

# Sınıf II Malokluzyonların Tedavisinde Fonksiyonel Apareylerin Yeri

## *Functional Appliances in the Treatment of Class II Malocclusions*

Sinem İnce Bingöl\*, Burçak Kaya\*\*

### Özet

Sınıf II malokluzyon, ortodonti literatüründe en sık tartışılan malokluzyonlardan biridir. Mandibuler retrognatiye bağlı Sınıf II malokluzyonların tedavisinde ideal sonuçları elde etmek için çok çeşitli fonksiyonel apareyler kullanılmıştır. Bu derlemede mandibuler retrognatiye bağlı Sınıf II malokluzyonların tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareylerin özellikleri, çalışma prensipleri, etkileri ve yan etkilerinin güncellenerek değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** retrognati; ortodontik aletler, fonksiyonel; maloklüzyon, Angle sınıf 3

### Abstract

Class II malocclusion is one of the most frequently discussed malocclusions in orthodontic literature. Many types of functional appliances have been used for treatment of Class II malocclusions related to mandibular retrognathia. In this review, it is aimed to evaluate the properties, working principles, effects and side effects of functional appliances recently used in the treatment of Class II malocclusions caused by mandibular retrognathia.

**Key Words:** mandibular retrognathia; orthodontic appliances, functional; malocclusion, Angle Class III

\* Dt., Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

\*\* Doç. Dr., Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

## Fonksiyonel Çene Ortopedisi Tanımı ve Felsefesi

Çenelerin hatalı konumlarının ve yapı bozukluklarının tedavisi için gerekli dokusal değişimlerin, fonksiyonel uyarılar aracılığı ile elde edildiği tedaviye "fonksiyonel çene ortopedisi" denir.<sup>1</sup>

Stomatognatik sistemdeki fonksiyonel kuvvetler; çiğneme, mimik ve dil kaslarının tonusları ve fonksiyon sırasındaki kasılmaları ile ortaya çıkmaktadır. Bu kuvvetler, kaslar ile direkt çene kemiklerine veya dişler üzerinden periodontal ligamentler ile alveoler kemiklere iletilmekte ve kemiğin morfolojisini düzenlemektedir. Wolff'un fonksiyonlardaki değişikliklerin kemik yapıda da değişiklikler oluşturması düşüncesi, bozulmuş fonksiyonların düzeltilmesi ile iskeletsel yapının da düzeltilebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.<sup>1,2</sup>

Fonksiyonel çene ortopedisinin temelleri ise Moss'un fonksiyonel matris teoremine dayanır. Bu teoreme göre kraniofasiyal sistemde kemiklerin gelişmesi; fonksiyonel boşluklar, yumuşak dokular ve organların gelişimi ile indüklenmektedir. Örneğin, kafa kubbesinin büyümesi fonksiyonel organ olan beyin büyümesine bağlı olarak gerçekleşir.<sup>1,2</sup>

Fonksiyonel çene ortopedisi tedavisi amacıyla kullanılan apeareylere fonksiyonel apeareyler denir. Fonksiyonel apeareylerin gelişimi aşağıda sunulmaktadır.

### Fonksiyonel Apeareyler

Pierre Robin mikromandibuler gelişimi ve glossopitozisi olan bebeklerde hava yolunun açılması için monoblok apeareyini geliştirmiştir. Viggo Andresen, lingual flanjlari ile mandibulayı önde konumlandıran bir modifiye hawley apeareyini kızında denemiştir. Yaz kampı boyunca bu apeareyi kullanan kızında sadece gece kullanımı ile belirgin sagittal düzelme elde etmiştir. Andresen aktivatörü olarak adlandırılan bu apearey başka hastalarda da denenmiştir ve iyi sonuçlar alınmıştır. Pierre Robin'in monobloğu gibi Andresen'in aktivatörü de pasiftir, hasta apeareyi ısırıldığı anda aktif hale gelmektedir.<sup>1,2</sup>

Fonksiyonel çene ortopedisinde uygulanan kuvvet sıkışma veya gerilme şeklinde olabilir. Buna bağlı olarak iki tedavi prensibi ortaya çıkar; bunlar kuvvet kullanımı ve kuvvet eliminasyonudur. Kuvvet kullanımında, sıkışma kuvveti ile yapılar üzerinde öncelikle formda değişim sonra fonksiyona adaptasyon gerçekleşir. Kuvvet oluşturan apeareyler, aktif kas kuvvetlerini diş, alveol kemiği, kondil ve diğer yapılara iletirler. Bu tip apeareyler sadece fiziksel kuvvetleri direkt olarak uygulamakla kalmaz aynı zamanda uyarı da oluştururlar.<sup>1,2</sup>

Kuvvet eliminasyonunda ise anormal kas kuvvetleri elimine edilerek çenelerin ve dentoalveolar yapının optimal gelişimine izin verilir. Kuvvet eliminasyonu sağlayan apeareyler fonksiyonel regülatör olarak adlandırılırlar. Oral ve vestibüler perdeli apeareyler baskıyı elimine ederek çalışırlar. Frankel apeareyinin yanak ve dudak yastıkları da benzer şekilde etkilenen bölgede osteojenik cevabi hızlandırmak için periosteal çekme veya gerilmeyi arttıracak şekilde çalışır. Diş hareketleri de bu prensipler kullanılarak elde edilebilir. Dişler, üzerlerinde rol oynayan okluzal kuvvetlerin, dudak, dil ve yanak kuvvetlerinin dengesi değiştiğinde hareket ederler.<sup>1,2</sup>

Fonksiyonel uyarıları değiştiren ortodontik aygıtların birleştikleri ana konu çenelerin konum bozukluklarının düzeltilmesi ve gelişim paterninin normale yönlendirilmesidir. Bu nedenle hastanın büyüme ve gelişim dönemi, büyüme paterni ve adaptasyonu tedavi başarısında önemlidir. Dolayısıyla bu tedaviler erken dönem korrektif yani düzeltici tedavi yöntemi olarak uygulanırlar.<sup>1,2</sup>

Fonksiyonel apeareyler hareketli ve sabit olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir.

