

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANA BİLİM DALI**

**MAKSİLLER ANTERİOR ÇAPRAŞIKLIĞIN
DÜZELTİLMESİNDE MİKRO-OSTEOPERFORASYON
(MOP) ETKİSİNİN İKİ FARKLI BRAKET ÇEŞİDİ TATBİKİNDE
İNCELENMESİ: BİR SPLIT-MOUTH ÇALIŞMA**

Doktora Tezi

Vahid FARZANEH MOMTAZ

Danışman
Prof. Dr. Selim ARICI

SAMSUN
2020

TEŞEKKÜR

Hem doktora eğitimim hem de tez çalışmam süresince değerli bilgilerini ve zamanını benden esirgemeyen, tezimin planlanması yürütülmesinde büyük emeği olan ve her konuda destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Selim ARICI' ya,

Kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK' ve Sayın Prof. Dr. Mete ÖZER'e,

Doktora eğitimim boyunca bana destek olan değerli hocalarım Prof. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK'e, Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZ'e, Dr. Öğr. Üyesi Sebahat YAZICIOĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZ'e,

Eğitimime ve tezime katkılarından dolayı Doç. Dr. Nursel ARICI'ya ve Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ'ye,

Doktora eğitimim ve tez sürecimin boyunca birçok zorluğu birlikte aştığımız değerli arkadaşlarım Özge ÖZAYDIN SAÇ'a, Abdeen SHAKER'e,

Dostlukları ve yardımları için tüm bölüm arkadaşlarıma ve personelimize,

Hayatım boyunca varlıklarıyla bana güç veren sonsuz destek ve sevgileri için sevgili aileme,

Sevgi ve anlayışıyla her zaman yanımda olan çok kıymetli eşim Bita ESMAEİLİ'ye ve ailesine ve en değerlim, neşe kaynağım, biricik kızım Alina'ma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Vahid FARZANEH MOMTAZ

ÖZET

MAKSİLLER ANTERİOR ÇAPRAŞIKLIĞIN DÜZELTİLMESİNDE MİKRO-OSTEOPERFORASYON (MOP) ETKİSİNİN İKİ FARKLI BRAKET ÇEŞİDİ TATBİKİNDE İNCELENMESİ: BİR SPLIT-MOUTH ÇALIŞMA

Amaç: Bu araştırmanın amacı, maksiller anterior çapraşıklığa sahip bireylerde MOP yöntemi ile birlikte kapaklı (self-ligating) braketlerin diş hareket hızına olan etkinliğinin araştırılmasıdır.

Materyal ve Metot: Orta dereceli maksiller çapraşıklığı olan hastaların ortodontik tedavi başlangıcında ve süresince alınmış olan kayıtları kullanıldı. Çapraşıklığın dişlerin bukkale hareketleriyle çözülmesi gereken veya dental ekspansiyona ihtiyacı olan, 14-22 yaş aralığında 19 hasta kaydı alındı. Tüm hastalara üst kapaklı braketler uygulandı ve tedavi süresinin kısaltılması amacıyla ön dişler arasına seviyeleme ve sıralama safhasında Mikro-Osteoperforasyon (MOP) uygulandı. Her hastanın maksiller yarım çenesinden kapaklı braketlerinin mobil kapakları çıkartılarak elastik ligatür (konvansiyonel bağlama) uygulandı ve ağız içi fotoğraf, dijital tarama ve alçı modelleri alındı. Takip eden 4. ve 8. haftalarda rutin muayeneleri sırasında kayıtlar tekrarlandı. Dijital ortodontik modeller analiz edilerek tedavi sürecinde ark içinde oluşan değişiklikler, diş hareket miktarı ve hızı değerlendirildi.

Bulgular: Kapaklı braket kullanılmasının, üst çene anterior bölgedeki çapraşıklığın tedavisinin 4. ve 8. hafta klinik sonuçlarını (üst anterior dişlerin rotasyon değeri, kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı, yarım çene ark boyu ve çapraşıklık indeksi) konvansiyonel braketlere kıyasla anlamlı düzeyde etkilemediği saptandı.

Sonuç: Ortodontik tedavinin sıralama ve seviyeleme safhalarında pasif kapaklı braketler ve konvansiyonel braketlerin birbirlerine üstünlük sağlamadığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maksiller anterior çapraşıklık; Kapaklı braketler; Konvansiyonel braketler; Mikro-Osteoperforasyon (MOP)

Vahid FARZANEH MOMTAZ, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Ağustos-2020

ABSTRACT

INVESTIGATION OF MICRO-OSTEOPERFORATION (MOP) EFFECT ON CORRECTION OF MAXILLARY ANTERIOR CROWDING BY TWO DIFFERENT BRACKET TYPES: A SPLIT-MOUTH STUDY

Aim: The aim of this study is investigating the effect of the MOP method on maxillary anterior crowded teeth's orthodontics movement by using self-ligating brackets.

Material and Method: The records of 19 orthodontics patients (in the age between 14 and 22 years) with moderate crowding of maxillary teeth, were obtained at the beginning and during the orthodontic treatment. Self-ligating brackets were applied to all patients whose crowding had to be resolved by buccal movements of the teeth or by dental expansion. Micro-Osteoperforation (MOP) was applied between the anterior teeth in the leveling and alignment stage in order to reduce the orthodontic treatment time. The loose covers of the self-ligating brackets were removed from each patient's maxillary half-jaw, and elastic ligature (conventional ligation) was applied. Intraoral photographs, and direct digital models were taken during the routine examinations in the following 4th and 8th weeks. The changes in the arch during the treatment process and the amount of teeth movement were evaluated by analyzing the orthodontic digital models.

Results: The effect of the self-ligating brackets use on the orthodontics treatment outcomes (rotation amount of the upper anterior teeth, the distance between the tubercle crest of canines and the palate midline, maxillary arch length and crowding index) was not significant in comparison to conventional brackets.

Conclusion: It has been shown that self-ligating brackets and conventional brackets do not provide superiority to each other in the sequencing and leveling stages of orthodontic treatment.

Keywords: Maxillary anterior crowding; Self-ligating bracket; Conventional bracket; Micro-Osteoperforation (MOP).

**Vahid FARZANEH MOMTAZ, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Ağustos-2020**

SİMGELER VE KISALTMALAR

cAMP	: Siklik adenzin monofosfat
COX-1	: Siklooksijenaz 1
COX-2	: Siklooksijenaz 2
COX-3	: Siklooksijenaz 3
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)
LIPUS	: Düşük yoğunluklu atımlı ultrason stimülasyonu
MOP	: Mikro-osteoperforasyon
NSAİ	: Non-steroidal antiinflamatuvar ilaçlar
OPG	: Osteoprotegerin
PDL	: Periodontal ligament
PGE1	: Prostaglandin E1
PGE2	: Prostaglandin E2
PTH	: Paratiroid Hormonu
RANKL	: NF-κB ligandının reseptör aktivatörü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Ortodontik Diş Hareketi	4
2.2. Diş Hareketinde Rol Alan Hücreler	4
2.2.1. Osteoklastlar	4
2.2.2. Osteoblastlar	4
2.2.3. Fibroblastlar	5
2.3. Diş Hareketi Fizyolojisi	6
2.4. Optimal Ortodontik Kuvvet ve Diş Hareketi	7
2.4.1. Basınç-Gerilim Modeli	7
2.4.2. Kemik-Eğilme Modeli	8
2.4.3. Biyoelektrik Fenomenler	8
2.4.4. Mikrohasar Teori	9
2.5. Ortodontik Diş Hareketlerini Etkileyen Faktörler	9
2.5.1. Yaş ve Cinsiyet	9
2.5.2. Sistemik Hastalıklar ve Kullanılan İlaçlar	9
2.5.3. Genetik Faktörler	13
2.6. Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri	14
2.6.1. Aparey Destekli Terapi ve Mekanik Uyarılar	14
2.6.2. Braketin Ark Teline Bağlanma Yöntemi	15
2.6.3. İlaçlar ve Mediyatörler	19
2.6.4. Cerrahi Yöntemler	22
3. MATERYAL VE METOT	28
3.1. Hastalar	28
3.2. Araştırma Gruplarının Belirlenmesi	29
3.3. Klinik Uygulamalar	29
3.4. MOP Tekniğinin Uygulanması	34
3.5. Dijital Model Analizi	37
3.5.1. Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Düzlem	38
3.5.2. Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Noktalar	39
3.5.3. Dijital Model Analizinde Yapılan Ölçümler	40

3.5.4.	Dijital ortodontik modelde açđ ölçümleri	40
3.5.5.	Dijital ortodontik modelde milimetrik ölçümler	41
3.6.	İstatistiksel Analizler.....	44
4.	BULGULAR	45
4.1.	Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler	45
4.2.	Anterior Dişlerin Rotasyonu	48
4.3.	Kanın Dişin Tüberkül Tepesinin Orta Hata Uzaklığı.....	49
4.4.	Yarım Çene Ark Boyu	49
4.5.	Çapraşıklık İndeksi.....	50
5.	TARTIŞMA	51
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	63
	KAYNAKLAR	65
	EKLER.....	80
	Ek 1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onay belgesi	80
	ÖZGEÇMİŞ	81

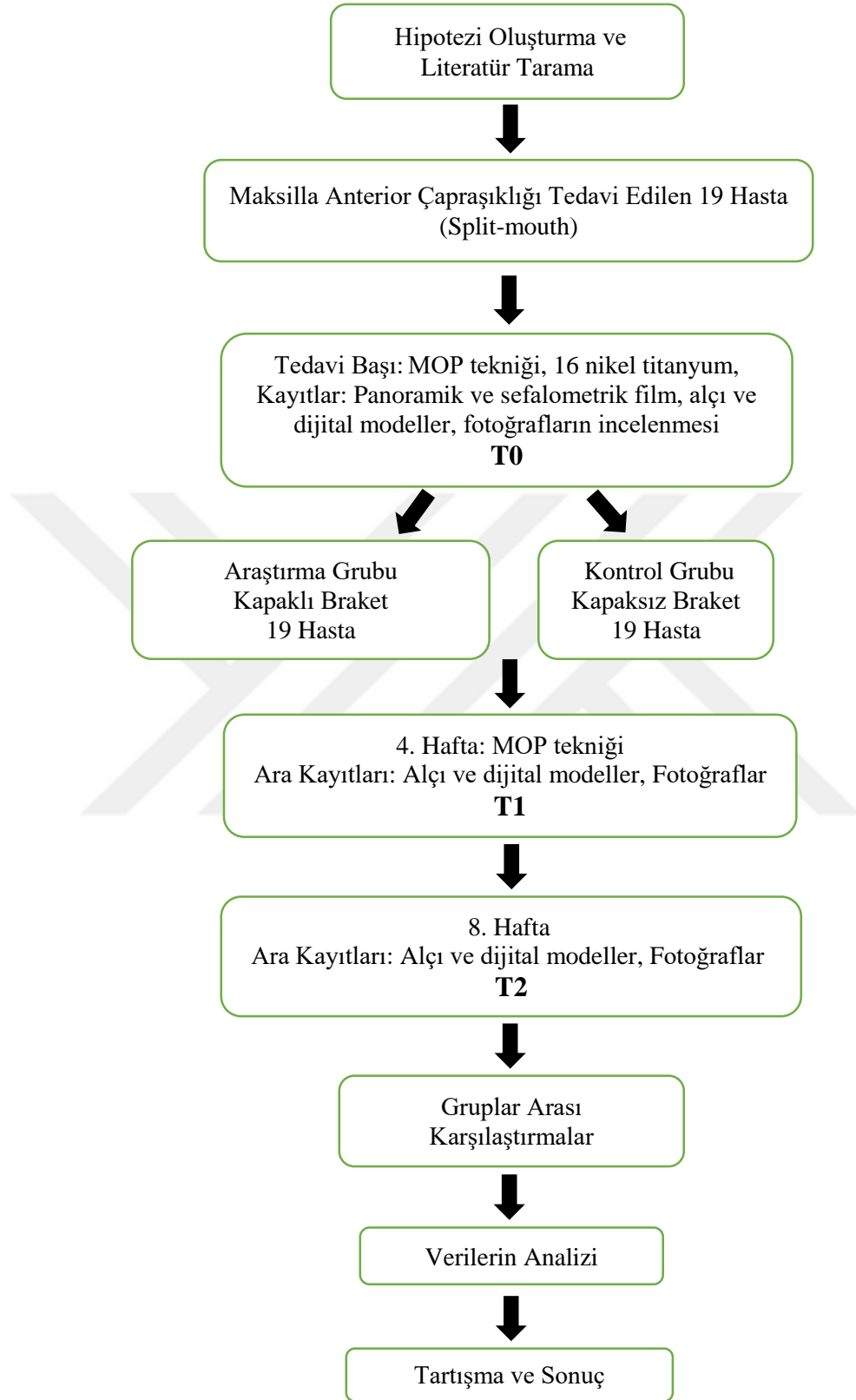
1. GİRİŞ

Toplumun bilinçlenmesiyle ortodontik tedavi gereksinimi duyan hasta sayısı giderek artmıştır (Karamahmetoğlu ve Kurt, 2013). Ancak uzun süren ortodontik tedaviler, hastalar tarafından tedavinin reddedilmesinde halen önemli rol oynamaktadır. Bu durumu ve uzun süren tedavilerde görülebilen hijyene bağlı diş çürüğü sorunları, periodontal hastalıklar, kooperasyon problemleri ve kök rezorpsiyonları gibi sorunları elimine etmek için günümüzde tedavi süresini kısaltacak yöntemler üzerinde sıklıkla durulmaktadır (Huang ve ark., 2014). Tedavi süresini kısaltmak için geliştirilmekte olan birçok yöntem vardır. Bunlar kısaca lokal veya sistemik biyomateryallerin uygulanması, mekanik stimülasyon, cerrahi uygulamalar ve braket/ark teli arasındaki sürtünmeyi azaltan uygulamalar olarak dört kategoriye ayrılabilir. Cerrahi işlemlerden dental distraksiyon, interseptal kemiğe yönelik alveolar cerrahiler ve alveolar kortikotomiler son yıllarda maloklüzyon düzeltilmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu teknikler sıklıkla genel anestezi altında yapılmaktadır. Hastada tam kalınlıkta flep kaldırılarak bukkal ve bazen palatinal kemikte kortikotomi yapılmakta ve yüksek hızlı cerrahi bıçağıyla kortikotomi işleminde sonra gerektiğinde allogreft materyali ve membran uygulanmaktadır. Travmatik olmasından dolayı klinisyenler ve hastalar tarafından bu tekniklerin kullanım oranları düşüktür. Cerrahi işlemler esnasındaki travmayı azaltmak ve hızlı diş hareketi elde etmek için Teixeira ve ark. (2010) mikro-osteoperforasyon (MOP) yöntemini geliştirmişlerdir.

Perforasyonlar, diş kökleri arasındaki kemiğe hem hareketli hem yapışık mukoza üzerinden girilmesi yoluyla yapılmaktadır. Burada kullanılan vida, kortikal kemiği delerek medullar kemik içerisine ulaşmaktadır. Böylece bölgede inflamatuvar cevap, takiben de sitokin miktarının artması gibi hücresel düzeyde değişimler başlamaktadır. Yapılan çalışmalar istenen diş hareketi elde edilene kadar MOP'ların tekrarlanabileceğini, sıklığın ortalama olarak 8-12 hafta arasında olması gerektiğini göstermiştir. MOP'ların etkisi tahminen çevresindeki 6-10 mm'lik alanda izlenmektedir (Berra, 2014). Alikhani ve ark. (2013) diş hareketi için hareket yönündeki tarafa 3 adet MOP uygulamış ancak gerekli MOP sayısı ve uygulama sıklığı ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, MOP tekniğinin kanin diş retraksiyon hızını 2,3 kat arttırdığını ve toplam tedavi süresini %62 kısalttığını rapor etmişlerdir (Alikhani ve ark., 2013).

