardışık plaklar, düşük maliyet ve ek hasta kolaylığı ile "diş düzeltme" hizmetini öne çıkarmaktadır (Belgal et al., 2023); bu model, lisanslı bir diş hekimi veya ortodontist tarafından yüz yüze tanı ve tedavi planlama protokolü uygulanmadan kullanılabilmektedir. Bu modelin en çok öne çıkan çekiciliği erişilebilirliktir; hastaların neredeyse tamamı evde tedavi seçeneğini ekonomik erişilebilirlik nedeniyle, yaklaşık üçte ikisi ise kolaylık nedeniyle tercih etmektedir (Samman & Bahanan, 2023). Ancak yüz yüze tanı ve

tedavi planlama protokolü olmadan uygulanan bu yaklaşım, dişler ve çevre dokular üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir.

Bu modelin klinik riskleri literatürde belgelenmiştir. ABD Gıda ve İlaç Dairesi'nin Manufacturer and User Facility Device Experience veri tabanında ardışık şeffaf plaklarla ilişkili 651 olay bildirilmiş, bunların 104'ü DTC ardışık plaklarla ilgili bulunmuştur; bildirilen olayların %41,3'ünü kapanış sorunları oluşturmuş, olayların bir kısmının geri dönüşümsüz olduğu saptanmıştır (Belgal et al., 2023). Mesleki kuruluşlar da bu modele karşı uyarıda bulunmuştur: American Association of Orthodontists, profesyonel gözetim olmadan diş hareketi yapılmasına karşı kamuoyunu uyarmış ve 36 eyalet diş hekimliği kuruluna başvurmuştur (Martín et al., 2025); British Dental Association ise bu yaklaşımı potansiyel olarak tehlikeli bulmuştur (O'Dowd, 2020). Ayrıca DTC ortodontik plak sağlayıcılarının web sitelerinde yer alan tedavi bilgilerinin niteliği zayıf bulunmuştur (Meade & Dreyer, 2020).

Yeniden Ortodontik Tedavi

Bu bölümde yeniden ortodontik tedavi, ilk ortodontik tedavi yönteminden bağımsız olarak hastaların yeniden ortodontik tedavi arayışı olarak ele alınmaktadır. Tada'nın (2020) University of Missouri-Kansas City'de yürüttüğü çalışmada, Ekim 2019'da 66 ABD akredite İleri Ortodontik Uzmanlık Programına anket gönderilmiş, %17 yanıt oranıyla 11 tamamlanmış anket elde edilmiştir. Varyans analizine göre, geleneksel sabit apareylerle tedavi edilmiş hastalarda yeniden ortodontik tedavi arayışı oranı, hem yüz yüze hem de DTC şeffaf plak tedavisi gruplarından anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur; orijinal tedavi yöntemi ile hastaların bildirdiği tedavi endişeleri (ön diş çapraşıklığı, ön diş aralıkları, periodontal kaygılar ve oklüzal uyumsuzluklar) arasında ise anlamlı ilişki saptanmamıştır.

Uzaktan Ortodontik Tedavi ve Teleortodonti

Teknolojinin ve akıllı telefonların gelişmesiyle ortodontik tedavinin izlenmesi de değişmiştir. Uzaktan diş hekimliği hizmetleri (teledentistry), diş hekimliğinde uzaktan hizmet sağlama yöntemidir ve hasta verisi elektronik iletişim yoluyla paylaşılır. Teleortodonti (teleorthodontics), uzaktan diş hekimliği hizmetlerinin ortodontik uygulamasıdır ve hekimin, hastanın tedavisini kliniğe gelmeden izlemesine olanak tanır. Teleortodonti, ortodontik acil durumların ön triyajı için önerilmektedir (Saccomanno et al., 2022). Ortodontik acil durumlar; rahatsızlık ve ağrı, aparey kırılması veya kaybı, ark telinin uzayan distal ucu, braket, tüp ve bant sorunları ile retainer ayrılması gibi genellikle az ciddi problemlerdir ve evde verilen talimatlarla çözülebilir. Bu sayede ortodonti kliniğine plansız ziyaretlerin sayısı azaltılabilmektedir (Arqub et al., 2024). Ayrıca COVID-19 pandemisi sırasında teleortodonti ve uzaktan diş hekimliği, fiziksel temas riski azaltılırken tedavinin sürdürülmesini sağlamıştır (Pires et al., 2020).

