

“

ORTODONTİ

ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

Aralık 2024

EDİTÖR

DOÇ. DR. EBRU KÜÇÜKKARACA

”

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2024

ISBN • 978-625-5955-01-2

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruenyayinevi.com

e-mail: seruenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

ORTODONTİ

Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler

ARALIK 2024

EDİTÖR

DOÇ. DR. EBRU KÜÇÜKKARACA

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

GÖMÜLÜ MAKSİLLER KANİN DİŞLERİN TEŞHİS VE TEDAVİLERİ

Fırat OĞUZ..... 1

BÖLÜM 2

YETİŞKİNLERDE HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME YÖNTEMLERİ

Mahir YAMAN..... 15

Ebru KÜÇÜKKARACA 15

BÖLÜM 3

KRANİYOFASİYAL BÜYÜME YÖNÜ VE NAZAL MORFOLOJİ ARASINDA İLİŞKİ

Himmet YILDIRIM,..... 27

Ismayıl MALIKOV 27

BÖLÜM 4

KAPAKLI BRAKET SİSTEMLERİ

Merve GONCA..... 43

Zübeyde KANTEMUR..... 43

BÖLÜM 5

ORTODONTİDE DİŞ HAREKETİNİ ETKİLEYEN KUVVETLE İLGİLİ FAKTÖRLER

Ebru KÜÇÜKKARACA 65

BÖLÜM 1

GÖMÜLÜ MAKSİLLER KANİN DIŞLERİN TEŞHİS VE TEDAVİLERİ

Fırat OĞUZ¹

¹ Fırat Oğuz, Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti
Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0001-6040-3790

1. Giriş

Erüpsiyonu sekteye uğramış ve sürme zamanı gelmesine rağmen sürememiş olan dişler gömülü olarak isimlendirilmektedir. Maksiller kanin dişleri, üçüncü molar dişlerinden sonra gömülü kalma ihtimali en fazla olan dişlerdir (Bishara & Ortho, 1992). Estetik ve fonksiyonel açıdan maksiller kanin dişlerin önemli bir rolü vardır. Bu sebeple bu dişlerin sürdürülmesi için teşhis ve tedavi planlaması uygun zamanda ve multidisipliner bir şekilde yapılmalıdır.

2. Maksiller Kanin Dişlerin Gömülülük Prevelansı

Ağızda üçüncü molarlardan sonra en fazla gömülü kalma ihtimali olan dişler maksiller kanin dişleridir (Bishara & Ortho, 1992). Dachi ve Howell (SF & FV, 1961) yaptıkları çalışmada gömülü maksiller kanin dişinin insidansını %0,92 olarak belirtirken, Thilander ve Myrberg (Thilander & Myrberg, 1973) 7-13 yaşları arasında çocuklar üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında bu oranı %2,2 olarak belirtmiştir. Türk toplumunda ise gömülü maksiller kanin dişlerin insidansını Aktan ve ark. (Aktan vd., 2010) %1.7 olarak belirtirken, Yazıcı ve ark. () %5.6 ve Çelikoğlu ve ark. (Celikoglu, Kamak, & Oktay, 2010) ise %5.1 olarak belirtmiştir.

Cinsiyete göre gömülü kalma oranını araştıran bazı çalışmalar literatürde mevcuttur. Sebebi tam olarak bilinmese de genel olarak kızlarda kanin dişinin gömülü kalma oranı erkekler ile kıyaslandığında iki üç kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Becker, SMITH, & BEHAR, 1981; Power & Short, 1993). Dachi ve Howell (SF & FV, 1961) gömülü maksiller kanin dişi bulunan hastalar üstünde yaptıkları çalışmada çift taraflı gömülülüğün oranını %8 olarak bildirmişlerdir. Başka çalışmalarda tek taraflı gömülülüğü kanin dişlerin, çift taraflı gömülü kaninlerden daha fazla görüldüğü bildirilmiştir (Kuftinec & Shapira, 1995; Schindel & Duffy, 2007).

3. Gömülü Maksiller Kanin Dişlerin Etiyolojisi

Maksiller kanin dişlerin neden gömülü kaldığı günümüzde hala tam anlaşılamamakla beraber bazı faktörlerin etkili olduğu bildirilmiştir. Daimî maksiller kanin dişleri; lokalize (süt kaninin kökünün rezorbe olmaması, yer darlığı, lateral dişlerin eksik veya kök oluşum zamanlamasında varyasyon olması, kist ve tümör gibi mekanik engeller, ankiloz vb.), sistemik (radyasyona maruziyet, endokrin bozuklukları, ateşli hastalıklar vb.) ve genetik (heredite, alveolar yarıklar vb.) gibi faktörlere bağlı olarak gömülü kalabilmektedir (Ericson & Kurol, 1988; Ngan, Hornbrook, & Weaver, 2005). Bu etkenlerin yanında maksiller daimî kanin dişinin gömülü kalması üzerine pek çok hipotez literatürde belirtilmiştir.

Süt kaninin kökünün rezorbe olmaması: Daimî dişler sürerken alveolar kemiğe doğru hareket ederler ve süt dişlerin köklerinde rezorpsiyon oluştururlar (Suri, Gagari, & Vastardis, 2004). Süt kanin dişinin kökü rezorbe olmayıp

dişin persiste kalmasıyla, daimî kanin dişleri süremeyip gömülü kalabilmektedir. Böyle durumlarda kökü rezorbe olamayan süt kanin dişinin çekilmesiyle gömülü daimî kanin dişte spontan erüpsiyon görülebilmektedir (Ericson & Kuroi, 1986).

Travma: Diğer yaşlar ile karşılaştırıldığında 2-4 yaşları (süt dentisyon) ile 7-10 yaşları (karma dişlenme) arasındaki çocuklarda travma sık görülmektedir. Lateral dişe gelecek travmalar kök gelişimini etkileyebilmektedir. Böyle durumlar daimî kanin dişinin palatinalde gömülü kalmasına sebep olabilir (Brin, Ben-Bassat, Zilberman, & Fuks, 1988).

Yer darlığı: Dental arkın mevcut uzunluğunun, dişlerin meziodistal çaplarının toplamından az olduğu durumlarda yer darlığı gözlenir. Jacoby (Jacoby, 1983) palatinalde gömülü kalan kanin vakalarının %85'inde, kanin dişinin sürmesi için yeterli yerin mevcut olduğunu ancak labialde gömülü kanin dişi vakalarının ancak %17'sinde kanin dişinin sürmesi için yeterli yer olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple yer darlığı daha çok labialde gömülü kanin diş vakalarıyla ilişkilendirilmektedir (Jacoby, 1983). Yer darlığının çözüldüğü durumlarda labialde gömülü kalacak olan dişlerin sürmesi beklenebilir.

Sürme yolunun uzun olması: Daimî maksiller kanin dişlerinin germleri okluzyondan uzak mesafede konumlanmaktadır. Diş sürerken bu uzun yolu kesintisiz izlemelidir. Sürme yolunda gerçekleşebilecek herhangi bir aksaklık gömülü kalmaya sebep verebilmektedir. Kanin dişinin bu uzun ve kıvrımlı sürme yolunu izlemesi bu dişin gömülü kalma nedenleri arasında düşünülmektedir (Becker, 2012).

Lateral rehberliği: Daimî dentisyonda santral ve lateral dişler kanin dişinden önce sürmektedir. Bu dişler sürdükten sonra sürme zamanı gelen maksiller daimî kanin dişleri daimî üst yan kesici dişin kökünü reheber edinir ve kök boyunca okluzyona doğru hareket etmektedir. Daimî lateral dişin konjenital olarak eksik olması veya şeklinin kama gibi olması, dişin kök uzunluğunun ve formunun anormal olması rehberlikte sorunlar çıkmasına sebep olabilmektedir. Böyle durumlarda kanin dişleri, lateral dişlerin kökünün distal yüzeyi ile olan rehberliğini kaybetmesiyle palatinal bölgede gömülü kalabilmektedir (Becker et al., 1981; Jacoby, 1983).

Genetik teori: Maksiller daimî lateral dişlerin agenezisi veya hipoplazisi genetik şekilde görülebilmektedir. Lateral rehberliğinde anlatıldığı gibi böyle durumlarda kanin dişi gömülü kalabilmektedir. Sonuç olarak genetik olarak belirlenmiş bu anomaliler ile birlikte palatinalde gömülü maksiller kanin dişler görülebilmektedir (Leifert & Jonas, 2003). Palatinalde gömülü kalan kanin dişlere sahip bireylerde MSX1 rs12532 geninde polimorfizmin daha yüksek bir frekansta görülmüştür (Devi & Padmanabhan, 2019).

4. Maksiller Kanin Dişlerin Gömülü Kalmasıyla Oluşabilecek Komplikasyonlar

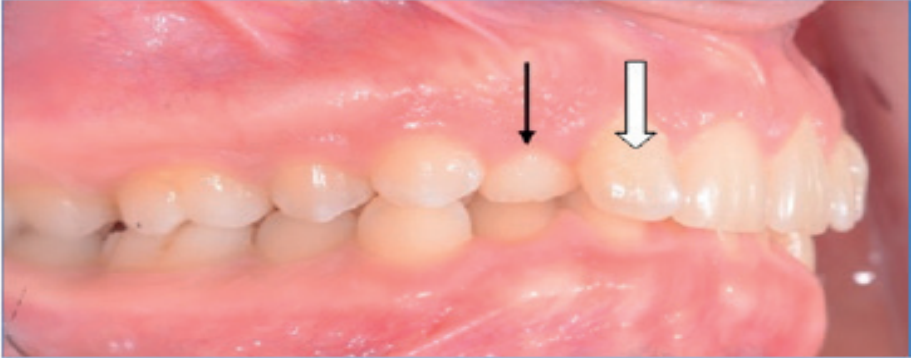
Gömülü maksiller kanin dişleri genellikle asemptomatik bir şekilde görülmekle beraber, bu dişler birçok komplikasyona sebep olabilmektedir. Bu sebepten ötürü bu dişler düzenli olarak hem klinik hem de radyografik olarak takip edilmelidir.

Kistik değişiklikler: Gömülü kanin dişinin folikülü ile süt kanin dişinin periapikali anatomik olarak yakın olabilmektedir. Süt dişinin kökünde gelişebilen lezyonlar folikülü de etkileyebilir. Böyle bir durumda gömülü kanin dişinin folikülü stimüle olup genişleyebilir. Sonuç olarak genişleme ile beraber folikülde dentigeröz kist izlenebilmektedir (Shafer, Hine, & Levy, 1963).

Komşu dişlerde kök rezorpsiyonu: Gömülü kanin dişlerinin oluşturduğu komplikasyonlarından bir diğeri de lateral, santral ve hatta birinci premolar dişlerde görülen kök rezorpsiyonudur (Cooke & Nute, 2005). Bu dişlerden lateral kesici dişin kökünün konik olması rezorpsiyona yatkınlık oluşturur. Ayrıca sürme sırasında kökünün maksiller gömülü kanin dişlerin bulunduğu anatomik bölgeye yakın olması rezorpsiyondan en fazla etkilenen diş olmasına sebep vermiştir (Saldarriaga & Patiño, 2003). Ericson ve Kurol (Ericson & Kurol, 2000) yaptıkları çalışmada maksiller kanin dişinin ektopik erüpsiyonuna bağlı olarak, kesici dişlerde rezorpsiyonunun yaklaşık olarak %50 oranında görüldüğünü belirtmişlerdir.

5. Gömülü Maksiller Kaninlerin Teşhisi

Göz ile muayene yöntemi (İnspeksiyon): Diş sürme zamanları incelendiğinde daimî maksiller kanin dişlerin 12 yaş civarında sürmesi beklenmektedir. Yaşı geldiği halde maksiller süt dişinin düşmeyip ağızda kalması, altında kalan daimî kanin dişin gömülü kaldığına işaret edebilir (Şekil 1). Sürme yolundan sapan daimî kanin dişler gömülü kalıp, süt kaninin kökünü rezorbe edemeği için persiste kalmalarına sebep verir.



Şekil 1. Persiste kalmış süt kanin dişi

El ile muayane yöntemi (Palpasyon): Diş hekimliği rutin muayene pratiğinde palpasyon sıklıkla yapılmaktadır. Alveol mukazaya dokunarak diş kökleri hakkında genel bir izlenim elde edilebilmektedir. Daimî maksiller kanin dişleri okluzyona ulaşmadan iki üç yıl önce bukkalden palpe edilerek kontrol edilebilir. Sürme yolundan sapan kanin dişlerinin varlığında, labialdeki alveoller kemik konkavlaşır. Böyle durumlarda kanin dişinin gömülü kaldığı düşünülebilir. Gömülülük palatinalde olduğu durumlarda palatinal mukoza palpe edilerek bu durum tespit edilebilir.

Radyografik yöntemler: Gömülü maksiller kanin dişlerin tespitinde intraoral ve ekstraoral radyografik teknikler kullanılmaktadır. İntroral radyografik teknikler şunlardır:

Okluzal radyografi, kullanılarak gömülü kalan dişin bukko-lingual yön-deki pozisyonu tespit edilebilir. Bu radyografya kökler biraz kısa görülebilmektedir. Fakat süperpozisyon olmamasından dolayı görüntü daha net bir şekilde elde edilir. Kanin dişi palatinalde gömülü kaldıysa ve dişin uzun aksı, keser dişlere paralel ise radyografide dental arkın dışında daire şeklinde izlenecektir. Kanin dişinin uzun aksı, orta hatta göre eğimli ise radyografide eliptik bir şekilde görülecektir. Öte yandan kanin dişinin uzun aksı orta hatta göre horizontal ise radyografide diş tamamen gözlenebilecektir (Becker, 2012; Becker et al., 1981; Bishara & Ortho, 1992).

Periapikal radyografiler, iki boyutlu filmlerdir. Dişin mezio-distal ve süpero-inferior yöndeki görüntüsü hakkında fikir verir. Bukko-lingual pozisyon değerlendirilmek istendiğinde farklı açılardan çekilmiş ikinci bir periapikal radyografiye ihtiyaç olur (Bishara & Ortho, 1992).

Gömülü maksiller kanin dişlerin tespitinde kullanılan ekstraoral radyografik teknikler şunlardır:

Panoramik radyografi, ağızda bulunan tüm dişlerin kron ve köklerini göstermesi, alveol kemik yapısının izlenebilmesi, maksilla ve mandibulayı içermesi ve filmin kolay elde edilmesi gibi avantajlarından dolayı en sık tercih edilen ekstraoral radyografik görüntüleme yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2). Gömülü dişlerin vertikal pozisyon ve horizontal angulasyonları hakkında bilgiler verebilmektedir. Panoramik radyografilerde gömülü olan kanin dişinin bukkal veya palatinal konumu belirlenebilmektedir. Gömülü kanin dişinin kronu ile santral kesici dişin kökünde çakışma görülürse, gömülülüğün palatinal konumlu olduğu kabul edilmektedir (An vd., 2013).



Şekil 2. Panoramik film de teşhis edilmiş palatinal konumlu gömülü kanin dişi

Lateral sefalometrik radyografi, ortodontik tedaviden önce sıklıkla alınan bir ekstraoral radyografik filmdir (Şekil 3). Bu radyografik film, temelde sefalometrik analiz yapmak amacıyla alınmasının yanında gömülü dişlerin pozisyonu hakkında da bilgi verebilmektedir. Bazı anatomik yapılar filmde süperpoze olsa da gömülü maksiller kanin dişinin bulunduğu maksillanın ön kısmı net bir şekilde izlenebilmektedir. Ayrıca bu filmde vertikal ve anteroposterior düzlemlerde gömülü kalan kanin dişinin uzun eksenini değerlendirmek amacıyla ölçüm yapma imkanı da mevcuttur (Becker, 2012)).



Şekil 3. Gömülü maksiller kanin dişinin bulunduğu lateral sefalometrik film

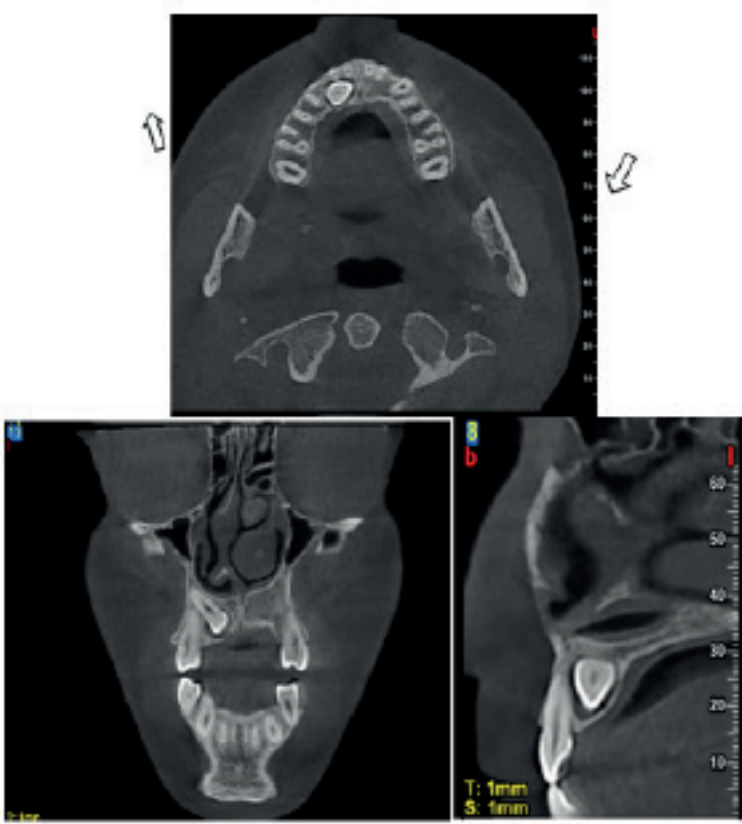
Posteroanterior radyografi, klinik rutinde çok alınmamasının yanında asimetri mevcudiyetinde faydalı bilgiler barındıran bir filmidir (Şekil 4). Bu

filmde kanin dişlerinin kronu 8-9 yaş civarında nazal kavitenin lateraline göre mediale konumlanırken, kökü ise laterale doğru eğilmelidir. Ayrıca kaninin kronu lateral dişin kök ucu hizasında konumlanmalıdır. Eğer bu yaşlarda kanin dişinin mediale açısı artmışsa bu dişin gömülü kalabileceği düşünülmelidir (Becker, 2012).



Şekil 4. Gömülü maksiller kanin dişinin bulunduğu posteroanterior film

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KİBT), dental alanda kullanılmak üzere konvansiyonel tomografilere alternatif olarak üretilmiştir. Kullanılan X ışınları konik şekillidir. Geleneksel tomografilere göre, görüntü doğruluğu daha iyi olup, radyasyon dozu daha azdır. Daha hızlı bir tarama sağlayıp, metallere kaynaklanan artefaktlar daha azdır. Ayrıca maliyeti de daha uygundur (Farman & Scarfe, 2009; Scarfe & Farman, 2008). Bu sebeplerden ötürü gömülü kanin dişlerin değerlendirilmesi için KİBT sıklıkla tercih edilmiştir (Şekil 5). Yapılan bir çalışmada kanin dişinin kronunun pozisyonu, tüberkül tepesinin oklüzal düzlemi ve orta hatta göre durumu gibi parametreler KİBT ile incelendiğinde, kanin dişininin gömülü kalmasının tahmin edilebileceği bildirilmiştir (Alqerban, Jacobs, Fieuws, & Willems, 2015).



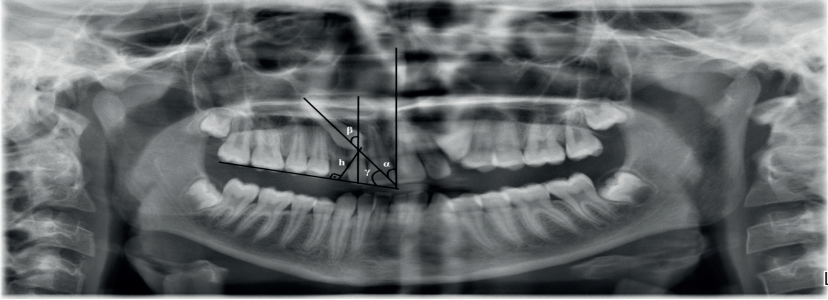
Şekil 5. KIBT ile gömülü kanin dişini farklı kesitlerden değerlendirilmesi

6. Gömülü Maksiller Kaninlerin Tedavisi

Gömülü maksiller kanin diş tespit edildiğinde farklı tedavi seçenekleri karşımıza çıkmaktadır. Tedavi istemeyen hastalarda periyodik takip önerilmektedir. Diğer tedavi seçenekleri olarak gömülü kanin dişin ototransplantasyonu, gömülü kanin dişin çekimi sonrasında boşluğun ortodontik tedaviyle kapatılması, gömülü kanin dişin çekimi sonrasında boşluğun protetik restorasyonla ya da implant uygulanmasıyla kapatılması ve gömülü kanin dişin ortodontik olarak sürdürülmesi diğer tedavi seçeneklerindedir (Leonardi, Armi, Franchi, & Baccetti, 2004; Sagne, Lennartsson, & Thilander, 1986). Gömülü kanin ankilozsa ve transplante edilemiyorsa, kökünde ciddi dilesasyon veya rezorpsiyon varsa ve kritik bir yerde gömülü ise çekim düşünülebilir (Bishara & Ortho, 1992). Aksi taktirde bu dişin ortodontik olarak sürdürülmesi hastaya sunulabilecek en iyi tedavi seçeneklerindedir (Chew & Ong, 2004).

Kanin dişinin ortodontik olarak sürdürmek için bazı açılardan dişi değerlendirmek gerekir. Dişin sürme prognozu bu açılardan etkilenebilmektedir. Gömülü kanin dişin uzun ekseninin orta hatla yaptığı açı (alfa açısı, α),

lateral kesici diş ile yaptığı açı (beta açısı, β) ve oklüzal düzlemlerle yaptığı açı (gama açısı, γ) değerlendirilmesi gereken açılardandır (Şekil 6)(Schubert & Baumert, 2009). Ayrıca gömülü kanin dişin tüberkül ucunun oklüzal düzleme olan uzaklığı (h) da dişin sürme prognozunda etkilidir. Prognozun kötü olduğu durumlarda ortodontik tedavi şarttır. Bu durumlarda, kesin tedavi kararı vermeden önce tüm faktörler dikkatlice değerlendirilmelidir. Ardından tedaviye aşamalı bir şekilde başlanmalıdır.



Şekil 6. Gömülü kanin dişinin yaptığı alfa, beta, gama açılarının ve h mesafesinin gösterimi

Gömülü maksiller kanin dişlerin ortodontik tedavi aşamaları; dental arkın braketlemeler ile seviyelenmesi ve gömülü kanin dişi için yeterli yerin açılması, ankrajın arttırılması, gömülü kanin dişinin üzerinin cerrahi olarak açılması ve ataşman yapıştirilmesi, dişe ortodontik kuvvet uygulanması ve final detaylandırma şeklindedir (Şekil 7)(Chew & Ong, 2004).



Şekil 7. Arkın seviyelenmesi, yeterli yerin açılması, ankrajın arttırılması ve kanin dişine kuvvet verilip sürüdürülmesi aşamaları

Gömülü kanin dişlerinin cerrahi olarak üzerinin açılmasının farklı yöntemleri vardır. Cerrahi yöntemi belirlerken estetik ve fonksiyonel açıdan değerlendirilmeler yapılmalıdır. Dişeti yüksekliği, klinik kron boyu, yapışık dişeti kalınlığı, potansiyel relaps riski ve ataşman seviyesi gibi faktörler göz önünde bulundurularak teknik belirlenmelidir (Vermette, Kokich, & Kennedy, 1995).