Konvansiyonel ortodontik yöntemlerde ligatüre edilmeye bağılı olarak braket-tel arasındaki sürtünmeyi azaltmak ve tedavi süresini kısaltabilmek için kapaklı braketler üretilmiştir. Literatürde bu braketlerin diş hareketini hızlandırmasının yanı sıra daha hijyenik bir ortam sağladığı ve hasta başında geçirilen süreyi kısalttığı ileri sürülmüştür (Shah, 2014). Ancak literatürde MOP tekniğiyle birlikte iki farklı braketin diş hareket hızına etkileri konusundaki bilgiler sınırlıdır. Bu yüzden bu çalışmanın araştırma sorusu “Ortodontik amaçlı diş hareketini hızlandırma yöntemlerinden biri olan MOP tekniğinin kapaklı braketler ile uygulanması diş hareket hızını konvansiyonel braketlerle olduğundan daha fazla hızlandırır mı?” olarak şekillendi. Bu soruya cevap aramak amacıyla tedavilerine kapaklı ve kapaksız braketlerle başlanılmış ve MOP uygulanması yapılan hastalarda alınmış kayıtlar üzerinden ortodontik tedavinin başlangıcındaki “Seviyeleme ve Sıralama” safhasında 4. Ve 8. Hafta sonlarında alınan dijital model ölçümü karşılaştırması planlandı. Tüm hastalarda MOP tekniği uygulandıktan sonra, braketlerin split-mouth tekniği kullanılarak rastgele sağ veya sol segmentlerinin kapakları çıkarılarak kapaklı braketler konvansiyonel braket haline getirildi. Böylece bu araştırmada maksilla anterior çapraşıklığa sahip bireylerde MOP yöntemi uygulayarak her yarım çenede (split-mouth yöntemi) iki farklı tip braket uygulamasında diş hareket hızını incelemeyi amaçladık.

Çalışmanın hipotezi “*Mikro-osteoperforasyon uygulaması ve kapaklı braket tipinin kullanılması üst çene ön bölgedeki diş hızını artırarak çapraşıklığın çözülmesi için gereken tedavi süresini kısaltmaktadır*” şeklinde ifade edilebilir. Bu hipotezi ortaya koymak ve kanıtlamak için izlenen yollar Şekil 1.1’de sunulmuştur.



Şekil 1. 1. “Mikro-osteoperforasyon uygulaması ve kapaklı braket tipinin kullanılması üst çene ön bölgedeki çapraşıklığın tedavi süresini kısaltmaktadır” hipotezini ortaya koymak ve kanıtlamak için izlenen yollar

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, gingival, alveoler kemik, periodontal ligament (PDL) ve diş pulpasını içeren paradental ve dental dokularda meydana gelen remodeling olayı ile oluşmaktadır. Dişe gelen ortodontik kuvvetler ile oluşan fizyolojik ve patolojik cevaplar neticesinde diş hareketi meydana gelmektedir (Wise ve King, 2008). Bu dokulara uygulanan ortodontik kuvvetin büyüklük, sıklık ve süresine göre bir takım makroskobik ve mikroskobik farklılıklar oluşmaktadır.

Ortodontik kuvvet sonrası periodontal dokuda oluşan histolojik değişiklikleri araştıran çalışmalara göre ortodontik kuvvet sonrası periodontal dokuda büyük miktarda hücrel aktivite gerçekleşmektedir. Osteoklastlar, osteoblastlar, endotel hücreleri ve fibroblastlar bu hücrel aktivitede kayda değer rol üstlenmektedirler (Davidovitch, 1991).

Ortodontik kuvvet, ortopedik kuvvetten farklı olmaktadır ve ortopedik kuvvete oranla daha düşük miktardadır, uygulama süresi de farklıdır. Ortodontik tedavide diş hareketi için çoğunlukla 20-150 gramlık kuvvetler kâfi gelirken, ortopedik etki için minimum 300 gram kuvvet uygulanmasına ihtiyaç vardır (Daskalogiannakis ve ark., 2000). Ortopedik etki sağlamak amacıyla süturlara yüksek kuvvet tatbik ederek sütural büyüme sağlanır (Mao ve ark., 2003).

2.2. Diş Hareketinde Rol Alan Hücreler

2.2.1. Osteoklastlar

Osteoklastlar kollajenaz ve proteolitik enzimleri ile kemik yıkımını sağlarlar. Eritilen kemik yapısı osteoklastların hücre uzantısıyla hücre içine alınır. Hücre yapılarında çok miktarda golgi kompleksi, mitokondri ve lizozom bulunmaktadır. Osteoklastların aktivitesi paratiroid hormon, interlökinler, büyüme faktörleri, prostaglandinler ve 1.25-dihidroksikoleskalsiferol tarafından aktive edilmektedir (Aubin ve ark., 1995).

2.2.2. Osteoblastlar

Kemik oluşumunda görevli osteoblastlar kemik iliğinden köken almakta olan hücrelerdir. Osteoblastlar özellikle kemik duvarına yakın bölümlerde yoğun şekilde

bulunurlar. Osteositler, osteoblastlar ve preosteoblastlar, osteoblast hücre grubunu meydana getirmektedirler. Osteoblast hücre grubu mezenkimden kaynaklanan osteoprogenitör hücrelerin değişimi ile şekillenmektedirler. Osteoprogenitör hücreleri kemiğin büyümesi sırasında, kemik enflamasyonunda ve kemik enfeksiyonunda aktifleşerek osteoblastlara dönüşürler (Aubin ve ark., 1995).

Yeni kemik matriksi kalsifiye olurken matriks içinde kalan osteoblastlar değişime uğrayarak osteositlere farklılaşırlar. Osteositlerin en tipik özeliği ince sitoplazmik uzantıları bulunmasıdır. Osteositler kalsiyumun kana geçişinde ve kalsiyum dengesinde görev alırken, diğer taraftan kemik yapısında osteositlerin ortadan kalkmasıyla beraber kemik yıkım olayı meydana gelmektedir (Aubin ve ark., 1995).

2.2.3. Fibroblastlar

Fibroblastlar; periodontal ligamentin bağ dokusundaki ana hücreler olup ortodontik kuvvet sonrası değişikliğe uğramaktadırlar. Fibroblastların gövde kısmında sitoplazmik uzantıları bulunmaktadır. Osteojenik aktiviteye sahip ve heterojen yapıdaki bu hücreler periodontal ligamentin ve alveol kemiğin korunması ve tamirinde önemli görevler üstlenmektedirler (Howard ve ark., 1998).

Fibroblastlar, farklı tiplerde kollajen proteinlerin sentezinde görevlidirler. Kollajenler bağ dokusunun ana maddesi olup yara iyileşmesinde büyük öneme sahiptirler. Osteoblast gibi farklı hücrelerin başlangıç şekline dönüşebilmektedirler (Howard ve ark., 1998). Ortodontik kuvvet sonrasında oluşmakta olan diş hareketi sırasında kollajenlerin yıkımını ve yapımını gerçekleştirirler. Fibroblastların proliferatif aktivitesi genç insanlarda çok daha fazla yüksektir (Kyomen ve ark., 1997).

Howard ve ark. (1998) gerilim kuvvetinin fibroblastlar tarafından salgılanan proteinler üstündeki etkisini inceledikleri araştırmalarında belirli bir gerilim kuvvetinin ardından fibroblastlar tarafından sentezlenen ekstrasellüler matriks proteinlerinde belirgin değişiklikler olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmada mekanik uyarının tip I kollajen, fibronektin ve tropoelastini etkilediğini ifade etmişlerdir.

Başka bir araştırmada, mekanik uyarıdan sonra fibroblastlar tarafından prostaglandin E2 sentezlendiği saptanmış olup ve bu senteze bağlı olarak siklik adenozin monofosfat (cAMP) miktarında artış olduğu da ifade edilmiştir (Yousefian ve ark., 1995).

2.3. Diş Hareketi Fizyolojisi

Ortodontik diş hareketi iki bölüme ayrılmaktadır; ilki kemik ile beraber olan diş hareketidir ve dişe en uygun değerdeki kuvvet uygulandığı vakit dengeli bir kemik yapım ve yıkımı olan *direk rezorpsiyon* meydana gelir. Direk kemik rezorpsiyonu neticesinde oluşmuş olan diş hareketine “kemikle birlikte diş hareketi” adı verilmektedir. Aşırı kuvvetler neticesinde periodontal ligamentte meydana gelen nekrotik kısımlar sonucu *indirek kemik rezorpsiyonu* meydana gelmektedir. İndirek kemik rezorpsiyonu sonucu oluşan diş hareketine, “kemiğe doğru olan diş hareketi” adı verilmektedir (Proffit ve ark., 2014).

Ortodontik kuvvetle beraber hücrelerin yüzeyinde değişikliklerle birlikte “araşidonik asit” salgılanmaktadır. İlk reaksiyon sonucu lökotrienlerin ve prostaglandinlerin salgılanmasının ardından sekonder haberciler aktive olmaya başlar ve sekonder haberciler kemik ve periodontal ligamentin tekrardan şekillenmesi için hücrel aktivite başlatırlar. Hücrel aktivite kuvvet oranına göre farklılık arz etmektedir (Proffit ve ark., 2014).

Hafif kuvvet uygulandığında alveol kemiğinde ilk saniyede deformasyon oluşmaktadır, dişin hareket yönüne göre 1-2 saniye içinde periodontal ligament sıvısı periodontal ligamentin dışarısına çıkmaktadır. 3-5 saniye içerisinde basınç yönündeki periodontal damarlanmada sıkışma oluşur ve aksi tarafta bir gerilme oluşmaktadır. Damarlanmadaki sıkışma ile birlikte birkaç dakika içinde oksijen oranında düşme olurken prostaglandin ve sitokin miktarında artma oluşur. Saatler sonra metabolik değişiklikler sonucu hücrel tekrar modelleme (remodeling) başlar ve ortodontik kuvvet uygulanmasından iki gün sonra diş hareketi görülmektedir. Diş hareketi osteoklastik ve osteoblastik aktivite sonucu gerçekleşmektedir ve direk rezorpsiyon için kemik yıkım ve yapım olayı uyumlu gerçekleşmelidir (Masella ve ark., 2006).

Ağır kuvvet uygulandığında ilk andan itibaren kemik deformasyonu görülmektedir, 1-2 saniye içinde periodontal ligament sıvısı dışarı çıkar ve 3-5 saniye sonra sıkışmanın olduğu tarafta tümü ile damar tıkanır ve kanlanma durur. Kanlanmanın olmadığı bölgede saatler içerisinde hücre ölümü neticesi nekrotik alan ortaya çıkmaktadır, bu alan hiyalin kırıkdağına benzediğinden hiyalinize doku denilmektedir. 5. günün ardından hiyalinize alanda indirek kemik rezorpsiyonu görülmektedir. Ağır kuvvet uygulandıktan 1-2 hafta sonra lamina duranın kaybıyla birlikte diş hareketi

kolaylaşır. Hiyalinize doku makrofajlar tarafından ortadan kaldırılırken sement yüzeyinde de rezorpsiyonlar görülmektedir (Masella ve ark., 2006).

Neticede hafif kuvvetler ile daha hızlı ve iyi diş hareketi elde edilebilmektedir. Hafif kuvvetler uygulandığı vakit diş hareketi 2. günden sonra başlarken ağır kuvvetlerde diş hareketi 1-2 haftada başlamaktadır. Hafif kuvvetler uygulandığında uyumlu bir yıkım ve yapım olayı meydana geldiğinden daha devamlı bir hareket elde edilir. Ağır kuvvetler uygulandığında hiyalinize dokunun rezorpsiyonu beklendiğinden kesintili diş hareketi görülmektedir (Masella ve ark., 2006).

2.4. Optimal Ortodontik Kuvvet ve Diş Hareketi

Optimal ortodontik kuvvet, dişin herhangi bir doku hasarı almadan alveol kemiğin içerisinde hareketini sağlamaktadır. Optimal kuvvet için uygun bir mekanik kullanılmalıdır, bu şekilde doku ve diş hasarından kaçınırken diş, kök rezorpsiyonundan korunur ve kortikal kemik alanından uzak tutulur. Çoğunlukla ortodontik kuvvetler *ağır ve hafif kuvvetler* olarak ikiye ayrılmaktadır. Hafif kuvvetler ağır kuvvetlere nazaran daha fizyolojik olduğundan ortodontik tedavide daha fazla tercih edilmelidir (Burstone, 1962). Von Böhl ve ark. (2004), ağır kuvvetler uygulandığında daha fazla hyalinize bölgelerin oluştuğunu belirtmişler.

2.4.1. Basınç-Gerilim Modeli

Basınç-gerilim teorisi, hücresele farklılaşmayı ve diş hareketlerini kimyasal uyarılara bağlayan bir teoridir. Diş kuvvet uygulandığında, periodontal ligamentin kan akışında farklılaşmalar oluşur. Periodontal ligamentin sıkıştığı bölgelerde kan akımı yavaşlarken gerildiği bölgelerde kan akımında artış izlenir ve kan akımındaki değişiklikler kimyasal değişimleri indükler. Nörotransmitterler, sitokinler, büyüme hormonları, koloni-uyarıcı faktörler ve araziidonik asit metabolitleri gibi önemli moleküllerin sentezine yol açar ve bu moleküller ile dokuda apozisyon ve rezorpsiyon meydana gelir. Bu hücresele farklılaşma ve remodelingi destekleyen olaylar bütününe “sinyal transdüksiyonu” adı verilir (Masella ve ark., 2008).

Periodontal ligamentin sıkıştığı taraftaki alveol kemiğinde *rezorpsiyon*, gerildiği tarafta ise kemik yapımı yani *apozisyon* görülmektedir. Tatbik edilen kuvvetin oranına göre rezorpsiyon periodontal ligamente komşu kemik yüzeyinde değil kemiğin içine doğru kemik iliği civarında izlenebilir (Melsen, 1999). Bu durumda sıkışan tarafta

hücrel aktivite gerçekleşmez ve kısmi bir iskemi oluşur. Bu alan yani hyalinize doku, hücre ihtiva etmeyen camsı bir görünümündedir. Komşu dokulardan makrofajlar ve osteoklastlar nekrotik alana göç eder ve hyalinize doku ortadan kalkarak indirek rezorpsiyon gerçekleşir (Melsen, 1999).

Rezorpsiyon direk kemik duvarında oluşursa, dış kemik içerisinde hareket etmeye başlar ve direk rezorpsiyon meydana gelir. Bu rezorpsiyonun gerçekleşmesi için hyalinize dokunun oluşmaması ya da minimal seviyede olması gerekir. Periodontal ligamentin basınç tarafında osteoklastik aktivite, gerilim tarafında ise osteoblastik aktivite oluşur. Meydana gelen remodeling ise fizyolojik dış harekete benzer bir tipte gerçekleşir (Van ve ark., 1982).

2.4.2. Kemik-Eğilme Modeli

Farrar ilk kez 1888 yılında dış hareketinde alveol kemiğin önemli payı olduğunu ifade etmiştir (Farrar, 1888). Daha sonra Baumrind ve Grimm (1969) bu teoriyi gerçekleştirmiş oldukları araştırmalarla kuvvetlendirmişlerdir. Bu araştırmacılara göre dişe ortodontik kuvvet uygulandığı zaman kuvvet periodonsiyumun içerisinde dağılmaktadır. Ortodontik kuvvetin dişte ve bilhassa kemik yapısında bükülmeye neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Alveol kemiğin esnek yapısından ötürü daha çabuk büküldüğünü söylemişlerdir. Kemik eğilme aşamasının ardından inorganik ve hücrel yapılarda yenilenmeler başlamakta ve kemikteki bükülme sürdükçe bu yenilenme oluşumu hızlanmaktadır. Araştırmacılar lamina durada olduğu gibi kemiğin korpusundaki trabeküllerde de yapılanmalar olduğunu ifade etmişlerdir. Kemikteki hücrelerin aktivasyonu kemiğin şekillenmesinden sorumludur.

2.4.3. Biyoelektrik Fenomenler

Piezoelektrik özelliği, kristal yapı özelliği gösteren bazı maddelerin kuvvet uygulandığında meydana gelen gerilim sonucunda elektrik alan ve potansiyel değiştirebilmesidir. Buna göre dişe uygulanan ortodontik kuvvet alveol kemiğinin kristal yapısında deformite oluşturmakta ve kemik yüzeyindeki elektrik yükünü değiştirmektedir.

Davidovitch ve ark. (1980) yaptıkları çalışmada mekanik olarak baskı altındaki alveol kemiğinin piezoelektrik yüklere sahip olduğu ve bu durumun kemik hücrelerinin aktivasyonu ile sonuçlandığını tespit etmişlerdir.