Yapay Zekâ ile Ortodontik İzleme

Yeni teknolojiler, ortodontik tedaviyi daha akıllı hâle getirmektedir. Yapay zekâ destekli uzaktan izleme, derin öğrenme (deep learning) ve makine öğrenmesi (machine learning) kullanarak görüntü analizi yapar (Polizzi et al., 2025). Dental Monitoring™, yapay zekâyı kullanan bir uygulamadır (McCray et al., 2026); hasta her gün akıllı telefonundan ağzının fotoğrafını çekerek uygulamaya yükler ve yapay zekâ bu fotoğrafları otomatik olarak inceleyerek Sistem; plak–diş uyumu, ataşman kaybı ve şeffaf plak hasarının yanı sıra dental plak birikimi ve diş eti iltihabı gibi bulguları değerlendirir. Şeffaf plak parametrelerinde genel tespit doğruluğu %80,7-95+, oral hijyen parametrelerinde ise %83,6-95+ olarak bildirilmiştir. Yapay zekânın saptadığı sorunlar, hekim değerlendirmeleriyle yüksek düzeyde uyum göstermektedir;

bununla birlikte klinik karar sürecinde hekimin deneyimi ve muhakemesi belirleyici olmayı sürdürmektedir.

Kompleks Maloklüzyonlar ve Sınırlılıkları

Tedavinin sınırlamaları. Şeffaf plaklarla başarılması zor olan hareketler; kompleks rotasyonlar, ciddi ekstraksiyon vakaları, kök paralelliği ve ciddi anterior-posterior uyumsuzluklardır. Maksiller molar distalizasyon ve derotasyonun öngörülebilirliğine ilişkin prospektif bir çalışmada, şeffaf plakların kompleks molar hareketlerinde sınırlı öngörülebilirlik gösterdiği raporlanmıştır (D'Antò et al., 2023). Tedavinin başarısı büyük ölçüde hasta uyumuna bağlıdır; apareylerin günde 22 saat ve üzeri kullanımı iyi sonuç için gereklidir (Sahim & Quars, 2021). Şeffaf plaklarını yeterli süre kullanmayan hastalarda tedavide ilerleme görülmeyebilir. İntrüzyon, rotasyon ve ekstrüzyon gibi ek hareketlerin şeffaf plaklarla kombine edilebildiği gösterilmiştir (Marinelli et al., 2025).

Bimaksiller protruzyon ve ekstraksiyon vakaları. Bimaksiller protruzyon, her iki arkın dişlerinin geriye doğru hareket ettirilmesini gerektirmektedir; premolar çekimi ve şeffaf plak kombinasyonu ile bu vakaların tedavi edilebildiği gösterilmiştir (Guan et al., 2017). Şeffaf plaklarla çekimli bimaksiller protruzyon tedavisinde anterior tork ve posterior ankraj kontrolü etkili bulunmuş, üst ve alt dudak konumunda profil iyileşmesi sağlayan anlamlı değişiklikler elde edilmiştir (Ping, 2019). Bununla birlikte şeffaf plakların bimaksiller protruzyonda sabit apareylere kıyasla daha zayıf biyomekanik etkinlik gösterdiği, özellikle santral kesici torkunun ve anterior diş aksiyal eğiminin kontrolünde yetersiz kaldığı bildirilmiştir (Hu, 2025). Çekimli olgular, özellikle karmaşık biyomekanik gereksinimler taşıyan vakalar, tek başına şeffaf plaklarla tedavi edilmesi güç olan klinik durumlar arasında yer almaktadır. Çekim boşluklarının kapatılması ve kök paralelliğinin sağlanması kritik zorlukları temsil eder. Asimetrik ekstraksiyon

tedavisinin şeffaf plaklarla gerçekleştirilebileceği ve orta yaşlı bir hastada başarılı olduğu bildirilmiştir (Xing et al., 2023). Kompleks ve ciddi maloklüzyonlarda yapılan sistematik incelemede, premolar çekimli vakalarda sabit apareylerin bukkolingual eğim ve oklüzal temaslar açısından daha iyi sonuç verdiği ve tedaviyi daha kısa sürede tamamladığı bildirilmiştir (Jaber et al., 2023).