Açık cerrahi teknik ile sürdürme: Gömülü olan dişin üzerini örten yumuşak dokunun çıkarılması ve dişin açıkta bırakılması şeklinde uygulanan bir tekniktir. Diş sürerken ortodontistin dişi görebilmesi ve dişin daha hızlı sürmesi açık tekniğin avantajlarından (Vanarsdall & Corn, 1977). Labialde gömülü olan kanin dişlerin cerrahisinde genellikle en sık gingivektomi ve apikale kaydırılan flep yöntemi yöntemleri kullanılmaktadır (Vermette et al., 1995). Açık cerrahi tekniğinin bir modifikasyonu olarak pencere yöntemi de kullanılmaktadır. Bu teknikte sirküler eksizyon ile gömülü dişin üzerini örten mukoza ve ince kemik kaldırılır. Bu teknikte maksiller kanin dişlerinde ataşman kaybı, dişeti çekilmesi ve gingival enflamasyonun görülme sıklığı fazladır (Boyd, 1984).

Açık cerrahi tekniğin avantajları; işlem esnasında ataşman yapılandırılmasından dolayı ortodontistin bulunma ihtiyacının olmaması, ataşmanın düşmesi durumunda yeni bir cerrahi operasyona ihtiyaç olmaması ve gömülü dişin nispeten daha hızlı sürmesidir (Vanarsdall & Corn, 1977). Bu tekniğin dezavantajları ise; cerrahi bölgesi epitelizeasyon ile iyileşmeye bırakıldığından dolayı enfeksiyon riskinin daha fazla olması, periodontal iyileşmenin gecikmesi ve hasta açısından konforsuz olmasıdır (Kohavi, Becker, & Zilberman, 1984; Vanarsdall & Corn, 1977).

Kapalı cerrahi teknik ile sürdürme: Cerrahi alanın açılıp, gömülü diş ataşman yapılandırıldıktan sonra flebin orijinal konumuna yeniden dikildiği bir tekniktir. Genellikle bir hafta içerisinde diş kuvvet uygulanmaya başlanmaktadır (Vermette et al., 1995). Gömülü diş mukogingival birleşim hattına yakınsa veya alveolün derinlerinde ise açık teknik uygulanamayıp, kapalı teknik tercih edilir (Kokich & Mathews, 2001).

Kapalı tekniğin avantajları; açık tekniğe göre daha hızlı iyileşmesi, hastada oluşturduğu rahatsızlık hissinin daha az olması, fonksiyona daha az engel olması, erken kuvvet uygulama imkânı vermesi ve daha estetik sonuçlar görülmesidir (Becker, Shpack, & Shteyer, 1996; Vermette et al., 1995). Bu tekniğin dezavantajları ise; cerrahi aşmasında ataşman yapılandırılması gerektiğinden dolayı ortodontistin bulunması ve ataşman kopunca ikinci bir cerrahinin gerekliliği sayılabilir.

Ortodontik kuvvet uygulanması: Gömülü kanin dişine ataşman yapılandırıldıktan sonra ortodontik teknikler kullanılarak diş kuvvet verilmeye başlanır. Güncel literatür incelendiğinde gömülü dişlerin sürdürülmesiyle ilgili pek çok tedavi tekniğinin bulunduğu görülmektedir. Bu yöntemler; ballista spring

uygulama, elastik chain veya ligatür teli uygulama, ana ark telinin üzerinden esnek bir yardımcı ark uygulama, minivida ve sabit ankraj apareyleri aracılığıyla kuvvet uygulama ve hareketli aparey ile kuvvet uygulama şeklinde sıralanabilir (Kamak & Kamak, 2014).

Ballista spring en sık kullanılan yöntemlerden biridir (Şekil 8). Yuvarlak paslanmaz çelik telden bükümler yapılarak oluşturulur. Springin uç kısmı metal ligatür bağlanması için loop şeklinde olup horizontal parçaya dik bir şekilde aşağı doğru uzanarak kuvvet üretir (Jacoby, 1983).



Şekil 8. Gömülü maksiller kanin dişe balista spring uygulaması ve dişin açığa çıkması

Gömülü diş sürdürülürken dişe optimum kuvvet verilmelidir. Optimum kuvvet uygulanmadığında pulpada nekroz, dişte ankiloz ve rezorpsiyonlar gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Diş optimum kuvvetle sürdürülse bile bazı komplikasyonlar yine de meydana gelebilir. Sürdürülen dişte gingivitis, kemik kaybı, diş eti çekilmesi ve keratinize diş eti genişliğinde azalma bu komplikasyonlardan bazılarıdır (Grande, Stolze, & Goldbecher, 2005).

7. Sonuç

Maksiller kanin dişi estetik ve fonksiyonel açıdan önemli bir diştir. Bu dişin gömülü kaldığı durumlarda klinik ve radyografik muayeneler ile teşhisi yapılmalıdır. Dişin ortodontik olarak sürdürülmesi gerektiği durumlarda en uygun cerrahi yöntem belirlenerek dişe atışman yapılandırılıp, doğru seçilmiş ortodontik mekaniklerle dişi arka üzerindeki ideal yerine sürdürdürmek hedeflenmelidir. Tedavi sırasında düzenli aralıklarda röntgen alınmalı, komşu dişlerde rezorpsiyon olup olmadığı takip edilmelidir.

Yer darlığına bağlı olarak ileride gömülü kalabilecek kanin dişleri erken dönemde tespit edildiğinde, farklı ortodontik uygulamalar yapılarak gömülüğünün önüne geçilebilir. Bu nedenle, erken dönemlerde ortodontik muayene önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aktan, A. M., Kara, S., Akgünlü, F., & Malkoç, S. (2010). The incidence of canine transmigration and tooth impaction in a Turkish subpopulation. *The European Journal of Orthodontics*, 32(5), 575-581.
- Alqerban, A., Jacobs, R., Fieuws, S., & Willems, G. (2015). Radiographic predictors for maxillary canine impaction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 147(3), 345-354.
- An, S., Wang, J., Li, J., Cheng, Q., Jiang, C., Wang, Y., . . . Xiao, L. (2013). Comparison of methods for localization of impacted maxillary canines by panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42(8), 20130129.
- Başer, E. N. (2022). Palatinalde gömülü kaninlerin ballista ve kilroy springlerin farklı kuvvetleriyle sürdürülmesinde oluşan stres dağılımının sonlu elemanlar analizi metoduyla incelenmesi.
- Becker, A. (2012). *Orthodontic treatment of impacted teeth*: London.
- Becker, A., Shpack, N., & Shteyer, A. (1996). Attachment bonding to impacted teeth at the time of surgical exposure. *The European Journal of Orthodontics*, 18(1), 457-463.
- Becker, A., SMITH, P., & BEHAR, R. (1981). The incidence of anomalous maxillary lateral incisors in relation to palatally-displaced cuspids. *The Angle Orthodontist*, 51(1), 24-29.
- Bishara, S. E., & Ortho, D. (1992). Impacted maxillary canines: a review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 101(2), 159-171.
- Boyd, R. L. (1984). Clinical assessment of injuries in orthodontic movement of impacted teeth: II. Surgical recommendations. *American journal of orthodontics*, 86(5), 407-418. doi:[https://doi.org/10.1016/S0002-9416\(84\)90034-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9416(84)90034-4)
- Brin, I., Ben-Bassat, Y., Zilberman, Y., & Fuks, A. (1988). Effect of trauma to the primary incisors on the alignment of their permanent successors in Israelis. *Community dentistry and oral epidemiology*, 16(2), 104-108.
- Celikoglu, M., Kamak, H., & Oktay, H. (2010). Investigation of transmigrated and impacted maxillary and mandibular canine teeth in an orthodontic patient population. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(5), 1001-1006.
- Chew, M. T., & Ong, M. M.-A. (2004). Orthodontic-surgical management of an impacted dilacerated maxillary central incisor: a clinical case report. *Pediatric dentistry*, 26(4), 341-344.
- Cooke, M., & Nute, S. (2005). Maxillary premolar resorption by canines: three case reports. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 15(3), 210-212.
- Devi, M. A., & Padmanabhan, S. (2019). Role of polymorphisms of MSX1 and PAX9 genes in palatal impaction of maxillary canines. *Journal of Orthodontics*, 46(1), 14-19.
- Ericson, S., & Kuroi, J. (1986). Radiographic assessment of maxillary canine eruption

- in children with clinical signs of eruption disturbance. *The European Journal of Orthodontics*, 8(3), 133-140.
- Ericson, S., & Kuroi, J. (1988). Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *European journal of orthodontics*, 10(4), 283-295.
- Ericson, S., & Kuroi, J. (2000). Incisor root resorptions due to ectopic maxillary canines imaged by computerized tomography: a comparative study in extracted teeth. *The Angle Orthodontist*, 70(4), 276-283.
- Farman, A. G., & Scarfe, W. C. (2009). *The basics of maxillofacial cone beam computed tomography*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics.
- Grande, T., Stolze, A., & Goldbecher, H. (2005). Management of an extremely displaced maxillary canine. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopädie*, 66(4), 319-325.
- Jacoby, H. (1983). The etiology of maxillary canine impactions. *American journal of orthodontics*, 84(2), 125-132.
- Kamak, G., & Kamak, H. (2014). Multidisipliner Yaklaşımla Tedavi Edilmiş Çok Sayıda Gömülü Diş. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 20(3).
- Kohavi, D., Becker, A., & Zilberman, Y. (1984). Surgical exposure, orthodontic movement, and final tooth position as factors in periodontal breakdown of treated palatally impacted canines. *American journal of orthodontics*, 85(1), 72-77. doi:[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90124-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90124-6)
- Kokich, V. G., & Mathews, D. (2001). Impacted teeth: surgical and orthodontic considerations. *Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor, Mich.*
- Kuftinec, M., & Shapira, Y. (1995). The impacted maxillary canine: I. Review of concepts. *ASDC journal of dentistry for children*, 62(5), 317-324.
- Leifert, S., & Jonas, I. E. (2003). Dental anomalies as a microsymptom of palatal canine displacement. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopädie*, 64(2), 108-120.
- Leonardi, M., Armi, P., Franchi, L., & Baccetti, T. (2004). Two interceptive approaches to palatally displaced canines: a prospective longitudinal study. *The Angle Orthodontist*, 74(5), 581-586.
- Ngan, P., Hornbrook, R., & Weaver, B. (2005). *Early timely management of ectopically erupting maxillary canines*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics.
- Power, S. M., & Short, M. B. (1993). An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favourable eruption. *British journal of orthodontics*, 20(3), 215-223.
- Sacerdoti, R., & Baccetti, T. (2004). Dentoskeletal features associated with unilateral or bilateral palatal displacement of maxillary canines. *The Angle Orthodontist*,

74(6), 725-732.

- Sagne, S., Lennartsson, B., & Thilander, B. (1986). Transalveolar transplantation of maxillary canines an alternative to orthodontic treatment in adult patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 90(2), 149-157.
- Saldarriaga, J. R., & Patiño, M. C. (2003). Ectopic eruption and severe root resorption. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123(3), 259-265.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
- Schindel, R. H., & Duffy, S. L. (2007). Maxillary transverse discrepancies and potentially impacted maxillary canines in mixed-dentition patients. *The Angle Orthodontist*, 77(3), 430-435.
- Schubert, M., & Baumert, U. (2009). Alignment of impacted maxillary canines: critical analysis of eruption path and treatment time. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie*, 70(3).
- SF, D., & FV, H. (1961). A survey of 3,874 routine full-mouth radiographs. I. A study of retained roots and teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 14, 916-924.
- Shafer, W. G., Hine, M. K., & Levy, B. M. (1963). A textbook of oral pathology. In *A textbook of oral pathology* (pp. xv, 768-xv, 768).
- Suri, L., Gagari, E., & Vastardis, H. (2004). Delayed tooth eruption: pathogenesis, diagnosis, and treatment. A literature review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 126(4), 432-445.
- Thilander, B., & Myrberg, N. (1973). The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. *European Journal of Oral Sciences*, 81(1), 12-20.
- Vanarsdall, R. L., & Corn, H. (1977). Soft-tissue management of labially positioned unerupted teeth. *American journal of orthodontics*, 72(1), 53-64. doi:[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90124-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90124-5)
- Vermette, M. E., Kokich, V. G., & Kennedy, D. B. (1995). Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption techniques. *The Angle Orthodontist*, 65(1), 23-32. doi:10.1043/0003-3219(1995)065<0023:Ulitap>2.0.Co;2
- Yazıcı S, K. A., Tarık A. (2002). Gömülü dişler üzerine retrospektif bir çalışma. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek Fak Derg*, 5(2), 46-51.

BÖLÜM 2

YETİŞKİNLERDE HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME YÖNTEMLERİ

Mahir YAMAN¹

Ebru KÜÇÜKKARACA²

1 Uzm.Dt. ORCID ID: 0009-0009-1032-426, Serbest Muayenehane

2 Doç.Dr. ORCID ID: 0000-0002-6832-0567

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD., Ankara/ TÜRKİYE

1. Giriş

Üst çenenin transversal yetersizliği klinik olarak sıklıkla karşılaşılan bir durumdur ve hastaların yaklaşık %5-23 'ünü etkilediği rapor edilmiştir. Bu sorun genellikle derin bir damak, tek taraflı veya çift taraflı posterior çapraz kapanış, diş çapraşıklığı veya maksiler keserlerin protrüzyonu ile birlikte görülebilir. Genetik, fonksiyonel veya çevresel etkenler etiyojik faktörlerdir (Huang ve ark., 2011).

Genç bireylerde posterior çapraz kapanış düzeltilmesi ve üst çenenin transversal yetersizliğinin iyileştirilmesinde hızlı üst çene genişletmesiyle (Rapid Palatal Expansion: RPE) başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesi midpalatal süturun kapanmasından önce uygulandığı zaman başarılı sonuçlar elde edilirken, süturun kapandığı yetişkin hastalarda RPE uygulamasının yetersiz kaldığı ve sınırlı iskeletsel genişlemenin elde edilebildiği bilinmektedir. Ayrıca yetişkinlerde tedavi sonrası stabilitenin yetersizliği, kök rezorpsiyonları ve ankraj alınan dişlerin bukkale devrilmesi gibi yan etkiler de ortaya çıkabilmektedir (Huang ve ark., 2011). Bazı durumlarda konvansiyonel RPE'nin yetersiz kaldığı görülen tüm bu yan etkiler neticesinde yetişkin hastalarda bu sorunları gidermek için yeni tedavi yöntemleri arayışına gidilmiştir. Mini vida destekli ve cerrahi destekli maksiller genişletme yöntemleri, konvansiyonel RPE'nin yetersiz kaldığı durumlarda yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış ve başarılı tedavi sonuçları ile literatüre girmiştir (Wilmes ve Drescher, 2008).

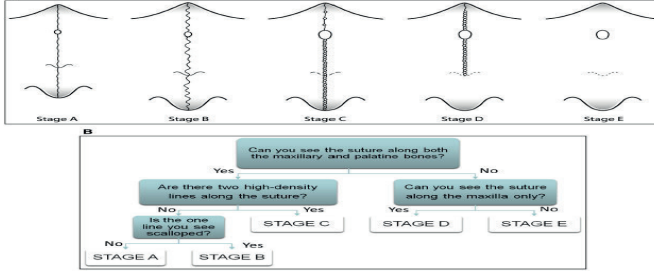
2. Maksillar Sütür ve Matürasyon Evreleri

Hızlı üst çene genişletmesine en fazla direnç oluşturan bölgeler olarak, midpalatal süturdan ziyade zigomatik kemik bölgesindeki direnç merkezleri sorumlu tutulmaktadır (Zimring ve Isaacson, 1965). Persson ve Thilander, midpalatal sütür füzyonunun gelişim evrelerindeki değişkenliğinin özellikle kronolojik yaşla doğrudan ilişkili olmadığını göstermiştir (Persson ve Thilander, 1977). Bu yüzden sütür kemikleşme miktarı ve RPE ile iskeletsel olarak süturun kırılması ihtimalini tahmin edebilmek için Angelieri ve ark. konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerine dayalı olarak sütür olgunlaşması için bir sınıflandırma geliştirmiştir. Bu sınıflandırmada A'dan E'ye kadar olan 5 evrede midpalatal sütür konsolidasyon derecesi belirtilmiştir. Bunlar:

- Evre A'da midpalatal sütür neredeyse düz hatlı, yüksek yoğunluklu ve interdigitasyon yoktur veya çok azdır.
- Evre B'de midpalatal sütür düzensiz bir hat şekli alır ve tarak şeklinde yüksek yoğunluklu bir çizgi olarak görünür.
- Evre C'de midpalatal sütür, maksilla ve palatinal kemiklerde küçük düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılmış birbirine yakın 2 paralel, tarak şeklinde, yüksek yoğunluklu çizgi olarak görünür.

• Evre D'de palatinal kemikte midpalatal suture füzyonu meydana gelmiştir ve matürasyon arkadan öne doğru ilerlemektedir. Palatinal kemikte midpalatal suture bu aşamada görünmez, sutureun maksiller kısmında füzyon henüz oluşmamıştır ve suture hala küçük düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılmış 2 yüksek yoğunluklu çizgi olarak görülebilir.

• Evre E'de maksillada midpalatal suture füzyonu meydana gelmiştir (Angelieri ve ark., 2013)(Şekil 1.).



A ve B aşamalarında geleneksel RPE yaklaşımının C aşamasına göre kuvvetlere daha az direnç göstereceği ve muhtemelen daha fazla iskelet etkiye sahip olacağı tahmin edilmektedir. D ve E evrelerindeki hastalar, SARPE veya MARPE ile daha iyi tedavi edilebilir, çünkü midpalatal suture füzyonu kısmen veya tamamen gerçekleşmiş olup, RPE kuvvetlerinin sutureu açmasını engellemektedir (Angelieri ve ark., 2013).

Şekil 1. Suture olgunlaşma evreleri (Angelieri ve ark., 2013)

3. Yetişkinlerde Hızlı Maksillar Genişletme Yöntemleri

3.1. Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (SARPE)

Yetişkin hastalarda transversal uyumsuzlukları düzeltmek için geliştirilmiş bir cerrahi tekniktir. Brown 1938'de ilk kez bir ders kitabında SARPE tekniğini tanımlamıştır (Brown, 1938). SARPE cerrahi distraksiyon yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. 1999 yılında Mommaerts, SARPE için kemik destekli bir cihaz olan Trans Palatal Distraktörü (TPD) tanıtmıştır (Mommaerts, 1999).

• SARPE endikasyon ve komplikasyonları

Endikasyonlar:

1- Maksiller arkı daralmış ve iskeletsel büyümenin son aşamalarında olan hastalarda maksiller genişletme için,

2- Maksiller ark boyutunu artırmak, posterior çapraz kapanışı düzeltmek için,

3- Çekim endike olmadığında çapraşık bir maksiller dişlenme alan sağlamak için,

4- Damak yarığı olan hastalarda maksiller hipoplaziyi düzeltmek için,

5- Gülümserken görülen geniş karanlık bukkal koridorları azaltmak için,

6- Konvansiyonel RPE ile başarısız olduğunda süturların direncini yenmek için.

İşlem sonrası oluşabilecek komplikasyonlar; osteotomi alanında PDL ve kök hasarı, fistül, osteotomi yan etkisi nedeniyle dudak ve damakta uyuşma, nazal septum deviasyonu riski, maksiller sinir yaralanması, asimetrik genişleme, işlemde sonra kanama, enfeksiyon, ağrı, palatal doku tahrişidir (Betts ve Ziccardi, 2000).

Lee ve Perrino, yaptıkları meta analiz çalışmasında SARPE'yi takiben en az 6 ay içinde, alar taban genişliğinin anlamlı derecede (+1,74 mm) artış gösterdiğini bildirmiştir (Lee ve Perrino, 2017). Thomas Starch-Jensen ve Blæhr, yaptıkları derlemede SARPE'yi, segmental Le fort 1 osteotomisinden genişletme olarak daha etkili bulmuştur (Starch-Jensen ve Blæhr, 2016).

Nada ve ark. maksiller genişlemeden sonra 2 yıl boyunca, nazal hava yolu hacminde %9,7 ila %12,9 arasında değişen bir artış bulmuş ve diş destekli ile kemik destekli gruplar arasında fark olmadığını belirtmiştir (Nada vd., 2013). Chung ve Goldman, yaptıkları çalışmada SARPE'den sonra molar bukkal tipping miktarını 7.04 +/- 4.58 olarak bulmuşlardır (Chung ve Goldman, 2003).

• *Cerrahi teknik*

Cerrahi prosedür daha çok orta yüzdeki lateral genişlemeye dirençli alanları rezeke etmek üzere tasarlanmıştır. Direnç alanları, anterior (piriform aperture), lateral (zigomatik buttressler), posterior (pterygoid birleşmeler) ve medyan (midpalatal sütür) olarak sınıflandırılmıştır. Timms ve Vero, hastanın yaşına göre maksiller genişletme için 3 aşamalı cerrahi destekli maksiller genişletmeyi öne sürdüler. Evre 1 (medyan osteotomi), 25 yaş ve üzeri hastalara veya hızlı üst çene genişletmesi denenip başarısız olunmuş daha genç hastalara uygulanır. Aşama 2 (medyan ve lateral osteotomiler) 30 yaş ve üzeri hastalara, aşama 3 (medyan, lateral maksiller ve anterior maksiller osteotomiler) 40 yaş ve üzeri hastalara uygulanmaktadır (Timms ve Vero, 1981).

Betts ve Ziccardi, piriform apertürden pterygomaksiller fissüre kadar total bilateral maksiller osteotomi ve anterior nazal spinadan posterior nazal spinaya kadar midpalatal sütür osteotomisi yapılmasını önermiştir. Maksiller genişlemeye direnç gösteren tüm bölge ve süturları cerrahi olarak kesmeyi önermişlerdir. Ayrıca osteotomi hattı olarak maksiller dişlerin apekslerinin yaklaşık 4-5 mm yukarısı önerilmiştir (Betts ve Ziccardi, 2000).

Northway ve Meade, pterygoid birleşimlerin ayrılması sonucu superior alveoler arter ve pterygoid venöz pleksusun zarar görebilme ihtimali ve kanama riskinin artması sebebiyle pterygoid birleşimi ayırmamayı tercih etmiştir (Northway ve Meade, 1997). Cerrahların çoğu bir frez, osteotom veya pistonlu

testere ile doğrudan kesim için kemiği açığa çıkararak bir yumuşak doku in-sizyonu önermiştir. Cerrahi teknikteki farklılıklar da hastanın yaşına, palatal torus veya eksik dişler varlığına göre belirlenmelidir (Pearson, 1996).

Literatüre bakıldığında, SARPE'nin kapsamı veya prosedürü hakkında tam bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Ayrıca, maksiller genişlemeye direnç gösteren alanları belirlemenin veya cerrahi kesileri bireyselleştirmenin belli sınırları yoktur. Bundan dolayı cerrah kendi bilgi ve tecrübesine göre tercih ettiği tekniği kullanmaktadır. Birçok çalışmada apareyin cerrahiden önce yapıştırılıp, aktivasyonun intraoperatif olarak başlatılması önerilmektedir. Bu işlem genellikle apareyin stabil olduğundan ve maksillanın iki yarısında direnç alanlarının kalmadığından emin olmak için yapılmaktadır.

• *Stabilite ve retansiyon*

Birçok çalışmada cerrahi destekli üste çene genişletmesinin, konvansiyonel RPE'den daha stabil olduğu belirtilmektedir (Kraut, 1984; Kennedy vd. 1976). Böylece retansiyonun gerekli olmadığını ve ortodontistin ortodontik tedaviye bekleme fazı olmadan başlayabileceğini önermektedir (Bays RA, Greco, 1992). Bazı araştırmacılar da genişlemeden sonra 2 ila 12 ay arasında değişen bir retansiyon süresi önermişlerdir (Northway ve Meade, 1997; Koudstaal, 2005). SARPE için nüks oranları yaklaşık %5 ila %25 arasında değişmektedir (Mommaerts, 1999). Çalışmalarda nüks ihtimaline karşılık SARPE ile aşırı genişletme yapılması önerilmiştir (Kraut, 1984; Pogrel, 1992).