2.4.4. Mikrohasar Teori

Kemik yapısına kuvvet uygulandığı vakit meydana gelen eğilme ile kemik matriksindeki baskının mikrohasarlara neden olduğu öne sürülmektedir. Bu hasarlar kırık gibi davranıp osteoklastların aktivasyonuna ve osteositlerin apozisyonuna neden olabilmektedir (Noble ve ark., 2003).

Erken aşamada kuvvet uygulandıktan sonra akut inflamatuvar yanıt başlamaktadır ve akabinde peridontal dokuda vazodilatasyonla beraber lökositler kapiller dışarısına çıkmaktadır. Bu kademedeki çeşitli sitokinler ve lokal biyokimyasal sinyal molekülleri paradental hücreler ile etkileşime girerler. Sitokinler, prostaglandin ve büyüme faktörlerinin salınımından sorumlu olmaktadır. Diğer kademedeki olay git gide seyrelerek osteoblast ve fibroblast aktivitesiyle kronik duruma gelir. Bununla birlikte lökosit göçü devam etmektedir ve yeniden şekillenme oluşumu başlar. Yeni kuvvet uygulanana kadar bu kronik safha devam etmektedir (Noble ve ark., 2003).

2.5. Ortodontik Diş Hareketlerini Etkileyen Faktörler

2.5.1. Yaş ve Cinsiyet

Kawasaki ve ark. (2006) bireyin yaşı arttıkça osteoklast diferansiyasyonunu kontrol eden RANKL (receptor activator of NF- κ B ligand) ve osteoprotegerin (OPG) oranında azalma olduğunu ve buna bağlı olarak diş hareket miktarında azalma meydana geldiğini bulmuşlardır. Periodontal ligamentte yoğun miktarda fibroblast hücresi bulunmaktadır. Fibroblast hücreleri diş hareketi üzerinde etkili hücrelerdir ve bireyin yaşı ilerledikçe bu hücrelerin yoğunluğunda belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Sonuç olarak dişlerin ortodontik ve fizyolojik hareket hızında azalmalar saptanmıştır (Krieger ve ark., 2013).

2.5.2. Sistemik Hastalıklar ve Kullanılan İlaçlar

Astım/Alerji

Astım hastalarında akciğerdeki inflamasyona bağlı olarak çok miktarda lökotrien, prostaglandin ve histamin salgılanmaktadır. Bu mediyatörler kan dolaşım yoluyla periodontal ligamente vardığında kemik yapım-yıkımında rol alan hücreleri etkilemektedir ve ortodontik hareket bu inflamasyondan etkilenmektedir. Kronik astım geçiren bireylerde immün sistem devamlı aktiftir ve bunun sonucu olarak odontoklast ve osteoklast hücrelerin miktarında artış görülmektedir. Kemik ve diş dokusundaki

yıkımdan sorumlu olan bu hücrelerin artışına bağlı olarak ortodontik diş hareketinde kök rezorpsiyon riski artmaktadır. Bu hastalarda daha düşük kuvvetlerle ortodontik diş hareketi hedeflenmelidir, aksi durumda periodontal ligamentteki sıkışmaya bağlı olarak daha fazla nekrotik alan oluşup kök rezorpsiyon miktarı artacaktır (Krishnan ve ark., 2009; Nishioka ve ark., 2006).

Alerjik astım gibi alerjik hastalıkların tedavisinde genellikle histamin-1 reseptör antagonistlerini kullanırlar. Bu ilaçlar osteoklastik aktiviteyi azalttığından kemik döngüsünü etkilemektedir ve buna bağlı olarak diş hareket hızı azalırken ortodontik tedavi süresi artmaktadır (Meh ve ark., 2011).

Diyabet

Diyabet hastalarında genellikle kemik metabolizmasında değişiklikler görülmektedir ve bu değişikliklere bağlı olarak ortodontik kuvvetlere karşı istenmeyen etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle metabolizma normal seviyeye gelene kadar diyabet hastalarına ortodontik tedavi uygulanmamalıdır. İnsülin tedavisiyle normal metabolizma sağlandığında dişe uygulanan kuvvete oluşacak yanıt sağlıklı bireylerden farklı olmayacaktır (Villarino ve ark., 2011).

Sistemik Stres

Gameiro ve ark. (2008) bireylerin farklı stres sürelerindeki osteoklastik aktivite miktarını ölçmüşlerdir. Uzun süre strese maruz kalan bireylerde, kontrol ve kısa süre strese maruz kalan bireylere kıyasla osteoklastların sayısında belirgin artış görülmüştür. Bu artışa bağlı olarak kemik rezorpsiyonunda da artış görülür ve bunun sonucunda diş hareket miktarı da değişmektedir (Gameiro ve ark., 2008).

Periodontal Hastalık

Kontrol altına alınamayan periodontal hastalıklı bireylerde ortodontik tedaviden kaçınılmalıdır. Bu bireylerde kuvvetle birlikte gingival dokularda inflamasyon miktarındaki artış ile gingival dokudaki mediyatörler etkilenecek ataşman kayıp hızı da artacaktır. Periodontitis hastalığı, ortodontik diş hareketi sonrasında beklenen kemik yapımını engellemekte ve kemik miktarında azalmalara yol açmaktadır (Årtun ve ark., 1988; Ericsson ve ark., 1978).

Periodontal hastalık toplumda çok sık rastlanan bir hastalık olduğundan ortodontik tedaviyi büyük miktarda etkilemektedir. Periodontitis hastalarında kemik kaybına bağlı ön dişlerde öne çıkma, dişler arasında açılmalar, rotasyonlar ve uzamalar

görülmektedir. Bu tarz değişiklikler ortodontik tedavi gereksinimini artıracaktır. Bu hastalarda gingival ve periodontal dokuların tedavisinden sonra hastada iyi bir oral hijyen sağlandığında ortodontik tedavi uygulanmalıdır aksi takdirde ortodontik tedavi süresince bireyde hasar kaçınılmazdır (Alstad ve ark., 1979).

Non-steroidal Antiinflatuar İlaçlar (NSAİ)

Aspirin ilk bulunan NSAİ ilaçtır ve tıbbi durumlarda yoğun şekilde kullanılmaktadır. Prostaglandinin salınımını inhibe ederek ortodontik diş hareketinde önemli rol oynayan osteoklastların sayısını azaltmaktadır. Osteoklastların sayısındaki azalmaya bağlı olarak kemik yıkım hızı ve diş hareket hızı azalmaktadır (Rashidpour ve ark., 2012).

Bu ilaçlar siklooksijenaz enzimini inhibe ettikleri için prostaglandin transferini etkilemektedirler. Prostaglandin E1 (PGE1) ve Prostaglandin E2 (PGE2) kemik metabolizmasında ve diş hareketinde çok önemli rol oynayan mediyatörlerdir. NSAİ ilaçlar, kemik rezorpsiyonundan sorumlu olan bu mediyatörlerin transferini engellediklerinden diş hareket hızını etkilemektedirler (Tyrovola ve ark., 2001).

Coxibler

Siklooksijenaz 2 (COX-2) inhibitörlerine coxibler denir. Yapılan çalışmalara göre coxibler ortodontik kuvvet sonucu oluşacak diş hareketini etkilemektedir. Coxiblerin diş hareketi üzerine etkisi, coxiblerin spesifitesine göre değişmektedir (de Carlos ve ark., 2006). Gameiro ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada hayvanlara celecoxib uygulamışlar ve deney grubundaki hayvanların diş hareket hızında kontrol grubuna nazaran belirgin bir azalma olduğunu gözlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda celecoxibin tedavi süresini arttırdığını ortaya çıkarmışlardır (Gameiro ve ark., 2008).

Arylpropiyonik Asitler

Arylpropiyonik asidin bir türü olan ibuprofenin ortodontik diş hareket hızını azaltmaktadır (Arias ve ark., 2006). Bartzela ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada düşük dozda flurbiprofenin ortodontik diş hareketine etkisinin olmadığını göstermişlerdir.

Arylalkanik Asitler

Arylalkanik asitler; diklofenak, etodolak ve indometazin olarak üç gruptan oluşmaktadır (Bartzela ve ark., 2009). Carlos ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, arylalkanik asit gruplarından biri olan diklofenak'ın lokal enjeksiyonu sonucunda ortodontik diş hareketini tamamen durdurduğunu gözlemişlerdir. İndometazin

kullanımı ortodontik kuvvet sonrası oluşacak diş hareketinde geçici bir duraksama etkisi yaratmakta ve diş hareket miktarını azaltmaktadır (Zhou ve ark., 1997).

Oksikamlar

Oksikam grubu ilaçların diş hareketi üzerine etkinliğini araştırmak için yapılan bir çalışmada bu gruptaki ilaçlardan biri olan tenoksikam uygulamasının üst kanin distalizasyon hızı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Arantes ve ark., 2009).

Parasetamoller

Parasetamoller ağrı kesici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. NSAİ ilaç grubunun kimyasal yapısına çok benzemesine rağmen o grupta yer almamaktadır. Parasetamol türü ilaçlar siklooksijenaz 3 (COX-3) inhibisyonuna sebep olurken NSAİ grubu ilaçlar siklooksijenaz 1 (COX-1) ve/veya COX-2 inhibisyonu yapmaktadırlar. NSAİ ilaçlara çok benzeseler de prostaglandin sentezini çok az miktarda etkilediklerinden kemik metabolizmasında etkin bir değişikliğe yol açmazlar. Parasetamol türü ilaçların ortodontik diş hareketi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmamasından dolayı ortodontik tedavilerde ağrı kesici olarak sıklıkla önerilmektedirler (Arias ve ark., 2006; Krasny ve ark., 2013; Shetty ve ark., 2013).

Kortikosteroidler

Kortikosteroidler, Fosfolipaz A2'yi indirek olarak bloke eder ve COX-1/COX-2 üretimini baskılayarak anti-inflamatuar etki gösterirler. COX-1 ve COX-2 üretiminin baskılanmasıyla prostaglandin ve lökotrien sentezi durmaktadır. Kortikosteroid kullanan bireylerde ortodontik diş hareketi azalmakla birlikte daha hızlı nüks görülmektedir (Angeli ve ark., 2002; Ashcraft ve ark., 1992).

Bifosfonatlar

Genellikle osteoporoz ve paget hastalarında kullanılan bifosfonatlar osteoklastik aktiviteyi durdurarak kemik yıkımını engeller. Aynı zamanda onkolojide kemik metastazlarında ve bazı kanserlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ortodontik anamnez alırken bu ilacın kullanımı göz ardı edilmemelidir ve bu ilacı kullanan hastalara ortodontik tedavi uygulanmamalıdır. Bu ilaç kemik matriksine katıldığı için uzun bir süre insan vücudunu etkilemeye devam etmektedir. Bifosfonatlar ortalama 10 yıla kadar yarılanma ömrüne sahiptirler (Zahrowski, 2007). Bifosfonat kullanan bireylerde diş hareketi için gerekli olan kemik yıkımı gerçekleşmediğinden

ortodontik diş hareketinde belirgin bir şekilde yavaşlama görülür, aynı zamanda alveol kemiğindeki damarlanmada kısıtlılıklar oluşmaktadır (Krishnan ve ark., 2012). Keleş ve ark.(2007) yaptıkları çalışmada pamidronat ve osteoprotegerinin kemik metabolizmasındaki etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucu olarak osteoprotegerinin etkisiyle osteoklast sayısında %95, pamidronatın etkisiyle ise %70 azalma olduğunu bulmuşlardır. Osteoklastlardaki bu azalmaya bağlı olarak diş hareketinin durduğunu gözlemlemişlerdir (Keles ve ark., 2007).

Alkol/Nikotin

Sigara kullanımı periodontal hastalıkları tetikler ve ağız mukozasında keratinizasyonun artmasına sebep olur. Nikotin kullanımı COX enzimini etkileyerek kemik yıkımında artışa sebep olur. Bu enzim arasıdonik asidi prostaglandine çevirir ve kemik yapımında büyük bir etkisi vardır. Bu sebepten dolayı alınan nikotin dozuna bağlı olarak ortodontik kuvvete karşı diş hareket hızında artış görülmektedir (Krishnan ve ark., 2012).

Kronik alkol kullanımı ortodontik kuvvet neticesinde oluşan kemik yıkım ve yapım sürecini değiştirmektedir ve dişlerde mobiliteye sebep açmaktadır. Bu sebepten bu hastalarda ağır kuvvet uygulanmamalıdır (Krishnan ve ark., 2012).

Oral Kontraseptifler

Progesteron içeren oral kontraseptifler kemik yapım ve yıkım hızını yavaşlatıp ve kemik metabolizmasını azaltmaktadırlar. Hastalara bu ilaçların kullanımının ortodontik tedavi süresini uzatacağını tedavi başlangıcında söylenmelidir (Olyae ve ark., 2013).

2.5.3. Genetik Faktörler

Her bireyde ortodontik kuvvet sonrasında çeşitli metabolik değişiklikler izlenmekte ve bu kuvvete karşı oluşan cevap farklı olmaktadır. Genetik faktörler diş hareketini etkilediği gibi çevresel uyarılara olan cevabı da etkilemektedir (Iwasaki ve ark., 2008).

Kemik metabolizmasında görev alan potansiyel biyolojik markerlar ve genler etkilendiğinde ortodontik diş hareketinde farklılıklar meydana gelebilmektedir. OPG üretimi, periodontal dokulara OPG gen transferi ile sağlanmaktadır. OPG üretimi ile osteoklast üretimini durdurmuşlardır ve ortodontik tedavi sonrasında beklenen nüks oranı azalmıştır (Zhao ve ark., 2012). Iglesias ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada

ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla bireylere lokal RANKL uygulamışlardır. Bunun sonucunda gen terapisinin diş hareketini hızlandırmada kortikotomi yöntemlerinden daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

2.6. Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri

2.6.1. Aparey Destekli Terapi ve Mekanik Uyarılar

Vibrasyon

Diş hareketini hızlandırmaya yönelik iki çeşit vibrasyonel yöntem bulunmaktadır; bunlardan biri ultrasonik diğeri rezonans vibrasyondur. Düşük yoğunluklu atımlı ultrason stimülasyonu (LIPUS), klinik olarak kanıtlanmış, kırık iyileşmesinde kemik büyümesini hızlandıran Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration: FDA) onaylı bir yöntemdir. LIPUS, canlı dokulara akustik dalgalar yayan fiziksel bir enerjidir. Hücrelere uygulanan mekanik stresin biyokimyasal olaylara dönüşmesinde rol sahibidir. LIPUS, hücre zarındaki ekstrasellüler mekanik kuvvetin intraselüler elektriksel ya da biyokimyasal ajanlara çevrilmesinde etkilidir. Diğeri bir vibrasyonel stimülasyon yöntemi olan rezonans vibrasyon, RANKL isimli peptidin hücrelerdeki ekspresyonunu çoğaltmaktadır. RANKL osteoklast formasyonu, fonksiyonu ve devamlılığı için gerekli olan en önemli faktördür (Tunçer ve Yılmaz, 2012). Rezonans vibrasyonun basınç tarafında kan akımı obstrüksiyonunu ve hyalinizasyonu engellediği çalışmalarda belirtilmiştir (Andrade ve ark., 2014).

Düşük Dozda Lazer Uygulanması

Kemiğe düşük dozda lazer uygulandığında osteoklast, osteoblast ve fibroblast hücrelerinde artış görülmektedir; bu artış sonucu kemik yapım ve yıkımı hızlanarak diş hareketinin hızında artış gerçekleşmiştir. Düşük dozda lazer uygulandığında ATP üretimi ve sitokrom C aktivitesinde artış görülmektedir (Fujita ve ark., 2008).

Kawasaki ve Shimizu (2000), yaptıkları çalışmada 48 farenin büyük azı dişine 10 gramlık kuvvet uygulamışlardır. Kuvvet uygulanmasıyla birlikte 3 farklı bölgeye günde 9 dakika boyunca lazer uygulamışlardır. Yapılan histolojik kesitlerde kemik yapımında artışla birlikte diş hareket hızında 1,3'lük artış olduğunu saptamışlardır.

Yapılan başka bir çalışmada lazer uygulamasından sonra osteogenezde rol alan makrofaj stimülasyon faktörünün etkilendiği ve bu etki sonucu diş hareket hızında artış olduğu saptanmıştır (Yamaguchi ve ark., 2007).