### Hareketli Fonksiyonel Apeareyler

Hasta tarafından takılıp çıkarılabilen bu apeareyler birbirlerinden farklı modifikasyonlarla fonksiyonel kuvvetler uygulayacak şekilde tasarlanmıştır.

Hareketli fonksiyonel apeareylerin etkilerinin değerlendirildiği 10 klinik kontrollü çalışma ve 7 randomize kontrollü çalışmanın değerlendirildiği bir meta analizi sonucunda apeareylerin, dentoalveoler ve yumuşak dokularda anlamlı değişiklikler oluşturduğu, iskeletsel etkilerin ise sınırlı olduğu ve klinik olarak görmezden gelinebileceği bildirilmektedir. Aynı meta analizinde hareketli fonksiyonel apearey kullanımı ile bir yılda SNA açısında 0,28° azalma, SNB açısında 0,62° artış, üst keser proklinasyonunda 6,33° azalma beklenebileceği belirtilmiştir.<sup>3</sup>

Hareketli fonksiyonel apeareylerin genel etkisi mandibula büyümesi üzerinde dikey yöndedir.<sup>5,6</sup> Dikey yönde mandibula gelişimi okluzal aralanma sağlayarak anterior rotasyonu ve sınıf II düzeltimini kolaylaştırır. Bu okluzal aralanma apeareyin istirahat okluzal aralığını aşan yükselteleri ile sağlanmaktadır ve büyüme stimülasyonu böylelikle gerçekleştirilmektedir.<sup>6</sup>

Sıklıkla kullanılan hareketli fonksiyonel apeareyler aktivatör, bionatör, twinblock ve manyetik apeareyler olarak sayılabilir.

## Aktivatör

Aktivatörler tüm maloklüzyon tiplerini tedavi edebilecek tarzda şekillendirilebilmelerine rağmen, özellikle mandibuler yetersizlik gösteren Sınıf II vakaların tedavisinde kullanılmaktadır (Şekil 1). Andresen'in aktivatörü, protraktör ve elevatör kasların aktivitelerinde artışa, retraktör kaslarda ise gerilmeye neden olmaktadır. Gerilen kasların eski haline geri dönme isteği ile oluşan kuvvet, akril aracılığı ile alt ve üst dental arklara ve periodontal ligament ve alveoler kemik aracılığı ile de maksilla ve mandibulaya iletilir. Üst dental arkta ve maksillada posterior yönde etkili olan kuvvet, maksiller sagittal büyümeyi sınırlandırırken maksiller dental arkta da protrüzyonu önler. Maksiller dental ark ve maksillada görülen bu etki headgear etkisi olarak da adlandırılmaktadır. Aynı şiddette zıt yönlü olarak alt dental ark ve mandibulaya anterior kuvvet uygulanır. Çeşitli araştırmacılar tarafından aktivatörün sagittal ve vertikal aktivasyon miktarlarında modifikasyonlar yapılmıştır.<sup>1,2,7</sup>



**Şekil 1:** Aktivatör apareyi uygulaması

Aktivatörde kondilin önde konumlanması sonucu kondil ile glenoid fossa aralığında artış olduğu ve artiküler yüklerin ortadan kalkması sonucu kondil kırırdağının normalden fazla büyüdüğüne dair görüşler vardır. Buna karşın aktivatörün, mandibuler büyümeyi arttırmadığını yalnızca hızlandırdığına dair görüşler de bulunmaktadır.<sup>4</sup>

Andresen ve Haupl'ün orjinal konsepti, mandibulayı öne getirirken okluzyonda bir aralanma oluşturmayan, gevşek adaptasyonlu bir aparey ile kondiler adaptasyonun sağlanmasıdır. Bu konseptte dik yönde okluzyonda aralanma 4 mm ile sınırlanmalı veya istirahat pozisyonuna göre minimal değerlerde tutulmalıdır. Minimal aralanma konseptinin aksine bazı otörler kasların viskoelastik özellikleri ve yumuşak dokuların gerilmeleri ile aktivatörün etki gösterdiğini savunmaktadır. Buna göre okluzal aralanma 10-15

mm ile istirahat aralığının oldukça üstüne çıkmalıdır. Bu iki görüş arasındaki diğer otörler 4-6 mm gibi ortalama bir okluzal aralanma önermekte ve izometrik kas kasılması ve yumuşak doku gerilimi elde etmeyi savunmaktadır.<sup>4</sup>

Sagittal aktivasyonda ise minimal ilerletme, orta düzeyde ilerletme, başabaş keser ilişkisi ve hatta ters overjet oluşacak şekilde mandibulayı öne alma görüşleri bulunmaktadır. Yatay yönde protrüzyon arttıkça, dikey yöndeki aktivasyon azaltılmalı veya tam tersi uygulanmalıdır. Tek seferde maksimum mandibuler ilerletme sağlanmasını kabul edenlerin yanısıra, ilerleyici şekilde küçük aktivasyonların yapılmasını savunanlar da bulunmaktadır.<sup>4</sup> Adım adım aktivasyonun tek seferde maksimum aktivasyondan daha etkili olduğunu gösteren hayvan deneyleri de bulunmaktadır.<sup>8</sup>