Pereira 2021'de yaptığı derlemede SARPE'de kullanılan diş destekli genişletme apareyi ve kemik destekli genişletme apareyinin uzun vadede yüksek stabiliteye sahip olduğunu belirtmiştir. Kemik destekli apareylerde uygulanan kuvvetlerin daha paralel dağılımı nedeniyle, diş destekli apareylere göre daha az nüks gösterdiği görülmüştür (Muñoz-Pereira, 2021).

3.2. *Mini Vida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi (MARPE)*

Mini vidaların ortodontide kullanılmalarının yaygınlaşmasıyla birlikte konvansiyonel RPE'nin yan etkilerinin önüne geçmek, iskeletsel etkiyi arttırmak ve daha stabil sonuçlar elde etmek amacıyla mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesi (MARPE) uygulanmaya başlanmıştır (Wilmes ve Drescher, 2008).

Wilmes ve Drescher, 2008 yılında yaptıkları çalışmada karışık dişlenme-deki bireylere, damağın anterior bölgesine 5 mm aralıkla yerleştirdikleri 2x7 mm'lik Benefit mini vidaları ve 1.molar dişlere yerleştirilen bantları içeren ankraj ünitesiyle "Hybrid Hyrax" adını verdikleri apareyle hızlı üst çene genişletmesi uygulamışlardır (Wilmes ve Drescher, 2008).

• *Aparey dizaynı*



Şekil 2. Palatinaldaki mini vida yerleştirme yerlerinin uygunluğu (yeşil = optimal; sarı = kemik kalınlığındaki bireysel değişkenlik nedeniyle kısıtlı; kırmızı = kalın mukoza veya vasküler demetler nedeniyle uygun değil (Ludwig, 2011).

MARPE, genellikle midpalatal suturen mesial ve distalinde olmak üzere, palatinal kemiğe iki ya da dört adet mini vidanın yerleştirilmesiyle yapılır. Çalışmalarda yetişkinler ve ergenlerde yeterli kemik kalınlığı ve densitenin yanı sıra uygun yumuşak doku kalınlığı ve tipi nedeniyle palatinalde en uygun mini vida yerleşim yerlerinin median ve paramedian bölgeler olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu bölgede riskli yapılar olmadığından mini vida yerleşimi için en güvenli bölgeler olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Buna karşılık palatinal lateral bölge daha düşük kemik densitesine, daha kalın yumuşak dokuya sahiptir ve palatinal sinir buradan anteroposterior olarak bu bölgeden geçmektedir (Ludwig, 2011).

MARPE kullanımının yaygınlaşması ile çok çeşitli aparey dizaynları ve genişletme protokolleri ortaya çıkmıştır. Aşağıda literatürde temel olarak bahsedilen üç farklı MARPE tasarımı yer almaktadır.

a. Hibrit MARPE



Şekil 3. Minivida destekli hibrit hyrax apareyi (Wilmes, 2014).

Dr. Benedict Wilmes tarafından tasarlanan ve hibrit hyrax olarak da isimlendirilen iki vidalı bir sistemdir. Bu sistemde 3. rugalar hizasına midpalatal sutureun lateraline paramedian olarak yerleştirilen iki vidadan destek alınmaktadır (Şekil 3.) (Wilmes, 2014).

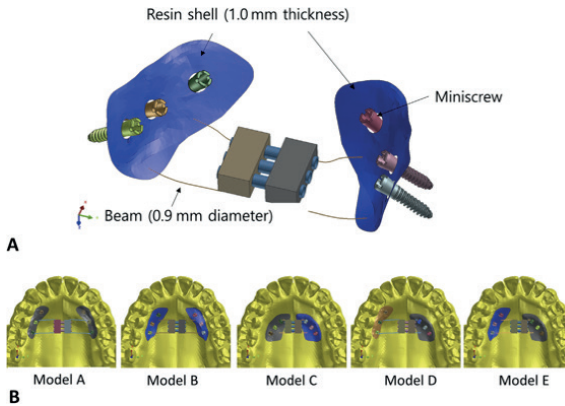
b. Midface Skeletal Expander (MSE)



Şekil 4. Dört mini vidalı, bikortikal ankrajlı Midface Skeletal Expander (Paredes, 2020)

Dr. Won Moon tarafından geliştirilen ve posterior palatinal bölgeye yerleştirilen dört adet vidadan destek alan bikortikal ankrajlı bir sistemdir. Dr. Moon bu sistemi iskeletsel orta yüz genişletme aygıtı Midface Skeletal Expander (MSE) olarak isimlendirmiştir. Dr. Moon'a göre posterordaki ince kemik, vida ucunun burun tabanındaki kortikal kemiğe ulaşmasını sağlamakta ve ortaya çıkan bikortikal tutuculuk aparatın iskeletsel etkisini arttırmaktadır. Ayrıca vidaların ekspansiyon esnasında direnç gösteren alanlara yakın olacak şekilde palatinal posterior bölgeye yerleştirilmesinin aparatın iskeletsel etkisini arttırdığı iddia edilmektedir (Paredes, 2020)(Şekil 4.).

c. C-tipi Genişletme Aparayı



Şekil 5. C-tipi genişletme aparatı (Choi, 2021).

Doku ve kemik ankrajlı maksiller genişletme aparatıdır. Bu sistemde altı adet vidanın kökleri arası bölgeye denk gelecek şekilde damak kubbesine yer-

leştirilmesini takiben önceden hazırlanmış akrilik kısım ağza yerleştirilir ve mini vidaların çevresi kompozit ya da akrilik ile doldurulur. Bu aparey önceliklere nazaran daha fazla mini vida ve daha uzun laboratuvar işlemleri gerektirdiğinden kullanımı önceki iki sistem kadar yaygınlaşmamıştır (Şekil 5.) (Choi, 2021).

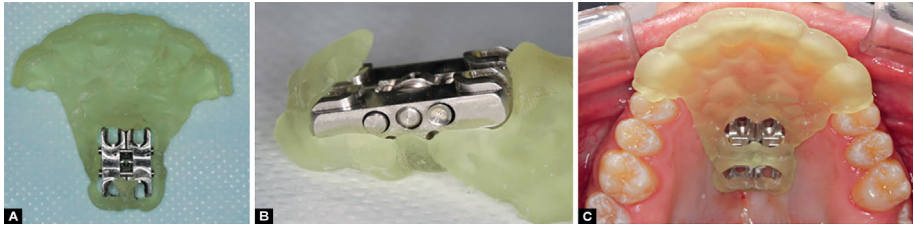
• MARPE etkileri ve komplikasyonları

Kapetanović ve ark, MARPE tedavisinin başarı oranını ortalama %92,5 olarak bildirmişlerdir. Ortalama olarak iskeletsel maksillar genişleme 2,33 mm ve ortalama dental intermolar genişlik (IMW) artışı 6,55 mm olarak bulunmuştur. MARPE ile yapılan iskeletsel genişletme %25 ile %61 oranında ölçülmüştür (Kapetanović vd., 2021).

MARPE uygulaması sonrası gelişebilecek muhtemel komplikasyonlar; Süturun kırılmaması, şişlik, enfeksiyon, kanama, ağrı, nazal bölge ve sinüs bölgesinde tıkanıklık, sinüzit ve karıncalanma hissi, tedavi esnasında mini vida kaybı yaşanması, asimetrik genişleme veya yüzde istenmeyen değişikliklerdir (Kapetanović vd., 2021).

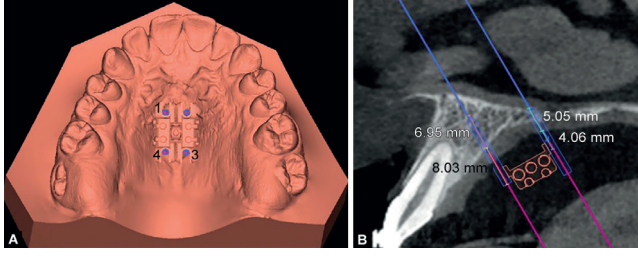
• Dijital MARPE planlaması

Dijital tanı ve planlama gibi ortodontide mevcut olan yeni teknolojilerin kullanımı ile üç-boyutlu görüntülerin manipülasyonu, CAD (bilgisayar destekli tasarım) yazılımı kullanılarak sanal planlamaya ve ayrıca ortodontik aparatların CAM (bilgisayar destekli üretim) yazılımı ile özelleştirilmesine olanak tanır (Minervino, 2019).



Şekil 6. 3D yazıcı ile hazırlanmış cerrahi guide (Minervino, 2019)

MARPE uygulamasında palatinalde mini vidayı en doğru yere kolaylıkla yerleştirmek için maksiller arkın dijital modeli ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) kullanılarak yapılan planlamaya göre bir konumlandırma kılavuzu sanal olarak tasarlanır ve 3D yazıcılarla yazdırılır (Şekil 6.). Bu yöntem sayesinde, yerleştirme için en uygun kemik miktarı ve kalitesine sahip bir bölgenin seçilmesine olanak tanınmış olur (Şekil 7.)(Minervino, 2019).



Şekil 7. MARPE aпаратынын ve mini vidaların konumlandırılmasının planlamasını sunan dijital model ve mini vida uzunluğu seçmek için kemik miktarı hesaplaması (Minervino, 2019)

• *Stabilite*

Choi ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada MARPE ile tedavi edilen 69 yetişkin hastada 30 aylık takip sonrası elde edilen genişlemelerin stabil olduğunu bildirmiştir (Choi vd., 2016). Lim ve arkadaşlarının yaptıkları başka bir çalışmada genişletmeden 1 yıl sonra, iskeletsel ölçümlerin (burun boşluğu genişliği ve burun tabanı genişliği) %23–29 azaldığı, bunun klinik olarak önemsiz kabul edilebildiği ve dişsel ölçümlerinin çeşitli değişim aralıkları gösterdiği tespit edilmiştir. Kaninler ve birinci premolarlar hariç incelenen tüm dişlerdeki interkaspal genişlikler önemli ölçüde azalmalar göstermiştir. Palatal yumuşak dokudaki biyoelastik aktivite ve dişler arasındaki transseptal liflerdeki gerilmeler relaps nedenleri olabileceği bildirilmiştir. Bunu önlemek için gerekli olan miktardan daha fazla genişletme ve retansiyondan sonra sabit ortodontik tedavi yapılması önerilmiştir (Lim vd., 2017).

3.3. RPE, SARPE ve MARPE Karşılaştırması

Yetişkin hastalarda konvansiyonel RPE ile karşılaşılan başarısızlıkların nedeni, kraniyofasiyal yapılarıdaki rijiditenin fazla olmasıdır. Bu nedenle SARPE yetişkin hastalarda transversal maksiller yetersizliği tedavi etmek için endikedir. Fakat, hasta tarafından bu tedavi hayati risk taşıması, yüksek maliyetli olması ve invaziv bir cerrahi prosedür olması sebebiyle sıklıkla reddedilir. MARPE, SARPE'ye nazaran hastalar tarafından daha kabul edilebilir bir alettir. Çünkü MARPE daha az invaziv bir yaklaşımdır ve SARPE'ye kıyasla daha az komplikasyon riski taşımaktadır. Bu tedavi yüksek başarı oranı nedeniyle, cerrahi genişletmeye alternatif olarak önerilebilmektedir (Kapetanović vd., 2021).

Abu ve ark., nazal dirençte ve hava akımında konvansiyonel RPE'ye göre MARPE'de kısa vadede daha anlamlı değişiklikler oluştuğunu bildirmişlerdir (Abu vd., 2021). Copello ve ark.'nın yaptığı meta-analizde, RPE kullanılan hastaların bukkal alveolar kemik kaybının, MARPE kullanılan hastalardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların premolar bölgesi için önemli, molar bölgesi için önemsiz olduğu bulunmuştur. MARPE kullanılan

hastaların RPE kullanılanlara kıyasla birinci premolarlarda ve molarlarda daha az bukkal devrilme olduğu gösterilmiştir. MARPE kullanılan vakalarda geleneksel RPE'ye kıyasla lineer veya hacimsel kök rezorpsiyonunda önemli bir fark olmadığı gösterilmiştir (Copello vd., 2020).

Feldmann ve Bazargani, RPE ve MARPE apareyleriyle tedavi edilen hastalarda ilk hafta boyunca algılanan ağrı yoğunluğunu, rahatsızlığını ve çene fonksiyonunu değerlendirmişler ve karşılaştırma yapmışlardır. Her iki aparey de günde iki kez aktive edilmiştir (0,5 mm) ve MARPE genellikle daha düşük ağrı ve rahatsızlık skorları ile sonuçlanmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır. Tedavinin ilk haftasında her iki tip apareyin de hastalar tarafından genellikle iyi tolere edildiği tespit edilmiştir (Feldmann ve Bazargani, 2017).

Oliveira ve ark, yayınladığı çalışmalarında 17 hastayı MARPE ile ve 15 hastayı SARPE ile tedavi etmişlerdir. Diş ve iskelet değişikliklerini değerlendirmek ve gruplar arasındaki değişiklikleri karşılaştırmak için genişletmeden önce ve sonra çekilen konik ışınli bilgisayarlı tomografi taramalarını kullanmışlardır. MARPE orta yüz bölgesinde, burun kavitesinde, ön ve arka palatal kemikte ve arka maksiller kemik kaidesinde SARPE'den önemli ölçüde daha fazla genişleme göstermiştir. MARPE ve SARPE arasındaki genişleme karşılaştırıldığında alveolar ve anterior maksiller taban seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Oliveira vd., 2021).

Aksiyal düzlemde, MARPE grubunda daha paralel bir iskeletsel genişleme paterni, SARPE grubunda ise anterior bölgede daha fazla genişleme ile daha üçgen şekilli bir genişleme paterni görülmüştür. MARPE ile karşılaştırıldığında, SARPE'de dişlerde bukkal tippingde önemli bir artış görülmüştür. MARPE grubundaki ankraj dişlerde görülen bukkal devrilme ortalama 3,3° ile SARPE grubunda görülen bukkal devrilmenin yaklaşık yarısı kadardır (Oliveira vd., 2021).

KAYNAKLAR

- Abu Arqub, S., Mehta, S., Iverson, M.G, Yadav, S., Upadhyay, M., Almuzian, M. (2021) Does Mini Screw Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) have an influence on airway and breathing in middle-aged children and adolescents? A systematic review. *Int Orthod.* 19(1),37-50. doi: 10.1016/j.ortho.2021.01.004.
- Angelieri, F., Cevidanes, L.H, Franchi, L., Gonçalves, J.R, Benavides, E., McNamara, JA Jr. (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 144(5), 759-69. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022.
- Bays, R.A, Greco, J.M. (1992). Surgically assisted rapid palatal expansion:an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg.*, 50,110-5.
- Betts, N.J., Ziccardi, V.B. Surgically assisted maxillary expansion. In: Fonseca RJ, editor. Oral and maxillofacial surgery. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000. p. 211-31.
- Brown, G.V.I. (1938). The Surgery of Oral and Facial Diseases and Malformation. 4th edn. London: Kimpton.,507.
- Choi, S.H., Shi, K.K., Cha, J.Y, Park, Y.C, Lee, K.J. (2016) Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 86(5),713-20. doi: 10.2319/101415-689.1.
- Chung, C.H., Goldman, A.M. (2003). Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.*, 25(4), 353-8. doi: 10.1093/ejo/25.4.353.
- Feldmann, I., Bazargani, F. (2017) Pain and discomfort during the first week of rapid maxillary expansion (RME) using two different RME appliances: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.*, 87(3),391-396. doi: 10.2319/091216-686.1.
- Huang G.J., Richmond, S., Vig, K.W. L. (2011). Evidence-based orthodontics, Second edition. Southern Gate UK, *Blackwell Publishing*, 234-243.
- Kapetanović, A., Theodorou, C.I., Bergé, S.J, Schols, JGJH, Xi, T.(2021) Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.*, 43(3),313-323. doi: 10.1093/ejo/cjab005
- Kennedy, J.W., Bell, W.H., Kimbrough, O.L., James, W.B. (1976). Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 70,123-37.
- Koudstaal, M.J., Poort, L.J., van der Wal, K.G, Wolvius, E.B, Prah-Andersen. B., Schulten, A.J. (2005). Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.*, 34,709-14.
- Lim, H.M., Park, Y.C., Lee, K.J., Kim, K.H., Choi, Y.J. (2017) Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod.* 47(5),313-322. doi: 10.4041/kjod.2017.47.5.313.

- Minervino, B.L, Barriviera, M., Curado, M.M, Gandini, L.G. (2019) MARPE Guide: A Case Report. *J Contemp Dent Pract.*,20(9),1102-1107. PMID: 31797837.
- Mommaerts, M.Y. (1999) Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.*, 37,268–272.
- Muñoz-Pereira, M.E., Haas-Junior, O.L., Da Silva Meirelles, L., Machado-Fernández, A., Guijarro-Martínez, R., Hernández-Alfaro, F., de Oliveira, R.B., Pagnoncelli, R.M. (2021) Stability and surgical complications of tooth-borne and bone-borne appliances in surgical assisted rapid maxillary expansion: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 59(2), e29-e47. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.08.017.
- Northway, W.M, Meade, JB Jr. (1997) Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod.*, 67,309-20.
- Lee, K.C., Perrino, M. (2017) Alar width changes due to surgically-assisted rapid palatal expansion: A meta-analysis. *J Orthod Sci.*, 6(4),115-122. doi: 10.4103/jos.JOS_31_17.
- Oliveira, C.B., Ayub, P., Ledra, I.M., Murata, W.H., Suzuki, S.S., Ravelli, D.B., Santos-Pinto, A. (2021) Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 159(6),733-742. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.03.024.
- Pearson, AI, Davies, SJ, Sandler, PJ. (1996). Surgically assisted rapid palatal expansion: a modified approach in a patient with a missing lateral incisor. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.*, 11,235-8.
- Persson, M, Thilander, B. (1977) Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.*, 72(1),42-52. doi: 10.1016/0002-9416(77)90123-3.
- Pogrel, M.A., Kaban, L.B., Vargervik, K., Baumrind, S. (1992). Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.*, 7, 37-41.
- Starch-Jensen, T., Blæhr, T.L. (2016) Transverse Expansion and Stability after Segmental Le Fort I Osteotomy versus Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res.*, 28,7(4),e1. doi: 10.5037/jomr.2016.7401.
- Timms, DJ, Vero, D. (1981) The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.*,19,180-96.
- Wilmes, B., Drescher D. (2008). A miniscrew system with interchangeable abutments. *J Clin Orthod.*, 42(10),574-80, PMID: 19075372.
- Wilmes, B., Ludwig, B., Katyal, V., Nienkemper, M., Rein, A., Drescher, D. (2014) The Hybrid Hyrax Distalizer, a new all-in-one appliance for rapid palatal expansion, early class III treatment and upper molar distalization. *J Orthod.*, 41 Suppl 1:S47-53. doi: 10.1179/1465313314Y.0000000107.
- Zimring, JF, Isaacson, RJ. (1965) Forces produced by rapid maxillary expansion. 3. forces present during retention. *Angle orthod.* 35,178-86. doi: 10.1043/0003-3219

BÖLÜM 3

KRANİYOFASİYAL BÜYÜME YÖNÜ VE NAZAL MORFOLOJİ ARASINDA İLİŞKİ

*Himmet YILDIRIM¹,
İsmayıl MALIKOV²*

1 Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı,
Kırıkkale, ORCID ID: 0009-0006-2745-3239

2 Uzm. Dt., Serbest Muayenehane, ORCID ID: 0000-0001-7013-1573

Kraniyofasiyal Büyüme

Kraniyofasiyal büyümeyle ilgili değişimlerin anlaşılması, ortodontik tedavi planlamasının temelini oluşturmaktadır. Bu süreç, ortodontik tedavilerin bilimsel temellerini oluşturması açısından uzun yıllardır önemini koruyan bir konu olarak dikkat çekmektedir (Bishara & Jakobsen, 1998; R. Nanda, 2000). Özellikle maksiller ve mandibular büyümenin tahmin edilmesine yönelik çalışmalar, kraniyofasiyal büyümeyle ilgili araştırmaların odak noktası haline gelmiştir (Turchetta, Fishman, & Subtelny, 2007). Burun, dudaklar ve çene arasındaki ilişki, yüz dengesinin değerlendirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu denge, yüz profilinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi yoluyla daha kapsamlı bir biçimde analiz edilebilmektedir (R. S. Nanda, Meng, Kapila, & Goorhuis, 1990).

Yumuşak doku profili, hem büyüme süreci hem de ortodontik tedavi sonucunda değişim gösterebilmektedir. Bu nedenle, bir ortodonti uzmanının yalnızca yüz yapılarında beklenen büyüme değişimlerini değil, aynı zamanda tedavilerin yol açabileceği potansiyel değişiklikleri de öngörebilmesi gerekmektedir. Bu bilgi, yüz estetiği ve fonksiyonun korunmasını ve iyileştirilmesini amaçlayan etkin tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesinde hayati bir rol oynamaktadır (R. S. Nanda vd., 1990).

Büyümeyle ilgili değişimlerin anlaşılması ve optimal tedavi sonuçlarının elde edilmesi amacıyla, ortodontik tedavinin doğru zamanda başlatılması büyük bir öneme sahiptir (Sadowsky, 1998). Genellikle, ortodontik tedavi büyüme atılımı zirvesinden önce, erken ergenlik döneminde yapılmaktadır. Ancak, tedavi tamamlandıktan sonra devam eden dentofasiyal büyüme, elde edilen sonuçları etkileyebilmektedir. Bu durum, ortodonti uzmanlarının büyümeyle ilişkili değişimleri öngörme yeteneklerini geliştirmelerini ve mevcut büyüme öngörü değişkenlerini dikkate alarak tedavi planlamasını uygun bir şekilde zamanlamalarını gerektirmektedir (R. S. Nanda vd., 1990).

İnsan yüzünün normal varyasyon aralığını belirlemek ve farklı yüz tiplerini tanımlamak amacıyla çeşitli sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir. Bu tür sistemlerin, kraniyofasiyal ve dental uyumsuzlukların tanısı ve tedavi planlaması süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. Ortodontik tedavi zamanlamasında, bilimsel kanıtlara dayalı değerlendirme kriterleri ve karar verme yöntemlerinin kullanımı, hem kısa hem de uzun vadede başarılı sonuçlar elde edilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Bishara & Jakobsen, 1985).

Büyümenin Ortodontik Açıdan Önemi

Bir bireyin belirli bir tedavi planına nasıl yanıt vereceğini öngörmek genellikle zordur. Tedaviye verilen yanıtların değişkenlik göstermesi, istisna değil kuraldır. Ortodontik tedavilerde, bu değişkenliğin iki temel nedeni bulunmaktadır: bireyin büyüme modeli ve tedavinin büyüme üzerindeki etkisi. Büyüme

olmadığında tedavi yanıtları genellikle daha öngörülebilir bir seyir izlerken, büyüme sürecinin aktif olduğu durumlarda tedavi sonuçlarının öngörülmesi oldukça karmaşık hale gelmektedir (Proffit, Fields, Larson, & Sarver, 2018).

Başarılı ve kalıcı bir ortodontik sonuç elde etmek için ortodonti uzmanının, hastanın büyüme potansiyelini anlaması gerekmektedir. Büyüme ve ortodontik tedavi, büyüme atılımı çağındaki hastalarda tedavi sonrası sonuçları belirlemede uzun süredir önemli bir rol oynamaktadır (Formby, Nanda, & Currier, 1994). Ortodontistlerin, büyümenin nerede ve ne kadar gerçekleşeceğini, hangi yönde ve ne zaman ortaya çıkacağını belirleyebilmesi; genetik ve çevresel faktörlerin yüz büyümesini nasıl etkilediğini ve bu faktörlerin tedavi ile nasıl yönlendirilebileceğini bilmesi büyük bir avantaj sağlamaktadır (Bishara, Peterson, & Bishara, 1984). Daha önce yapılan uzun süreli takip araştırmaları, ortodontik tedavinin büyüme ile eş zamanlı uygulanmasının dişlerin stabilitesi üzerinde önemli bir etkisi olabileceğini göstermektedir. Çenelerin orantısız büyümesi, maloklüzyonların oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, yüz büyümesinin nasıl etkilendiğini ve kontrol edildiğini anlamak büyük önem taşımaktadır (Snodell, Nanda, & Currier, 1993).