Elektrik Akımı

Diş hareketini hızlandırmak için uygulanan elektrik akımının sadece lokal etkisi bulunmaktadır. Elektrik akımın oral yolla uygulanması hastalar tarafından güçlükle kabul edilmektedir ve bu yüzden klinik uygulanması kısıtlı olmaktadır. Elektrik akımı iyonik reaksiyonlarla ve kemiğin bağ dokusunda yarattığı değişikliklerle doku hasarına yol açabilmektedir (Bassett, 1978).

Direk akımın anod fazı baskının olduğu tarafa uygulanırken katod fazı gerilmenin olduğu tarafa uygulanır. Katod tarafta osteoblastik aktivite sonucu periodontal ligament hücrelerinde cAMP ve cGMP miktarında artış görülmüştür. Bu artış kemikteki yıkım ve yapım olayındaki hızlanmanın göstergesidir (Davidovitch ve ark., 1980a).

Elektromanyetik Alan

Darendeliler ve ark. (1995), yaptıkları çalışma sonucu manyetik alanın diş hareket hızında artışa sebep olduğunu bulmuşlardır. Manyetik alanda ortodontik kuvvet uygulandığında, hareket sırasındaki duraksama süresinin kısaldığını bulmuşlardır.

Elektromanyetik alan sodyum ve kalsiyumun hücre zarından geçiş hızını artırmaktadır. Bu değişim metabolizmada rol alan bazı enzimlerin salımını artırarak hücrelerin proliferasyonunu artırmaktadır. Bunun sonucu periodontal aralıkta kemik yıkım ve yapımından sorumlu hücrelerin sayısında artışla birlikte diş hareket hızında artış görülmektedir (Stark ve ark., 1987).

Spadaro (1997), elektromanyetik etkenlerin kemiğin yeniden şekillenmesinde rol alan ana faktörleri etkilediğini savunmuştur. Hormonları, büyüme faktörlerini ve sitokinleri aktive ederek kemik yapım ve yıkım olayını hızlandırdığını göstermişlerdir.

Elektromanyetik alanın her ne kadar diş hareket hızı ve ağrı üzerinde olumlu etkisi olsa da yan etkileri halen tartışılmaktadır. Darendeliler ve ark. (1995) elektromanyetik alanda, serumun kalsiyum düzeyinde azalma olduğunu ve bunun kan kimyasını etkilediğini savunmuşlardır. Aynı zamanda bu alanın, santral sinir sistemi üzerindeki etkinliği halen tartışılmaktadır (Darendeliler ve ark., 1995).

2.6.2. Braketin Ark Teline Bağlanma Yöntemi

Elastomerik ve Tel Ligatürler

Ark teli ile konvansiyonel braketleri bağlamak için tel ve elastomerik ligatürler kullanılmaktadır (Shivapuja ve Berger, 1994). Elastomerik ligatürler ark teline braket

oluşuna doğru 50 gr'dan 150 gr'a kadar kuvvet uygulayarak sürtünmenin dolayısıyla da toplam tedavi süresinin artmasına neden olur (Khamatkar ve ark., 2015). Paslanmaz çelik tel ligatürlerin uygulayacağı sürtünme kuvveti, teli bağlayan hekime göre değişiklik gösterebilir. Hatta bu kuvvet 500 gr'a kadar yükselebilir (Keith ve ark., 1993). Bunun yanı sıra elastomerik ligatürler de zamanla esneklik değerlerini kaybettikleri için uyguladıkları kuvvet aynı kalmaz (Nishio ve ark., 2004).

Kapaklı Braketler

Elastomerik ve tel ligatürler ile bağlanma şeklinin dezavantajlarından ve en önemlisi sürtünme üzerine olan etkilerinden dolayı kapaklı (self-ligating) braketler geliştirilmiştir. Kapaklı braketler, ligatürler kullanılmadan braket oluşunun mekanik aletler ile açılıp kapatılabildiği sistemlerdir (Thomas ve ark., 1998; Cacciafesta ve ark., 2003; Ehsani ve ark., 2009; Zreaqat ve Hassan, 2011). Kapaklı braketler ligatürle bağlama olmadığından kayma mekaniklerinde sürtünmeyi azaltarak daha hızlı hareket elde edilmesi ve toplam tedavi süresinin kısaltılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Eberting ve ark., 2001).

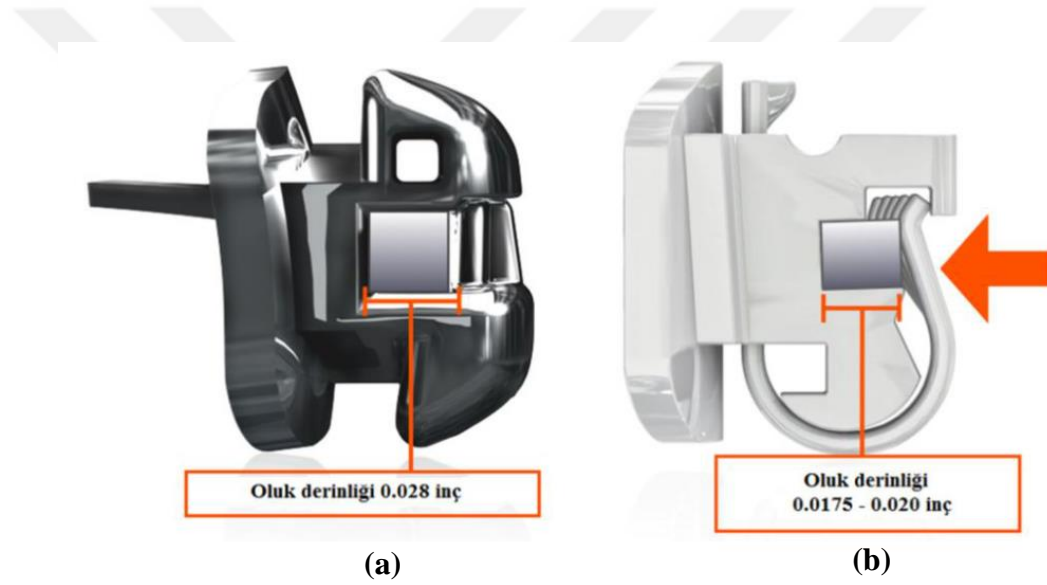
Kapaklı braketler ilk olarak 1930'ların ortalarında Stolzenberg tarafından Russell Lock bağlantısı olarak tanıtılmıştır (Stolzenber, 1935). 1970'lerin başlarında kapaklı braketler braket ve tel arasındaki sürtünmeyi azaltan, daha optimal kuvvet uygulayan ve toplam tedavi süresini kısaltan tasarımlar olarak göz önüne alınmıştır (Begg, 1977; Wildman ve ark., 1972). Dolayısıyla bu dönemde ilk pasif kapaklı braket olan Edgelock üretilmiştir (Wildman ve ark., 1972). 1980'lerde ilk aktif kapaklı braket olan SPEED geliştirilmiştir (Hanson, 1980). Sonrasında geliştirilen kapaklı braketleri genel olarak Mobil Lock, Activa, Time2, Damon SL, Damon 2, In Ovation R, In Ovation C, Smart clip şeklinde sıralayabiliriz (Harradine, 2008; Zreaqat ve Hassan, 2011).

Kapaklı braketlerin braket ve ark telinin hızlı bağlanabilmesi, daha az sürtünme ve tedavi süresini azaltmasının yanı sıra düşük kuvvet uygulaması, headgear veya genişletme apareyi kullanımı ihtiyacını azaltması, yüz estetiğini geliştirmesi, malzeme giderlerini ve ağrıyı azaltması, dudak konforunu geliştirmesi, çürük ve karpal tünel sendromu riskini azaltması gibi avantajlarının olduğu üreticiler tarafından iddia edilmektedir (Miles ve ark., 2006). Bunların yanında ön dişlerin daha az öne eğilmesi, diş çekimine daha az ihtiyaç duyulması ve daha iyi enfeksiyon kontrolü gibi avantajları

da vardır (Zreaqat ve Hassan, 2011).

Hafif kuvvetler olan kapaklı braketler, damarsal yapıyı yıpratmayacak şekilde optimal kuvvetler uygulayarak dişin hareketini sağlar ve bu yüzden diş hareketi çok daha etkili ve fizyolojik sınırlar içinde gerçekleşir (Zreaqat ve Hassan, 2011). Hastalar açısından bakıldığında yüzeyi daha düz olduğundan temizliği daha kolaydır (Shivapuja ve Berger, 1994).

Kapaklı braketlerin aktif ve pasif olmak üzere iki tipi mevcuttur: Aktif tipinde braket kapağı ark teli üzerine baskı uygularken pasif tipinde yalnızca braket oluğunu kapatarak tüp etkisi oluşturur ve ark teline herhangi bir baskı yapmaz (Harradine, 2008; Ehsani ve ark., 2009; Zreaqat ve Hassan, 2011) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Braket örnekleri **a**: Pasif, **b**: Aktif (Samawi, 2014'den uyarlanmıştır)

Pasif kapaklı braketlerin sürtünme kuvveti aktif kapaklı braketlere göre daha az olmaktadır (Thomas ve ark., 1998; Smith ve ark., 2003; Hain ve ark., 2006; Kim ve ark., 2008).

Harradine (2001), kapaklı braketlerin tedavi etkinliği üzerine yaptığı çalışmada her bir ark için, ark telinin braket oluğuna bağlanması ve çıkarılması işleminde 24 saniye kazanıldığını göstermiştir. Bu veri toplam tedavi sürecindeki randevu sayısını 16'dan 12'ye düşürmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca toplam tedavi süresini 4 ay kısaltmıştır (Harradine, 2001).

Miles (2007), kaydırma mekanikleri ile boşluk kapama aşamasında pasif kapaklı braketler ile paslanmaz çelik tel ligatür ile bağlanan konvansiyonel ikiz braketler arasındaki farkı incelemiştir. Boşluk kapama için nikel titanyum yaylar kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda pasif kapaklı braketler ile paslanmaz çelik tel ligatür ile bağlanan konvansiyonel ikiz braketler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Miles, 2007).

Scott ve ark. (2008), hastaların alt çene kesici dişlerin çapraşıklığının çözülmesi ve tedavi etkinliği açısından 0,022 inç oluğa sahip Damon 3 ve Synthesis braketlerini randomize kontrollü klinik bir çalışma ile karşılaştırmışlardır. Alt kesici çapraşıklığını çözme etkinliği açısından iki grup arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Sıralama aşaması kanin dişler arası mesafenin genişliği, ark uzunluğunun azalması, alt kesici dişlerin öne doğru eğilmesiyle ilişkilidir ve iki grup arasında belirgin bir farklılık yoktur. Kesici dişlerin kök rezorbsiyonu klinik olarak önemli düzeyde değildir ve yine her iki grup arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Scott ve ark., 2008).

Pandis ve ark. (2007), Damon II kapaklı braketler ile konvansiyonel braketleri kullanarak alt kesici çapraşıklığını çözme hızı ve braket sistemlerinin verimliliğini karşılaştırmıştır. Çalışmada alt kanin dişleri arası mesafe, alt molar dişleri arası genişlik ve alt kesici dişlerin öne eğimlenmeleri de incelenerek iki farklı tip braketin sadece çapraşıklığı çözme hızları ve etkinlikleri değil, çapraşıklık çözme mekanizmaları arasındaki farklılıkların da değerlendirilmesi düşünülmüştür. Çapraşıklık miktarı 5 mm'nin altında olan hastalarda kapaklı braketlerin daha hızlı sonuç verdiği izlenmiştir. İleri seviyede çapraşıklığı bulunan hastalarda kapaklı braketler ile konvansiyonel braketler arasında herhangi bir fark bulunamamıştır. Alt çene molar dişleri arasındaki genişliğin artış miktarı kapaklı braketlerde önemli derecede daha fazla bulunmuştur. Alt kesici dişlerin öne eğimlenmelerinde her iki grup arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir (Pandis ve ark., 2007).

Yine Pandis ve ark. (2010), alt çene çapraşıklığında kapaklı braketler ve konvansiyonel braketler arasındaki farkı inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Kapaklı ve konvansiyonel braketlerin kullanıldığı her iki grupta da çapraşıklık çözülürken kesici dişlerde öne eğimlenme izlenmiştir. Her iki grupta da kanin dişleri arası mesafe ile molar dişleri arası mesafede artış gözlenmiştir. Kanin dişleri arası mesafedeki artışta iki grup arasında önemli bir farklılık yoktur ancak molar dişleri arasındaki mesafedeki artış

kapaklı braketlerde daha fazla olmuştur (Pandis ve ark., 2010).

Vajaria ve ark. (2011), Damon kapaklı braketler ve konvansiyonel braketlerin kullanıldığı çekimsiz tedavi edilen 43 hastada; kanin dişleri, premolar dişleri ve molar dişleri arası genişlikleri karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. 0,022 inç oluğa sahip Damon 3MX braketleri kullanılan grupta yuvarlak ve köşeli bakır nikel titanyum ark telleri ve son olarak 0,019 x 0,025 inç titanyum molibden alaşımı veya paslanmaz çelik ark telleri uygulanmıştır. 0,018 inç oluğa sahip konvansiyonel edgewise braketleri kullanılan grupta ise önce yuvarlak bakır nikel titanyum ark telleri sonra 0,016 inç ve 0,016 x 0,022 inç paslanmaz çelik ark telleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda Damon kapaklı braket sisteminin kullanıldığı üst ve alt çenede kanin dişleri, premolar dişleri ve molar dişleri arası mesafede önemli derecede artış görülmüştür. Tedavi sonrası kesici dişlerin eğimlenmesinde her iki grup arasında önemli bir farklılık izlenmemiştir. Damon kapaklı braket sisteminin kullanıldığı hasta grubunun tedavisi, konvansiyonel braketlerin kullanıldığı hasta grubunun tedavisinden ortalama iki ay daha erken bitmiştir (Vajaria ve ark., 2011).

Johansson ve Lundström (2012), kapaklı ve konvansiyonel edgewise braketleri karşılaştıran prospektif ve randomize bir çalışma sonucunda kapaklı braketlerin toplam tedavi süresince ortodontik etkinlik, randevu sayısı ve tedavi sonuçları üzerine geliştirici bir etkisinin olmadığını görmüşlerdir.

Machibya ve ark. (2013), kapaklı braketler ve konvansiyonel braketler ile tedavi edilen hastaların tedavi zamanlarını, sonuçlarını ve ankraj kayıp oranlarını karşılaştırmışlar ve tedavi zamanı ve ankraj kaybının braket tipinden etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Alt çenedeki kesici dişlerin lingual inklinasyonları konvansiyonel braketlerin kullanıldığı grupta kapaklı braketlerin kullanıldığı gruba göre daha yüksek seviyededir.

2.6.3. İlaçlar ve Mediyatörler

Osteokalsin

Osteoblastlar ve odontoblastlar, osteokalsin sentezinden sorumlu olmaktadır. Osteokalsin kalsifiye kemiklerde bulunan matriks proteindir. Kobayashi ve ark. (1998), osteokalsinin diş hareketi üzerindeki etkinliğini araştırmak için yaptıkları çalışmada sıçanların furkasyonuna osteokalsin enjekte etmişlerdir. Sonuç olarak osteokalsinin dişin hareket yönündeki osteoklast sayısını artırdığını ve diş hareket hızında artışa yol açtığını bulmuşlardır.

Vitamin D3

Vitamin D, kemik yıkımında rol alan protein ve enzimlerin sentezini etkilemektedir. Vitamin D'nin en aktif formu olan vitamin D3, vücuttaki kalsiyum ve fosfat miktarını etkilemektedir. Vitamin D3 bağırsaktan kalsiyum ve fosfat emilimini sağlamaktadır ve düşük dozda vitamin D3 osteoklastların sentezini artırmaktadır (Takano-Yamamoto ve ark., 1992).