## Bionatör

Balters, aktivatörden daha az hacimli, gün içerisinde daha çok kullanılabilecek hasta konforunu arttıran bir aparey geliştirmiştir. Bionatörde damak bölgesindeki akrilik yerine transpalatal bir ark, daha küçük lingual flanşlar, daha az interokluzal akrilik ve yanak basıncını elimine etmek için modifiye labial perdeler bulunmaktadır. Dilin okluzyon üzerinde etkisini dikkate alan Balters, bionatörde damakta akrilik bulundurmamaya Sınıf II maloklüzyonlarda normalden geride pozisyonlandığını düşündüğü dilin, yeniden konumlandırılmasını, önde yer almasını amaçlamıştır. Balters'e göre geride konumlanan dil hava yolunu daraltarak ağız solunumu ve anormal yutkunmaya da neden olabilmektedir. Bionatörün tasarımı sayesinde konuşma kolaylaşmaktadır ve yemekler haricinde tüm gün kullanım sağlanabilmektedir.<sup>9</sup>

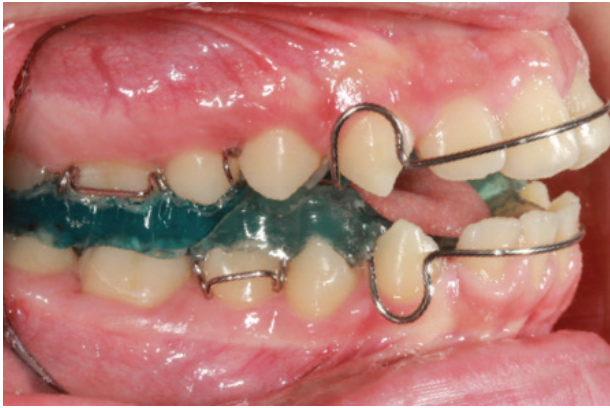
## Fonksiyonel Regülatör (Frankel Apareyi)

Frankel tarafından geliştirilen bu hareketli fonksiyonel aparey karma ve erken daimi dentisyonda kullanılarak transvers, vertikal ve anteroposterior düzeltim sağlamaktadır. Yüz kaslarının fonksiyonlarının yönlendirilmesini, aktivitelerinin normalleşmesini ve dengeli bir oral çevre oluşumunu sağlar. Vestibüler ve labial yastıkları ile hiperaktif bukkalis, orbikularis oris ve mentalis kaslarının iskeletsel gelişimi kısıtlamasını engelleyerek maksimum iskelet gelişimine olanak sağlar ve aynı zamanda periosteal gerilim ile kemik büyümesini ve yeni kemik oluşumunu artırır. Dokulardan destek alan bu aparey diş erüpsiyonuna da izin vermektedir. Hem maksiller hem mandibuler arklarda lateral ekspansiyon sağlanması ile de diğer fonksiyonel apareylerden ayrılmaktadır. Etkisi hasta kooperasyonu ile yakından ilişkilidir.<sup>10,11</sup>

Apareyin sınıf II malokluzyonda kullanılan tipleri FR-I ve FR-II'dir. Sınıf II divizyon 1 hastalarda FR-I, sınıf II divizyon 2 hastalarda FR-II kullanılmaktadır.<sup>10,11</sup>

#### Twin Block

Okluzal rampaları olan kapanış bloklarından modifiye edilen Twin Block, iskeletsel sınıf II düzeltimi için fonksiyonel mandibuler protrüzyon sağlayan bir apareydir (Şekil 2). Okluzal yükseltilerin eğimleri, mandibulayı aşağı-önde konumlanacak şekilde yönlendirir. Tek ve hacimli fonksiyonel apareylerden sonra Schwarz'ın çift plağı gibi iki ayrı apareyden oluşması hasta kooperasyonunu artırmaktadır. Twin block'un, 24 saat aralıksız kullanılması ile çiğneme kuvvetleri de dahil tüm fonksiyonel kuvvetlerden yararlanarak dental ve iskeletsel düzeltim sağlanması hedeflenmiştir. İsrırma bloklarının eğimleri 45° olarak ayarlanmıştır. Bu eğim ile alt dentisyona aşağı ve öne eşit kuvvet komponenti uygulanmıştır.<sup>12</sup>



**Şekil 2:** Twin Block apareyi uygulaması

Clark<sup>12</sup>, Twin block kullanımını aktif, destekleme ve retansiyon fazlarına ayırmış ve toplam tedavi süresini ortalama 18 ay olarak belirtmiştir. Aparey ile yüz görünümünde ve dudak kapanışında iyileşme ve buna paralel olarak gelişen dental değişiklikler, distal okluzyonda düzelleme, mandibuler uzunlukta artış elde edilmiştir. Selektif aşındırmalar ile diş erüpsiyonlarının yönlendirilmesi ve damağa yerleştirilen vida ile transversal düzeltim de sağlanabilmektedir.