Gelecek gelişmeler ve teknolojik potansiyel. Malzeme biliminde yapılacak ilerlemeler, CAD-CAM teknolojilerinin geliştirilmesi ve biyomekanik anlayışın derinleştirilmesi şeffaf plak tedavilerini daha etkili hâle getirecektir. Ark genişletmesinde şeffaf plaklarla diş hareketi etkinliğinin ve tork kontrolünün iyileştirilmesi sonlu elemanlar analizleriyle ele alınmaktadır (Yao et al., 2023). Yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojileri, tedavi planlamasında klinisyenlere daha iyi destek sağlamaya başlamıştır (Dipalma et al., 2023). Üç boyutlu yazıcıların gelişmesi, şeffaf plak üretiminde daha hassas ve hızlı çözümler sunacaktır (Delgado et al., 2025).

Kaynakça

Allaf, F., Arslan, M., Özcan, M., & Erdem, B. (2026). Does Thermoforming Setup Affect Thickness in Thermoplastic Orthodontic Appliances? A Comparison of Single vs. Dual-Model Fabrication. *Polymers, 18*(15), 1909. https://doi.org/10.3390/polym18151909

Alwafi, A., Bichu, Y. M., Avanessian, A., Adel, S. M., Vaid, N. R., & Zou, B. (2023). Overview of systematic reviews and meta-analyses assessing the predictability and clinical effectiveness of clear aligner therapy. *Dentistry Review, 3*(4), 100074. https://doi.org/10.1016/j.dentre.2023.100074

Arqub, S. A., Al-Moghrabi, D., Kuo, C., Godoy, L. D. C., & Uribe, F. (2024). Perceptions and utilization of tele-orthodontics: a survey of the members of the American Association of Orthodontists. *Progress in Orthodontics, 25*(1), 16. https://doi.org/10.1186/s40510-024-00516-4

Belgal, P., Mhay, S., Patel, V., & Nalliah, R. (2023). Adverse Events Related to Direct-To-Consumer Sequential Aligners—A Study of the MAUDE Database. *Dentistry Journal, 11*(7), 174. https://doi.org/10.3390/dj11070174

Bradley, T. G., Teske, L., Eliades, G., Zinelis, S., & Eliades, T. (2015). Do the mechanical and chemical properties of Invisalign™ appliances change after use? A retrieval analysis. *European Journal of Orthodontics, 38*(1), 27–31. https://doi.org/10.1093/ejo/cjv003

Chou, B., Nickel, J. C., Choi, D., Garfinkle, J. S., Freedman, H. M., & Iwasaki, L. R. (2023). Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in adolescents with moderate to severe malocclusions. *The*

Angle Orthodontist, 93(6), 644–651. https://doi.org/10.2319/020923-94.1

D'Antò, V., Rongo, R., Casaburo, S. D., Martina, S., Petrucci, P., Keraj, K., & Valletta, R. (2024). Predictability of tooth rotations in patients treated with clear aligners. *Scientific Reports, 14*(1), 11348. https://doi.org/10.1038/s41598-024-61594-2

D'Antò, V., Valletta, R., Ferretti, R., Bucci, R., Kirlis, R., & Rongo, R. (2023). Predictability of Maxillary Molar Distalization and Derotation with Clear Aligners: A Prospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(4), 2941. https://doi.org/10.3390/ijerph20042941

Delgado, J. I., Kehyaian, P., & Fernandéz-Blázquez, J. P. (2025). Thermoplastics for Clear Aligners: A Review. *Polymers, 17*(12), 1681. https://doi.org/10.3390/polym17121681

Dipalma, G., Inchingolo, A. D., Inchingolo, A. D., Inchingolo, A. M., Inchingolo, A. M., Piras, F., Carpentiere, V., Garofoli, G., Azzollini, D., Campanelli, M., Paduanelli, G., Palermo, A., & Inchingolo, F. (2023). Artificial Intelligence and Its Clinical Applications in Orthodontics: A Systematic Review. *Diagnostics, 13*(24), 3677. https://doi.org/10.3390/diagnostics13243677