Yüz büyümesinin tahmin edilmesi, ortodontik tedavi planlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, sefalometrik radyografiler kullanılarak yüz büyümesini tahmin etme yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çabalar sürekli olarak devam etmektedir. Başarılı bir tahmin hem büyüme miktarını hem de yönünü doğru bir şekilde belirlemeyi gerektirmektedir. Büyüme tahmininde kullanılmak üzere, normal büyüme değişiklikleri için ortalama değerler sağlayan longitudinal sefalometrik büyüme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalardan elde edilen verilere dayanarak, ortodontik tedavi için değerlendirilen bireylerin büyüme tahminleri, bireylerin ortalamaya ne kadar yakın olduğuna bağlı olarak daha doğru sonuçlar vermektedir. Ancak, bireyler ortalama değerlerden uzaklaştıkça tahmin doğruluğu da azalmaktadır (Proffit vd., 2018).

Son yıllarda, kraniyofasiyal büyümeyi etkileyen faktörlere ilişkin üç temel teori ortaya konulmuştur:

1. Kemik, diğer dokulara benzer şekilde, büyümesini başlıca olarak kendisi belirlemektedir;
2. İskeletsel büyümeni esas olarak kıkırdak yönlendirmekte, kemik bu süreçte daha çok pasif ve ikincil bir şekilde uyum sağlamaktadır;

Büyüme sürecinde birincil belirleyici, iskelet yapılarının yer aldığı yumuşak doku matrisi olup, kemik ve kıkırdak dokular bu matrise bağlı olarak ikincil bir rolü üstlenmektedir (Proffit vd., 2018).

Dikey Büyüme

Fasiyal büyüme tanımlarken genellikle iki faktör dikkate alınması gerekmektedir:

1. Büyüme miktarı;

Büyüme yönü (Bergersen, 1966).

Yüz yapılarının büyüme yönlerinin önemini ilk fark edenlerden biri 1930'lerde Hellman iken, bu yapılarıdaki varyasyonları nicel olarak değerlendiren ilk kapsamlı analiz 1948 yılında Downs (1948) tarafından yayınlanmıştır.

Ortodontik sorunlar üç düzlemde değerlendirilmektedir: sagittal, vertikal ve transversal. Sagittal sorunlar maksilla ve mandibula arasındaki ön-arka yön uyumsuzluklarını içermektedir ve bu uyumsuzluklar lateral sefalometrik filmlerin analizi ile değerlendirilmektedir. Vertikal problemler, yüz yüksekliğinde meydana gelen aşırı artış veya azalmalar sonucunda ortaya çıkan iskeletsel açık kapanış ve derin kapanış durumlarını kapsamaktadır. Transversal problemler, genellikle üst ve alt çeneler arasındaki genişlik uyumsuzluklarını içermektedir. Çenelerin büyüme yönlerindeki tamamlanma sırası belirli bir düzenle gerçekleşmektedir. İlk olarak transversal, ardından sagittal ve son olarak vertikal büyüme tamamlanmaktadır (Proffit vd., 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen iki çalışmada, geniş bir ortodontik hasta grubu incelenmiş, yüz tiplerinin prevalansı değerlendirilmiştir. Bu araştırmalar, uzun yüz paterninin (hiperdiverjan) prevalansını yaklaşık %22 olarak bildirmiştir. Hiperdiverjan büyüme modeli, ortognatik cerrahi gereksinimiyle başvuran hastalar arasında en sık karşılaşılan ikinci sorun olarak önemli bir yer tutmaktadır (Proffit, Phillips, & Dann, 1990; Bailey, Haltiwanger, Blakey, & Proffit, 2001).

Hiperdiverjan büyüme ve gelişim paternine sahip bireylerde, mandibula geriye doğru rotasyon yapmakta ve mandibular düzlem açısı (MDA) artmaktadır. Vertikal ve sagittal yön problemi olmayan ve iyi morfolojik paterne sahip bireyler, ortodontik tedavi açısından en ideal vakalardır. MDA'sı daha düşük olan ve ön yüz yüksekliği nispeten az olan vakalarda tedavi başarısı daha yüksektir. Ancak, prepubertal dönemdeki hastalarda büyüme yönünü doğru şekilde tahmin etmek her zaman mümkün değildir (Downs, 1948).

Vertikal yön maloklüzyonları, büyüme ve gelişim sürecinde birden fazla etiyolojik faktörün karmaşık etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir. Bu anomaliler, genellikle dentoalveolar ve iskeletsel olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. İskeletsel anomalilerde, genetik olarak belirlenen mandibular büyüme paterninin tedavi ile anlamlı düzeyde değiştirilmesi genellikle mümkün değildir. Bununla birlikte, ortodonti uzmanının temel hedefi, dişlerin oklüzal ilişkilerini kontrol altında tutarak oluşabilecek sapmaları önlemek ve mevcut

durumu daha da kötüleştirebilecek faktörleri minimize etmektir. Dişlerin sürmesi veya kaybı sırasında meydana gelen oklüzal değişiklikler, mandibulanın dikey pozisyonunda farklılıklara yol açabilmekte ve bu değişiklikler bireyin büyüme yönüne adaptasyon sağlamasında etkili olabilmektedir. Özellikle hiperdiverjan büyüme paternine sahip bireylerde vertikal yön açıları daha fazladır ve bu bireyler posterior dişlerin ekstruzyonuna daha yatkındır. Posterior dişlerde ekstruzyon eğiliminin artması, genellikle çiğneme kaslarının zayıflığı ve buna bağlı olarak azalan ısırma kuvveti ile ilişkilendirilmektedir (Isaacson, Isaacson, Speidel, & Worms, 1971; Nielsen, 1991).

Büyüme çağındaki bireylerde, hiperdiverjan büyüme paternini değiştirmek zordur ve bu durumun etkileri, genellikle geç ergenlik dönemine kadar devam etmektedir (Bansal, Sharma, Kumar, Nehra, & Kumar, 2015). Bu nedenle, hiperdiverjan büyüme paternine sahip bireylerin, hipodiverjan bireylerle kıyasla daha erken yaşta ortodontik tedaviye ihtiyaç duyduğu görülmektedir (S. K. Nanda, 1988; S. K. Nanda & Rowe, 1989; R. S. Nanda vd., 1990). Ayrıca, parmak emme, uzun süreli infantil yutkunma, dil itimi ve diğer anormal perioral kas aktivitelerinin ortadan kaldırılması amacıyla önleyici tedavilerin uygulanması gerekmektedir (Karlsen, 1997). Bununla birlikte, hava yolu problemleri (büyük adenoidler, bademcikler veya septum deviasyonlarına bağlı tıkanmış hava yolları gibi) hiperdiverjan bireylerde sıkça gözlemlenmekte ve mandibular postürü etkileyebilmektedir (Isaacson vd., 1971). Linder-Aronson (1970, 1972), adenoid ve bademcik ameliyatı sonrasında mandibular düzlem açısının ve alt yüz yüksekliğinin azaldığını göstermiştir. Bu bulgular, hava yolu problemlerinin hiperdiverjan paternli vakalarda iskeletsel yüz morfolojisi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Büyüme Paterni Prediktörleri Hakkında Güncel Bilgiler

Ortodonti pratiğinde tedavisi zor vakaların başlıca kaynağını teşkil eden şiddetli iskeletsel anomaliler, toplam vakaların yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (R. S. Nanda vd., 1990; Reyes, Baccetti, & McNamara, 2006).

Orofasiyal bölgedeki iskeletsel varyasyonlar, bu tür vakalarda doğru bir şekilde analiz edilmeli ve uygun şekilde yönetilmelidir. Ortodontik tedavi ve sonuçları, büyüme ve gelişim biyolojisi, özellikle de kraniofasiyal büyüme konusunda geniş bir literatür bilgisi bulunmaktadır (Sadowsky, 1998).

Sefalometrik analizler, ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında, yüz büyüme hızını tahmin ederek büyüme standartlarını oluşturmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Hägg & Attström, 1992). Björk (1955, 1963, 1966) ve Björk ve Skieller (1972, 1977, 1984), metalik implant tekniği kullanarak kraniofasiyal büyüme üzerine yaptıkları çalışmalarla, alt çenenin büyüme yönünün normal popülasyonda önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Daha önceki çalışmalar, bu çalışmaların aksine çoğu bireyin çocukluktan yetişkinliğe kadar aynı yüz tipine sahip olduğunu savunmaktadır (Björk, 1955,

1963). Bishara ve Jacobsen (1985) ile Bishara ve ark. (1984), kraniyofasiyal ilişkilerdeki varyasyon aralığını tanımlamış ve bireylerin yaşla birlikte yüz tipini büyük ölçüde koruduğunu göstermiştir. Bishara tarafından gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, bireylerin %77'si, 5 yaşındaki yüz tipini 25 yaşında da korumaktadır. Bu bulgu, yaşla birlikte yüz büyümesi ilerlese bile genel yüz tipinin korunma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Mitani ve ark. (1993) ise Sınıf III maloklüzyonun temel yapısal uyumsuzluğunun hayatın erken dönemlerinde oluştuğunu, ancak büyüme atılımının zirvesine kadar bu yapının normal çene büyümesiyle benzer özellikler gösterdiğini tespit etmiştir. Bu durum, yüz büyümesinin, çenelerin orijinal boyutu ve ilişkisinden kısmen etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Kraniyofasiyal büyüme yönünü daha iyi anlamak ve tahmin edebilmek amacıyla daha fazla longitudinal büyüme verilerine ihtiyaç vardır. Çocuklarda ve ergenlik öncesi bireylerde, normal büyüme dışındaki sapmaları öngörmeye yardımcı olabilecek yeni değişkenlerin tanımlanması büyük bir avantaj sağlamaktadır (Sadowsky, 1998).

Büyüme yönünü belirlemek için çeşitli kraniyofasiyal belirteçler önerilmiştir. Mandibular düzlem açısı, yüz aksı açısı ve antegonial çentik, mandibulanın dik yöndeki gelişim paternini değerlendirmek için önemli belirteçler olarak kabul edilmektedir (Singer, Mamandras, & Hunter, 1987). Nanda (1988) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, iskeletsel açık ve derin kapanışa sahip bireylerde yüz büyüme paternleri, longitudinal veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışma, yüzün dikey büyümesinin değerlendirilmesine önemli katkılarda bulunmuştur.

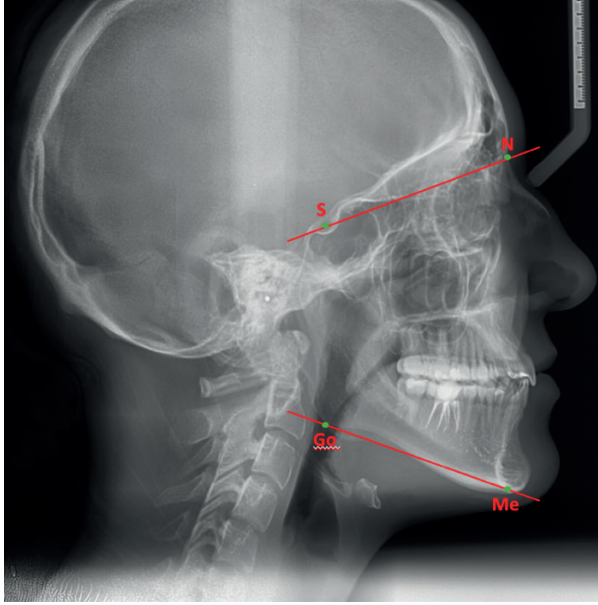
Mandibular Düzlem Açısı

Önceki araştırmaların da ortaya koyduğu gibi, kraniyofasiyal büyüme yönü ve miktarı, tek bir değişkenle değil, birden fazla değişkenle daha detaylı tanımlanabilmektedir. Dik yön yüz morfolojisi, çoğunlukla mandibular düzlem açısı esas alınarak değerlendirilen bireyler üzerinden araştırılmıştır (Fields, Proffit, Nixon, Phillips, & Stanek, 1984). Mandibular düzlem açısındaki artış, mandibulanın dikleşmesine yol açar ve bu durum, mandibulanın aşağıya ve geriye doğru rotasyon yaparak normal konumuna kıyasla daha dik bir pozisyon almasına sebep olur. Açık ne kadar küçükse, mandibulanın daha yatay konumlanma eğilimi ve çenenin öne doğru büyüme eğilimi o kadar artmaktadır (Chung & Mongiovi, 2003). Schudy (1964), 400 vaka üzerinde gerçekleştirdiği detaylı araştırma sonucunda, mandibular düzlem açısının yüz tipinin belirlenmesinde en güvenilir belirteçlerden biri olduğunu ortaya koymuştur. Bulgular, MDA'nın dikey yönde kraniyofasiyal büyümenin önemli bir göstergesi olduğunu desteklemektedir. Mandibular düzlemin, anterior kranial kaideye (S-Na düzlemi) göre ortalama açısının $32 \pm 5^\circ$, Frankfurt horizontal (FH) düzlemine göre ise $25 \pm 4^\circ$ olduğu bildirilmiştir (Steiner, 1960). Anterior krani-

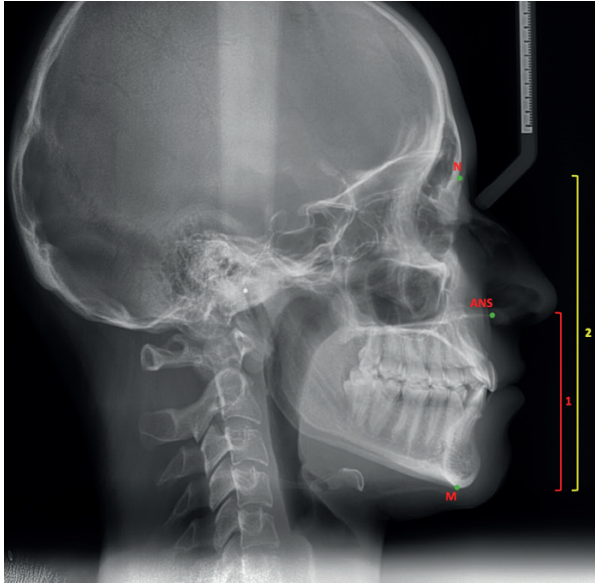
al kaideye göre 37° 'nin üzerindeki mandibular düzlem açıları, dikey büyüme eğilimi olarak kabul edilmektedir. Schudy (1964), yüz tipi tanımlamalarında vertikal yöndeki sapmaları ifade etmek amacıyla “hipodiverjan” ve “hiperdiverjan” terimlerini kullanarak “yüz diverjansı” kavramını literatüre katmıştır. Şekil 1, iki düzlem (Sella-Nasion ve Gonion-Menton) arasında oluşan mandibular düzlem açısını göstermektedir.

Love ve ark. (1990) tarafından yürütülen çalışmada, 16-20 yaşları arasındaki bireylerde mandibular büyüme istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterirken, mandibular düzlem açısı ortalama $1,6^\circ$ azalmıştır. Bu bulgu, dik kraniofasial büyüme paternine sahip bireylerde büyüme süreci boyunca mandibular düzlem açısındaki değişimin sınırlı olduğu fikrini destekleyen önceki çalışmalarla uyumludur (Björk & Skieller, 1972; S. K. Nanda, 1988). Björk'ün (1963), dik yön büyüme paterni sergileyen bir çenede mandibular düzlem-kranial kaide arasındaki açının büyümeyle birlikte önemli ölçüde değişmeyeceği yönündeki görüşü, güncel araştırmalarla desteklenmektedir.

Ön yüz yüksekliği ile mandibular düzlem açısı arasındaki güçlü korelasyon hem genç hem de yetişkin bireylerde yapılan çok sayıda araştırmalar ile doğrulanmıştır (Downs, 1948; van der Beek, Hoeksma, & Prahl-Andersen, 1991). Uzun ve kısa yüzlü bireylerde görülen orantısız alt yüz yüksekliği, iskeletsel farklılıklarla ilişkili olup özellikle mandibular morfolojiyle bağlantılıdır (Fields vd., 1984). Schudy (1964), randomize seçilmiş 50 maloklüzyon vakası üzerinde yaptığı çalışmada, yüz yüksekliği ile mandibular düzlem açısı ve Y-ekseni arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu raporlamıştır. Ayrıca bu ölçümleri alt yüz yüksekliği ile ilişkilendirmiş ve mandibular düzlem açısına yönelik oldukça anlamlı değerler elde etmiştir. Isaacson ve ark. (1971) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, artmış alt ön yüz yüksekliğine sahip bireylerin, normodiverjan gruba kıyasla anlamlı derecede daha büyük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Güncel çalışmalar, hiperdiverjan büyüme paternine sahip bireylerin çoğunlukla artmış alt ön yüz yüksekliği ile karakterize olduğunu savunmaktadır (Ha, Park, & Lee, 2014). Alt ön yüz yüksekliği, mandibular düzlem açısıyla birlikte, dikey kraniofasial büyüme paterninin temel göstergeleri arasında yer almaktadır (Fields vd., 1984). Şekil 2, toplam yüz yüksekliğine göre alt ön yüz yüksekliğinin belirlenmesinde kullanılan yöntemi göstermektedir.



Şekil 1. Anterior kranial kaide (S-N) ve mandibular düzlem (Go-Me) arasında oluşan mandibular düzlem açısı.



Şekil 2. Alt ön yüz yüksekliği - 1, total yüz yüksekliği - 2.

Love ve ark. (1990) ile Foley ve Mamandras (1992), her iki cinsiyet grubu için ergenlik döneminde yüz iskeletinin büyümesini incelemiş ve ön yüz yüksekliği değerinin çalışma süresi boyunca arttığını bildirmişlerdir. Kadınlarda, çalışma süresi boyunca ön yüz yüksekliğindeki toplam değişim 4,3 mm olmuştur ve yüz yüksekliğindeki büyümenin yaklaşık %40'ı 15 yaşından önce

gerçekleşmiştir. Her iki cinsiyet grubu için de ön yüz yüksekliğindeki artışın yaklaşık %60 ila %70'i alt ön yüz yüksekliği bölgesinde gerçekleşmiştir.

Artmış alt ön yüz yüksekliği ve dik mandibular düzlem açısına sahip bireylerde iskeletsel açık kapanış gelişme riski daha yüksektir (van der Beek vd., 1991). Dik mandibular düzlem, mandibular corpus büyümesini inferior ve posterior yönde yönlendirerek normalden daha aşağı doğru bir büyüme oluşturmaktadır. Bu da ön açık kapanışın oluşumuna zemin yaratmaktadır. Dentoalveolar kompensasyon mekanizmalarının yetersiz olduğu durumlarda, iskeletsel açık kapanışın şiddeti ve sıklığı artmaktadır (Karlsen, 1997).

Mandibular düzlem açısı ile ön yüz yüksekliği arasında pozitif bir korelasyon bulunmuş olup, bu durum yüz uzunluğunda artışla ilişkilidir (Fields vd., 1984). Bu bulgu, sefalometrik analizlerde birçok değişkenin birbirini etkilediği yönündeki Solow (1976) hipotezinin güçlü bir destekçisidir. Dik mandibular düzlem açısı ve artmış alt ön yüz yüksekliği, sıklıkla genetik faktörlerle ilişkili olan ve farklı yüz tiplerini karakterize eden önemli iskeletsel özelliklerdir. Bu nedenle, ortodontik tedavi planlamasında ve büyüme yönünün tahmininde bu parametrelerin dikkate alınması, daha doğru ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları geliştirmek için büyük önem taşımaktadır (Blanchette, Nanda, Currier, Ghosh, & Nanda, 1996).

Nazal Morfoloji ile Bağlı Daha Önceki Çalışmalar

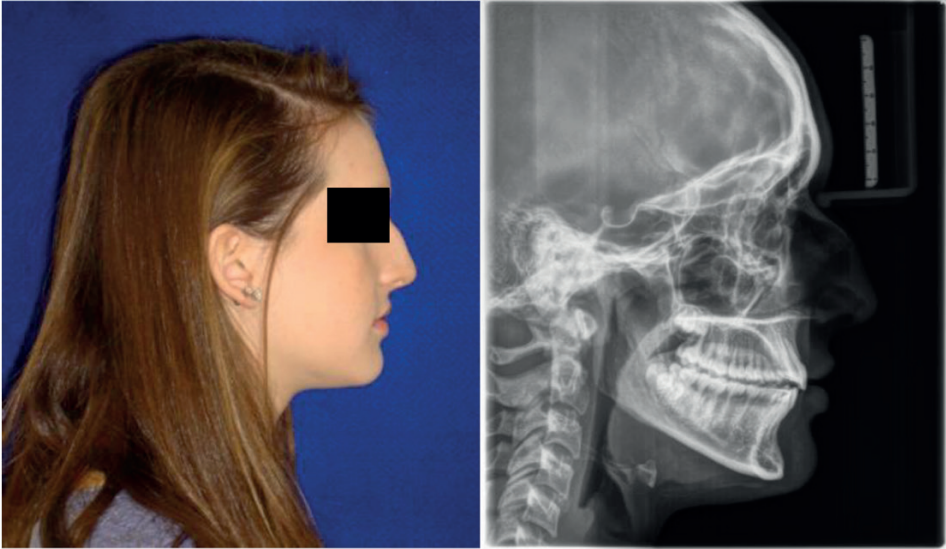
Tweed (1944), ortodontik tedavide estetiğin önemini vurgulayarak, “Bir bireyin yüzünün normal büyüme paternini tam olarak anlamak, ortodontistler için oklüzyon kadar, hatta bazen daha da önemlidir” demiştir. Literatürde yumuşak doku büyümesi üzerine yapılan çalışmalar çoğunlukla sagittal yöndeki parametreleri incelemiştir (Blanchette vd., 1996).

Vertikal büyüme paternini etkileyen önemli faktörlerden biri olarak burun morfolojisi öne çıkmaktadır. Kraniofasial gelişim üzerine yapılan kapsamlı çalışmalara rağmen, burun büyümesi ve gelişimi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır (Ferrario vd., 2003). Mevcut literatürde burun profiline ilişkin sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmalar burun büyüklüğü, şekli ve konumu gibi parametreler hakkında yeterli veri sunmamaktadır (Arshad, Shakh, & Fida, 2013). Ayrıca, bu araştırmalar burun morfolojisinin yüz büyüme yönünü belirlemedeki potansiyelini tam olarak incelememiştir. Burun şekli ile maloklüzyon arasında henüz tam olarak aydınlatılamamış bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Bu durum, gelecekte yapılacak çalışmalarla daha detaylı incelenmeyi gerektirmektedir (Buschang, De La Cruz, Viazis, & Demirjian, 1993).

Burun sırtındaki şekil değişiklikleri, özellikle dikkate alınması gereken bir konudur. Genel olarak, burun sırtında meydana gelen değişikliklerin çocukluk döneminden sonra ortaya çıktığı ve burun kemiğinin konumundaki değişikliklerle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Subtelny, 1959). Burun sırtının

yükselmesi, ergenlik döneminde burun ucunun burun kemiği kadar ileriye doğru büyümemesi sonucu gerçekleşmektedir. Bu süreç, burun köprüsü boyunca yükselmiş burun dokusunun “kambur” bir görünüm almasıyla sonuçlanmaktadır (Şekil 3) (Posen, 1967).

Çeşitli çalışmalar, nazal kontur ile çenelerin anteroposterior ilişkileri arasında bir bağlantı olduğunu ortaya koymaktadır. Chaconas ve ark.'nın (1969) çalışması, Sınıf II maloklüzyon ile nazal morfoloji arasındaki ilişkiyi incelemiş ve Sınıf II bireylerde burun sırtının konveksitesi ile yüzün genel konveksitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, nazal köprüde belirgin bir yükselme gösteren bireylerin büyük bir kısmının Sınıf II maloklüzyona sahip olduğu gözlemlenmiştir. Chaconas, nazal köprünün yükselmesi ile mandibula büyüme yönü arasında bir ilişki olup olmadığını sorgulamış, ancak bu konuda doğrudan bir araştırma yapmamıştır. Bunun yerine, burun uzunluğu ile mandibula uzunluğu arasındaki korelasyonu inceleyerek, uzun bir burnun daha büyük bir mandibula ile ilişkili olabileceğini öne sürmüştür.