#### Manyetik Apareyler

Ortodontide manyetik kuvvetlerin kullanımına Blechman öncülük etmiş daha sonra pek çok araştırmacı mıknatısları ortodontik kuvvet oluşturmak için kullanmışlardır. Vardimon ve arkadaşları ise manyetik fonksiyonel apareylerle başarılı sonuçlar bildirmişlerdir. Fonksiyonel apareylere ilave edilen mıknatısların egzersiz etkisini arttırdığı ve TME-kondil büyüme metabolizmasını arttırdığı bildirilmiştir. Ancak mıknatısların lokalize doku etkileri hala kesin olarak ispatlanamamıştır.<sup>1,2,7</sup>

#### Sabit Fonksiyonel Apareyler

Hastalar tarafından takılıp çıkarılamayan sabit fonksiyonel apareylerin hareketli fonksiyonel apareylere göre, dişler okluzyonda iken mandibulayı önde konumlandırmaları, kooperasyon gerektirmemeleri, konuşma ve uykunun rahat olması, hafif ve devamlı kuvvet uygulamaları, hızlı intermaksiller düzeltim sağlamaları ve dikey yönde kapanış açılım miktarlarının sınırlı olması gibi avantajları vardır.<sup>4,13</sup> Bununla birlikte kırılma ve acil randevuların daha fazla olması ve hareketli apareylere göre daha sınırlı iskeletsel etki oluşumu da dezavantajları olarak bildirilmiştir. Buna rağmen her iki aparey türü ile de overjet azaltımı sağlanmıştır.<sup>14</sup>

Sabit fonksiyonel apareyler rijit, esnek ve hibrit olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır.

#### Rijit Sabit Fonksiyonel Apareyler

Elastik özelliklere sahip olmayan, aktivasyonunu takiben mandibulayı devamlı olarak önde konumlandıran, sentrik okluzyonda kapatmaya izin vermeyen, lateral hareketleri kısıtlayan bu apareyler, elastik olan sabit fonksiyonel apareylere kıyasla mandibulayı önde konumlandırmak için daha fazla stimulus oluşturmaktadır.<sup>15</sup>

#### Herbst

Herbst apareyi teleskop mekanizması ile devamlı mandibuler protrüzyon sağlamaktadır. Daimi dişlenme döneminde sınıf II tedavisi sağlayan Herbst apareyinin kullanılan ankraj sistemine göre bantlı ve paslanmaz çelik kronlardan destek alan farklı çeşitleri mevcuttur. Paslanmaz çelik kronlar mandibuler birinci premolarlar ve maksiller birinci molarlara yerleştirilmektedir (Şekil 3). Ayrıca hareketli akrilik splint dizaynı olan Herbst de yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>16,17</sup>



**Şekil 3:** Döküm Herbst apareyi uygulaması



Herbst apareyi ile iskeletsel ve dentoalveoler etkiler birlikte elde edilmektedir. Tedavi etkisinin % 50'si genellikle posterior dişlerin yukarı-geriye hareketine bağlıdır. Esas iskeletsel etkisi mandibuler büyümede normal değerlerden 2-2,5 mm daha çok olan büyüme artışıdır.<sup>2</sup> Herbst apareyinin etkileri; mandibulada tedavi edilmemiş sınıf II bireylere göre 3 kat büyüme artışı, maksillanın sagittal büyümesinde kısıtlanma, maksiller molarlarda intrüzyon ve distalizasyon, mandibuler keserlerde proklinasyon, alt keserlerde intrüzyon ve alt molarlarda erüpsiyon şeklindedir.<sup>18</sup>

Hareketli ve sabit fonksiyonel apareylerin etkinliklerinin değerlendirildiği bir sistemik derlemede en iyi sonuçların Herbst apareyi ile alındığı bildirilmiştir.<sup>19</sup> Herbst apareyi ile büyüme gelişim atılımından sonra bile kondiler büyüme stimülasyonu elde edilebileceği belirtilmiştir.<sup>20</sup>

#### *Mandibuler Protraction Appliance*

Filho<sup>21</sup> tarafından geliştirilen aparey kullanım kolaylığı, düşük maliyet, kırılmaya direnç ve hasta konforu gibi avantajlara sahiptir.

#### *Universal Bite Jumper*

Herbst benzeri fakat daha küçük boyuttaki bu aparey Herbst'e göre daha dönebilir bir yapıya sahiptir. Erken ve daimi dentisyonda tedavinin her aşamasında kullanılabilir.<sup>22</sup>

#### *MARA (Mandibular Anterior Repositioning Appliance)*

MARA, alt-üst 1. molar dişlerdeki çelik kronlardan destek alan normal sınıf II kapanışına engel olup mandibulayı önde konumlandırmaya zorlayan bir sabit fonksiyonel apareydir. Herbst apareyinin kullanımına göre daha erken dönemler olan karma veya erken daimi dişlenmede kullanılabilir. MARA ile alt keserlerde daha az öne fırlama oluşurken, üst molarlarda Herbst ile oluşan intrüzyon görülmemektedir. Tedavi ile mandibuler uzunluk artmakla birlikte elde edilen anteroposterior düzeltimin çoğu dental etkiler ile oluşmaktadır. Dental düzeltimin de neredeyse %75'i molar distalizasyonu ile gerçekleşmektedir. MARA'nın dizaynı nedeniyle maksiller molarlarda distale, mandibuler molarlarda meziale rotasyonlar görülebilmektedir.<sup>2</sup>

#### *Ritto Apareyi*

Minyatür bir teleskopik cihaz olan bu aparey maksillaya metal pin, mandibulaya ise kayan kilit aracılığıyla bağlanmaktadır. Kooperasyon gerektirmez, kullanımı rahattır ve kırılmaya dayanıklıdır.<sup>23</sup>

#### *Functional Mandibular Advancer (FMA)*

Herbst ve MARA'ya alternatif olarak üretilen bu aparey, adölesan ve genç erişkinlerde kullanılmaktadır. Tekrarlayan aktivasyonlara izin veren guide pinleri ve açılı bir düzlemden oluşur.<sup>24</sup>