Dudic, A., Giannopoulou, C., & Kiliaridis, S. (2013). Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 143*(5), 616–621. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.12.009

Echarri, P. (2006). Lingual Orthodontics: Patient Selection and Diagnostic Considerations. *Seminars in Orthodontics, 12*(3), 160–166. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2006.05.003

Ganta, G. K., Cheruvu, K., Ravi, R. K., & Reddy, R. P. (2021). Clear aligners, the aesthetic solution: a review. *International Journal of Dental Materials, 3*(3), 90–95. https://doi.org/10.37983/ijdm.2021.3304

Giannini, L., Macrì, F., Inchingolo, A. M., Inchingolo, F., Dipalma, G., & Maspero, C. (2026). Influence of Pharmacological Agents on Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *Bioengineering, 13*(2), 224. https://doi.org/10.3390/bioengineering13020224

Gonzales, C., Hotokezaka, H., Yoshimatsu, M., Yozgatian, J. H., Darendeliler, M. A., & Yoshida, N. (2007). Force Magnitude and Duration Effects on Amount of Tooth Movement and Root Resorption in the Rat Molar. *The Angle Orthodontist, 78*(3), 502–509. https://doi.org/10.2319/052007-240.1

Grauer, D., & Proffit, W. R. (2011). Accuracy in tooth positioning with a fully customized lingual orthodontic appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 140*(3), 433–443. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.01.020

Greco, M., & Rombolà, A. (2021). Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment. *Journal of Orthodontics, 49*(2), 213–220. https://doi.org/10.1177/14653125211034180

Guan, X., Chang, D., Yan, Y., Zhang, Y., Zhou, Y., & Song, Y. (2017). [Clinical efficacy of clear aligners in treating bimaxillary protrusion]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za*

Zhi, *52*(9), 549–553. https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.09.007

Güner, Z. D., Bağış, N., Çobanoğlu, G., & Karacaoğlu, F. (2025). Evaluation of aesthetic parameters and changes in alveolar bone level in patients undergoing maxillary expansion with invisalign technique. *Scientific Reports*, *15*(1), 42414. https://doi.org/10.1038/s41598-025-26557-1

Hallmann, L., & Gerngroß, M. D. (2021). Effect of Dental Thermoplastic Materials on the Clinical Effectiveness of Clear Aligner. *Austin Journal of Dentistry*, *8*(1). https://doi.org/10.26420/austinjdent.2021.1151

Harris, K., Ojima, K., Dan, C., Upadhyay, M., Alshehri, A., Kuo, C., Mu, J., Uribe, F., & Nanda, R. (2020). Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Progress in Orthodontics*, *21*(1), 23. https://doi.org/10.1186/s40510-020-00325-5

Hu, X. (2025). Comparative Study Of Aligners Versus Fixed Appliances In Bimaxillary Protrusion. *International Dental Journal*, *75*, 105397. https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.105397

Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., & Burhan, A. S. (2022). The Effectiveness of In-house Clear Aligners and Traditional Fixed Appliances in Achieving Good Occlusion in Complex Orthodontic Cases: A Randomized Control Clinical Trial. *Cureus*, *14*(10). https://doi.org/10.7759/cureus.30147

Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., & Sultan, K. (2023). Treatment effectiveness of clear aligners in correcting complicated and severe malocclusion cases compared to fixed orthodontic appliances: A systematic review. *Cureus*, *15*(4), e38311. https://doi.org/10.7759/cureus.38311

Kang, J., Jeon, H. H., & Shahabuddin, N. (2024). Does aligner refinement have the same efficiency in deep bite correction?: A retrospective study. *BMC Oral Health, 24*(1), 338. https://doi.org/10.1186/s12903-024-04099-8

Kau, C. H., Soh, J., Christou, T., & Mangal, A. (2023). Orthodontic Aligners: Current Perspectives for the Modern Orthodontic Office. *Medicina, 59*(10), 1773. https://doi.org/10.3390/medicina59101773

Khosravi, R. (2018). Biomechanics in lingual orthodontics: What the future holds. *Seminars in Orthodontics, 24*(3), 363–371. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.08.008