Şekil 3. Burun kamburu olan 16 yaşlı kız hastanın profil fotoğrafı ve lateral sefometrik filmi.

Kothari (1981) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, burun boyutu ve Sınıf II maloklüzyon arasındaki ilişki incelenmiş ve burun boyutunun tedavi sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, Sınıf I grupundaki hastaların genellikle daha düz burunlara sahip olduğunu, iskeletsel Sınıf II gruplarının ise daha dik ve belirgin burun köprüsü ile karakterize edildiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın bulgularını destekleyen bir diğer araştırma, Robison ve ark. (1986) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, 11-20 yaş aralığındaki 123 kadında iskeletsel yüz paterni ile burun

şekli incelenmekte ve anteroposterior iskelet paterninin burun yüksekliği ve genişliğiyle anlamlı korelasyon gösterdiği bildirilmektedir. Sagittal iskeletsel ilişkilerin burun şekliyle anlamlı bir ilişki gösterdiği, ancak iskeletsel dikey boyutun burun genişliği ve yüksekliğiyle anlamlı bir ilişki göstermediği saptanmıştır. Ek olarak Robison'un çalışmasında, burun açılal ölçümlerinin büyüme sürecinde sabit kaldığı bildirilmektedir.

Ferrario ve ark. (2003), burun büyümesi ile iskelet büyümesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar, özellikle burun yüksekliği, derinliği ve eğimindeki artışların cinsiyete bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirtmektedirler. Kızlarda burun büyümesinin yaklaşık 16 yaş civarında tamamlandığı, erkeklerde ise bu sürecin 18 yaşına kadar devam edebildiği belirtilmektedir.

Genecov ve ark. (1990), burun dorsal kamburunun en sık iskeletsel Sınıf II bireylerde görüldüğünü tespit etmektedir. Ancak bu bulgu, Prasad ve ark.'nın sonuçlarıyla çelişmektedir. Prasad ve ark. (2014), burun konturunun sagittal iskelet ilişkilerindeki maksiller iskelet parametrelerinin hiçbirisiyle anlamlı bir korelasyon göstermediğini bildirmektedir. Her iki çalışmanın da burun konturunu, mandibulanın kraniyofasiyal büyüme yönüne göre nicel olarak değerlendirmedeği belirtilmektedir.

7. Nazal Kontur Büyüme Yönü Prediktörü Gibi

Literatürde konveks burun profilinin mandibular retrognati ve dik mandibular düzlemlle ilişkili olduğu yönünde bulgular bulunmaktadır. Moreau (1987) yaptığı çalışmada, dorsal burun konturu ile kraniyofasiyal büyüme yönü arasındaki ilişki incelemiş ve ortodontik tedavi gören kadın hastaların sefalometrik kayıtları değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında, 84 bireyden oluşan nihai örneklem, burun konturuna göre iki gruba ayrılmıştır: 42 birey konveks burun konturuna, diğer 42 birey ise konkav burun konturuna sahip olmuştur. Örneklem grubunun ortalama yaşı 14,4 olarak bildirilmiştir. Gruplar arasındaki kraniyofasiyal büyüme yönü farklılıklarını belirlemek amacıyla, büyüme yönünü tahmin eden çeşitli sefalometrik ölçümler yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, konveks burun profiline sahip bireylerin konkav burun profiline sahip bireylere kıyasla daha dik bir büyüme yönüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bireylerde dik mandibular düzlem açısı, alt ön yüz yüksekliği ve gonial açı değerlerinin daha büyük olduğu saptanmıştır. Ayrıca, konveks burun profiline sahip bireylerde mandibula ve maksillanın normalden daha geride konumlandığı ve alt yüz yüksekliğinin arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular, konveks burun profiline sahip bireylerin dik mandibular düzlemlerle karakterize olduğunu öne süren McNamara'nın görüşlerini desteklemektedir (McNamara, 1984). Moreau'nun (1987) çalışması, konveks burun profili ile kraniyofasiyal büyüme yönü arasındaki anlamlı ilişkilere dikkat çekerek, bu profilin sefalometrik özelliklerini daha ayrıntılı bir şekilde tanımlamıştır.

Kaynakça

- Arshad, T., Shaikh, A., & Fida, M. (2013). Comparison of nasal profiles in various skeletal patterns. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, 25(1-2), 31-35. Retrieved from: <https://www.ayubmed.edu.pk/JAMC/25-1/Tania.pdf>
- Bailey, L. J., Haltiwanger, L. H., Blakey, G. H., & Proffit, W. R. (2001). Who seeks surgical-orthodontic treatment: A current review. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 16(4), 280-292. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/11072258_Who_seeks_surgical-orthodontic_treatment_a_current_review
- Bansal, A. K., Sharma, P., Kumar, P., Nehra, K., & Kumar, S. (2015). Long face syndrome: A literature review. *Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy, Volume 2*(Issue 6). <https://doi.org/10.15406/jdhodt.2015.02.00071>
- Bergersen, E. O. (1966). The directions of facial growth from infancy to adulthood. *The Angle Orthodontist*, 36(1), 18-43. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1966\)036<0018:TDOFGF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1966)036<0018:TDOFGF>2.0.CO;2)
- Bishara, S. E., & Jakobsen, J. R. (1985). Longitudinal changes in three normal facial types. *American Journal of Orthodontics*, 88(6), 466-502. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(85\)80046-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(85)80046-4)
- Bishara, S. E., & Jakobsen, J. R. (1998). Changes in overbite and face height from 5 to 45 years of age in normal subjects. *The Angle Orthodontist*, 68(3), 209-216. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1998\)068<0209:CIOAFH>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1998)068<0209:CIOAFH>2.3.CO;2)
- Bishara, S. E., Peterson, L. C., & Bishara, E. C. (1984). Changes in facial dimensions and relationships between the ages of 5 and 25 years. *American Journal of Orthodontics*, 85(3), 238-252. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90063-0](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90063-0)
- Björk, A. (1955). Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontologica Scandinavica*, 13(1), 9-34. <https://doi.org/10.3109/00016355509028170>
- Björk, A. (1963). Variations in the growth pattern of the human mandible: Longitudinal radiographic study by the implant method. *Journal of Dental Research*, 42(1)Pt 2, 400-411. <https://doi.org/10.1177/00220345630420014701>
- Björk, A. (1966). Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24(2), 109-127. <https://doi.org/10.3109/00016356609026122>
- Björk, A., & Skieller, V. (1972). Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *American Journal of Orthodontics*, 62(4), 339-383. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(72\)90277-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(72)90277-1)
- Björk, A., & Skieller, V. (1977). Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *British Journal of Orthodontics*, 4(2), 53-64. <https://doi.org/10.1179/bjo.4.2.53>

- Blanchette, M. E., Nanda, R. S., Currier, G. F., Ghosh, J., & Nanda, S. K. (1996). A longitudinal cephalometric study of the soft tissue profile of short- and long-face syndromes from 7 to 17 years. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109(2), 116-131. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(96\)70172-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(96)70172-5)
- Buschang, P. H., De La Cruz, R., Viazis, A. D., & Demirjian, A. (1993). Longitudinal shape changes of the nasal dorsum. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(6), 539-543. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)80437-8](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)80437-8)
- Chaconas, S. J. (1969). A statistical evaluation of nasal growth. *American Journal of Orthodontics*, 56(4), 403-414. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(69\)80007-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(69)80007-2)
- Chung, CH., & Mongiovi, V. D. (2003). Craniofacial growth in untreated skeletal Class I subjects with low, average, and high MP-SN angles: A longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(6), 670-678. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.02.004>
- Downs, W. B. (1948). Variations in facial relationships: Their significance in treatment and prognosis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 34(10), 812-840. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(48\)90015-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(48)90015-3)
- Ferrario, V. F., Garattini, G., Colombo, A., Filippi, V., Pozzoli, S., & Sforza, C. (2003). Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: A preliminary study. *European Journal of Orthodontics*, 25(4), 401-410. <https://doi.org/10.1093/EJO/25.4.401>
- Fields, H. W., Proffit, W. R., Nixon, W. L., Phillips, C., & Stanek, E. (1984). Facial pattern differences in long-faced children and adults. *American Journal of Orthodontics*, 85(3), 217-223. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90061-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90061-7)
- Foley, T. F., & Mamandras, A. H. (1992). Facial growth in females 14 to 20 years of age. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 101(3), 248-254. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(92\)70094-Q](https://doi.org/10.1016/0889-5406(92)70094-Q)
- Formby, W. A., Nanda, R. S., & Currier, G. F. (1994). Longitudinal changes in the adult facial profile. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 105(5), 464-476. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(94\)70007-9](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70007-9)
- Genecov, J. S., Sinclair, P. M., & Dechow, P. C. (1990). Development of the nose and soft tissue profile. *The Angle Orthodontist*, 60(3), 191-198. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1990\)060<0191:DOTNAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1990)060<0191:DOTNAS>2.0.CO;2)
- Ha, Y., Park, Y.-S., & Lee, S.-P. (2014). Do long-faced subjects really have a long anterior face? A longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(6), 799-806. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.03.014>
- Hägg, U., & Attström, K. (1992). Mandibular growth estimated by four cephalometric measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102(2), 146-152. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(92\)70027-8](https://doi.org/10.1016/0889-5406(92)70027-8)
- Isaacson, J. R., Isaacson, R. J., Speidel, T. M., & Worms, F. W. (1971). Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and

- dental relations. *The Angle Orthodontist*, 41(3), 219-229. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1971\)041<0219:EVIVFG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1971)041<0219:EVIVFG>2.0.CO;2)
- Karlsen, A. T. (1997). Association between facial height development and mandibular growth rotation in low and high MP-SN angle faces: A longitudinal study. *The Angle Orthodontist*, 67(2), 103-110. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1997\)067<0103:ABFHDA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067<0103:ABFHDA>2.3.CO;2)
- Kothari, Y. (1981). *Growth/size of the nose in different skeletal and dental patterns*. Eastman Dental Center, Rochester, New York.
- Linder-Aronson, S. (1970). Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Oto-Laryngologica. Supplementum*, 265(1), 1-132. Retrieved from: <https://www.tandfonline.com/toc/ioto20/69/sup265?nav=toList>
- Linder-Aronson, S. (1972). Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *Transactions. European Orthodontic Society*, 65(1), 177-186. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(74\)90153-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(74)90153-5)
- Love, R. J., Murray, J. M., & Mamandras, A. H. (1990). Facial growth in males 16 to 20 years of age. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 97(3), 200-206. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)80052-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)80052-6)
- McNamara, J. A. (1984). A method of cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics*, 86(6), 449-469. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(84\)90352-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(84)90352-x)
- Mitani, H., Sato, K., & Sugawara, J. (1993). Growth of mandibular prognathism after pubertal growth peak. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(4), 330-336. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)81329-0](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)81329-0)
- Moreau, R. R. (1987). *The dorsal nasal ridge as an indicator of mandibular growth direction*. University of Western Ontario, London.
- Nanda, R. (2000). The contributions of craniofacial growth to clinical orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117, 553-555. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(00\)70197-1](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(00)70197-1)
- Nanda, R. S., Meng, H., Kapila, S., & Goorhuis, J. (1990). Growth changes in the soft tissue facial profile. *The Angle Orthodontist*, 60(3), 177-190. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1990\)060<0177:GCITST>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1990)060<0177:GCITST>2.0.CO;2)
- Nanda, S. K. (1988). Patterns of vertical growth in the face. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93(2), 103-116. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90287-9](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90287-9)
- Nanda, S. K., & Rowe, T. K. (1989). Circumpubertal growth spurt related to vertical dysplasia. *The Angle Orthodontist*, 59(2), 113-122. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1989\)059<0113:CGSRTV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1989)059<0113:CGSRTV>2.0.CO;2)
- Nielsen, I. L. (1991). Vertical malocclusions: Etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment. *The Angle Orthodontist*, 61(4), 247-260. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1991\)061<0247:VMO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1991)061<0247:VMO>2.0.CO;2)

org/10.1043/0003-3219(1991)061<0247:VMEDDA>2.0.CO;2

- Posen, J. M. (1967). A longitudinal study of the growth of the nose. *American Journal of Orthodontics*, 53(10), 746-756. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(67\)90119-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(67)90119-4)
- Prasad, M., Chaitanya, N., Reddy, K. P. K., Talapaneni, A. K., Myla, V. B., & Shetty, S. K. (2014). Evaluation of nasal morphology in predicting vertical and sagittal maxillary skeletal discrepancies. *European Journal of Dentistry*, 8(2), 197-204. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.130600>
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B., & Sarver, D. M. (2018). *Contemporary Orthodontics* (6th Ed.). Elsevier/Mosby.
- Proffit, W. R., Phillips, C., & Dann, C. (1990). Who seeks surgical-orthodontic treatment? *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 5(3), 153-160.
- Reyes, B. C., Baccetti, T., & McNamara, J. A. (2006). An estimate of craniofacial growth in Class III malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 76(4), 577-584. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0577:AEOCGI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0577:AEOCGI]2.0.CO;2)
- Robison, J. M., Rinchuse, D. J., & Zullo, T. G. (1986). Relationship of skeletal pattern and nasal form. *American Journal of Orthodontics*, 89(6), 499-506. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(86\)90008-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(86)90008-4)
- Sadowsky, P. L. (1998). Craniofacial growth and the timing of treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(1), 19-23. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(98\)70272-0](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(98)70272-0)
- Schudy, F. F. (1964). Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. *The Angle Orthodontist*, 34(2), 75-93. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1964\)034<0075:VGVAGA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1964)034<0075:VGVAGA>2.0.CO;2)
- Singer, C. P., Mamandras, A. H., & Hunter, W. S. (1987). The depth of the mandibular antegonial notch as an indicator of mandibular growth potential. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 91(2), 117-124. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(87\)90468-9](https://doi.org/10.1016/0889-5406(87)90468-9)
- Skieller, V., Björk, A., & Linde-Hansen, T. (1984). Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *American Journal of Orthodontics*, 86(5), 359-370. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(84\)90028-9](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(84)90028-9)
- Snodell, S. F., Nanda, R. S., & Currier, G. F. (1993). A longitudinal cephalometric study of transverse and vertical craniofacial growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(5), 471-483. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(93\)70073-W](https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70073-W)
- Solow, B., & Tallgren, A. (1976). Head posture and craniofacial morphology. *American Journal of Physical Anthropology*, 44(3), 417-435. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330440306>
- Steiner, C. C. (1960). The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment: Report of a case. *American Journal of Orthodontics*, 46(10), 721-735. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(60\)90145-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90145-7)

- Subtelny, J. D. (1959). A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *American Journal of Orthodontics*, 45(7), 481-507. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(59\)90014-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(59)90014-4)
- Turchetta, B. J., Fishman, L. S., & Subtelny, J. D. (2007). Facial growth prediction: A comparison of methodologies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(4), 439-449. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.026>
- Tweed, C. H. (1944). Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 42, 22-45. Retrieved from: https://archive.org/details/sim_american-journal-of-orthodontics-and-dentofacial_1944-12_30_12
- van der Beek, M. C., Hoeksma, J. B., & Prahl-Andersen, B. (1991). Vertical facial growth: A longitudinal study from 7 to 14 years of age. *European Journal of Orthodontics*, 13(3), 202-208. <https://doi.org/10.1093/ejo/13.3.202>

BÖLÜM 4

KAPAKLI BRAKET SİSTEMLERİ

Merve GONCA¹

Zübeyde KANTEMUR²

1 Dr. Öğr. Üyesi, Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Eskişehir/Türkiye, Orcid: 0000-0003-1299-9088, mervegonca@gmail.com

2 Arş. Görevlisi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Rize/Türkiye, Orcid: 0009-0006-4226-2385, zkantemur@gmail.com

GİRİŞ

Diş hareketini sağlamak için gerekli kuvvetler, elastik deformasyona uğrayan ark tellerinde depolanmaktadır. Bu kuvvetin dişlere iletilmesi, ark tellerinin braketlere bağlanmasıyla mümkündür. Bu bağlama işlemi “ligasyon” olarak adlandırılmaktadır. Ark tellerinin braket slotlarına ligasyonu, paslanmaz çelik tel ligatürler, elastik ligatürler veya herhangi bir ligasyon materyali gerektirmeyen kapaklı braketler ile gerçekleştirilmektedir.

Kapaklı braketler, ark telini braket slotunda aktif ya da pasif olarak tutabilen açılıp kapanabilen mekanizmalara sahip özel braketlerdir. Bu braketler, çağdaş ortodontik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmakta olup, farklı tedavi gereksinimlerine yanıt veren üç temel tipte sınıflandırılmaktadır:

1. Tamamen Pasif Sistemler: Tedavinin tüm aşamalarında pasif özellik gösteren sistemlerdir.

2. Tamamen Aktif Sistemler: Tedavinin tüm aşamalarında aktif olarak çalışan sistemlerdir.

3. İnteraktif Sistemler: Kullanılan ark teli boyutuna bağlı olarak, tedavinin farklı aşamalarında pasif ya da aktif özellik gösterebilen sistemlerdir.

Kapaklı braket sistemleri, klinik etkinlikleri ve hasta konforu açısından sabit ortodontik tedavilerde önemli bir yere sahiptir. Her sistemin avantajları ve kullanım alanları, hastanın ihtiyaçlarına ve tedavi planına göre değişiklik göstermektedir (Heiser, 1998).

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KAPAKLI BRAKET SİSTEMLERİ

Kapaklı braketlerin tarihi, 1935 yılında Dr. Jacob Stolzenberg'in edgewise tekniğini daha basit ve etkili hale getirme düşüncesiyle “Russel ataşmanını” geliştirmesine kadar uzanmaktadır (Stolzenberg, 1935). Bu yenilik, ortodontik tedavide yeni bir yaklaşımın temelini oluşturmuştur. İlk modern pasif kapaklı braket ise 1970'lerin başında piyasaya sunulan Edgelock braketidir (Soundharya, Sudhakar, Devi, Muruganandam, & Pandi).

Bu tarihten günümüze, kapaklı braket sistemlerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Geliştirilen sistemler, tedavi etkinliğini artırmayı, klinisyenler için uygulama kolaylığı sağlamayı ve hastaların konforunu iyileştirmeyi hedeflemiştir. Aşağıda, günümüzde kullanılan bazı kapaklı braket sistemleri tanıtılmıştır:

SPEED Braketi

SPEED braketi, ark telini braket slotunda tutmak için süper elastik nikel-titanyum yaylı bir klips kullanan bir edgewise braket sistemidir (Berger, 2008). Ticari olarak 1980 yılında piyasaya sunulmadan önce, bu sistemle 600'den fazla hasta tedavi edilmiş ve tasarımcı ile klinisyenler arasındaki yakın

iş birliği sayesinde sürekli olarak revize edilmiştir (Hanson, 1980).

SPEED braketleri, beş temel bileşenden oluşmaktadır:

1. Multi slot braket gövdesi,
2. Süper elastik nikel-titanyum yaylı klips,
3. İç-dış adaptörü,
4. Mantar başlıklı hook,
5. Mikro retantif meş bağlama tabanı.

Ana ark teli slotu, 0.018×0.025 inç ve 0.022×0.028 inç boyutlarında mevcut olup, slota paralel olarak 0.016×0.016 inç boyutlarında bir yardımcı slot bulunmaktadır. Yaylı klipsin önündeki labial pencere, braket slotunun kolayca açılıp kapanmasını sağlamaktadır.

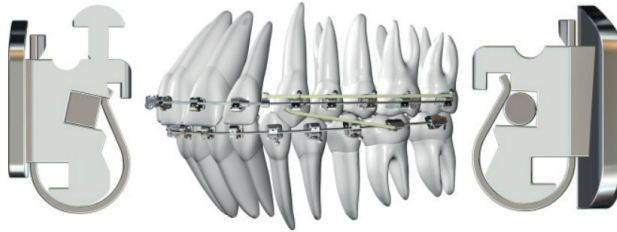
SPEED Braketi İçin Ark Teli Seçimi ve Kullanımı

En iyi sonuçları elde etmek için tavsiye edilen ark telleri; Supercable, Hills-Dual Geometry ve SPEED bitirme ark telleridir.

- **Supercable Ark Teli:** Bu tel, 0.016, 0.018 ve 0.020 inç boyutlarında mevcut olan, süper elastik nikel-titanyumdan yapılmış yedi parça telden oluşmaktadır. 0.016 inçlik tel, standart nikel-titanyum telin üçte biri kadar düşük kuvvet seviyeleri sunar.

- **Hills-Dual Geometry Ark Teli:** Paslanmaz çelikten üretilmiş bu tel, kare şeklindeki ön kısmıyla ön kesici dişlerin kron torkunu korurken, yuvarlak arka kısmıyla arka segmentlerdeki kayma mekanizmasını optimize edecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 1).

- **SPEED Bitirme Ark Telleri:** Bu tellerin eğimli labial yüzeyi, süper elastik yaylı klips ile ark teli arasındaki etkileşimin daha iyi bir şekilde ortaya çıkmasını sağlar (Şekil 2). Ayrıca, çeyrek yuvarlak şekli sayesinde telin yerleştirilmesi ve klipsin kapanması kolaylaşır. Bu teller iki farklı boyutta üretilmektedir: $0.017'' \times 0.022''$ ve $0.020'' \times 0.025''$ (Berger, 2008). Önerilen ark teli sıralaması Tablo 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Hills-dual geometri ark teli



Şekil 2. Speed bitirme ark teli

Tablo 1. Önerilen ark teli sıralaması

Klinik durumlar	Önerilen ark teli sıralaması	
	0.018	0.022
Şiddetli çapraşıklık vakalarında seviyeleme	0.016 supercable	0.016 supercable
Seviyelemeye devam etmek için	0.018 supercable	0.018 supercable
Ark formunu geliştirmek	0.016 veya 0.018 nikel titanyum	0.018 veya 0.020 nikel titanyum
Tork vermeye başlamak ve ark formunu geliştirmek	0.016*0.022 nikel titanyum	0.017*0.022 speed nikel titanyum
Torku arttırmak	0.017*0.022 speed nikel titanyum	0.020*0.025 speed nikel titanyum
Kayma mekaniklerini başlatmak	0.018*0.018*0.018 hills-dual geometry	0.018*0.018*0.018 hills-dual geometry
Diferansiyel kayma mekanikleri	0.018*0.018*0.018 hills-dual geometry	0.021*0.021*0.020 hills-dual geometry
Artistik bükümler ve final bitirme	0.017*0.022 TMA	0.019*0.025 TMA
Final torku ve ark şekli	0.017*0.022 speed paslanmaz çelik	0.020*0.025 speed paslanmaz çelik

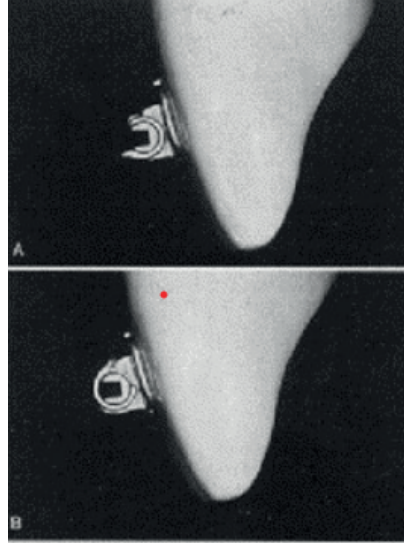
Activa Braketi

Activa braketi, 1986 yılında Dr. Erwin Pletcher tarafından ligasyon sürecini hızlandırmak amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 3). Bu braket, silindirik bir braket gövdesi etrafında okluzo-gingival yönde dönen, kavisli ve esnek olmayan bir kola sahiptir. Klipsler, çeşitli el aletleri kullanılarak kolaylıkla açılıp kapatılabilmektedir.

Activa braketlerinin tümü, ark telinin arkasında yer alan dikey slotlara sahiptir. Dikey slot, kanatları olmayan braketlerde önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Ön dişler için tasarlanan braketler, klinik kronun eksenine göre doğru oryantasyonu sağlamak amacıyla okluzal ve gingival tablara sahiptir.