#### *Esnek Sabit Fonksiyonel Apareyler*

Esnek sabit fonksiyonel apareyler, intermaksiller torsiyon yayları veya zembereklerden oluşur. Bu apareyler, elastikiyeti sayesinde mandibulaya büyük bir hareket özgürlüğü sağlar. Lateral hareketler kolaylıkla gerçekleştirilebilir.<sup>15</sup>

#### *Jasper Jumper Apareyi*

Hafif ve devamlı kuvvetler uygulayan bu elastik aparey, mandibulayı önde konumlandırırken hastanın büyüme potansiyelinden yararlanarak hızlı sınıf II düzeltimi sağlar. Kullanımı ve hasta tarafından kabulü kolay olan bu aparey lateral hareketlere de izin vermektedir. Jasper jumper ile üst keser retroklinasyonu ve ekstrüzyonu, üst molar distal tippingi ve göreceli intrüzyonu, alt keser proklinasyonu, alt molar mezializasyonu ve ekstrüzyonu gibi çoğunlukla dentoalveoler etkiler elde edilmektedir.<sup>25</sup>

#### *Adjustible Bite Corrector*

Aparey başlık, kapalı coil ve nikel titanyum tellerden oluşmaktadır. Sonlanım başlığı 180° çevrilerek ağızın her iki tarafında da kullanılabilir. İtme kuvveti yayın ortasından geçen nikel titanyum tel ile sağlanmaktadır. Değişimi ve tamiri hızlı, kolay ve düşük maliyetlidir.<sup>26</sup>

#### *Bite Fixer*

Bu intermaksiller spring sisteminde, spring ile sonlanım noktası birleşik olduğu için bu bölgedeki kırılmalar azaltılmıştır. Spring içinden geçen poliüreten tüp sayesinde yemek birikimi önlenmektedir. Sağ ve sol bölge için çeşitli boyutları mevcuttur.<sup>27</sup>

#### *Forsus Nitinol Flat Spring*

Aparey üstü transparan plastik kaplı nikel titanyum yaylardan oluşmaktadır. Etkileri jasper jumper ile benzerdir.<sup>28</sup>

#### *Hibrit Sabit Fonksiyonel Apareyler*

#### *Eureka Spring*

Oldukça esnek ve kabul edilebilir küçük boyutlu olan aparey üçlü teleskop sistemi ile 60 mm'ye kadar ağız açıklığına izin vermektedir. Oral hijyeni sağlamayı kolaylaştırmakta ve doku irritasyonlarından kaçın-

mayı sağlamaktadır. Tedavinin yaklaşık %90'ı dentoalveoler etkilerden oluşmaktadır.<sup>29</sup>

#### *Twin Force Bite Corrector*

Aparey maksiller molarların ve mandibuler kaninlerin distalinde çelik ark tellerine bağlanan ve Niti yaylar içeren paralel silindirlerden oluşmaktadır. Yaylarda tam anlamıyla bir sıkışma olduğunda tek tarafta yaklaşık 210 gr kuvvet elde edilmektedir. Direkt ark teli üzerinden uygulandığı için diğer apareylerde maksiller molarlara etkili olan intrüzyon kuvveti tüm arka dağıtılmaktadır. Tedavi süresi ortalama 3 ay gibi kısa sürelidir.<sup>30</sup>

#### *Forsus Fatigue Resistant Device*

Forsus Fatigue Resistant Device (FRD), semirijit veya hibrit teleskopik yaylardan oluşmakta olup sabit tedavi esnasında uygulanabilen bir apareydir (Şekil 4). Aparey maksiller birinci molar ve mandibuler birinci premolar veya kanin braketinin distalindeki tele takılmaktadır. Forsus tedavisi ile maksillada sagittal gelişimde kısıtlanma, maksillomandibuler ilişkide düzelleme, overjet azalma, mandibuler keserlerde proklinasyon ve intrüzyon, mandibuler 1. molarlarda mezial ve vertikal hareket gözlenmiştir. Mandibulada baskın olarak dentoalveoler değişikliklerle birlikte maksillada iskeletsel değişiklikler de bildirilmektedir.<sup>31</sup> Forsus etkisi ile ön yüz yüksekliğinde artış, okluzal düzlemde saat yönünde rotasyon gözlenmiştir.<sup>32</sup>



**Şekil 4:** Forsus FRD apareyi uygulaması

Jones ve ark.<sup>33</sup>, koopere olmayan sınıf II çocuklarda sınıf II lastikler yerine forsus kullanılabileceğini, her iki tedavide de molar dişlerin erüpsiyonuna bağlı olarak vertikal boyut artışı, alt keser proklinasyonu ve mandibuler molar mezializasyonu ile sınıf II düzeltimi yapılabileceğini bildirmiştir.