Kravitz, N. D., Kusnoto, B., BeGole, E., Obrez, A., & Agran, B. (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 135*(1), 27–35. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.05.018

Kravitz, N. D., Moshiri, M., Nicozisis, J., & Miller, S. (2020). Mechanical considerations for deep-bite correction with aligners. *Seminars in Orthodontics, 26*(3), 134–138. https://doi.org/10.1053/j.sodo.2020.06.010

Krishnan, S. (2015). Effect of Bisphosphonates on Orthodontic Tooth Movement—An Update. *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 9*(4). https://doi.org/10.7860/jcdr/2015/11162.5769

Krishnan, V., & Davidovitch, Z. (2009). On a Path to Unfolding the Biological Mechanisms of Orthodontic Tooth Movement. *Journal of Dental Research, 88*(7), 597–608. https://doi.org/10.1177/0022034509338914

Li, Y., Jacox, L. A., Little, S. H., & Ko, C. (2018). Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences, 34*(4), 207–214. https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.007

Li, Y., Zhan, Q., Bao, M., Yi, J., & Li, Y. (2021). Biomechanical and biological responses of periodontium in orthodontic tooth movement: up-date in a new decade. *International Journal of Oral Science, 13*(1). https://doi.org/10.1038/s41368-021-00125-5

Marinelli, G., Inchingolo, A. M., Inchingolo, A. M., Inchingolo, A. D., Inchingolo, A. D., Ferrante, L., Avantario, P., Campanelli, M., Palermo, A., Inchingolo, F., & Dipalma, G. (2025). Temporary Anchorage Devices in Clear Aligner Therapy: A Systematic Review. *Bioengineering, 12*(5), 531. https://doi.org/10.3390/bioengineering12050531

Martin, A., Buschang, P. H., Boley, J. C., Taylor, R. W., & McKinney, T. W. (2007). The impact of buccal corridors on smile attractiveness. *European Journal of Orthodontics, 29*(5), 530–537. https://doi.org/10.1093/ejo/cjm063

Martín, M. A., Márquez, A. P., Meuli, S., Curto, A., Dioguardi, M., Aiuto, R., & Garcovich, D. (2025). User Experience, Satisfaction, and Complications of Direct-to-Consumer Orthodontics in Spain: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical Medicine, 14*(7), 2382. https://doi.org/10.3390/jcm14072382

McCray, J. F., Dabney, W., Handlin, D., Smith, L. T., Zhu, J., Trinidad, M. R. R., Shah, N., Zaki, S., Skafi, R., & Elnagar, M. H. (2026). Accuracy of dentalmonitoring's artificial intelligence in detecting aligner tracking issues: a retrospective multi-centric study. *BMC Oral Health, 26*(1), 239. https://doi.org/10.1186/s12903-025-07580-0

Meade, M. J., & Dreyer, C. W. (2020). An assessment of the treatment information contained within the websites of direct-to-consumer orthodontic aligner providers. *Australian Dental Journal, 66*(1), 77–84. https://doi.org/10.1111/adj.12810

Monisha, J., & Peter, E. (2024). Efficacy of clear aligner wear protocols in orthodontic tooth movement—a systematic review. *European Journal of Orthodontics, 46*(3). https://doi.org/10.1093/ejo/cjae020

Nandakumar, S., Tandon, A., Chandrasekaran, D., Purushothaman, D., Praveen, K., Mohan, R., & Angrish, N. (2024). Implications of Lingual Orthodontics Compared to Conventional Orthodontics. *Cureus, 16*(10). https://doi.org/10.7759/cureus.72588

O'Dowd, A. (2020). DIY orthodontics - safe, cheaper option or dangerous gamble? *BDJ, 228*(5), 321–324. https://doi.org/10.1038/s41415-020-1385-1

Papadimitriou, A., Mousoulea, S., Gkantidis, N., & Kloukos, D. (2018). Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Progress in Orthodontics, 19*(1), 37. https://doi.org/10.1186/s40510-018-0235-z

Parekh, S., Fields, H. W., Beck, F. M., & Rosenstiel, S. (2007). The acceptability of variations in smile arc and buccal corridor space. *Orthodontics and Craniofacial Research, 10*(1), 15–21. https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2007.00378.x