Takano-Yamamoto ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada 30 adet farenin birinci premolar dişine 21 gün süreyle distal yönde 5-20 gramlık kuvvet ve kuvvet ile birlikte üç günde bir vitamin D uygulandı. Bu çalışmanın sonucu olarak ortodontik kuvvetlerle birlikte vitamin D uygulanmasının diş hareket hızında artışa yol açtığını bulmuşlardır. Kontrol grubuna göre çalışma grubunda daha kısa duraksama evresi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Prostaglandin

Prostaglandinler insan vücudunda çeşitli fiziksel, mekanik ve immunolojik uyarıların etkisi ile sentezlenmektedirler. Prostaglandine ilk defa prostat bezinden salgılanan insan semeninde rastlandığından bu isim verilmiştir. Prostaglandinler inflamatuvar mediyatörlerdir ve etraflarındaki hücreleri etkileyebilmektedirler (Von Euler, 1934). Prostaglandinler osteoklast sayısını artırarak kemik yıkım hızında artışa yol açarlar ve PGE2 kemik rezorpsiyonunda en etkin prostaglandin olmaktadır.

Klien ve Raisz ilk olarak 1970 yılında yaptıkları çalışmada prostaglandinlerin diş hareketini hızlandırdığını bulmuşlardır (Klein ve ark., 1970).

Bir çalışmada kanin distalizasyon sürecinde PGE2'nin etkinliğini araştırmak için kaninin distaline submukozal olarak PGE2 enjekte edilmiş ve kontrol grubuna nazaran çalışma grubunda kanin distalizasyon hızının iki katına çıktığı saptanmıştır. PGE2 enjeksiyonu sırasında hafif miktarda ağrı dışında herhangi bir yan etki rapor edilmemiştir. Enjeksiyon sonrası makroskobik ve radyografik analizler sonucu herhangi bir yan etkinin olmadığını ve hızlı bir tedavi için PGE2 uygulamasının güvenilir ve etkili bir yöntem olduğunu savunmuşlardır (Yamasaki ve ark., 1984).

Paratiroid Hormonu (PTH)

Paratiroid bezlerinden salgılanan PTH, kanda kalsiyum miktarını artırırken fosfor miktarını azaltmaktadır. Vücuttaki kalsiyum dengesi PTH, kalsitonin ve 1,25 dihidrokolekalsiferol hormonu tarafından düzenlenmektedir ve bu hormonlar karmaşık bir şekilde birbirini etkilemektedirler (Reeve ve ark., 1986).

Yapılan bir çalışmada kalsiyumdan eksik beslenmenin ortodontik tedavideki etkinliğine bakılmış ve bu beslenme sonucunda PTH salgılanmasında artış olduğu görülmüştü. Bu artışa bağlı olarak kemik yoğunluğunda azalmayla birlikte diş hareketi hızında artış olduğunu ve kök rezorpsiyonunda azalma olduğu tespit edilmiştir (Goldie ve ark., 1984).

Kortikosteroidler

Kortikosteroidler adrenal kortekste sentezlenen steroid hormon grubudur. Stres cevabı, inflamatuvar ve immün cevap, karbonhidrat metabolizması, protein katabolizması ve kan elektrolit seviyesi gibi birçok fizyolojik sistemde rol almaktadır. Kortikosteroid ile ilgili yapılan çalışmalar arasında oldukça farklı sonuçlar mevcuttur. Bu durumun kullanılan dozaj farklılığı, indüksiyon periyot farklılığı ve test edilen glukokortikoidlerin göreceli antiinflamatuvar aktivitelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Bartzela ve ark., 2009a).

Steroid kullanan hastalarda kemik yoğunluğu daha az olmaktadır ve buna bağlı olarak ortodontik kuvvet uygulandığında normal bireylerden daha hızlı diş hareketi elde edilmektedir (Ong ve ark., 2000).

Yapılan bir çalışmada ortodontik tedavide steroidin etkisini incelemek için deney grubuna kortizon asetat uygulanmıştır. Çalışma grubunda kontrol grubuna nazaran 4 kat daha fazla diş hareketi gözlemlenmiştir. Histopatolojik kesitler incelendiğinde, çalışma grubunda daha fazla kemik rezorpsiyonu olduğu saptanmıştır (Ashcraft ve ark., 1992).

Relaxin

Relaxin daha çok yumuşak doku yenilenmesinden sorumlu olmaktadır. Relaxin doğum esnasında pubik ligamentlerin genişlemesinde etkili olan bir hormondur. Bu hormon aynı zamanda kranial sütürda ve periodontal ligamentde bulunmaktadır. Relaxin, ortodontik kuvvet uygulandığında periodontal ligamentin gerilen tarafında kollajen miktarını artırırken sıkışmanın olduğu tarafta kollajen miktarını azaltmaktadır (Han ve ark., 2004).

Yapılan bir klinik çalışmada, bireylere haftalık relaxin uygulanmıştır. Her hafta diş hareket miktarı kayıt altına alınmış ve dijital ortamda modeller elde edilmiştir. Çalışma sonucu olarak kontrol grubu ve çalışma grubu arasında diş hareket hızı açısından herhangi bir fark bulunmamıştır (McGorray ve ark., 2012).

Nitrik oksit

Nitrik oksit, insanın sinir, dolaşım, solunum ve üreme sisteminde önemli rol almakta ve çok sayıda fizyolojik ve patolojik olayda rol oynamaktadır. Nitrik oksit, nitrik oksit sentaz enzimi tarafından arjinine sentezlenmektedir ve kemik yapım/yıkım olayında önemli etkisi olan kimyasal bir habercidir (Shirazi ve ark., 2002).

Yapılan bir çalışmada nitrik oksit uygulandıktan sonra osteoklastlarda, kapiller damarlanmada ve diş hareket hızında belirgin artış olduğu rapor edilmiştir (Madan ve ark., 2007).

Lökotrienler

Lökotrienler bir araşidonik asit metabolitidir ve araşidonik asidin lipooksijenaz enzimi ile metabolize edilmesiyle oluşmaktadır. Lökotrienler inflamasyon, kemotaksis ve alerjik durumlarda rol oynamaktadırlar. Lökotrienler ortodontik diş hareketinde rol alan mediyatörlerden biri olmakla birlikte kemik rezorpsiyonunu hızlandırarak diş hareket hızını artırmaktadır. Lökotrieni inhibe eden ilaçlar diş hareket hızını azaltmaktadır (Atik ve ark., 2012).

Nikotin

Yapılan bir çalışmada, sıçanlara nikotin enjekte ettikten sonra diş hareketinde hızlanma olduğu bulunmuştur. Nikotin, osteoklast sayısında artışa yol açtığından kemik yıkım hızını ve diş hareketini hızlandırmaktadır (Sodagar ve ark., 2011).

2.6.4. Cerrahi Yöntemler

Dentoalveoler Distraksiyon

Distraksiyon osteogenezis, Ilizarov tarafından geliştirilen, osteotomi sonrasında kemik segmentlerinin aşamalı bir şekilde uzaklaştırılması ile yeni kemik formasyonunu indükleyen cerrahi bir tekniktir (Ilizarov ve ark., 1968). Snyder ve ark. (1973), Ilizarov'un prosedürünü yüz kemikleri üzerine uygulamışlardır. Distraksiyon osteogenezisin başka bir kullanım alanı geç dönemde hızlı üst çene genişletilmesidir. Distraksiyon yoluyla üst ve alt çenede ark uzunluğunu arttırabildiğimizden bazı vakalarda diş çekim gereksinimi ortadan kalkmıştır (Sawaki ve ark., 1996).

İşeri ve ark. (2005), hızlı kanin retraksiyonu için kanin ve alveol kemiğini içine alan osteotomi yaptıktan sonra kanin dişini alveol kemiğiyle birlikte retrakte etmişlerdir. Sukurica ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada üst kanin retraksiyonu için dentoalveoler distraksiyon yöntemini kullanmışlardır. Kanin retraksiyon safhasının

ortalama 1,05 günde bitirdiklerini rapor etmişlerdir. Tedavi sonunda kanin dışında herhangi bir rezorpsiyona, ankiloza, dehissense, kırığa ve periodontal probleme rastlanmamıştır (Sukurica ve ark., 2007).

Periodontal Ligament Distraksiyonu

Tam bir osteotomi yapılmadan retrakte edilmesi planlanan dişin interdental septumunda lingual ve bukkalden vertikal kesi yapılmasına “periodontal ligament distraksiyonu” denilir. Bu yöntem tam osteotomiye nazaran daha invaziv bir yöntemdir (Liou ve ark., 1998).

Yapılan bir klinik çalışmada kanin dişlerde, periodontal ligament distraksiyon yöntemiyle 3 hafta içerisinde ortalama 6,5 mm distalizasyon elde etmişlerdir. Bu çalışma sonunda bu tekniğe “dental distraksiyon tekniği” adı verilmiştir. Periodontal distraksiyonun amacı ortodontik tedavi süresinin kısaltılması ve ankrajın korunması olmuştur. Kanin dental distraksiyon vaka seçiminde maksimum ankraj gerektiren hasta seçilmelidir ve bu tekniğin bir dezavantajı da bu apanın laboratuvar şartlarda yapılması ve prefabrik olarak bulunamamasıdır (Liou ve ark., 1998).

Kharkar ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada kanin distalizasyon hızı açısından, dentoalveoler distraksiyonunu periodontal ligament distraksiyonu ile kıyaslamışlardır. Bu çalışma sonucunda iki yöntemde diş hareket hızı açısından herhangi bir farkın olmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada periodontal ligament distraksiyonunda, dentoalveoler distraksiyona nazaran daha fazla kanin kök rezorpsiyon riski olduğunu savunmuşlardır (Kharkar ve ark., 2010).

Yapılan tüm çalışmalarda bu tekniğin ankiloz, kök rezorpsiyon ve kök kırığı açısından herhangi bir risk taşımadığı rapor edilmiştir. Liou ve ark. (1998), retraksiyondan sonra 26 kanin dişten 9’unda vitalite testine pozitif cevap aldıklarını belirtmişlerdir.

Mikro-osteoperforasyon (MOP)

Ortodontik tedavi süresini kısaltabilmek için daha güvenli, daha az maliyetli ve daha az invaziv yöntemlerin arayışı devam etmiştir. Ortodontik kuvvet altında gerçekleşen diş hareketi sürecinde inflamatuvar yolların ve osteoklast aktivitesinin etkisi olduğu bilindiğinden, bu işlemin mikro düzeyde travma vererek artırılabilceği hipotezi ile MOP yöntemi düşünülmüştür (Alikhani ve ark., 2013, 2015; Prasad ve Ravindran, 2014).

MOP, rutin bir ortodontik tedavi sırasında kemik rezorpsiyonu ve diş hareketlerinden sorumlu inflamatuvar belirteçlerinin düzeyini artırarak diş hareketini hızlandırmasını beklediğimiz bir yöntemdir. Bu yöntem cerrahi olmayan yöntemlerin aksine diş hareketinin hızlandırılmasını vücudun kendi doğal inflamatuvar yanıtını kullanarak gerçekleştirmektedir. Literatürdeki çalışmaların çoğu MOP'un diş hareketini hızlandırmada etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir (Alikhani ve ark., 2015; Escobar ve Samper, 2018; Lee ve ark., 2018; Prasad ve Ravindran, 2014).

Alikhani ve ark. (2013) hem klinik hem de sıçan çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmıştır. Araştırmacılara ait klinik çalışmada maksiller kanin dişinin distalizasyonunda MOP'un etkisi değerlendirilmiştir. 1. premolar dişleri çekilmiş Sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip 20 hastanın bir tarafına kanin dişinin distalizasyonuna başlanmadan önce Propel cihazı kullanılarak dikey yönde 3 adet olacak şekilde MOP yapılırken diğer tarafta ise MOP yapılmamıştır. Kuvvetler aynı anda ve ankraj kaybı oluşmaması için mini vida kullanılarak uygulanmıştır. Belli periyotlarla ölçüler, kanin dişinin distalizasyon hızını kıyaslamak için alınmıştır. Ayrıca inflamatuvar belirteçleri değerlendirmek için de Dişeti Oluğu Sıvısı (DOS) örnekleri toplanmıştır. Kanin retraksiyonu tamamlandığında MOP grubunda dişin hareketinin 2,3 kat daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. DOS örneklerinde de MOP grubunda kontrol grubuna göre birçok sitokin ve kemokin oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Alikhani ve ark., 2013).

Diğer önemli bir çalışma ise Alkebsi ve ark. (2018) 32 hastada yaptıkları çalışmadır. Çalışma her hastada bir yarım çeneye MOP uygulayıp diğer yarım çeneye MOP uygulamadan gerçekleştirilmiştir. Sınıf II divizyon 1 olan hastalarda üst 1. Premolar dişleri çekilmiş ve rastgele seçilen bir taraftaki kanin dişinin distaline 1,5 mm çapında ve 5 mm derinliğinde mini vida kullanılarak üç adet MOP yapılmıştır. Diğer taraftakinin distaline ise MOP uygulanmamıştır. 1. 2. ve 3. aylarda alınan ölçülerden elde edilen dijital modeller rugalar bölgesinde karşılaştırılarak kanin dişinin distalizasyon hızı ölçülmüştür. Ancak MOP uygulamasının diş hareketlerini hızlandırmada etkili olmadığı sonucuna varmışlardır (Alkebsi ve ark., 2018). Alikhani ve ark. ise çalışmasında MOP tekniğini ortodontik tedaviyi hızlandıran bir teknik olarak kullanmıştır (Alikhani ve ark., 2013). Çalışmamızda bütün hastalarda maksilla anterior

bölgede kanin-kanin arasında MOP uygulanmıştır. Kapaklı ve kapaksız braketler arasında hiçbir parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Başka bir çalışmada Attri ve ark. (2018) yine kanin distalizasyonunda MOP etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışma grubunda hem alt hem üst çenede kanin dişinin distaline 1,6 mm çapında ve 2-3 mm derinliğinde olacak şekilde 3 adet MOP yapılmıştır. MOP işlemi boşluk kapanana kadar 28 günde bir tekrar edilmiştir. Kontrol grubunda MOP yapılmamıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar kanin dişinin distalizasyon hareketinde MOP'un etkili olduğunu ve hareketin kontrol grubuna göre daha hızlı gerçekleştiğini bulmuşlardır. Ancak alt ve üst çene kıyaslandığında hareket hızında herhangi bir fark saptanmamıştır (Attri ve ark., 2018).

Haliloğlu-Özkan ve ark. premolar çekimli sabit ortodontik tedavi gerektiren 32 bireyde MOP tekniğinin ortodontik diş hareketi üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çalışma grubunda distalizasyonunun başında ve 4. haftasında kanin dişlerin distaline üçer adet MOP ortalama 5 mm derinliğinde uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda MOP uygulanan grupta üst çenede kontrol grubuna kıyasla distalizasyonun 1. ve 4. haftasında kanin dişin hareket hızında anlamlı farklılık bulunmuştur. Üst çenede 8. haftadaki diş hareket hızında ve alt çene için hiçbir zaman diliminde hareket hızında anlamlı farklılık bulunmamıştır. MOP uygulanan grupta kanin rotasyonu ve molar mesializasyonunda anlamlı farklılık bulunamazken, üst çenede kanin tippinginde distalizasyon sonunda anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu araştırmacılara göre MOP, üst çenede diş hareketinin hızlandırılmasında etkili bir yöntem olarak görünmektedir (Haliloğlu-Özkan ve ark. 2018).

Feizbakhsh ve ark. (2018) premolar diş çekimli vakalarda hem alt hem üst çenede kanin distalizasyon hızına MOP'un etkisini kontrol grubu ile karşılaştırarak değerlendirmiştir. 28 günlük takip süresi sonunda MOP'un kanin dişinin distalizasyon hızını 2 kat artırdığı bulunmuş, alt ve üst çenede kanin distalizasyon hızı açısından hem MOP hem kontrol grubunda bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Feizbakhsh ve ark., 2018).

Teixeria ve ark. (2010) hayvan çalışmasında flep kaldırarak yaptıkları MOP'un diş hareketini, kontrol bölgesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha hızlı gerçekleştirdiğini bulmuşlardır.

Tsai ve ark. (2016) ise sıçanlarda iki diş hareketi hızlandırma yöntemini, MOP

ve flep kaldırılmadan yapılan kortikal insizyonu birbirleriyle ve kontrol grubu (diş hareketi hızlandırma yönteminin uygulanmadığı) ile karşılaştırmışlardır. Çalışmada hem MOP hem de kortikal insizyon grubunda kontrol grubuna göre diş hareket miktarı anlamlı olarak fazla bulunmuş, kemik densiteleri her iki deney grubunda anlamlı olarak azalıp osteoklast sayısının da anlamlı olarak her iki grupta arttığı bulunmuştur (Tsai ve ark., 2016).