## **Sabit Fonksiyonel Apareylerin Etkileri**

### **İskeletsel ve Dental Etkiler**

Klinik olarak sabit fonksiyonel apareyler ile elde edilen iskeletsel değişiklikler yeterli bulunmamakla birlikte dentoalveoler ve yumuşak doku değişiklikleri anlamlıdır. Sabit fonksiyonel apareyler ile ortalama yaşları 13,5 yıl olan sınıf II malokluzyonlu hastalarda SNA açısında ortalama 0,83°/yıl azalma, SNB açısında 0,87°/yıl artış ve ANB açısında 1,74°/yıl azalma, üst keserlerde 7,5°/yıl retroklinasyon ve alt keserlerde 7,99°/yıl proklinasyon beklenebilir. En çok alt keser proklinasyonu Forsus FRD apareyi ile gelişmektedir. Sabit fonksiyonel apareylerin adım adım aktivasyonları tek basamaklı aktivasyonlara göre daha iyi mandibuler ilerleme sonuçları vermektedir. Büyüme dönemine göre değerlendirildiğinde pubertal atılımın pik dönemi ve öncesinde kullanılan apareyler pik sonrası dönemlere göre daha çok iskeletsel değişiklikler oluşturmaktadır.<sup>34</sup>

Yetişkin insan kafatasları üzerinde oluşturulan sonlu elemanlar modellemesine göre (FEM) sabit fonksiyonel apareyler ile mandibulada aşağı-öne hareket en çok parasimfiziel ve midsimfiziel alanlarda görülürken, dişlerde aşağı-öne hareket en çok alt keserlerde ölçülmüştür. Alt keserlerdeki bu hareket ve alt molarların mezializasyonu en belirgin dentoalveoler etkiler olarak gözlenmektedir. Maksiller dentisyon ve pterigoid plaklar ise arka yukarıya hareket etmektedir. Bu esnada A noktası, pterigoid plaklar ve mandibula gerilme stresine maruz kalmaktadır. En fazla gerilme stresi kondil başı ve boynunda görülmektedir.<sup>35</sup>

Karma dişlenmedeki sınıf II malokluzyonlu çocuklarda fonksiyonel tedavi ile tedavi olmamış bireylere göre 1,79 mm mandibuler uzunluk artışı bulunmuştur.<sup>36</sup>

### **Temporomandibuler Ekleme Etkileri**

Sabit fonksiyonel apareylerle tedavi sonucunda disk ve glenoid fossanın daha anteriorda konumlandığını bildiren yayınlar, kondilin glenoid fossada daha posteriorda konumlandığını bildiren yayınlar ve tedavi sonrası öncesine göre hiçbir değişiklik olmadığını bildiren yayınlar mevcuttur.<sup>37-39</sup>

Ruf ve Pancherz<sup>40</sup>, Herbst tedavisi ile elde edilen değişiklikleri MRI yöntemi ile değerlendirmiş ve kondilin posterosuperiorunda remodeling bulmuştur. Gelişen efektif temporomandibuler değişikliklerin çoğunlukla horizontal yönde olduğu bildirilmiştir.

Voudouris ve ark.<sup>41</sup>, Herbst apareyi uygulanan bireylerde glenoid fossada anterior ve inferior yöne doğru

büyüme ve kondilde horizontal büyüme paterninde artış gözlenmiştir. Kondil ve fossada yeni kemik oluşumunda artışla birlikte EMG'de postural kas aktivitesinde azalma bildirilmiştir. Bu bağlamda yeni kemik oluşumuna, lateral pterigoid kasın hiperaktivitesinin değil aparey takılması ile oluşan resiprokal gerilim kuvvetleri ve buna bağlı olarak fibrokartilajda oluşan dönüşümün neden olduğu bildirilmektedir.

Voudouris ve Kuffinec<sup>42</sup>, retrodiskal dokular, kapsül, sinovial sıvı viskozitesinin değişmesinin oluşturduğu gerilim kuvvetleri ve kondilin yer değiştirmesinin fossada kemik oluşumunda etkili olduğu vurgulanmıştır.

### Havayoluna Etkileri

Servikal vertebralar ve mandibuler korpus arası uzaklığın azalması, dil ve yumuşak damağın posteriora konumlanması uyku esnasında solunum problemlerini beraberinde getirmektedir. Pierre Robin'in ciddi mandibuler yetmezliği olan yeni doğanlarda dilin hava yolunu tıkamasını önlemek için kullandığı mandibulayı önde pozisyonlandıran apareylerin, bu günlerde, havayolu tıkanması yaşayan hastalarda da kullanılabileceği fikri popülerite kazanmıştır.<sup>43</sup>

Özbek ve ark.<sup>43</sup>, retrognatik ve küçük mandibulası olan pubertal gelişim atılımı öncesi çocuklarda fonksiyonel apareyler ile orofaringeal hava yollarında anlamlı miktarda artış elde etmiştir. Erken dönemde müdahale ile çocukların ileride OSA (obstruktif uyku apnesi)'dan korunmalarının sağlanabileceği vurgulanmıştır.

Iwasaki ve ark.<sup>44</sup> ise sınıf II hastalarda Herbst tedavisi sonucu orofaringeal ve laringofaringeal hava yolları hacminin kontrollere göre neredeyse iki katına çıktığını bildirmiştir.

### Sabit Fonksiyonel Tedavinin Stabilitesi

Sabit fonksiyonel apareyler mandibuler gelişim miktarı ve yönünü geçici olarak değiştirebilmektedir, fakat tedavi bırakılınca tedavi öncesi gelişim paterni devam etmektedir. Tedavi sonrası ilk 6 ayda belirginleşen dentoalveoler ve iskeletsel relaps, özellikle de dental etkilerin %30'unu kapsamaktadır. Düzelmüş çene ilişkileri 12 ay gibi kısa dönemde overjet ve molar ilişkide relaps ile geri dönebilmektedir. Uzun dönemde ise mandibulada oluşan etkiler sabit kalmakla birlikte mandibula büyümesi eski paternine dönmektedir. 5-10 yıllık uzun dönem takiplerde mandibuler iskeletsel etkiler kalıcı olurken relapsın diş pozisyonlarından kaynaklandığı bildirilmektedir.<sup>45</sup>