Bu braketlerin en belirgin avantajları, çok düşük sürtünme ve güvenli ark teli bağlantısı sağlamalarıdır. Bununla birlikte, Activa braketlerinin tabanını diğer braketlere göre daha küçük olduğundan, yüksek bonding başarısızlık

oranları dezavantaj olarak dikkat çekmektedir. Ancak, premolar Activa braketlerinin tabanının standart dikdörtgen braket tabanlarına dönüştürülmesiyle birlikte, bonding başarısızlık oranlarında belirgin bir azalma sağlanmıştır (Harradine & Birnie, 1996).



Şekil 3. Activa braketi açık ve kapalı

Time Braketi

Time braketi, 1994 yılında Dr. Wolfgang Heiser tarafından geliştirilen, görünüş olarak SPEED braketine benzeyen ancak tasarım ve hareket modu açısından farklılık gösteren bir brakettir. Bu sistem, CAD/CAM teknolojisi kullanılarak geliştirilen ilk kapaklı braket olma özelliğini taşıyor ve hibrit bir sistem olarak tanımlanmaktadır.

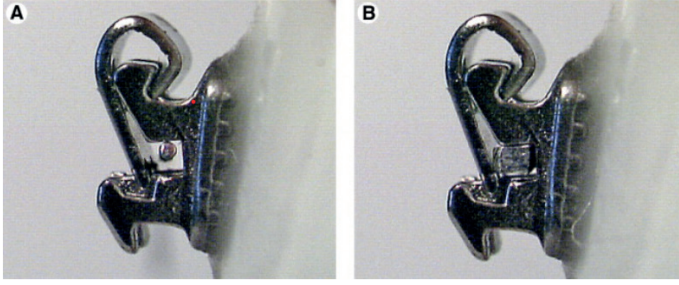
Time braketi, braket gövdesinin labial tarafını okluzo-gingival yönde sarı rijit, kavisli bir kola sahiptir. Yaylı klipsi, ark telinin kolayca yerleştirilmesini sağlayacak kadar açılabilir; ancak klipsin aşırı zorlanması deformasyona yol açabilir. Braket, hem pasif (tedavinin başlangıç aşamasında düşük kuvvet ve minimum sürtünme sağlamak için) hem de aktif (tedavinin orta ve bitim aşamalarında tork ve rotasyon kontrolü sağlamak için) bir hareket modu sunacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 4).

Küçük meziodistal genişliği sayesinde, ciddi çapraşıklık gösteren alt ön dişlere yerleşimi kolaylaştırır (Jangde, Garg, Virang, & Sahu, 2018). Time braketinin interaktif klipsleri, ark telleriyle değişen derecelerde temas kurmaya izin verecek şekilde üretilmiştir. Ark teli boyutları değiştiğinde, klips ile tel arasındaki temas seviyesi ve buna bağlı olarak üretilen kuvvet ve kontrol miktarı da değişmektedir.

• **Pasif Mod:** Örneğin, 0.016 inç veya daha küçük yuvarlak teller kullanıldığında, braket pasif bir yapı sergiler ve çok düşük seviyelerde sürtünme sağlar.

• **Aktif Mod:** Daha büyük dikdörtgen teller (örn. 0.017 × 0.025 inç) kullanıldığında, braket rotasyonu ve torku kontrol edebilmek için aktif hale gelir.

Her hasta için tedavi planı bireyselleştirilmiş olsa da, Time braketi ile kullanılan rutin ark teli sıralaması Tablo 2'de belirtilmiştir (Valant, 2008).



Şekil 4. Time braketi pasif ve aktif şekli

Tablo 2. Time braket sisteminde kullanılan ark teli sıralaması

Materyal	Başlangıç (nikel titanyum)	Çalışma telleri (HANT)	Bitirme telleri (paslanmaz çelik)
Süre	8-10 hafta	8-10 hafta	8-10 hafta
Üst ark	0.012/0.014/0.016	0.016*0.025 / 0.018*0.025	0.017*0.025
Alt ark	0.012/0.014/0.016	0.016*0.025 / 0.018*0.025	0.016*0.022 / 0.017*0.025

Damon Braketi

Dr. Dwight Damon, periodonsiyumun (dişeti, periodontal ligament ve kemik) vasküler beslenmesindeki değişikliklerin bu dokuların yeniden şekillenmesi (remodeling) için ortak bir tetikleyici olduğunu öne sürmüştür. Ayrıca, bir dişin bireysel hareketinin, dişlerin grup olarak hareketine kıyasla daha etkili olduğunu savunmuştur. Damon, tedaviye düşük kuvvet, düşük sürtünme ve küçük boyutlu tellerle başlamanın, grup halinde bağlı olsalar bile dişlerin bireysel hareketlerini kolaylaştıracağını belirtmiştir. Bu biyolojik anlayış, Damon braket sisteminin geliştirilmesindeki temel felsefeyi oluşturmuştur (Damon, 1998). Günümüze kadar bu felsefeyle çeşitli Damon braket sistemleri geliştirilmiş ve piyasaya sunulmuştur. Bunlar arasında Damon SL (1996), Damon 2 (2000), Damon 3 (2004), Damon MX (2005), Damon Q (2008), Damon Clear (2009), Damon Clear 2 (2014), Damon Q2 (2017) ve Damon Ultima (2021) bulunmaktadır.

Damon Ultima braketi, romboid şekilli ve vertikal slotla sahip olup, drop-in hook yerleştirilebilmesi için tasarlanmıştır. Paralel kenar şeklindeki slotu ve yuvarlak kenarlı dikdörtgen telleri ile daha iyi rotasyon kontrolü sağlamayı hedefler. Tork kontrolünü geliştirmek için prokline, nötral ve retrokline seçenekler sunulmaktadır. Faz I klinik çalışma sonuçlarına göre, 0.014 × 0.0275 yuvarlak kenarlı, dikdörtgen

CuNiTi telleri kullanıldığında braket slotunun bukkal-lingual derinliği devreye girerek diş rotasyonlarının etkin bir şekilde düzeltildiği gösterilmiştir (Şekil 5, Şekil 6).

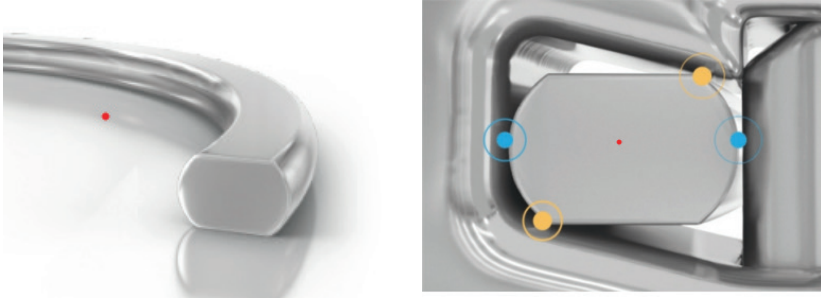
Damon braket sisteminde tork seçenekleri, tedavi planına ve dişlerin klinik pozisyonuna göre değişiklik göstermektedir. Yüksek torklu braketler, maksiller kesici dişlerin aşırı retrokline edilmesi gereken çekim vakaları, Sınıf II Bölüm 1 ve Sınıf II Bölüm 2 maloklüzyonlar ile birinci premolar çekim vakaları gibi durumlarda tercih edilmektedir. Standart torklu braketler ise diş eğiminin tedavi öncesinde tatmin edici olduğu ve tedavi sırasında eğimlerin olumsuz etkilenmeyeceği vakalar için uygundur. Düşük torklu braketler, aşırı eğimli maksiller kesici dişler, damakta konumlanmış kökler, orta-şiddetli maksiller çapraşıklık veya ön açık kapanış vakalarında kullanılır. Mandibular kesici dişlerin proklinasyonunun kontrol edilmesi gereken durumlarda da düşük torklu braketler tercih edilir. Tork seçeneklerinin her diş için ayrı ayrı değerlendirilerek belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Birnie, 2008).

Damon tedavisi dört ana aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, 0.013", 0.014" veya 0.016" cupper nikel titanyum (CuNiTi) ark telleri kullanılarak dişlerin seviyelenmesi ve rotasyonların çözülmesi sağlanır. Hafif kuvvetler uygulayarak periodonsiyal dokuların biyolojik adaptasyonu hedeflenir. Bu aşama 10-20 hafta sürmekte ve randevu aralıkları genellikle 10 hafta olarak planlanmaktadır. İkinci aşamada, 0.014" × 0.025", 0.018" × 0.025" CuNiTi teller veya daha özel durumlarda 0.017" × 0.025" ya da 0.019" × 0.025" reverse spee CuNiTi teller kullanılmaktadır. Kesici diş intrüzyonunun gerekli olduğu durumlarda, 0.017" × 0.025" veya 0.019" × 0.025" reverse spee cupper nikel titanyum ark telleri bu aşamada kullanılabilir. Bu aşamada, 20° tork ile 0.019" × 0.025" reverse cupper nikel titanyum ark teli kullanılarak ek tork da uygulanabilir. Bu aşamanın amaçları arasında tüm rotasyonların düzeltilmesi, diş hizalanmasının tamamlanması, anterior boşlukların konsolidasyonu ve tork kontrolünün başlatılması yer almaktadır. Tedavi süresi 20-30 hafta olup, ilk tel 8-10 hafta, ikinci tel ise 4-6 hafta yerinde bırakılır.

Üçüncü aşama, majör mekanik fazı olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada 0.019" × 0.025" paslanmaz çelik teller kullanılmakta ve ark formunun korunması, posterior boşlukların kapatılması, tork kontrolünün tamamlanması ve oklüzyonun detaylandırılması hedeflenmektedir. Bu aşama genellikle 8-10 hafta sürmekte ve randevu aralıkları 10 hafta olarak düzenlenmektedir. Son aşama ise bitirme fazıdır. Bu aşamada 0.019" × 0.025" paslanmaz çelik veya β-titanyum teller kullanılabilir. Tedavinin bu aşaması, diş pozisyonlarının optimize edilmesi ve elastiklerle ideal oklüzyon ilişkilerinin sağlanması gibi hedeflere yöneliktir.



Şekil 5. Damon ultima braket



Şekil 6. Damon ultima braketini paralekenar şeklinde slot ve yuvarlak kenarlı dikdörtgen tel

In-Ovation Braket

In-Ovation R braketini, Dr. John Voudouris tarafından tasarlanmış ve kobalt-kromdan üretilmiş interaktif klipse sahip bir kapaklı braket türüdür. Düz tel sistemi ile uyumlu olarak tasarlanan bu braket, ark telini slotta güvenli bir şekilde tutmayı sağlayan slot blokerlar içerir. Klipsin yüzeyinde bulunan “V” çentiğe okluzal yönde uygulanan kuvvet ile klips kolayca açılabilir. Slot duvarları, ark telinin braket kenarlarına bağlanmasını ve telin plastik deformasyona uğrayarak katlanmasını engellemek için dışa doğru açlandırılmıştır. İnteraktif bir sistem olan In-Ovation R, kullanılan ark teline bağlı olarak pasif, etkileşimli veya aktif bir performans sergileyebilmektedir.

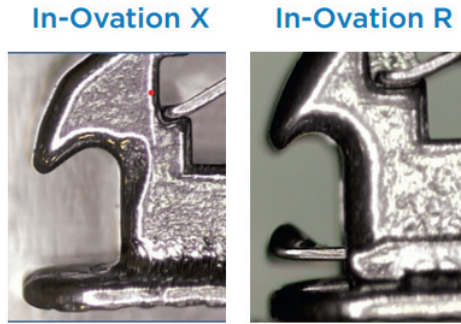
In-Ovation C, seramik malzemeden üretilmiş bir self-ligating braket türüdür ve estetik kaygıların ön planda olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu braket sisteminde kullanılan ark telleri arasında Sentalloy ve Bioforce teller yer almaktadır. Sentalloy teller, süper elastik nikel-titanyum alaşımından yapılmış olup, 37.5°C’de aktive olarak düşük ama sabit bir hızla eski haline dönmeye çalışır. Bu özellik, geleneksel nikel-titanyum tellerden farklı olarak daha kontrollü ve etkili bir diş hareketi sağlar. Bioforce teller ise neo-Sentalloy

alaşımından yapılmış olup, bölgesel olarak farklı kuvvetler üretebilmektedir. Bu teller, kesici dişler için hafif, kanin ve premolarlar için orta düzeyde, molar dişler için ise daha ağır bir kuvvet oluşturarak her diş grubu için ideal biyolojik kuvveti sağlar.

In-Ovation sistemine yeni bir yenilik olarak, In-Ovation X braketi 2017 yılında diş taşı birikimi ve kapak arızalarını azaltmak amacıyla tasarlanmıştır. In-Ovation R braketiyle karşılaştırıldığında, diş eti kısmındaki çıkıntı kaldırılarak diş taşı birikimi minimize edilmiş ve buna bağlı olarak kapak arızalarının önüne geçilmiştir (Şekil 7). In-Ovation braket sisteminde kullanılan ark teli sıralamaları Tablo 3'te detaylandırılmıştır. Bu yenilikçi sistemler, diş hareketini daha etkili ve kontrollü hale getirerek tedavi sürecini optimize etmeyi amaçlamaktadır (Dentsply Sirona, n.d.).

Tablo 3. *Innovation braket ark teli sekansları*

Ark teli sekansları	
Faz 1	0.012, 0.014, 0.016 sentalloy
Faz 2	0.018*0.018 bioforce veya 0.019*0.025 bioforce
Faz 3	0.019*0.025 çelik veya 0.021*0.025 çelik
Faz 4	0.019*0.025 örgülü veya 0.021*0.025 örgülü



Şekil 7. *Diş eti kısmındaki klips çıkıntısı elimine edilmiş*

SmartClip Braket

SmartClip braket, 2004 yılında Gary L. Weinberger tarafından geliştirilmiştir (Jangde et al., 2018). Bu braketin mekanizması, ark telinin klips üzerine uyguladığı kuvvetle malzemenin elastik deformasyonu yoluyla açılıp kapanan iki nikel-titanyum (Nitinol) klipsten oluşmaktadır. SmartClip braketleri, tel yuvasında ark telini otomatik olarak kapatıp sabitleyen gerçek kendinden bağlanan braket sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Braketin ikiz tasarımı, klinisyene dişlerin ciddi şekilde hatalı hizalandığı durumlarda ark telini yalnızca bir klipste seçici olarak geçirme esnekliği sunar. Bu özellik, özellikle kompleks vakaların başlangıç aşamalarında büyük avantaj sağlamaktadır. SmartClip braketler, MBT sistem reçetesine sahiptir ve farklı tedavi gereksinimlerine uyum sağlamak amacıyla Yüksek Tork, Düşük Tork, MBT™, Orta Tork, Ricketts ve Roth reçete seçenekleri sunmaktadır (Trevisi & Bergstrand, 2008).

SmartClip braketlerin geliştirilmiş bir versiyonu olan SmartClip SL3, 2009 yılında tanıtılmıştır. Bu yeni tasarım, SmartClip braketi ile benzer özellikler taşımakla birlikte, klips kuvvetinin azaltılması sayesinde daha hassas bir kullanım sağlamaktadır (Jangde et al., 2018). SmartClip braket sisteminde kullanılan ark teli sekansları Tablo 4'te detaylandırılmıştır.

Tablo 4. Smartclip braket ark teli sekansları

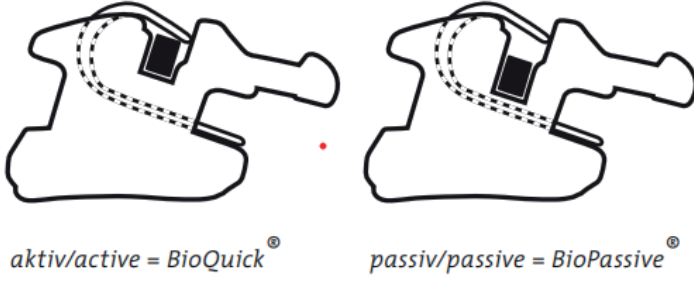
Ark teli sekansları	
Sıralama fazı	0.014 klasik veya süperelastik nitinol 0.016*0.025 veya 0.017*0.025 klasik veya süperelastik nitinol
Seviyeleme fazı	0.019*0.025 klasik veya süperelastik nitinol
Boşluk kapatma fazı	0.019*0.025 çelik
Bitirme fazı	0.019*0.025 örgü

Bio-Quick ve Bio-Passive Braketleri

Bio-Quick braketi, interaktif bir klipse sahip olup düşük sürtünme sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Şekil 8). Braketin ve slot kenarlarının yuvarlatılmış olması, sürtünmeyi azaltırken ark telinin daha kolay hareket etmesine olanak tanır. Ayrıca, 0.016" × 0.016" boyutlarında bir vertikal yardımcı slot içerir. Slot içerisinde yuvarlatılmış temas noktaları, ark telinin deformasyonunu ve bağlanmasını önleyerek braket performansını artırmaktadır.

Bio-Passive braketi, Bio-Quick braketinin birçok özelliğini içermekle birlikte, pasif ligasyon sağlamak için slot derinliği artırılmıştır. Derinleştirilmiş slot, ark teline daha geniş bir hareket alanı sunarak tel ve slot yüzeyi arasındaki sürtünmeyi önemli ölçüde azaltır. Yapılan çalışmalar, Bio-Passive braketiyle diastema ve boşluk kapatma işlemlerinin, aktif braketlere kıyasla daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Bu braket, 0.018" slot yuvasında 0.017" × 0.025" tele kadar ve 0.022" slot yuvasında 0.021" × 0.025" tele kadar pasif özellik göstermektedir.

Her iki braket de farklı tedavi gereksinimlerine uyum sağlamak amacıyla Roth, MBT, Trevisi, Roncone ve Face Evolution 2 gibi reçete seçeneklerine sahiptir (Dentsply Sirona, n.d.).



Şekil 8. Aktif ve pasif bio-quick braketleri

Carriere Braket

Carriere braket, daha iyi bir rotasyon kontrolü sağlamak amacıyla diş özel genişliklerle tasarlanmıştır (Şekil 9). Daha derin braket kanatları, elastik ligatür ve zincir (chain) kullanımını kolaylaştırarak tedavi sırasında esneklik ve pratiklik sunar. Ayrıca, braket üzerinde entegre hooklar bulunmaktadır ve bu, elastiklerin daha kolay yerleştirilmesini sağlar. Braket tasarımında, yerleştirme işlemini kolaylaştırmak amacıyla çok sayıda vertikal ve horizontal işaret bulunmaktadır. Bu işaretler, braket pozisyonunun doğru şekilde belirlenmesine yardımcı olarak tedavi sonuçlarının hassasiyetini artırır. Carriere braket sistemi, Damon, MBT ve Roth reçetelerine uygun seçenekler sunarak çeşitli tedavi gereksinimlerine uyum sağlamaktadır.



Şekil 9. Carrier braket

Empower 2 Braket

Empower 2 braket, tam kontrol ve hassas tedavi bitişi sağlamak amacıyla geliştirilmiş Dual Aktivasyon™ Sistemi ile dikkat çekmektedir. Bu yenilikçi sistem, ön dişlerde interaktif braketler ve arka dişlerde pasif braketleri birleştirerek birden fazla tedavi ihtiyacını karşılamaktadır. Ön dişlerdeki interaktif braketler, tedavinin tüm aşamalarında tork ve rotasyon kontrolü sağlayarak

hassas diş hareketine olanak tanırken, arka dişlerdeki pasif braketler, posterior bölgede daha düşük sürtünmeyle kayma mekaniği sağlar.

Empower 2'nin slot kenarları, ark teli bağlanmasını azaltmak ve sürtünmeyi en aza indirmek amacıyla chamfer şeklinde tasarlanmıştır (Şekil 10). Premolar braketlerde farklı taban genişlikleri bulunmakta ve bu da tedavi planlamasında esneklik sağlamaktadır. Sistem, MBT, Roth, modifiye Damon ve Roncone reçetelerine uygun seçenekler sunarak çeşitli klinik ihtiyaçlara cevap vermektedir.



Şekil 10. Empower 2 braket

Kapaklı Braket Sistemlerinin Potansiyel Avantajları

Kapaklı braket sistemlerinin temel avantajları arasında ark teli ligasyonunun hızlı olması, yardımcı personel ihtiyacının azalması, ark teli bağlantısının tam olarak sağlanması ve braket ile ark teli arasındaki sürtünmenin düşük olması bulunmaktadır. Bu braketler, ligatürleme sırasında harcanan zamandan tasarruf edilmesi amacıyla geliştirilmiş ve bu özellikleri önemli bir motivasyon kaynağı olmuştur (T. E. & Pandis, 2009). Ark teli bağlantısının tam sağlanması, kapak mekanizmasının tamamen açık veya kapalı olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu güvenlik, kapak mekanizmasının sağlamlığına bağlıdır. Çok yakın zamana kadar kapaklı braketler bu gereksinimi tam olarak karşılamamış olsa da gelişmeler bu alandaki eksiklikleri gidermektedir (Harradine, 2014).

Kapaklı braketlerin düşük sürtünme kuvvetine sahip olması, özellikle ortodontide boşluk kapatma sırasında kullanılan kayma mekanikleri açısından büyük önem taşımaktadır. Kayma mekanikleri sırasında ark teli ve braket slotu arasında oluşan sürtünme kuvveti minimum olduğunda daha etkili bir kayma sağlanabilir (Pacheco, Jansen, & Oliveira, 2012).

Sürtünme Üzerine Çalışmalar

Kapaklı braketlerin sürtünme açısından değerlendirildiği çalışmalar bu sistemlerin avantajlarını desteklemektedir. Sims ve ark. (1993), Speed, Acti-

va ve konvansiyonel braketleri farklı ark teli boyutlarında sürtünme açısından karşılaştırmış, Activa braketiyle en düşük sürtünme değerlerini bulmuşlardır. Speed braketi ise çoğu tel boyutunda konvansiyonel braketlere göre daha düşük sürtünme göstermiştir. Shivapuja ve ark. (1994), Speed, Activa, Edgelock ve konvansiyonel braketlerin kayma mekaniklerine karşı sürtünme dirençlerini karşılaştırmış ve en düşük statik sürtünme değerlerini Edgelock braketiyle elde etmişlerdir.

Thomas ve ark. (1998), Damon SL, Time ve Twin braketlerini karşılaştırmış ve Damon SL'nin en düşük sürtünme değerlerini sağladığını, Twin braketlerin ise en yüksek sürtünme direncine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Tecco ve ark. (2007), Damon SL, Time ve konvansiyonel braketlerle yaptıkları çalışmalarında, $0.016'' \times 0.022''$ nikel-titanyum teller kullanıldığında self-ligating braketlerin konvansiyonel braketlere göre daha az sürtünme direnci sağladığını bulmuşlardır.

Krishnan ve ark. (2009), iki aktif (In-Ovation ve Time), iki pasif (Damon SL ve SmartClip) ve bir konvansiyonel braket ile yapılan çalışmada, en düşük sürtünme değerlerini Damon SL braketiyle, ardından sırasıyla SmartClip, In-Ovation ve Time braketleriyle elde etmişlerdir. Ayrıca, pasif braketlerin çelik tellerle sürtünmede aktif braketlere göre çok daha düşük değerler gösterdiğini vurgulamışlardır.

Budd ve ark. (2008), dört farklı self-ligating braketi farklı boyutlardaki çelik tellerle test etmiş ve pasif braketlerin sürtünme direncinin aktif braketlere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Telin bukkal-lingual boyutunun sürtünme direncini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Cordasco ve ark. (2009), Damon SL braketini elastik veya metalik ligasyon ile karşılaştırarak, Damon SL sisteminin daha düşük sürtünme değerleri sağladığını göstermiştir.