Kortikotomi

Diş hareketini hızlandırmak için alveoler cerrahinin kasıtlı kullanımı, kemiğin kortikal ve medullalarının tamamen kesilmesiyle yapılan osteotominin kullanılmasıyla başlamıştır (Frost, 1983). 1950 yılından itibaren kemiği sadece kortikal düzeyde kesen kortikotomi ile osteotomi teknikleri kullanılmaya başlanmıştır (Köle, 1959). Daha sonra, tek başına kortikotominin daha az doku tahribatı ile daha hızlı diş hareketinin sağlanmasında etkili olduğu ve periodontal dokular ve diş pulpası için daha düşük risklere sahip olduğu bulunmuştur (Köle, 1959). Hem insanlarda hem de hayvanlarda yapılan birçok çalışma kortikotominin diş hareketini hızlandığına göstermiştir (Iino ve ark., 2007; Huang ve ark., 2014). Bu hızlandırıcı etkinin, prosedürden sonraki ilk birkaç hafta boyunca gerçekleştiği ifade edilmiştir (Sanjideh ve ark., 2010).

Wilcko ve ark. (2001), tam kalınlıkta flep kaldırdıktan sonra alveol kemiğin bukkal ve lingual yüzeyinde meduller kemiğe ulaşacak derinlikte cerrahi bıçağıyla kortikotomi yapmışlardır. Kortikotomi işleminden sonra hareketi beklenen dişlerin bölgesine kemik grefti uygulamışlar ve böylece dişin hareket sınırını genişletebildiklerini savunmuşlardır.

Özet olarak kortikotomiden sonra dişlerin hareketi için daha esnek bir ortam oluşmaktadır. Ferguson ve ark. bu esnek ortamda daha geniş bir hareket alanı elde etmek için kortikotomiyle birlikte kemik grefti uygulanmasını önermişlerdir (Ferguson ve ark., 2007).

Tam flep kaldırarak uygulanan kortikotomi işlemi, ortodontik tedaviyi hızlandırır da bu kaldırmaya bağlı cerrahi sonrası ağrı ve şikâyet fazla olmaktadır. Kim ve ark. (2009), ağrı, hasta şikâyeti ve oluşabilecek komplikasyon riskini azaltabilmek için minimal invaziv kortikotomi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu teknikte kortikotomi yapmak için bisturi ile dişetine insizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşılır; böylece tam

kalınlıkla flep kaldırmaya gerek kalmadan oluşturulmuş pencereden kortikal kemikte kesi yapılmaktadır (Kim ve ark., 2009).

Mimura ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada minimal invaziv yöntem ile yapılan kortikotominin RAP etkisini oluşturmakta yeterli olduğunu ve ortodontik tedavi sürecinde diş hareketini hızlandırmak için kullanılabilirdiğini rapor etmişlerdir. Bu tekniğin başka bir avantajı cerrahi işlem sırasında periodontal dokuların desteklenmesi için yumuşak ve sert doku greftinin uygulanabilmesidir (Mimura ve ark., 2013).

Vercelloti ve Podesta (2007) tam flep kaldırdıktan sonra daha ince ve dikkatli kortikotomi kesileri yapabilmek için piezoelektrik cihazını kullanmışlardır.

Piezoinisizyon

Cerrahi destekli kortikotominin dezavantajları düşünülerek piezoinisizyon destekli ortodonti geliştirilmiştir (Yi ve ark., 2017). 2006 yılında Park ve arkadaşları kortikal insizyon adıyla flep kaldırılmadan yapılan ve kortikotomiye göre daha az invaziv bir teknik olarak şimdiki piezoinisizyona benzeyen yöntemi tanıtmışlardır. Araştırmacılar farklı araçlar kullanarak kesiler oluşturmuş ve diş hareketlerini hızlandırmayı planlamışlardır (Park ve ark., 2006). Periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodonti mantığıyla alveolar kortikotomi gibi piezoinisizyon destekli ortodonti de diş hareketini hızlandırabilir, ancak bu işlem yapılırken tam kalınlıkta flep kaldırmak yerine, gingival dokuları da içine alan ve kemiğin korteksine kadar uzanan dikey kesiler uygulanır. Literatürde ilk olgu sunumlarında, piezoinisizyonun diş hareketini hızlandırdığı ve periodontal dokuların augmentasyonunda daha az travma ile kortikotomiye benzer etki oluşturduğu gösterilmiştir (Dibart ve Sebaoun, 2009; Dibart ve ark., 2010; Keser, 2011).

Piezoinisizyon lokalize ve generalize çapraşıklıklarda ortodontik tedavi hızını artırmaktadır. Piezoinisizyonla birlikte greft uygulanabildiğinden diş hareket alanında artış elde edilebilmektedir, örneğin bukkal bölgede genişletme yapıldığında alveol kemiğin genişliğini artırmak için bu bölgeye kemik grefti uygulanabilmektedir. Piezoinisizyon işleminden sonra kemik yoğunluğu değiştiğinden, dişler farklı ankraj miktarına sahip olmaktadır. Piezoinisizyon işlemi sırasında yumuşak ve sert greft uygulanabildiğinden dehissens ve fenestrasyon riski azalmaktadır. Kemik yenilenmesi hızlandırıldığından ortodontik tedavi sonrası dişlerin stabilitesini arttırmakta etkili olmaktadır (Brugnami ve ark., 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hastalar

Mevcut tez çalışmasının hasta grubu olarak, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniğinde tedavilerine başlanan, yaş aralıkları 15-19, yaş ortalaması $16,94 \pm 1,37$ olan toplam 19 hasta (15 kadın ve 4 erkek) seçilmiştir.

Bu çalışmanın uygunluğuna dair Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 13.06.2019 tarih ve B.30.2.ODM.0.20.08/493-569 karar ile belge etik kurul onayı alınmıştır (Ek 1).

Çalışma grubuna dâhil edilen bireylerde aranan kriterler;

- Sistemik açıdan sağlıklı olması (örneğin: diyabet, alerjik astım ve osteoporoz olmaması),
- Temporomandibüler eklem rahatsızlığının olmaması,
- Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olması,
- Daimi dişlenme döneminde olup diş eksikliği olmaması,
- 14- 22 yaş aralığında olması,
- Maksiller anterior çapraşıklığa sahip olması,
- Maksiller anterior dişlerde protetik, restoratif ve endodontik tedavilerin bulunmaması,
- Diş çekimine gereksinim olmaması,
- Herhangi bir sürnünerer dişin bulunmaması,
- Alt çenede çapraşıklık miktarının 5-7 mm olması,
- Oral hijyenin iyi olması,
- Çift taraflı çiğneme alışkanlığının olması,
- Yüz ve çene bölgesinde travma hikâyesinin bulunmaması,
- Daha önceden radyasyon veya kemoterapi tedavisi görmemiş olmaları,
- Hastaların kalem ısırma, parmak emme, tırnak yeme gibi kötü alışkanlıklara sahip olmaması.

Çalışmamız, belirtilen özellikleri taşıyan toplam 19 bireyi içermektedir (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1. Bu çalışmadaki hastalarının özellikleri

Cinsiyet	Birey Sayısı	Yaş	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu
		Ortalama \pm SS		
Kız	15	16,94 \pm 1,37	19	19
Erkek	4			

SS: Standart sapma, Kontrol grubu: Yarım çenede konvansiyonel braket kullanılan grup, Çalışma grubu: Diğer yarım çenede kapaklı braket kullanılan grup

3.2. Araştırma Gruplarının Belirlenmesi

Bu çalışmanın araştırma grupları split-mouth yöntemine göre oluşturulmuştur. 19 bireyde Maksiller kanin-kanin arası MOP tekniği uygulanmıştır ve her bir yarım çenede kapaklı braket kullanılan çalışma grubu ve diğer yarım çenede ise konvansiyonel braket kullanılan kontrol grubu olarak tanımlanmıştır (Tablo 3.1). Çalışma ve kontrol gruplarının sağ-sol yön dağılımı ise rastgele yapılmıştır.

3.3. Klinik Uygulamalar

Çalışmamıza dâhil edilen hastaların arşivden tedavi başlangıcındaki (T0) ortodontik modelleri, röntgenleri (panoramik ve lateral sefalometrik) (Şekil 3.1), ağız içi dijital taramaları (Cerec Ortho 1.1.2, Dentsply Sirona) (Şekil 3.2) ve fotoğraf kayıtları (Şekil 3.3) alınmıştır.



Şekil 3. 1. Bir hastanın tedavi başlangıcındaki (T0) panoramik ve lateral sefalometrik röntgenleri



Şekil 3. 2. Ağız içi dijital tarama için kullanılan Cerec Ortho 1.1.2, Dentsply Sirona cihazı ve ağız içi dijital ölçüm örneği



Şekil 3. 3. Bir hastanın ağız içi fotoğrafları

Tüm hastalarda, 0,022×0,027 inç oluk genişliğine sahip Gemini SL (3M Unitek, Monravia, Calif, ABD) pasif kapaklı metal braketler (Şekil 3.4), Victory Series (3M Unitek, ABD) birinci molar tüpleri ve Victory Series™ (3M Unitek, ABD) ikinci molar tüpleri kullanılmıştır. Tüm hastalara öncelikle bilgisayarda rastgele bir şekilde numara verilmiş ve daha sonra bu numaraların yine rastgele olacak şekilde sağ veya sol taraflarından hangisinde braket kapaklarının çıkarılacağı eşit olacak sayıda belirlenmiştir. Takiben klinikte hastaya bilgisayarın verdiği numaraya ve hangi tarafta kapaklarının çıkarılacağına göre split-mouth teknikle uygulama yapılmıştır. Diğer bir ifadeyle her bir hastada rastgele belirlenmiş olan yarım çene braket kapakları

çıkartılarak konvansiyonel sisteme çevrilmiştir. Kullanılan braketlerin açısal değerleri Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

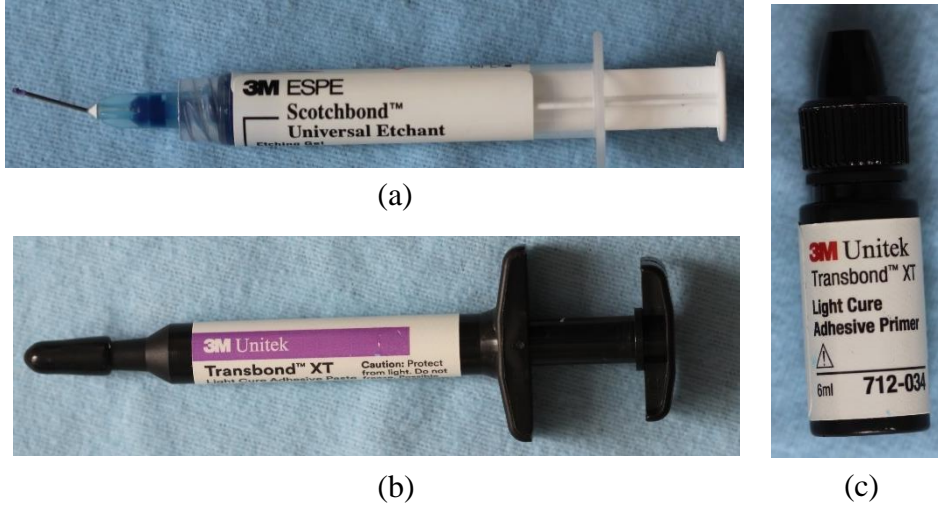


Şekil 3. 4. 0,022 inç slot Gemini kapaklı braket™ (3M Unitek, ABD)

Tablo 3. 2. Çalışmada kullanılan braketlerin açısal değerleri

Maksiller		
Diş	Tork	Açısal Değer
Santral	+17	4
Lateral	+10	8
Küspit	-7	8
Küspit HK	0	8
Biküspit	-7	0
Biküspit HK	-7	0

Bonding işleminde %37’lik ortofosforik asit (3M Dental products, Monrovia, ABD), primer (Transbond XT, 3M Dental products, Monrovia, ABD), adeziv kompozit (Transbond XT, 3M Dental products, Monrovia, ABD) kullanılmıştır (Şekil 3.5).

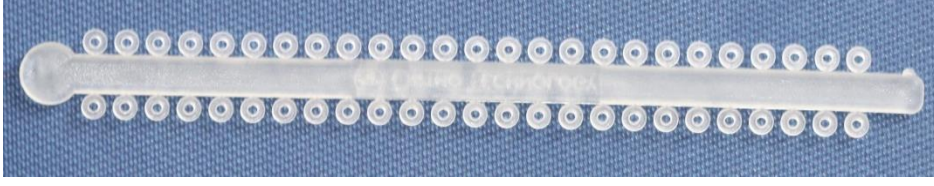


Şekil 3. 5. a) %37'lik ortofosforik asit, b) adeziv kompozit, c) adeziv primer (3M Dental products, Monrovia, ABD)

Tüm hastaların üst çenelerinde 0,016 inç yuvarlak HANT (Heat Activated Nickel Titanium) (3M Unitek, Monrovia, Calif., ABD) ark teli kullanılmıştır (Şekil 3.6). Split-mouth olarak yarım çene konvansiyonel braketlerde elastik ligatür (3M Unitek, ABD) (Şekil 3.7) kullanılmıştır.



Şekil 3. 6. 0,016 inç yuvarlak HANT (Heat Activated Nickel Titanium) (3M Unitek, Monrovia, Calif., ABD)

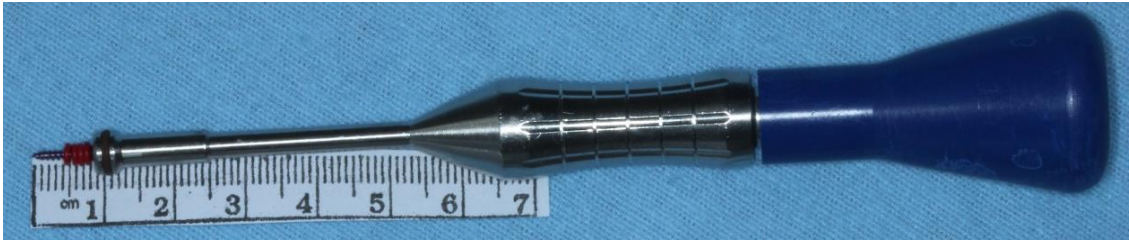


Şekil 3. 7. Konvansiyonel braketlerde elastik ligatür (3M Unitek, ABD)

Tüm bireylerde maksiller anterior çapraşıklık daha hızlı çözülmesi amacıyla kanin-kanin arası her iki kök arası 3'er adet, toplam 15 adet, 5mm derinliğinde MOP uygulanmıştır. Uygulanan MOP tekniğine aşağıda ayrıntılı şekilde yer verilmiştir.

3.4. MOP Tekniğinin Uygulanması

Perforasyonları oluşturacak 1,6 mm çap ve 8 mm uzunluğundaki mini vida (MTN-2, Tasarımmed, İstanbul, Türkiye), girilmesi istenen derinliği sabitlemek amacıyla modifiye edilmiştir. Kullanılacak mini vidalara 4 adet renkli elastomerik ligatür yerleştirilmiş (3M Unitek, Calif, ABD), bu şekilde mini vidaların perforasyon derinliği yaklaşık 5 mm olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.8). Sonrasında mini vidalar elastomerik ligatürlerle birlikte steril edilip MOP uygulamasına hazır hale getirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3. 8. Perforasyonları oluşturmada kullanılan minivida (a) ve elastomerik ligatür (b)

Hastaların radyografik görüntüleri incelenerek komşu köklerin ve anatomik yapıların durumu incelenmiştir. Sepsis kontrolü amacıyla prosedürden önce 1 dk boyunca antiseptik bir ağız gargarası ile hastalara ağızları çalkalatılmıştır. Sonrasında infiltrasyon anestezisi uygulaması yapılmıştır (0,5 ml Ultracain DS Forte). Anestezi uygulandıktan sonra, bölge antiseptik bir ajanla silinmiştir. Perforasyon yapılması planlanan bölgedeki mukoza perforasyonlara rehberlik etmesi açısından sond yardımıyla işaretlenmiştir. Mini vida taşıyıcıya yüklendikten sonra daha önceden elastomeriklerle belirlenen derinliğe kadar girilmiş ve geri çıkarılmıştır (Şekil 3.9). Bu işlemde her iki kök arası yapışık dişetinden başlayıp mümkün olduğunca apikalde sonlanan 3 adet perforasyon uygulanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3. 9. Mikro-osteoperforasyon tekniğinin uygulanması



Şekil 3. 10. Üç adet perforasyon uygulaması sonrasında bölgenin görünümü

Sonrasında üst dudak altına 15 dakika steril bir gazlı bez yerleştirilmiş. Uygulamadan sonra hastalara herhangi bir ilaç reçete edilmemiştir.