Parrini, S., Rossini, G., Castroflorio, T., Fortini, A., Deregibus, A., & Debernardi, C. (2016). Laypeople's perceptions of frontal smile esthetics: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 150*(5), 740–750. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.022

Pasciuti, E., Coloccia, G., Inchingolo, A. D., Patano, A., Ceci, S., Bordea, I. R., Cardarelli, F., Venere, D. D., Inchingolo, F., & Dipalma, G. (2022). Deep Bite Treatment with Aligners: A New Protocol. *Applied Sciences, 12*(13), 6709. https://doi.org/10.3390/app12136709

Ping, G. (2019). A preliminary study of clinical efficacy of Invisalign in treating bimaxillary dentoalveolar protrusion with first premolar extraction. *Chinese Journal of Orthodontics, 26*(2), 90–94. https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1674-5760.2019.02.007

Pires, A. C., de Souza, S. L. X., & Cavalcanti, A. L. (2020). Panorama of Orthodontics after COVID-19: A critical literature review. *Research Society and Development, 9*(9). https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8103

Polizzi, A., Serra, S., Leonardi, R., & Isola, G. (2025). Clinical Applications of Artificial Intelligence in Teleorthodontics: A Scoping Review. *Medicina, 61*(7), 1141. https://doi.org/10.3390/medicina61071141

Putrino, A., Barbato, E., & Galluccio, G. (2021). Clear Aligners: Between Evolution and Efficiency—A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(6), 2870. https://doi.org/10.3390/ijerph18062870

Putrino, A., Bompiani, G., Aristei, F., Fornari, V., Massafra, L., Uomo, R., & Galeotti, A. (2025). Biomechanical Insights into the Variation of Maxillary Arch Dimension with Clear Aligners: A Finite Element Analysis-Based Scoping Review. *Applied Sciences, 15*(17), 9514. https://doi.org/10.3390/app15179514

Ren, Y., Maltha, J. C., Van 't Hof, M. A., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2003). Age Effect on Orthodontic Tooth Movement in Rats. *Journal of Dental Research, 82*(1), 38–42. https://doi.org/10.1177/154405910308200109

Robertson, L., Kaur, H., Fagundes, N. C. F., Romanyk, D. L., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2019). Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthodontics and Craniofacial Research, 23*(2), 133–142. https://doi.org/10.1111/ocr.12353

Ryu, J., Kwon, J., Jiang, H. B., Cha, J., & Kim, K. (2018). Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. *The Korean Journal of Orthodontics, 48*(5), 316. https://doi.org/10.4041/kjod.2018.48.5.316

Sabouni, W., Venugopal, A., Adel, S. M., & Vaid, N. (2022). Correction of anterior open bite of varying severity using clear aligner therapy—A case series. *Clinical Case Reports, 10*(8). https://doi.org/10.1002/ccr3.6277

Saccomanno, S., Quinzi, V., Albani, A., D'Andrea, N., Marzo, G., & Macchiarelli, G. (2022). Utility of Teleorthodontics in Orthodontic Emergencies during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *Healthcare, 10*(6), 1108. https://doi.org/10.3390/healthcare10061108

Sahim, S., & Quars, F. E. (2021). Effectiveness and stability of treatment with orthodontics clear aligners: What evidence? In *Dentistry*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.99998

Samman, M., & Bahanan, L. (2023). The Perception and Usage of Fake Braces: Twitter Content Analysis. *The Open Dentistry*

Journal, 17(1). https://doi.org/10.2174/18742106-v17-2304040-2022-137

Seixas, M. R., & Câmara, C. A. (2021). The smile arc: Review and synthesis. *Dental Press Journal of Orthodontics, 26*(3), e21spe3. https://doi.org/10.1590/2177-6709.26.3.e21spe3

Sezici, Y. L., & Dindaroğlu, F. (2017). Lingual orthodontic treatment: A YouTube™ video analysis. *The Angle Orthodontist, 88*(2), 208–214. https://doi.org/10.2319/090717-602.1

Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Treatment outcome and efficacy of an aligner technique – regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health, 14*(1), 68. https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-68