Bazı çalışmalar sabit kapanış atlatici apareylerle aktif tedavi döneminde artan büyüme paterninin, takip

döneminde yavaşladığını ve uzun dönemde kontrol gruplarına göre hiç mandibuler uzunluk artışı olmadığını bildirmektedir.<sup>4</sup>

### İskeletsel Ankraj Destekli Sabit Fonksiyonel Apareyler

Sabit fonksiyonel apareyler iskeletsel etkilerden ziyade keser dişlerin kontrolsüz ve istenmeyen devrilmesi gibi dentoalveoler değişiklikler oluşturmaktadır. İskeletsel malokluzyonun doğru tedavi seçeneği ise morfogenetik paternin düzeltilmesidir. Mandibuler molarlarda mezializasyon ve mandibuler keserlerde proklinasyon uzun dönemde stabiliteyi riske atan hareketlerdir. Bazı araştırmacılara göre sabit fonksiyonel aparey kullanımı ile yaklaşık 6 ay içinde gelişen mandibuler keserlerin hızlı labiale devrilmesi oluşabilecek iskeletsel etkileri sınırlandırmaktadır.<sup>4</sup>

Son zamanlarda bu tür istenmeyen dental etkileri azaltmak, iskeletsel etkileri arttırmak, uzun dönem stabil sonuçlar sağlamak için iskeletsel ankraj sistemlerinin sabit fonksiyonel apareyler ile kullanılması fikri ortaya atılmıştır. Bu konuda yapılmış çalışmalar sınırlı olmakla birlikte iskeletsel etkilerde artış gözlemlenmektedir.<sup>46,47</sup>

Ünal ve ark.<sup>47</sup>, mandibuler simfize yerleştirilen miniplak ankrajlı Forsus apareyi kullanımı ile mandibulada anlamlı öne hareket, maksillanın sagittal pozisyonunda kısıtlanma, büyük oranda iskeletsel overjet düzeltimi ile efektif bir dentoskeletal sınıf II düzeltimi geliştirmektedir. Bir başka çalışmada miniplak ankrajlı Forsus grubunda maksiller keserlerde daha fazla retrüzyon ve mandibuler keserlerde Herbst grubunun aksine retroklinasyon bildirilmektedir.<sup>47</sup>

Gandedkar ve ark.<sup>48</sup>, mini-implant destekli sabit fonksiyonel apareyler ile mandibuler anterior dişlerde protrüzyon olmadan anlamlı mandibuler ilerletme, yumuşak doku ve iskeletsel düzeltim ile stabil sonuçlar bildirmektedir. Elkordy ve ark.<sup>49</sup> ise iskeletsel ankrajlı sabit fonksiyonel apareylerin istenmeyen dentoalveoler yan etkileri elimine etmek dışında iskeletsel düzeltim açısından bir üstünlüğü bulunmadığını iddia etmektedir.

### Sonuç

Sınıf II malokluzyonların toplumda görülme sıklığı düşünüldüğünde tedavi seçeneklerinden biri olan fonksiyonel çene ortopedisi büyük önem kazanmaktadır. Günümüze kadar hareketli ve sabit fonksiyonel apareyler ihtiyaçlara göre modifiye edilmiştir. Birçok yan etkenle birlikte tedavi başarısında ana faktör olarak hasta kooperasyon gerekliliği sabit fonksiyono-

nel aparenterlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Her iki sistemde de elde edilen iskeletsel etkilerin kısıtlılığı ise iskeletsel ankraj desteği kullanımını gündeme getirmiş ancak bu alanda henüz sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Farklı dentoiskeletsel morfolojik özelliklere sahip olan mandibuler retrüzyona bağlı sınıf II malokluzyonun tedavisinde en uygun tedavi yöntemi belirlenebilmesi için daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