4. haftada (T1) tüm kayıtlar (aljinat ölçüler, intraoral fotoğraflar, ağız içi dijital tarama ve fotoğraf) tekrar alınmış ve hastalarda MOP prosedürü aynı şekilde tekrarlanmıştır (Şekil 3.11).

8. haftada da (T2) tüm kayıtlar (aljinat ölçüler, intraoral fotoğraflar, ağız içi dijital tarama ve fotoğraf) tekrar alınmıştır (Şekil 3.12).



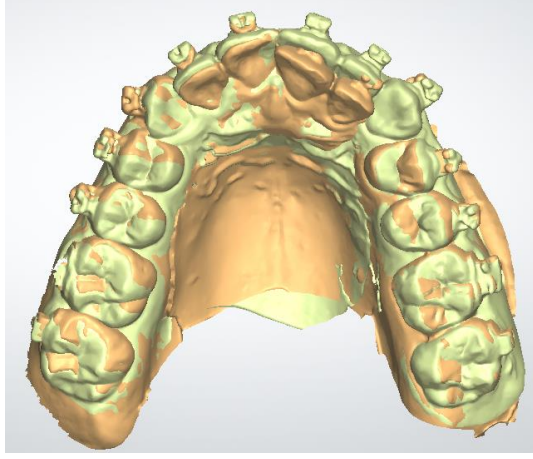
Şekil 3. 11. Bir hastanın 4. haftada (T1) alınan ağız içi görüntüleri



Şekil 3. 12. Şekil 3.11 deki hastanın 8. Haftadaki ağız içi görüntüleri

3.5. Dijital Model Analizi

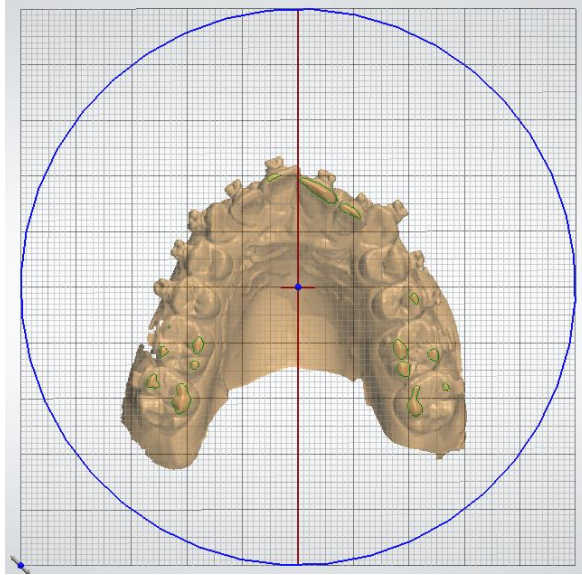
Çalışmaya dâhil edilen hastaların başlangıçta (T0), 4. haftada (T1) ve 8. haftada (T2), özel bir ağız içi tarama cihazı (Cerec Ortho 1.1.2, Dentsply Sirona, Almanya) kullanılarak elde edilmiş dijital modelleri arşivden alınmıştır. Ölçümler dijital ortama kaydedilmiştir (Orthoanalyzer, 3Shape, Kopenhag, Danimarka). Çakıştırma işlemleri sırasında üst çene palatinal rugalarının mezial ve distal noktaları gibi değişmeyen anatomik noktaların referans olarak alınmasına dikkat edilmiştir (Şekil 3.13). Ölçümler çakıştırılmış ikili modellerde, üst çenede, sağ ve sol dişler olmak üzere ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 3. 13. Çakıştırılmış T0 ve T1 modelleri

3.5.1. Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Düzlem

11-21CP - UR6TP - UL6TP: Üst santral kesici dişlerin temas noktası ile üst sağ ve sol birinci molar dişlerin meziyopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlemdir (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14. Okluzal düzlemin oluşturulması

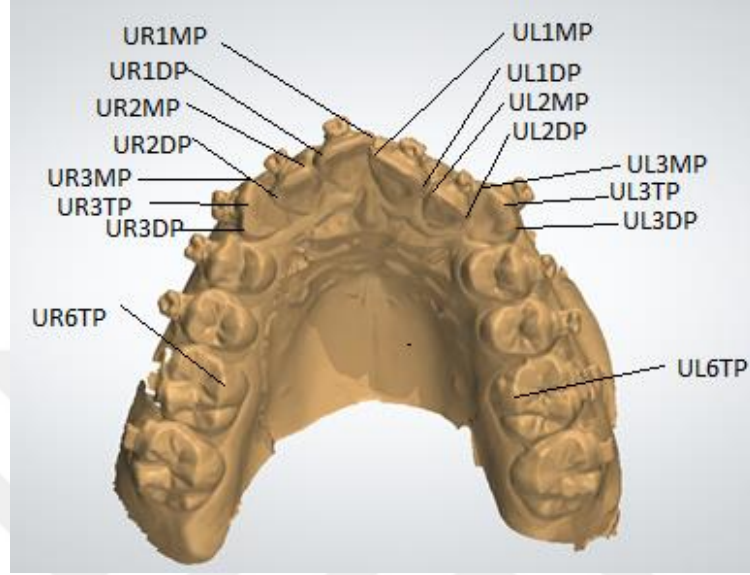
3.5.2. Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Noktalar

Dijital olarak ölçülen ortodontik model üzerinde belirlenen noktalar şöyledir:

1. Üst Sağ 3_Tüberkül (UR3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişinin tüberkül tepesi.
2. Üst Sol 3_Tüberkül (UL3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişinin tüberkül tepesi.
3. Üst Sağ 3_Meziyal (UR3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
4. Üst Sol 3_Meziyal (UL3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
5. Üst Sağ 3_Distal (UR3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
6. Üst Sol 3_Distal (UL3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
7. Üst Sağ 2_Meziyal (UR2MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ lateral dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
8. Üst Sol 2_Meziyal (UL2MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol lateral dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
9. Üst Sağ 2_Distal (UR2DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ lateral dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
10. Üst Sol 2_Distal (UL2DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol lateral dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
11. Üst Sağ 1_Meziyal (UR1MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ santral dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
12. Üst Sol 1_Meziyal (UL1MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol santral dişinin meziyal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
13. Üst Sağ 1_Distal (UR1DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ santral dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
14. Üst Sol 1_Distal (UL1DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol santral dişinin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.

15. Üst Sağ_6 Tüberkül (UR6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ birinci molar dişinin meziyopalatinal tüberkül tepesi.

16. Üst Sol_6 Tüberkül (UL6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden



Şekil 3. 15. Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Maksiller Noktalar

3.5.3. Dijital Model Analizinde Yapılan Ölçümler

Aşağıdaki veriler ölçülmüş ve tüm verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır.

1. Kesici dişlerin rotasyonu derece cinsinden ölçülmüştür.
2. Kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan milimetrik uzaklığı ölçülmüştür.
3. Ark boyu uzunluğu ölçülmüştür.
4. Çapraşıklık indeksi kullanılarak çapraşıklık miktarı belirlenmiştir.

3.5.4. Dijital ortodontik modelde açı ölçümleri

Rotasyon Ölçümleri Şekil 3.16'da verilmiştir. Dijital olarak ölçülen ortodontik model açıları şöyledir:

1. UR3MP – UR3DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sağ kanin dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.

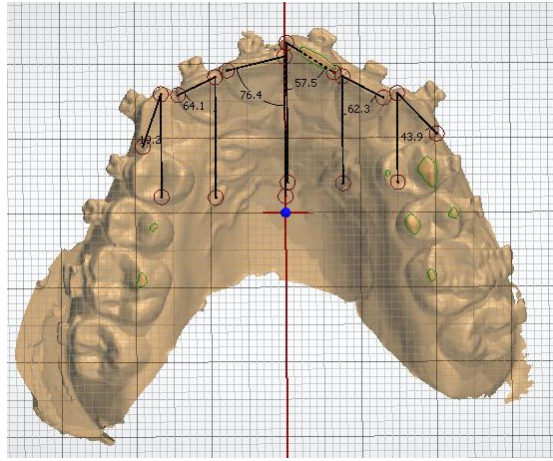
2. UR2MP – UR2DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sağ lateral dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.

3. UR1MP – UR1DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sağ santral dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.

4. UL3MP – UR3DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sol kanin dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.

5. UL2MP – UR2DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sol lateral dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.

6. UL3MP – UR3DP / 11-21CP: Okluzalden bakıldığında, üst sol santral dişin mezial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktasından geçen doğru ile oluşturduğu açı.



Şekil 3. 16. Maksiller dijital ortodontik model üzerinde yapılan kesici dişlerin rotasyon ölçümleri

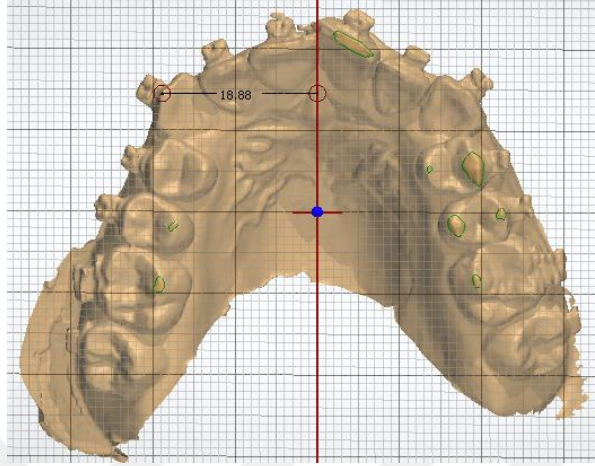
3.5.5. Dijital ortodontik modelde milimetrik ölçümler

Kanin dişin insizal kenarının orta hatan olan uzaklığı Şekil 3.17’de görülmektedir. İnsizal orta hata ölçülen milimetrik mesafeler şöyledir;

1. UR3TP _Mid: Üst çene sağ kanin dişin tüberkül tepesinden orta hata

olan dikey mesafesinin milimetrik ölçümü.

2. UL3TP_Mid: Üst çene sol kanin dişin tüberkül tepesinden orta hata olan dikey mesafesinin milimetrik ölçümü.

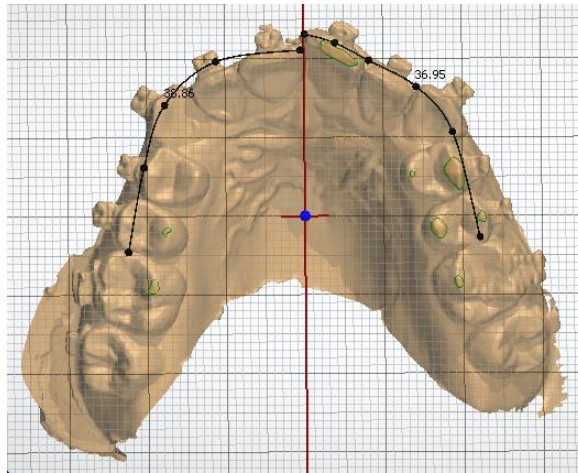


Şekil 3. 17. Maksiller dijital ortodontik model üzerinde yapılan kanin dişin insizal kenarının orta hata olan uzaklığı

Ark boyu ölçümü Şekil 3.18’de verilmiştir:

1. UR6M_11-21CP: Üst santral kesici dişlerin temas noktasından başlatılıp, sağ 1. Molar dişin meziyal kenarına kadar ölçülen milimetrik mesafe.

2. UL6M_11-21CP: Üst santral kesici dişlerin temas noktasından başlatılıp, sol 1. Molar dişin meziyal kenarına kadar ölçülen milimetrik mesafe.



Şekil 3. 18. Maksiller dijital ortodontik model üzerinde yapılan yarım çene ark boyu ölçümü

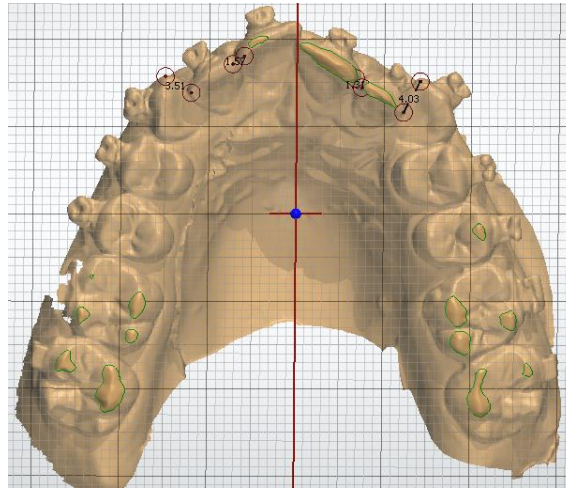
Dijital ortodontik modellerde üst anterior dişlerdeki çapraşıklık indeksi ölçümleri Little çapraşıklık indeksi modifiye edilerek yapılmıştır (Little, 1975). Ön dişlerdeki çapraşıklığın indeks değeri toplam 5 kontak noktasının yer değiştirme miktarının ölçülmesi ile elde edilmektedir. Bu ölçüm, her bir dişin anatomik kontak noktasının, komşu dişin anatomik kontak noktasından olan uzaklığının ölçülmesi ile elde edilmektedir. Ölçüm Şekil 3.19’da gösterilmiş ve dijital ortodontik modelde yapılan milimetrik ölçümler aşağıda verilmiştir:

1. UR3MP – UR2DP: Okluzalden bakıldığında, üst sağ kanin dişin mezial anatomik kontaktı ile üst sağ lateral dişin distal anatomik kontakt arasında olan milimetrik mesafe.

2. UR2MP – UR1DP: Okluzalden bakıldığında, üst sağ lateral dişin mezial anatomik kontaktı ile üst sağ santral dişin distal anatomik kontakt arasında olan milimetrik mesafe.

3. UI3MP – UI2DP: Okluzalden bakıldığında, üst sol kanin dişin mezial anatomik kontaktı ile üst sol lateral dişin distal anatomik kontakt arasında olan milimetrik mesafe.

4. UI3MP – UI2DP: Okluzalden bakıldığında, üst sol lateral dişin mezial anatomik kontaktı ile üst sol santral dişin distal anatomik kontakt arasında olan milimetrik mesafe.



Şekil 3. 19. Çapraşıklık indeksi ölçümleri

3.6. İstatistiksel Analizler

Çalışmamızda dijital ölçümlerdeki hata payını hesaplamak amacıyla 33 adet dijital ölçüm aynı araştırmacı tarafından 2 hafta sonra tekrarlandı. Dijital modeller üzerinde açısal ve doğrusal ölçümlerin tekrarı yapılarak önceden hazırlanmış formlara aktarıldı. Ölçümlerdeki hata payının saptanmasında tekrarlanan bu iki ölçüm kullanıldı. Hata payı (intraexaminer error, error variance) genellikle ortodontik ölçümlerde kullanılan Dahlberg formülüne göre (Houston, 1983) hesaplandı. Bu formül:

$$Se = \sqrt{\Sigma d^2 / 2 n}$$

Bu formülde Se = hata payı, d = yapılan her iki ölçüm arasındaki fark ve n = yapılan ikili ölçümlerin sayısıdır. Dijital ölçümde belirlenen noktalar ikinci kez belirlenmediği için bu noktaların lokalizasyonuna ilişkin herhangi bir hata payı hesaplanmadı. Ancak yapılan açısal ve doğrusal ölçümlerdeki hata payı saptandı ve bu hata paylarının açısal ölçümler için $\pm 0,3^\circ$ 'yi ve doğrusal ölçüm için $\pm 0,1$ mm'yi geçmediği saptandı.

Tedaviye başında (T0), 4. haftada (T1) ve 8. haftada (T2) yapılan ölçümlerin gruplar içinde incelenmesinde normal dağılım gösteren veriler için eşleştirilmiş (paired) Students' t testi kullanıldı. Normal dağılmayan veriler için Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda normal dağılım gösteren veriler için eşleşmemiş (unpaired) Students' t testi, normal dağılım göstermeyen verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Bütün testler %95 (p=0,05) güvenilirlik sınırlarında uygulandı. P <0,05 istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edildi.