Kritik Temas Açısı ve Sürtünme

Kapaklı braketlerin sürtünme performansı değerlendirildiğinde, kayma mekaniklerini etkileyen faktörlerden yalnızca sürtünme dikkate alınmamalıdır. Kusy ve Whitley (1999), kayma direncini üç bileşene ayırmış ve bunları sürtünme, bağlanma ve ark telinin plastik deformasyonu (notching) olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, kritik temas açısının kayma mekaniklerinde belirleyici bir rol oynadığını vurgulamışlardır.

Thorstenson ve Kusy (2002), aktif ve pasif tasarımlı kapaklı braketleri farklı ikinci derece angulasyonlarda ve farklı ortam koşullarında değerlendirerek, kritik temas açısı altında pasif bölge, üstünde ise aktif bölge ifadelerini kullanmışlardır. Kritik temas açısı altında sürtünme önemli bir faktörken, bu açının aşıldığı durumlarda bağlanma kayma direncinde daha büyük bir role sahip olmaktadır. Bu durum, kapaklı braketlerin düşük sürtünme avantajının

yalnızca kritik temas açısı altında geçerli olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, kapaklı braket sistemleri, düşük sürtünme kuvvetleriyle ortodontide kayma mekanikleri açısından önemli avantajlar sunmakla birlikte, kayma direncini etkileyen diğer faktörler dikkate alındığında bazı sınırlamalara sahiptir.

Kapaklı Braket Sistemlerinin Dental Ark Üzerine Etkileri

Ark Genişliği ve Bukkolingual İnklinasyon Etkisi

Maksiller transvers eksiklik, ortodontik tedavi gerektiren hastalarda yaygın bir problemdir. Pre-pubertal dönemde hızlı üst çene genişletmesi (RME) ile çözülebilen bu durum, post-pubertal dönemde sirkummaksiller suturların kaynaşması nedeniyle cerrahi destekli palatal genişletme (SARPE) gerektirebilir. Mini vida destekli palatal genişletme (MARPE), daha az invaziv bir alternatif olarak sunulsa da, suturları kaynaşmış yetişkin hastalarda etkisi sınırlıdır (Alsayegh et al., 2022).

1990'lı yıllarda Damon sistemi, düşük kuvvetlerle dudak, dil ve yüz kasları arasındaki dengeyi değiştirerek ark formunun ve alveoler kemiğin yeniden şekillenmesine olanak tanıyabileceği ileri sürülmüştür. Bu sistemin hızlı üst çene genişletmesi ve çekim ihtiyacını azaltabileceği belirtilmiştir (Lee W. Graber, 2017).

Çeşitli çalışmalar, kapaklı braket sistemlerinin dental ark genişliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Franchi ve ark. (2006), düşük sürtünmeli ligasyon ve nikel-titanyum tellerle altı aylık seviyelemede ark çevresi ve dentoalveoler transvers boyutlarda artış gözlemlenmiştir. Tecco ve ark. (2009), self-ligating ve konvansiyonel braketlerin dikdörtgen tellerle ark genişliğine etkisini karşılaştırmış ve her iki sistemin maksiller transversal ark genişliğini benzer şekilde artırdığını bulmuştur.

Pandis ve ark. (2010), self-ligating sistemlerin intermolar bölgede konvansiyonel braketlere göre daha fazla genişleme sağladığını, ancak interkanin genişlik açısından bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Pandis ve ark. (2011) bir başka çalışmada intermolar genişlik açısından iki sistem arasında fark bulamamıştır. Vajaria ve ark. (2011), Damon sistemini konvansiyonel braketlerle karşılaştırarak intermolar genişlikte daha fazla artış tespit etmiştir.

Cattaneo ve ark. (2011), aktif ve pasif sistemlerin dentoalveoler ark üzerindeki etkilerini incelemiş ve her iki sistemin 1. premolar bölgesinde en büyük genişlemeyi sağladığını, pasif sistemlerin 2. premolar ve molar bölgelerde daha geniş etkiler gösterdiğini rapor etmiştir. Fleming ve ark. (2013) ve Atik ve ark. (2016), farklı braket sistemlerinin maksiller ark genişliği ve inklinasyon değişimleri üzerine benzer etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Sawant ve

ark. (2020), self-ligating braketlerin üst çene transvers genişliği açısından daha etkili olduğunu ancak keser inklinasyonu açısından sistemler arasında fark olmadığını bulmuştur.

Tork Etkisi

Ortodontik tedavide tork, estetik ve oklüzyon açısından kritik bir rol oynar. Özellikle kaninlerin ideal torku, temporomandibular eklem problemlerini önler ve zararlı diş aşınmalarını engelleyen kanin rehberliğini destekler (Young, 2020). Tork, ark teli boyutlarının kademeli olarak artırılması ve braket slotuyla tel arasındaki boşluğun azaltılması yoluyla elde edilir. Ancak braket slotunu tam olarak dolduramayan teller, tork ifadesinde kayıplara neden olabilir.

Badawi ve ark. (2008), aktif kendinden bağlanan braketlerin pasif sistemlere kıyasla daha iyi tork kontrolü sağladığını belirtmiştir. Ancak Brauchli ve ark. (2012) ile Major ve ark. (2013), aktif ve pasif sistemler arasında yalnızca küçük farklılıklar bulmuşlardır.

Kapaklı braketlerin tork kontrolü açısından konvansiyonel braketlerle karşılaştırıldığı çalışmalarda, kapaklı sistemlerin tork değerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Huang et al., 2009; Morina et al., 2008). Bununla birlikte, Franco ve ark. (2015), pasif bir braket olan Damon 3MX'in en yüksek tork değerine, aktif bir kapaklı braket olan BioQuick'in ise en düşük tork değerine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca tork ifadesini etkileyen birçok faktör olduğunu ve aktif klipslerin tek başına tork artışını sağlamadığını belirtmişlerdir.

Kapaklı Braket Sistemlerinin Tedavi Süresi ve Etkinliği

Ortodontik tedavi süresinin kısaltılması, hem hasta memnuniyetini artırmak hem de tedavi sırasında oluşabilecek yan etkileri en aza indirmek açısından önemlidir. Tedavi süresi, diş hareket hızının artırılması ve çekim boşluklarının daha hızlı kapatılmasıyla kısaltılabilir. Diş hareket hızını etkileyen faktörler arasında biyolojik ve anatomik özelliklerin yanı sıra kullanılan braket, tel ve ligatür gibi fiziksel faktörler yer almaktadır (Eberting, Straja, & Tuncay, 2001).

Seviyeleme Aşamasının Değerlendirilmesi

Kapaklı braketlerin seviyeleme aşamasında tedavi süresini kısalttığı iddiası, braket ve ark teli arayüzünde sürtünme kuvvetindeki azalmanın bir sonucu olarak açıklanmıştır. Ancak sürtünme kuvveti, tedavi süresini etkileyen faktörlerden yalnızca biridir (Bednar, Gruendeman, & Sandrik, 1991).

Harradine (2001) ve Eberting ve ark. (2001), Damon braketlerin konvansiyonel braketlere kıyasla daha kısa tedavi süreleri ve daha az randevu gerektirdiğini bildirmiştir. Ancak Miles ve ark. (2006), Damon ve konvansiyonel braketler arasında seviyeleme süresi açısından fark bulamamıştır. Scott ve ark.

(2008), seviyeleme hızının başlangıçtaki çapraşıklık miktarına bağlı olduğunu, braket tipinin ise tedavi süresine etkisinin sınırlı olduğunu belirtmiştir.

Ong ve ark. (2010), çekimli vakalarda kapaklı ve konvansiyonel braketleri değerlendirmiş ancak kapaklı sistemlerin daha etkin olduğunu gösteren bir fark tespit edememiştir. Reddy ve ark. (2014) ise kapaklı braketlerin daha etkili bir seviyeleme sağladığını rapor etmiştir. Songra ve ark. (2014), başlangıç seviyelenme süresinin konvansiyonel braketlerle daha kısa olduğunu, ancak aktif ve pasif kapaklı sistemler arasında fark bulunmadığını bildirmiştir. Çelikoğlu ve ark. (2015), braket tipinden ziyade anterior düzensizlik indeksinin ve interkanin mesafesindeki değişikliğin seviyeleme süresinde daha önemli bir etken olduğunu belirtmiştir.

Jahanbin ve ark. (2019), kapaklı braketlerin maksiller çapraşıklığın düzeltilmesinde daha etkili olduğunu rapor etmiştir. Bununla birlikte, literatürde seviyeleme aşamasında kapaklı braketlerin etkinliği konusunda sonuçlar çelişkilidir. Yaygın görüş, benzer başlangıç düzensizlik indekslerine ve benzer ark teli sekanslarına sahip çalışmalarda braket tipinin tedavi süresi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı yönündedir.

Çekim Boşluklarının Kapatılması ve Ankraj Kaybının Değerlendirilmesi

Diş çekimi gerektiren ortodontik vakalarda, çekim boşluklarının kapatılması ve ankraj kaybının önlenmesi tedavi sürecinin önemli bir parçasıdır. Kapaklı sistemlerin, konvansiyonel braketlere kıyasla daha düşük sürtünme kuvveti sunduğu ve bu nedenle kayma mekanikleri sırasında kanin distalizasyonu ve boşluk kapatma süreçlerini optimize ettiği bildirilmiştir (Budd et al., 2008; Cordasco et al., 2009; Krishnan et al., 2009).

Bazı çalışmalar, kapaklı braketlerle daha az ankraj kaybı ve daha hızlı bir boşluk kapatmanın mümkün olduğunu belirtmiştir (Hassan et al., 2016; Jayachandran et al., 2016; Soegiharto, 2016). Ancak diğer çalışmalar, kapaklı sistemlerin konvansiyonel braketlere göre belirgin bir avantaj göstermediğini rapor etmiştir (Abu-Shahba & Alassiry, 2019; da Costa Monini et al., 2014; DiBiase et al., 2011).

Sonuç olarak, kapaklı braket sistemlerinin tedavi süresi ve etkinliği üzerine yapılan çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Braket tipi, seviyeleme ve boşluk kapatma süreçlerinde tek başına belirleyici bir faktör olmamakla birlikte, uygun bir tedavi planı ve doğru materyal seçimiyle tedavi etkinliği artırılabilir.

Kaynakça

- Abu-Shahba, R., & Alassiry, A. (2019). Comparative evaluation of the maxillary canine retraction rate and anchorage loss between two types of self-ligating brackets using sliding mechanics. *Journal of Orthodontic Science*, 8(1), 1–6. https://doi.org/10.4103/jos.JOS_19_19
- Alsayegh, E., Balut, N., Ferguson, D. J., et al. (2022). Maxillary expansion: A comparison of Damon self-ligating bracket therapy with MARPE and PAOO. *Biomedical Research International*, 2022, 1974467. <https://doi.org/10.1155/2022/1974467>
- Atik, E., Akarsu-Guven, B., Kocadereli, I., & Ciger, S. (2016). Evaluation of maxillary arch dimensional and inclination changes with self-ligating and conventional brackets using broad archwires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(6), 830–837. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.11.024>
- Atik, E., & Taner, T. (2017). Stability comparison of two different dentoalveolar expansion treatment protocols. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 22(5), 75–82. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.5.075-082.oar>
- Badawi, H. M., Toogood, R. W., Carey, J. P., Heo, G., & Major, P. W. (2008). Torque expression of self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(5), 721–728. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.051>
- Bednar, J. R., Gruendeman, G. W., & Sandrik, J. L. (1991). A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100(6), 513–522.
- Berger, J. L. (2008). The SPEED system: An overview of the appliance and clinical performance. In *Self-ligating brackets in orthodontics* (pp. 54–63). Elsevier.
- Birnie, D. (2008). The Damon passive self-ligating appliance system. In *Self-ligating brackets in orthodontics* (pp. 19–35). Elsevier.
- Brauchli, L. M., Steineck, M., & Wichelhaus, A. (2012). Active and passive self-ligation: A myth? Part 1: Torque control. *Angle Orthodontist*, 82(4), 663–69.
- Budd, S., Daskalogiannakis, J., & Tompson, B. D. (2008). A study of the frictional characteristics of four commercially available self-ligating bracket systems. *European Journal of Orthodontics*, 30(6), 645–653. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn058>
- Cattaneo, P. M., Treccani, M., Carlsson, K., et al. (2011). Transversal maxillary dento-alveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: A randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 14(4), 222–233. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2011.01527.x>
- Celikoglu, M., Bayram, M., Nur, M., & Kilis, D. (2015). Mandibular changes during initial alignment with SmartClip self-ligating and conventional brackets: A

- single-center prospective randomized controlled clinical trial. *Korean Journal of Orthodontics*, 45(2), 89–94. <https://doi.org/10.4041/kjod.2015.45.2.89>
- Cordasco, G., Farronato, G., Festa, F., Nucera, R., Parazzoli, E., & Grossi, G. B. (2009). In vitro evaluation of the frictional forces between brackets and archwire with three passive self-ligating brackets. *European Journal of Orthodontics*, 31(6), 643–646.
- da Costa Monini, A., Junior, L. G., Martins, R. P., & Vianna, A. P. (2014). Canine retraction and anchorage loss: Self-ligating versus conventional brackets in a randomized split-mouth study. *Angle Orthodontist*, 84(5), 846–852. <https://doi.org/10.2319/100813-743.1>
- Damon, D. H. (1998). The rationale, evolution, and clinical application of the self-ligating bracket. *Clinical Orthodontic Research*, 1(1), 52–61. <https://doi.org/10.1111/ocr.1998.1.1.52>
- Dentsply Sirona. (n.d.). In-Ovation R: Dr. Brosh's clinical guide. Retrieved from https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Orthodontics/Brackets/Self_Ligating/In_Ovation_R/120-089-01_r3_IOR_DrBro.pdf
- DiBiase, A. T., Nasr, I. H., Scott, P., & Cobourne, M. T. (2011). Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: A prospective randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(2), e111–e116. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.07.020>
- Eberting, J. J., Straja, S. R., & Tuncay, O. C. (2001). Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clinical Orthodontic Research*, 4(4), 228–234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2001.40407.x>
- Fleming, P. S., Lee, R. T., Marinho, V., & Johal, A. (2013). Comparison of maxillary arch dimensional changes with passive and active self-ligation and conventional brackets in the permanent dentition: A multicenter, randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(2), 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.03.012>
- Franchi, L., Baccetti, T., Camporesi, M., & Lupoli, M. (2006). Maxillary arch changes during leveling and aligning with fixed appliances and low-friction ligatures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(1), 88–91. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.01.017>
- Franco, É. M. F., Valarelli, F. P., Fernandes, J. B., Cançado, R. H., & Freitas, K. M. S. (2015). Comparative study of torque expression among active and passive self-ligating and conventional brackets. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 20(3), 68–74. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.5.075-082.oar>
- Hanson, G. H. (1980). The SPEED system: A report on the development of a new edgewise appliance. *American Journal of Orthodontics*, 78(3), 243–265. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(80\)90270-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(80)90270-5)

- Harradine, N. W., & Birnie, D. J. (1996). The clinical use of Activa self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109(3), 319–328. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(96\)70155-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(96)70155-5)
- Harradine, N. (2014). Self-ligating brackets: Where are we now? *Journal of Orthodontics*, 41(Suppl 1), S1–S8.
- Harradine, N. W. (2001). Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clinical Orthodontic Research*, 4(4), 220–227. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2001.40406.x>
- Hassan, S. E., Hajeer, M. Y., Alali, O. H., & Kaddah, A. S. (2016). The effect of using self-ligating brackets on maxillary canine retraction: A split-mouth design randomized controlled trial. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(6), 496–503. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1879>
- Heiser, W. (1998). Time: A new orthodontic philosophy. *Journal of Clinical Orthodontics*, 32(1), 44–53.
- Huang, Y., Keilig, L., Rahimi, A., et al. (2009). Numeric modeling of torque capabilities of self-ligating and conventional brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(5), 638–643. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.04.018>
- Jahanbin, A., Hasanzadeh, N., Khaki, S., & Shafaei, H. (2019). Comparison of self-ligating Damon3 and conventional MBT brackets regarding alignment efficiency and pain experience: A randomized clinical trial. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 13(4), 281–286. <https://doi.org/10.15171/jod.2019.43>
- Jangde, A., Garg, A., Virang, B., & Sahu, S. (2018). Self-ligating brackets from past to present: An update. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 17(1), 30–43.
- Jayachandran, B., Padmanabhan, R., Vijayalakshmi, D., & Padmanabhan, J. (2016). Comparative evaluation of efficacy of self-ligating interactive bracket with conventional preadjusted bracket: A clinical study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 7(2), 158–162. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.183049>
- Krishnan, M., Kalathil, S., & Abraham, K. M. (2009). Comparative evaluation of frictional forces in active and passive self-ligating brackets with various archwire alloys. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(5), 675–682.
- Kusy, R. P., & Whitley, J. Q. (1999). Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: Derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *European Journal of Orthodontics*, 21(2), 199–208. <https://doi.org/10.1093/ejo/21.2.199>
- Lee, W., Graber, R. L. V., Wig, K. W. L., & Huang, G. J. (2017). Orthodontics: Current principles and techniques (Chap. 36). *Treatment of the Face with Biocompatible Orthodontics*, 997.e96.

- Major, T. W., Carey, J. P., Nobes, D. S., Heo, G., Melenka, G. W., & Major, P. W. (2013). An investigation into the mechanical characteristics of select self-ligated brackets at a series of clinically relevant maximum torquing angles: Loading and unloading curves and bracket deformation. *European Journal of Orthodontics*, 35(6), 719–729. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjt059>
- Mezomo, M., de Lima, E. S., de Menezes, L. M., Weissheimer, A., & Allgayer, S. (2011). Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets: A randomized clinical trial. *Angle Orthodontist*, 81(2), 292–297. <https://doi.org/10.2319/071910-420.1>
- Miles, P. G., Weyant, R. J., & Rustveld, L. (2006). A clinical trial of Damon 2 vs conventional twin brackets during initial alignment. *Angle Orthodontist*, 76(3), 480–485. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0480:ACTODV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0480:ACTODV]2.0.CO;2)
- Miles, P. G. (2007). Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(2), 223–225. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.04.028>
- Morina, E., Eliades, T., Pandis, N., Jager, A., & Bourauel, C. (2008). Torque expression of self-ligating brackets compared with conventional metallic, ceramic, and plastic brackets. *European Journal of Orthodontics*, 30(3), 233–238. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn005>
- Ong, E., McCallum, H., Griffin, M. P., & Ho, C. (2010). Efficiency of self-ligating vs conventionally ligated brackets during initial alignment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(2), 138.e1–138.e7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.03.020>
- Oz, A. A., Arici, N., & Arici, S. (2012). The clinical and laboratory effects of bracket type during canine distalization with sliding mechanics. *Angle Orthodontist*, 82(2), 326–332. <https://doi.org/10.2319/032611-215.1>
- Pacheco, M. R., Jansen, W. C., & Oliveira, D. D. (2012). The role of friction in orthodontics. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 17(2), 170–177.
- Pandis, N., & Eliades, T. (2009). Self-ligation in orthodontics.
- Pandis, N., Polychronopoulou, A., Makou, M., & Eliades, T. (2010). Mandibular dental arch changes associated with treatment of crowding using self-ligating and conventional brackets. *European Journal of Orthodontics*, 32(3), 248–253. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp123>
- Pandis, N., Polychronopoulou, A., Katsaros, C., & Eliades, T. (2011). Comparative assessment of conventional and self-ligating appliances on the effect of mandibular intermolar distance in adolescent nonextraction patients: A single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(3), e99–e105. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.03.019>
- Reddy, V. B., Kumar, T. A., Prasad, M., Nuvvula, S., Patil, R. G., & Reddy, P. K. (2014). A comparative in vivo evaluation of the alignment efficiency of 5 ligation methods: A prospective randomized clinical trial. *European Journal of Dentistry*,

8(1), 23–31. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.126236>

- Sawant, H. R., Jhamb, R., Sehrawat, K., Shetty, V., & Rathod, D. (2020). Effects of different ligation systems on arch expansion, incisor inclination, and treatment duration in patients with mild to moderate crowding patients: A prospective study. *Journal of Orthodontics and Craniofacial Research*, 57(3), 118–126.
- Scott, P., DiBiase, A. T., Sherriff, M., & Cobourne, M. T. (2008). Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(4), 470.e1–470.e8. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.04.018>
- Shivapuja, P. K., & Berger, J. (1994). A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 106(5), 472–480. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(94\)70069-9](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70069-9)
- Sims, A. P., Waters, N. E., Birnie, D. J., & Pethybridge, R. J. (1993). A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. *European Journal of Orthodontics*, 15(5), 377–385. <https://doi.org/10.1093/ejo/15.5.377>
- Soegiharto, B. M. (2016). The comparison of space closure rate between conventional and passive self-ligating systems using elastomeric chain in the maxilla. *Journal of International Dental and Medical Research*, 9(3), 356–360.
- Songra, G., Clover, M., Atack, N. E., et al. (2014). Comparative assessment of alignment efficiency and space closure of active and passive self-ligating vs conventional appliances in adolescents: A single-center randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(5), 569–578. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.12.024>
- Soundharya, S. A., Sudhakar, V., Devi, C. A., Muruganandam, S., & Pandi, G. (n.d.). Self-ligating brackets in orthodontics.
- Stolzenberg, J. (1935). The Russell attachment and its improved advantages. *International Journal of Orthodontia and Dentistry for Children*, 21(9), 837–840.
- Tarmizi, I., Siregar, E., & Soegiharto, B. M. (2017). A comparison of the rate of en-masse space closure using conventional and passive self-ligating brackets with closed-coil springs. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 172(1), 012097. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/172/1/012097>
- Tecco, S., Di Iorio, D., Cordasco, G., Verrocchi, I., & Festa, F. (2007). An in vitro investigation of the influence of self-ligating brackets, low friction ligatures, and archwire on frictional resistance. *European Journal of Orthodontics*, 29(4), 390–397. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjm007>
- Tecco, S., Tete, S., Perillo, L., Chimenti, C., & Festa, F. (2009). Maxillary arch width changes during orthodontic treatment with fixed self-ligating and traditional straight-wire appliances. *World Journal of Orthodontics*, 10(4), 290–294.
- Thomas, S., Sherriff, M., & Birnie, D. (1998). A comparative in vitro study of the fricti-

onal characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *European Journal of Orthodontics*, 20(5), 589–596. <https://doi.org/10.1093/ejo/20.5.589>

- Thorstenson, G. A., & Kusy, R. P. (2002). Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 121(5), 472–482.
- Thorstenson, G. A., & Kusy, R. P. (2002). Effect of archwire size and material on the resistance to sliding of self-ligating brackets with second-order angulation in the dry state. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(3), 295–305. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.126156>
- Trevisi, H., & Bergstrand, F. (2008). The SmartClip self-ligating appliance system. In *Self-ligating brackets in orthodontics* (pp. 87–100). Elsevier.
- Vajaria, R., BeGole, E., Kusnoto, B., Galang, M. T., & Obrez, A. (2011). Evaluation of incisor position and dental transverse dimensional changes using the Damon system. *Angle Orthodontist*, 81(4), 647–652. <https://doi.org/10.2319/071910-420.1>
- Valant, J. R. (2008). Time: A self-ligating interactive bracket system. In *Self-ligating brackets in orthodontics* (pp. 46–53). Elsevier.
- Young, F. (2020). Torque expression of contemporary self-ligating bracket systems. *Journal of Dental Research*, 57(4), 238–246.

BÖLÜM 5

ORTODONTİDE DİŞ HAREKETİNİ ETKİLEYEN KUVVETLE İLGİLİ FAKTÖRLER

Ebru KÜÇÜKKARACA¹

¹ Doç.Dr. Ebru KÜÇÜKKARACA

ORCID ID: 0000-0002-6832-0567

ebrukucukkaraca@aybu.edu.tr

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Ortodonti AD., Ankara /Türkiye

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavilerde dişlerin hareket edebilmeleri için gerekli olan kuvvet ve bu kuvveti etkileyen bazı biyomekanik faktörler rol oynamaktadır. Kuvvetin uygulanması ile ilgili bu faktörlerin diş hareketi üzerindeki etkisi bilindiğinde, istenmeyen yan etkiler en az seviyeye indirilerek ortodontik tedavi planına uygun şekilde istenilen diş hareketlerini gerçekleştirmek oldukça kolay olabilmektedir. Genellikle sabit ortodontik tedaviler sırasında uygulanan kuvvet ve bu kuvvetle ilişkili diğer faktörler tedavi başarısını büyük oranda etkilemektedir.