## Kaynaklar

1. Proffit WR, Fields HW, Sarver D. Contemporary Orthodontics, Mosby, 2007.
2. Graber LW, Vanarsdall RL Jr, Vig KWL. Orthodontics, 5th Edition Current Principles and Techniques. Mosby, 2011.
3. Koretsi V, Zymperdikas VF, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of removable functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2015;37:418-34.
4. Shen G, Hägg U, Darendeliler MA. Skeletal effects of bite jumping therapy on the mandible – removable vs. fixed functional appliances. Orthod Craniofac Res. 2005;8:2-10.
5. Mills JR. The effect of functional appliances on the skeletal pattern. Br J Orthod. 1991;18:267-75.
6. Rakosi T. The activator. In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG, editors. Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances, 2nd edn. St Louis: Mosby; 1997. p: 161-213.
7. Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from N-HANES III survey. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1998;13:97-106.
8. Du X, Hägg U, Rabie AB. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. Eur J Orthod. 2002;24:167-74.
9. Balters W. Ergebnis der gesteuerten Selbstheilung von kieferorthopädischen anomalien. Dtsch Zahnärztl. 1960;15:241-8.
10. Büyüknacar Ö. Sabit Fonksiyonel Apareyler. Ege Üniversitesi Ortod. 2013.
11. McNamara JA Jr, Huges SA. The Fränkel Appliance (FR-2): Model preparation and appliance construction. Am J Orthod. 1981;80:478-95.
12. Clark WJ. Twin Block Functional Therapy Applications in Dentofacial Orthopaedics. 2nd Edition. Mosby, 2002.
13. Bishara SE, Textbook of Orthodontics. Saunders Company, 2001.
14. Pacha MM, Fleming PS, Johal A. A comparison of the efficacy of fixed versus removable functional appliances in children with Class II malocclusion: A systematic review. Eur J Orthod. 2016;38:621-30.
15. Velentza MF. Three Dimensional Assessment of Condyle and Glenoid Fossa Changes after Treatment with the Twin-block and Herbst Appliances. Marmara University, 2014.
16. Rogers MB. Herbst appliance variations. J Clin Orthod. 2003;37:156-9.
17. Smith JR. Matching the Herbst to the malocclusion. Clin Impressions. 1998;7:6-12, 20-23.
18. Pancherz H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. Semin Orthod. 1997;3:232-43.
19. Siara-Olds NJ, Pangrazio-Kulbersh V, Berger J, Bayirli B. Long-term dentoskeletal changes with the Bionator, Herbst, Twin Block, and MARA functional appliances. Angle Orthod. 2010;80:18-29.
20. Ruf S, Pancherz H. The mechanism of Class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship: a cephalometric roentgenographic study. Angle Orthod. 1997;67:271-6.
21. Coelho FCM. Mandibular protraction appliances for Class II treatment. J Clin Orthod. 1995;29:319-36.
22. Calvez X. The universal bite jumper. J Clin Orthod. 1998;32:493-500.
23. Ritto AK. The ritto appliance - a new fixed functional device. Orthodontic CyberJournal. 1999;6:1-20.
24. Kinzinger G, Ostheimer J, Förster F, Kwandt PB, Reul H, Diedrich P. Development of a new fixed functional appliance for treatment of skeletal Class II malocclusion first report. J Orofac Orthop. 2002;63:384-99.
25. Cope JB, Buschgang PH, Cope DD, Parker J, Blackwood HO 3rd. Quantitative evaluation of craniofacial changes with Jasper Jumper therapy. Angle Orthod. 1994; 64:113-22.

26. West RP. The adjustable bite corrector. *J Clin Orthod.* 1995;29:650-7.
27. Taner T, El H. Sınıf II Maloklüzyonun Düzeltiminde Bite-fixer Apeayinin Kullanımı: 2 Olgu Sunumu. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Derg.* 2006;30:72-82.
28. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod* 2006;76:666-72.
29. Stromeyer EL, Caruso JM, DeVincenzo JP. A cephalometric study of the Class II correction effects of the Eureka Spring. *Angle Orthod.* 2002;72:203-10.
30. Chhibber A, Nanda R, Uribe F. The Twin Force Bite Corrector and skeletal anchorage for Class II correction. In: Papadopoulos MA. *Skeletal Anchorage in Orthodontic Treatment of Class II Malocclusion.* Mosby, 2015, p:249-252
31. Franchi L, Alvetto L, Giuntini V, Masucci C, Defraia E, Baccetti T. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. *Angle Orthod.* 2011;81:678-83.
32. Bilgic F, Basaran G, Hamamci O. Comparison of Forsus FRD EZ and Andresen activator in the treatment of class II, division 1 malocclusions. *Clin Oral Invest.* 2015;19:445-51.
33. Jones G, Buschang PH, Kim KB, Oliver DR. Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *Angle Orthod.* 2008;78:332-8.
34. Zyperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2016;38:113-26.
35. Panigrahi P, Vineeth V. Biomechanical effects of fixed functional appliance on craniofacial structures. *Angle Orthod.* 2009;79:668-75.
36. Marsico E, Gatto E, Burrascano M, Matarese G, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:24-36.
37. Aras A, Ada E, Saracoglu H, Gezer NS, Aras I. Comparison of treatments with the Forsus fatigue resistant device in relation to skeletal maturity: A cephalometric and magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:616-25.
38. Arici S, Akan H, Yakubov K, Arici N. Effects of fixed functional appliance treatment on the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133:809-14.
39. Kinzinger GS, Roth A, Gülden N, Bücken A, Diedrich PR. Effects of orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the condyle-fossa relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part I) *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:339-46.
40. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:607-18.
41. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Angelopoulos G, Bourque PJ, Lacouture CY, Kuffinec MM. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:13-29.
42. Voudouris JC, Kuffinec MM. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: Growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:247-66.
43. Özbek MM, Memikoğlu TU, Gögen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod* 1998;68:327-36.
44. Iwasaki T, Takemoto Y, Inada E, Sato H, Saitoh I, Kakuno E, Kanomi R, Yamasaki Y. Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146:776-85.
45. Pancherz H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100:220-33.

46. Celikoglu M, Buyuk SK, Ekizer A, Unal T. Treatment effects of skeletally anchored Forsus FRD EZ and Herbst appliances: A retrospective clinical study. *Angle Orthod.* 2016;86:306-14.
47. Unal T, Celikoglu M, Candirli C. Evaluation of the effects of skeletal anchored Forsus FRD using miniplates inserted on mandibular symphysis: A new approach for the treatment of Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2015;85:413-9.
48. Gandedkar NH, Revankar AV, Ganeshkar SV. Correction of a Several Class II occlusion with a fixed functional appliance anchored on mini-implants: A patient report. *World J Orthod.* 2010;11:369-79.
49. Elkordy SA, Aboelnaga AA, Fayed MMS, AboulFotouh MH, Abouelezz AM. Can the use of skeletal anchors in conjunction with fixed functional appliances promote skeletal changes? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2016;38:532-45.

**Yazışma Adresi:**

Dr. Sinem İnce Bingöl  
Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD  
1. Cad No: 107 06490 Bahçelievler/Ankara  
Tel: 0312 203 00 15 • Faks: 0312 203 00 26 • e-posta: hsinemince@gmail.com