Šimunović, L., Agović, S. Č., Marić, A. J., Bačić, I., Klarić, E., Uribe, F. A., & Meštrović, S. (2024). Color and Chemical Stability of 3D-Printed and Thermoformed Polyurethane-Based Aligners. *Polymers, 16*(8), 1067. https://doi.org/10.3390/polym16081067

Suh, H., Garnett, B. S., Mahood, K., Mahjoub, N., Boyd, R. L., & Oh, H. (2022). Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. *The Korean Journal of Orthodontics, 52*(3), 210–219. https://doi.org/10.4041/kjod21.180

Sybaite, J., Sharma, P., Fine, P., Blizard, R., & Leung, A. (2020). The Influence of Varying Gingival Display of Maxillary Anterior Teeth on the Perceptions of Smile Aesthetics. *Journal of Dentistry, 103*, 103504. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103504

Tada, K. (2020). *Retreatment following in-person clear aligner therapy, direct-to-consumer clear aligner therapy, and conventional fixed orthodontic appliances* [Master's thesis, University of Missouri-Kansas City]. MOspace Institutional Repository. https://hdl.handle.net/10355/78901

Taki, A. A., Khalesi, M., Shagmani, M., Yahia, I., & Kaddah, F. A. (2016). Perceptions of Altered Smile Esthetics: A Comparative Evaluation in Orthodontists, Dentists, and Laypersons. *International Journal of Dentistry, 2016*, 1–11. https://doi.org/10.1155/2016/7815274

Tepedino, M., Paoloni, V., Cozza, P., & Chimenti, C. (2018). Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation. *Progress in Orthodontics, 19*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s40510-018-0207-3

Theodorou, C., Kuijpers-Jagtman, A. M., Bronkhorst, E. M., & Wagener, F. A. D. T. G. (2019). Optimal force magnitude for bodily orthodontic tooth movement with fixed appliances: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 156*(5), 582–592. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.011

van der Geld, P., Oosterveld, P., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2008). Age-related changes of the dental aesthetic zone at rest and during spontaneous smiling and speech. *European Journal of Orthodontics, 30*(4), 366–373. https://doi.org/10.1093/ejo/cjn009

Wang, J., Huang, Y., Chen, F., & Li, W. (2024). The age-related effects on orthodontic tooth movement and the surrounding periodontal environment. *Frontiers in Physiology, 15*, 1460168. https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1460168

Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal, 62*, 58–62. https://doi.org/10.1111/adj.12480

Wen, X., Pei, F., Jin, Y. H., & Zhao, Z. (2025). Exploring the mechanical and biological interplay in the periodontal ligament. *International Journal of Oral Science, 17*(1), 23. https://doi.org/10.1038/s41368-025-00354-y

Xing, X., Qin, H., Sun, J., & Li, K. (2023). Asymmetric Extraction Treatment in a Middle-Aged Patient with Dental Crowding and Protrusion using Clear Aligners. *Case Reports in Dentistry, 2023*(1), 8836409. https://doi.org/10.1155/2023/8836409

Yao, S., Jiang, W., Wang, C., He, Y., Wang, C., & Huang, L. (2023). Improvements of tooth movement efficiency and torque control in expanding the arch with clear aligners: a finite element analysis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 11*, 1120535. https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1120535

Zhang, X., Good, J., Johal, A., & Sharma, P. (2026). The influence of varying degrees of maxillary gingival display on perception of smile aesthetics: A dynamic smile visualisation study. *Journal of Orthodontics, 53*(1), 62–73. https://doi.org/10.1177/14653125251412487

Zhang, Y., Hui, S., Gui, L., & Jin, F. (2023). Effects of upper arch expansion using clear aligners on different stride and torque: a three-dimensional finite element analysis. *BMC Oral Health, 23*(1), 891. https://doi.org/10.1186/s12903-023-03655-y

Zhang, Y., Yan, J., Zhang, Y., Liu, H., Han, B., & Li, W. (2024). Age-related alveolar bone maladaptation in adult

orthodontics: finding new ways out. *International Journal of Oral Science, 16*(1), 52. https://doi.org/10.1038/s41368-024-00319-7


BİDGE