2. Ortodontik Diş Hareketini Etkileyen Kuvvet ile İlgili Faktörler

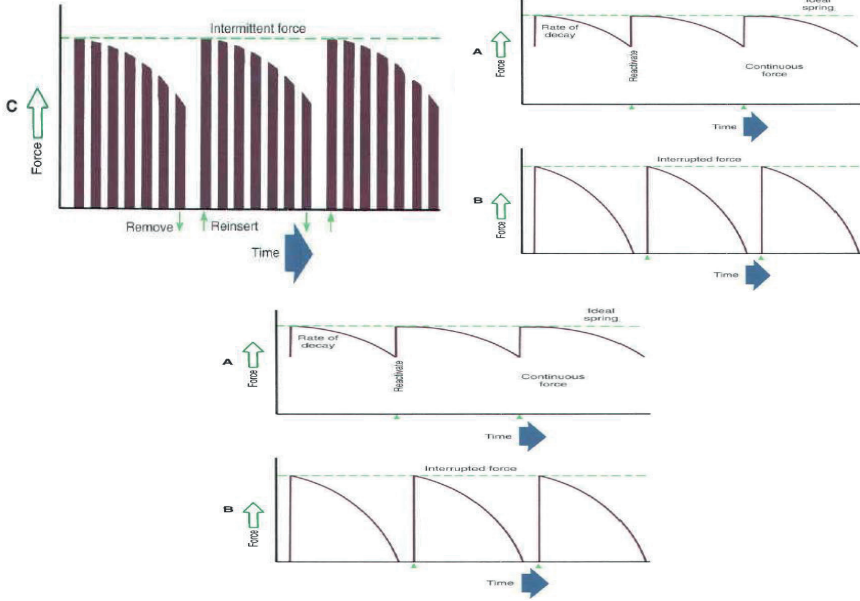
2.1. Kuvvet tipi

Ortodontide uygulanan kuvvet tipi; devamlı (continuous) kuvvetler, kesikli (interrupted) kuvvetler ve aralıklı (intermittent) kuvvetler olmak üzere 3'e ayrılmaktadır.

2.1.1. Devamlı kuvvetler; sabit apareyler tarafından oluşturulur. Sabit apareylerle hareketli apareylerden daha fazla diş hareketi elde edilir. Hareketli apareylerde apareyi kullanma süresi daha az olduğundan ve tamamen hastaya bağlı olduğundan dişte görülen hareket miktarı sınırlıdır. Ayrıca kontrollü diş hareketi için gerekli olan iki nokta temasının elde edilmesi de zordur. Devamlı kuvvetler süresince kuvvet seviyesi değişmez (Proffit vd., 2019).

2.1.2. Kesikli kuvvetlerde, her iki aktivasyon arasında kuvvet seviyesi 0'a düşer. Her iki devamlı ve kesikli kuvvetler sabit apareyler tarafından oluşturulur. Sabit tedavi sırasında devamlı kuvvetler sınırlı bir periyot sonra kesikli kuvvetlere dönüşebilir. Devamlı kuvvetler daha uzun süre, kesikli kuvvetler ise daha kısa süre etki oluşturur (3-4 hafta). Ortodontide kesikli kuvvetlerin bazı avantajları vardır. Kesikli kuvvetler ile basınç bölgesinde hücre sayılarında artışla birlikte tüm alanlarda rezorbsiyon gözlenmez. Gerilim bölgesinde ise dinlenme periodu boyunca kalsifikasyon ve yeni osteoid doku oluşumları gözlenir. Bu yüzden aparey yeniden aktive edildiğinde doku değişimleri için uygun hücre proliferasyonları ve tekrar organizasyonun sağlanması için oldukça bol bir süre vardır (Graber vd., 2017).

2.1.3. Aralıklı kuvvetler ise tamamen hasta tarafından aktive edilen aygıtlar (örn. hareketli plaklar, headgear, elastikler) ile oluşturulan kuvvetlerdir. Bu kuvvetlerin uygulanması sırasında hasta apareyini kullanmadığında ya da sabit apareyler geçici olarak deaktive edilmediğinde kuvvet aniden sıfıra düşer ve eski orijinal durumuna geri döner. Normal fonksiyonlar (çiğneme, yutkunma, konuşma) süresince üretilen kuvvetler aralıklı (intermittent) uygulanan kuvvetlerdendir. Ancak bu kuvvetlerin çoğu dişlerin pozisyonlarında önemli bir etki oluşturacak kadar uzun süreli değildir (Proffit vd., 2019)(Şekil 1).



Şekil 1. Devamlı, kesikli, aralıklı kuvvetler (Proffit vd., 2019)

Aralıklı kuvvetler, uygulama süresinden ve kuvvetin miktarından etkilenirler. Bu kuvvetler uygulandığında basınç bölgesindeki kuvvet daha azdır ve hyalinizasyon periodu daha kısadır. Apey aralıklı olarak çıkarıldığında ve dişler arasında temas olmadığında istirahat periyodu boyunca dişler az miktarda gerilim bölgesine doğru hareket eder ve tedavinin daha büyük kısmı içinde normal fonksiyonda kalırlar. Periodontal ligamette (PDL) hücre sayılarındaki artışla beraber kemik yüzeylerinde osteoid birikimi başlar. Elastik etkiye sahip bir kuvvet, basınç bölgesinde bir kısım fiberlerin hücreden yoksun bir semihyalinizasyon görünümüne neden olabilir. Hyalinize dokunun altındaki kemik yüzeyleri boyunca osteoklastlar oluşur. Kemik rezorpsiyonu hyalinize dokudan daha az etkilenir. Bu faktörler neticesinde oldukça küçük kuvvetler uygulayan ve düzenli kullanılan hareketli apearelerle daha düz ve uniform bir hareket oluşturmak mümkündür (Graber vd., 2017).

Periodontal ligamentte osteoklast stimülasyonunda kuvvetin büyüklüğü ile birlikte kuvvetin uygulanma süresi ve kuvvetin tipi de önemli bir faktördür. Genellikle devamlı kuvvetlerin optimal diş hareketleri için uygun olduğu düşünülür. Sabit tedavide hafif ve devamlı kuvvetler kullanılmaktadır. Ratlarda yapılan bir çalışmada 8 saat aralıklı uygulanan aralıklı kuvvetlerle, devamlı uygulanan kuvvetlerin molar dişin hareketine olan etkisi araştırılmış ve başlangıç diş hareketi sırasında ilk günde aralıklı ve devamlı grup arasında bir fark gözlenmemiş ancak 7 gün sonundaki diş hareketinin aralıklı grupta devamlı gruba göre daha az olduğu gözlenmiş. Bunun nedeninin de; aralıklı kuvvet uygulanan gruptaki gerilim bölgesinde oluşan kemik depozisyonunun,

basınç bölgesindeki rezorbsiyonla karşılaştırıldığında daha yavaş olduğunu ve dolayısıyla mesial diş hareketi miktarının bu şekilde bir miktar relapsa uğrayabileceğini bildirmişlerdir (Hayashi vd., 2004).

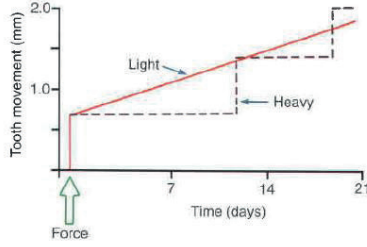
2.2. Kuvvet miktarı

Optimal ortodontik tedavide amaç, minimal kök, periyodontal ligament ve alveoler kemiğinin harabiyeti ile maksimum diş hareketine öncülük edecek mekanik stimulusu vermektir (Quinn ve Yoshikawa, 1985). Optimal kuvvet için en klasik tanımlama 1932'de Schwartz tarafından yapılmıştır. Ona göre fizyolojik ortodontik kuvvet, kapiller kan basıncı kadar olmalıdır (20-25g/cm²kök yüzeyi). Optimum kuvvetin altındaki kuvvetler reaksiyon oluşturmaz, üstünde olursa da dokuda nekroz oluşur alveol kemiğin frontal rezorbsiyonu engellenir (Schwartz, 1932).

Hafif ya da ağır kuvvet tanımlaması bir bakıma, uygulamanın şekli ve kuvvet uygulanan dişlerin biyomekanik düzenine bağlıdır. Örneğin, tek bir diş hareket ettirmek için gereken lokal bir kuvvet, dişleri blok halinde hareket ettirebilecek kuvvetin sadece küçük bir kısmı olmalıdır (Graber vd., 2017). Bir dişe uzun süreli hafif kuvvetler uygulandığında, baskı altındaki PDL'de kan akışı kısmi olarak azalır ve birkaç saniye sonra diş, soketinde hareket etmeye başlar. Birkaç saatte kimyasal yapıdaki değişimler hücresel aktiviteyi oluşturur (Proffit vd., 2019).

Hafif kuvvetlerle dişte daha hızlı, daha fazla, daha düz bir hareket ve destek dokularında daha az bir hasar oluşur (direkt frontal rezorbsiyon) (Graber vd., 2017). Iwasaki ve ark., oldukça düşük kuvvetlerle (18 ve 60 gr) hyalinizasyon safhası (lag safha) olmaksızın klinik olarak önemli sayılabilecek bir hızla (0,87 ve 1,27 mm/ay) kaninlerin retrakte edilebileceğini göstermişlerdir (Iwasaki vd., 2000).

Eğer bir dişe devamlı ve ağır bir kuvvet uygulanırsa PDL'nin basınç bölgesine kan akışının geçişinde bir azalma olacaktır bu olay ta ki kan damarları tamamen baskılanana ve hiç kan akışı olmayana kadar devam eder ve sonrasında indirekt kemik rezorbsiyonuyla diş hareketine izin verecek miktarda kemik kaldırılana kadar diş hareketi gecikmektedir. Bu anda dişin pozisyonu hızlı bir şekilde değişecek ve sürekli kuvvetle dokular tekrar basınç altında kalacaktır ve PDL'nin tamiri engellenecektir. Bu şekildeki ağır ve devamlı kuvvetler periodontal dokular ve dişler için oldukça yıkıcı olabilmektedir (Proffit vd., 2019)(Şekil 2.).



Şekil 2. *Pratikte genellikle indirek rezorbsiyondan kaçınmak zor olduğundan ortodontik diş hareketi basamak basamak oluşur. Hafif kuvvetler uygulandığında diş hareketi devamlı ve daha düz bir ilerleme gösterir (Proffit vd., 2019).*

Dişlere uygulanan sürekli kuvvete karşı oluşan cevap kuvvet büyüklüğüne bağlıdır. Ağır kuvvetler hızlı bir şekilde ağırlı gelişmesine, PDL'deki hücresel elementlerin nekrozuna ve alveolar kemikte "indirek (undermining) rezorbsiyon" nun oluşmasına neden olurlar. Daha hafif kuvvetler nispeten daha ağırsızdır ve diş soketinin "direk (frontal) rezorbsiyon" ile remodellingi sağlar, PDL'deki hücrelere zarar verilmez. Ortodontik tedavide amaç, olabildiğince frontal rezorbsiyonla diş hareketi oluşturmaktır, ancak ne kadar önlenmeye çalışılsa da bazı bölgelerde undermining rezorbsiyon ve PDL nekroz alanları oluşacaktır (Proffit vd., 2019).

PDL'nin kan desteğini kesecek ve kan damarlarını tamamen baskılayacak kadar büyük ve devamlı bir kuvvet uygulandığında ise gelişen olaylar biraz daha farklıdır. PDL'nin basınç bölgesinde osteoklast gelişiminin stimülasyonundan çok steril bir nekroz ortaya çıkar. Pratikte ortodontik tedaviler sırasında anormal basınçtan kaçınmak oldukça zordur. Bu yüzden dişte biyolojik cevap oluşturmak için yeterli sürede ve aralıklarla basınç uygulamak dokuların vitalitesini korumak açısından önemlidir (Proffit vd., 2019).

Ratlarla yapılan bir çalışmada; 1. moların tippingi için devamlı ve ağır kuvvetler (50 cN) uygulanarak oluşan gerilim sonucunda PDL ve kemikteki reaksiyonlar incelenmiştir:

a. Belirli bir stres seviyesi ya da süresine kadar, vaskularizasyonun artması, hücre proliferasyonu, fibril üretimi ve kemik yüzeylerinde osteoid birikmeleriyle periodontal membranda bazı reaksiyonlar olur.

b. Belirli bir stres seviyesi ya da süresinden daha sonra PDL'deki vaskular destek azalır sıkı fibriller arasındaki hücreler yıkılır. Sonradan alveolar kemikten periodontal membrana hücrelerin vasküler invazyonuna izin verilerek Sharpey liflerinin indirek rezorbsiyonuyla alveolar kemikte daha önemli reaksiyonlar ortaya çıkar.

c. Kuvvet fazla ve uzun süreli olduğunda, aproksimal kemiğin yüksekliğinde de bir azalma olabilir (Rygh, 1986).

Hafif kuvvetler uygulamadaki amaç, aşırı doku basıncına neden olmaksızın hücresel aktiviteyi arttırmak ve dokuyu daha sonraki değişimlere hazırlamaktır. Genellikle kuvvetin büyüklüğü hyalinizasyon süresinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Hafif kuvvetlerde bu süre daha kısadır. Ayrıca hafif kuvvetlerle hastada daha az rahatsızlık ve ağrı duyulur. Miyelinsiz sinir uçları hyalinize dokuya dirençlidir (Graber vd., 2017).

Quinn ve Yoshikawa kuvvet miktarı ile ortodontik diş hareket hızı arasındaki ilişki için 4 olası model önermiştir. Birinci model; belirli bir kuvvet düzeyinde oluşan bir eşik değer olduğunu varsayar. Bu eşik değer altındaki tüm kuvvet değerleri aynı diş hareketi hızını oluşturur. İkinci modelde; eşik değer altındaki değerlerde lineer bir ilişki vardır. Ancak yüksek kuvvetlerin diş hareket hızında daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar olsa da; eşik değer üzerinde diş hareketi hızı ile kuvvet arasındaki doğru orantı bu modelde gösterilmemiştir. Üçüncü modelde; belli bir kuvvet düzeyine kadar eşik değer üzerindeki kuvvetlerde diş hareket hızıyla doğru orantı vardır ancak bir süre sonra bir platoya ulaşılır ve daha da yüksek kuvvetler diş hareket hızında sınırlanana kadar bir düşüş meydana getirir. Son model genel olarak üçüncü modele benzer ancak düşüş kısmı bu modelde yoktur (Quinn ve Yoshikawa, 1985).

Quinn and Yoshikawa son modelin deneysel ve klinik verilerle en iyi desteklenen model olduğuna karar vermişlerdir. Basınçta çok küçük bir değişiklik meydana getirecek çok ufak bir kuvvet, diş hareketini başlatmaya yeterli olabilir. Bu da gösteriyor ki ortodontik uygulamalarda kullanılan büyük kuvvetler her zaman daha etkili diş hareketi oluşturmazlar. Buna karşı, periyodontal dokulara fazla yük verebilmekte ve diş hareketini engelleyecek negatif etkilere neden olabilmektedir (Quinn ve Yoshikawa, 1985).

2.3. Kuvvet uygulama süresi

Kuvvet uygulama süresi, hücre proliferasyonunu arttırmak ve PDL'ye kan sağlanması için periyodontal ligamentin iyileşme periyodu geçirmesinde önemlidir. Ortodontik diş hareketi oluşturulabilmesi için kuvvetin sürekli olması gerekir. Ancak bunun anlamı hiç durmadan devam eden kuvvetten çok zamanın büyük bir kısmında kuvvetin uygulanmasını kapsar ki örneğin günde dakikalar yerine saatler boyunca kuvvetin uygulanması gibidir. Hayvan deneylerinde görülmüştür ki yaklaşık 4 saatlik bir kuvvet uygulanmasından sonra PDL'deki siklik nükleotid seviyelerinde bir artış olmuştur. Bu da bize hücre farklılaşmasını stimüle eden ikinci messengerların üretilmesi için belirli bir basınç (kuvvet) süresinin gerektiğini göstermektedir (Proffit vd., 2019).

Ortodontik olarak kuvvet uygulanmasından yaklaşık 4-8 saat sonra dişte

hareket başlamaktadır ve kuvvet daha uzun süre uygulandığında diş hareketinin etkinliği de artmaktadır. Örneğin; hareketli apareyler günde 4-6 saatten daha az kullanılırsa ortodontik bir etki görülmemektedir (Proffit vd., 2019). Deneyimler bize ortodontik aygıtların 3 haftadan daha sık aktive edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Randevular arası süre 4-6 hafta olmalıdır. İndirekt rezorbsiyon için 7-14 gün gerekmektedir (ilk kuvvet uygulandığında daha uzundur sonra kısalmır). Eğer ortodontik olarak yaylı bir aygıt ve hafif kuvvetler uygulandıysa sürekli bir frontal (direkt) rezorbsiyon oluşur ve daha sonra tekrar bir aktivasyona gerek yoktur. Eğer aparey rijitse indirekt rezorbsiyon oluşabilmektedir. İlk uygulama sonrası kuvvet 0'a düşer ve ilk 10 günde diş hareketi oluşur. PDL'de tekrar kuvvet uygulamadan önce daha uzun ya da eşit sürede bir tamir periodu başlar. Bu tamir safhası, istenen bir durumdur. Apareyin oldukça sık aktive edilmesi tamir periyodunun kısalmasına neden olabilmektedir. Bu da dişlerin ya da kemiğin hasarına neden olabilir. Bunu önlemek açısından randevular arasında yeteri kadar uzun bir süre gereklidir (Proffit vd., 2019).

Peki bir dişe sürekli bir kuvvet uygulandıktan sonraki ilk 1 saatte yani PDL'de basınç ve gerilimin başlaması ve birkaç saat sonra ikinci messengerların görülmesi arasında hangi olaylar oluyor? Deneyimler bize basınç uygulamasından kısa bir süre sonra PDL'de hücre cevabında önemli bir rolü olan Prostaglandin E ve İnterleukin-1 beta seviyelerinin arttığını söylemektedir. (Ogura vd., 2009; Proffit vd., 2019). Muhtemelen hücre şeklindeki değişikliklerde bu olaylarda önemli rol oynamaktadır. Hücrelerin mekanik olarak deforme olmasıyla prostaglandinlerin salındığına dair çeşitli çalışmalar mevcuttur. Prostaglandin E, osteoblastik ve osteoklastik aktiviteyi stimüle eden mediatörlerden biridir. Bazı ilaçlar prostaglandin seviyelerini ve diğer potansiyel kimyasal uyarımları etkileyebilmektedirler (Proffit vd., 2019).

2.4. Kuvvet uygulama yönü

Adler, dişin aksiyal ve lateral yönlerdeki basınçlara hassasiyetini ölçmüştür. Tüm dişlerde, lateral ve aksiyal yönde artan kuvvetler karşısında hareket eşik değerini düşürmeye yönelik bir eğilim varken; santral kök yüzeyinin lateral kök yüzeyinden büyük olmasına rağmen, santralden premolarlara gidildikçe hareket eşik değeri artmıştır. Ayrıca aksiyal kuvvetlere verilen cevabın eşik değeri, lateral kuvvetlere verilen cevabın eşik değerinden büyük bulunmuştur (Adler,1949).

Diş hareketini etkileyen faktörler arasında etkisi oldukça sorulan bir faktör de yaşıdır. Ratlar üzerinde yapılan bir araştırmada genç ve yetişkin ratlardaki ortodontik diş hareket miktarı karşılaştırılmış, diş hareketinin başlangıç safhasında yetişkinlerde hareketin daha yavaş gerçekleştiği, sonraki safhada ise bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir. Bunun sebebini, kemik turnover kapasitesindeki farklılıktan çok başlangıçtaki biyolojik cevaptaki gecikme nedeniyle

olabileceği vurgulanmıştır (Ren vd., 2003). Yetişkin ratlardaki başlangıç safhasındaki bu gecikmenin ise, yaşla periodontal ligamentte oluşan değişimler (organik matrix üretiminde azalma, hücrelerin mitotik aktivitelerinin azalması, çözünür kolajen miktarının azalması) ve kemik aktivitesinin azalması (osteoblastların formasyon aktivitesinde, osteoklastların ise rezorbsiyon aktivitesinde azalma) nedeniyle oluşabileceği belirtilmiştir (King ve Keeling, 1995). Kyomen ve Tanne, diş hareketinin erken safhaları boyunca genç ve erişkin ratlar arasında periodontal ligament hücrelerinin proliferatif aktiviteleri arasında önemli farklar olduğunu söylemiştir (Kyomen ve Tanne, 1997). Başka bir çalışmada ise genç ratlarda PDL nin basınç bölgesinde bozunma ve yeniden yapılanma olaylarının daha erken başladığı, daha erişkin ratlarda ise daha geç başladığı ve daha uzun sürdüğü söylenmektedir (Ren vd., 2008).

3. SONUÇ

Ortodontik tedavi bazen yıllar sürebilen uzun bir prosedürdür. Genellikle ortodontik vakalarda tedavi sırasında uygulanan mekanik prensipler ve paradental dokuların cevabı ortodontik uygulamanın başarısını belirler. Ancak aynı mekanik uygulamalar, her vakada aynı biyolojik cevapları oluşturmayabilir. Çünkü uygulanan kuvvetlerin şiddeti, yönü, süresi, tipi gibi faktörlerin yanısıra genetik, yaş, hormonlar, hastalıklar gibi oldukça çeşitli faktörler de etkili olabilmektedir. Bu yüzden mekanik ve biyolojik olarak diş hareketini etkileyen tüm faktörler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Adler P. (1949). Teeth and denture in a pituitary warf, *Dent Rec.*, 235-241.
- Graber, L.W., Vanarsdall, R.L., Vig, K.W.L., Huang, G.J. (2017). Orthodontics: Current Principles and Techniques, Sixth Edition, *Elsevier Mosby*, St. Louis.
- Hayashi, H., Konoo, T., Yamaguchi, K. (2004). İntermittent 8-hour activation in orthodontic molar movement. *AJODO*,125,302-9.
- Iwasaki, L.R., Haack, J.E., Nickel, J.C., Morton, J. (2000). Human tooth movement in response to continuous stres of low magnitude, *AJODO*,117,175-83.
- King, G.,J., Keeling, S.,D. (1995). Orthodontic bone remodelling in relation to appliance decay. *Angle Orthod.*65,129-140.
- Kyomen, S., Tanne, K. (1997) İnfluences of aging changes in proliferative rate of PDL cells during experimental tooth movement in rats. *Angle Orthod.*,67,67-72.
- Ogura,M.,Kamimura,H., Al-Kalaly,A., Nagayama,K., Taira,K., Nagata,J., Miyawaki,S. (2009). Pain intensity during the first 7 days following the application of light and heavy continuous forces, *European Journal of Orthodontics*, 31,314-319.
- Proffit, W.R., Fields, H.W., Larson, B.E., Sarver, D.M. (2019). Contemporary Orthodontics. Sixth Edition, *Elsevier Mosby*, Philadelphia.
- Quinn, R.,S.,Yoshikawa,K.A.(1985) A reassesment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod.* 88,252-60.
- Rygh, P., Bowling, K., Hovlandsdal L., Williams, S. (1986) Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodelling in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.*, 89,453.
- Ren, Y.,Maltha,J.C.,Van'tHof,M.,A.,Kuijpers-Jagtman,A.,M.(2003) Age effect on orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Rest.* 82(1),38-42.
- Ren, Y.,Maltha,J.,C.,Stokroos,L.,Liem,R.,S.,B.,Kuijpers-Jagtman,A.,M.(2008). Age related changes of periodontal ligament surface areas during force application. *Angle Orthod.*, 78(6)1000-5.
- Schwartz,A.M.(1932) Tissue changes incident to orthodontic tooth movement.In *J.Orthod.*18,331-52.