Bu çalışmadaki bütün tanımlayıcı istatistikler ve analizler SPSS (versiyon 21,0) istatistik paketi kullanılarak gerçekleştirildi.

4. BULGULAR

Maksiller kanin-kanin arası MOP tekniği uygulanan 19 hastanın split-mouth yöntemine göre oluşturulan araştırma gruplarında her bir yarım çenede kapaklı braket kullanılan çalışma grubu (SLB) ve diğer yarım çenede ise konvansiyonel braket kullanılan kontrol grubu (CONT) olarak tanımlandı. SLB ve CONT gruplarının dijital ortodontik model ölçümlerinden elde edilen verilerin genel değerlendirilmesi, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaların istatistiksel analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

4.1. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler

Çalışmamızda üst çenede keser dişlerin rotasyon açısal ölçümü, kanin dişin orta hata uzaklığı, ark boyu ve çapraşıklık indeksi ile elde edilen verilerinin genel değerlendirmesi yapıldı. Hastaların üst çenesi incelendiğinde, aynı çene içerisinde sağ ve sol veriler kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 4.1). Bu nedenle sağ ve sol veriler aynı havuzda toplandı.

Tablo 4. 1. Çalışmadaki hastaların aynı çene içerisinde sağ ve sol taraf başlangıç verilerinin karşılaştırılması

N =19	Taraf	ORT± SS	P Değeri
ART0	Sağ	173,89 ± 31,94	0,799
	Sol	171,37 ± 28,62	
CMT0	Sağ	16,63 ± 1,28	0,707
	Sol	16,80 ± 1,53	
ABT0	Sağ	37,69 ± 2,07	0,578
	Sol	37,30 ± 2,18	
ÇİT0	Sağ	5,15 ± 1,25	0,544
	Sol	5,48 ± 2,02	

ORT ± SS: Ortalama ± standart sapma

ART0 = T0 (başlangıç) safhasında üst anterior dişlerin rotasyon değeri

CMT0 = T0 (başlangıç) safhasında kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı

ABT0 = T0 (başlangıç) safhasında yarım çene ark boyu

ÇİT0 = T0 (başlangıç) aşamasında çapraşıklık indeksi

Tablo 4.2.'de tedaviye başlangıç aşamasındaki CONT ve SLB gruplarının üst anterior dişlerin rotasyon değerleri (CONT = 173,35 ± 28,72 ve SLB = 171,91 ± 31,89), kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklıkları (CONT = 16,86 ± 1,49 ve SLB = 16,57 ± 1,31), yarım çene ark boyu (CONT = 37,36 ± 2,13 ve SLB = 37,63 ± 2,12) ve çapraşıklık indeksi (CONT = 5,23 ± 1,25 ve SLB = 5,40 ± 2,02) verilmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre, her iki braket çeşidinin uygulama öncesi yapılan ölçümlerinde hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($P > 0,05$) ve hastaların homojen dağılım gösterdiği belirlendi. Bu veriler çalışmanın güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. 2. Tedavinin başlangıç aşamasındaki kontrol grubu (CONT) ve çalışma grubunun (SLB) verilerinin karşılaştırılması

N =19	Grup	ORT± SS	P Değeri
ART0	CONT	173,35 ± 28,72	0,885
	SLB	171,91 ± 31,89	
CMT0	CONT	16,86 ± 1,49	0,522
	SLB	16,57 ± 1,31	
ABT0	CONT	37,36 ± 2,13	0,694
	SLB	37,63 ± 2,12	
ÇİT0	CONT	5,23 ± 1,25	0,755
	SLB	5,40 ± 2,02	

ORT ± SS: Ortalama ± standart sapma

ART0 = T0 (başlangıç) safhasında üst anterior dişlerin rotasyon değeri

CMT0 = T0 (başlangıç) safhasında kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı

ABT0 = T0 (başlangıç) safhasında yarım çene ark boyu

ÇİT0 = T0 (başlangıç) aşamasında çapraşıklık indeksi

Tablo 4.3'de kapaklı braket kullanılan (SLB) ve kapaksız braket kullanılan (CONT) gruplar baz alındığında tedavinin 4. haftasında üst anterior keser dişlerin

rotasyonu (CONT = $17,07 \pm 8,60$ ve SLB = $18,17 \pm 8,40$), kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı (CONT = $0,541 \pm 0,42$ ve SLB = $0,478 \pm 0,34$), yarım çene ark boyu (CONT = $0,632 \pm 0,47$ ve SLB = $0,834 \pm 0,47$) ve çapraşıklık indeksi (CONT = $1,80 \pm 0,88$ ve SLB = $1,79 \pm 1,03$) ölçümlerindeki değişimler için gruplar arasında karşılaştırmalar sunulmuştur. Bu dönemde SLB ve CONT grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($P > 0,05$).

Tablo 4. 3. Tedavinin 4. haftasında kontrol grubu (CONT) ve çalışma grubunun (SLB) verilerinin karşılaştırılması

N =19	Grup	ORT± SS	P Değeri
ART4	CONT	$17,07 \pm 8,60$	0,694
	SLB	$18,17 \pm 8,40$	
CMT4	CONT	$0,541 \pm 0,42$	0,617
	SLB	$0,478 \pm 0,34$	
ABT4	CONT	$0,632 \pm 0,47$	0,193
	SLB	$0,834 \pm 0,47$	
ÇİT4	CONT	$1,80 \pm 0,88$	0,973
	SLB	$1,79 \pm 1,03$	

ORT ± SS: Ortalama ± standart sapma

ART4 = Tedavinin 4. haftasında üst anterior dişlerin rotasyon değeri

CMT4 = Tedavinin 4. haftasında kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı

ABT4 = Tedavinin 4. haftasında yarım çene ark boyu

ÇİT4 = Tedavinin 4. haftasında çapraşıklık indeksi

Tablo 4.4’de Kapaklı braket kullanılan (SLB) ve kapaksız braket kullanılan (CONT) gruplar baz alındığında tedavinin 8. haftasında üst anterior keser dişlerin rotasyonu (CONT = $27,12 \pm 15,32$ ve SLB = $27,97 \pm 16,20$), kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı (CONT = $0,513 \pm 0,48$ ve SLB = $0,456 \pm 0,42$), yarım çene ark boyu (CONT = $1,31 \pm 1,07$ ve SLB = $1,15 \pm 0,78$) ve çapraşıklık indeksi

(CONT = $2,61 \pm 1,07$ ve SLB = $2,79 \pm 1,62$) ölçümlerindeki değişimler için gruplar arasında karşılaştırmalar sunulmuştur. SLB ve CONT grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P > 0,05$).

Tablo 4. 4. Tedavinin 8. haftasında kontrol grubu (CONT) ve çalışma grubunun (SLB) verilerinin karşılaştırılması

N =19	Grup	ORT± SS	P Değeri
ART8	CONT	$27,12 \pm 15,32$	0,869
	SLB	$27,97 \pm 16,20$	
CMT8	CONT	$0,513 \pm 0,48$	0,702
	SLB	$0,456 \pm 0,42$	
ABT8	CONT	$1,31 \pm 1,07$	0,599
	SLB	$1,15 \pm 0,78$	
ÇİT8	CONT	$2,61 \pm 1,07$	0,685
	SLB	$2,79 \pm 1,62$	

ORT ± SS: Ortalama ± standart sapma

ART8 = Tedavinin 8. haftasında üst anterior dişlerin rotasyon değeri

CMT8 = Tedavinin 8. haftasında kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı

ABT8 = Tedavinin 8. haftasında yarım çene ark boyu

ÇİT8 = Tedavinin 8. haftasında çapraşıklık indeksi

4.2. Anterior Dişlerin Rotasyonu

Anterior dişlerin (santral, lateral ve kanin) başlangıç aşamasında, rotasyonunu (ART0) değerlendirmek için, bu dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı ölçülerek toplandı ve CONT grubunda ortalama $173,34^\circ$ ve SLB grubunda ortalama $171,91^\circ$ olarak bulundu (Tablo 4.2). Başlangıç aşaması değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P = 0,885$).

Tedavi başlangıcından 4 hafta sonra üst anterior dişlerin (santral, lateral ve kanin) rotasyon miktarları ölçülerek toplandı ve ART4, CONT grubunda ortalama $17,07^\circ$ iken SLB grubunda ortalama $18,17^\circ$ olarak bulundu (Tablo 4.3). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,694$).

Tedavi başlangıcından 8 hafta sonra üst anterior dişlerin (santral, lateral ve kanin) rotasyon miktarları ölçülerek toplandı ve ART8, CONT grubunda ortalama $27,12^\circ$ iken SLB grubunda ortalama $27,97^\circ$ bulundu (Tablo 4.4). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,869$).

4.3. Kanin Dişin Tüberkül Tepesinin Orta Hata Uzaklığı

Başlangıç aşamasında, kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata uzaklığını (CMT0) değerlendirmek için, bu dişlerin tüberkül tepesi ile orta hat arasındaki milimetrik mesafesi ölçüldü ve CONT grubunda ortalama 16,86 mm iken SLB grubunda ortalama 16,56 mm bulundu (Tablo 4.2). Başlangıç aşaması değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P = 0,522$).

Tedavi başlangıcından 4 hafta sonra kanin dişinin tüberkül tepesi ile orta hat arasındaki milimetrik mesafe hesaplandığında CMT4 ortalaması CONT grubunda 0,54 mm iken SLB grubunda 0,48 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.3). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,617$).

Tedavi başlangıcından 8 hafta sonra kanin dişinin tüberkül tepesi ile orta hat arasındaki milimetrik mesafe hesaplandığında CMT8 ortalaması CONT grubunda 0,46 mm iken SLB grubunda 0,51 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.4). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,702$).

4.4. Yarım Çene Ark Boyu

Başlangıç aşamasında, birinci molar dişin mezial kenarından, maksilla orta hattın iki santral dişin arasından geçtiği yere kadar olan yarım çene ark boyu (ABT0) milimetrik olarak ölçüldü ve CONT grubunda ortalama 37,36 mm ve SLB grubunda ortalama 37,63 mm bulundu (Tablo 4.2). Başlangıç aşaması değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P = 0,694$).

Tedavi başlangıcından 4 hafta sonra yarım çene ark boyu hesaplandığında

ABT4 ortalaması CONT grubunda 0,63 mm iken SLB grubunda 0,83 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.3). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,193$).

Tedavi başlangıcından 8 hafta sonra yarım çene ark boyu hesaplandığında ABT8 ortalaması CONT grubunda 1,31 mm iken SLB grubunda 1,15 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.4). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p = 0,869$).

4.5. Çapraşıklık İndeksi

Başlangıç aşamasında, anterior dişlerin (santral, lateral ve kanin) kontakt kenarlarının arasındaki mesafe olan çapraşıklık indeksi (ÇİT0) milimetrik olarak ölçüldü ve CONT grubunda ortalama 5,23 mm iken SLB grubunda ortalama 5,40 mm bulundu (Tablo 4.2). Başlangıç aşaması değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P = 0,755$).

Tedavi başlangıcından 4 hafta sonra çapraşıklık indeksi hesaplandığında ÇİT4 ortalaması CONT grubunda 1,80 mm iken SLB grubunda 1,79 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.3). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P = 0,973$).

Tedavi başlangıcından 8 hafta sonra çapraşıklık indeksi hesaplandığında ÇİT8 ortalaması CONT grubunda 2,61 mm iken SLB grubunda 2,79 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.4). Ancak her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p = 0,685$).

5. TARTIŞMA

Günümüz ortodonti pratiğinde gelişen materyal teknolojisi ile paralel olarak birçok braket, ark teli ve bunları birbirine bağlama seçenekleri bulunmaktadır. Ark telini brakete bağlamak amacıyla sıklıkla paslanmaz çelik ligatürler veya elastomerik ligatürler kullanılmaktadır. Son zamanlarda teflon kaplı ligatürlerin ortodonti pratiğinde özellikle seramik braketlerle birlikte kullanılmaları estetik avantaj sağlamıştır. Ancak bağlamaya gerek duyulmayan kapaklı (self-ligating) braketlerin ortodonti uygulamalarına girmesi birçok avantajı beraberinde getirmiştir. Bu braketler, bağlama süresini düşürmek ve klinik etkinliği arttırmak amacıyla üretilmiştir. Bu teknik son yıllarda geliştirilen yeni aparey çeşitleriyle yeniden gündeme gelmiştir. Bu yeni sistemlerin geleneksel aparey sistemlerine göre azalmış sürtünme direncine sahip oldukları iddia edilmektedir (Miles, 2007; Prettyman ve ark. 2012; Pandis ve ark. 2008 ve 2010). Literatürde bu braketlerin diş hareketini hızlandırmasının yanı sıra daha hijyenik bir ortam sağladığı ve hasta başında geçirilen süreyi kısalttığı ortaya konulmuştur (Shah, 2014). Ancak literatürde MOP tekniğiyle birlikte iki farklı braketin iyileşme hızına etkileri konusundaki bilgiler sınırlıdır. Bu konuyu aydınlatmak amacıyla bu çalışmada maksiller anterior çapraşıklığa sahip bireylerde tedavi başlangıcında ve 4. haftada MOP yöntemi uygulanarak her yarım çenede (split-mouth yöntemi) iki farklı uygulama yöntemiyle diş hareket hızı incelendi ve kapaklı braket kullanılmasının, üst çene anterior bölgedeki çapraşıklığın tedavisinin 4. ve 8. hafta sonuçları açısından (üst anterior dişlerin rotasyon değeri, kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığı, yarım çene ark boyu ve çapraşıklık indeksi) konvansiyonel bağlama yöntemine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemediği saptandı.

Şimdiye kadar üretilen kapaklı braketlerin tasarımlarındaki temel fark kapak sistemlerinin aktif, pasif veya interaktif olmasıdır. Aktif kapak kullanımının amacı etkin rotasyon ve tork kontrolü için ark telini braket yuvasına (slot) yerleştirmektir. Aktif kapaklar braket yuva lümenini daraltarak, daha çok sürtünmenin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aktif bir şekilde yerleştirilmiş köşeli ark teli kapağa temas edeceğinden sürtünme daha da artacaktır (Gandini P ve ark. 2013). Kapaklı braketlerle yapılan in vitro çalışmalar, pasif ligasyonun aktif ligasyondan daha az sürtünme ile sonuçlandığını açıkça göstermiştir (Pizzoni L ve ark. 1998; Shivapuja PK ve Berger J. A. 1994). Bu çalışmalarda tespit edilen düşük sürtünme ile boşluk kapanmasının daha

hızlı olduğu ve tedavi süresinin kısaldığı varsayılmıştır. Bu nedenle bu çalışmada maksiller anterior çapraşıklığın tedavisi için pasif kapaklı braketler kullanılmasıyla sürtünmenin azalarak hızlı bir etki oluşmasını ve tedavi süresinin kısılması beklendi. Ancak tedavi sonuçlarının kapaklı ve konvansiyonel braketler arasında anlamlı farklılık göstermemesi bu uygulamanın tedavi süresinin değiştirmeyeceği kanaatine varmamıza neden oldu. Benzer şekilde literatürde ekstraksiyon bölgesine distal paslanmaz çelik ligatürler ile bağlanmış pasif SmartClip braketi ile konvansiyonel braketler arasında boşluk kapatma oranlarının neredeyse aynı olduğu gösterilmiştir (Miles PG 2007). Başka bir split-mouth çalışmasında elastomerik zincir ile nikel-titanyum helezon yaylar karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Nightingale C ve ark. 2003). Elastomerik zincir ile haftada 0,21 mm (ayda yaklaşık 0.9 mm) hareket elde edilirken, 9 mm nikel-titanyum yaylar (açıklığın tüm uzunluğunu boyunca uzanan) ile haftada 0,26 mm (ayda yaklaşık 1,1 mm) harekete ulaşılmıştır. Bundan dolayı klinisyenlerin ekstraksiyon hastalarında boşluk kapanma oranını etkilemeden tercih ettikleri braket tiplerini (geleneksel veya pasif kendi ligasyon) kullanabilecekleri belirtilmektedir (Miles PG 2007).

Pasif kapaklı braketinin kullanılması, paslanmaz çelik ligatür ile bağlanan konvansiyonel braketle karşılaştırıldığında boşluk kapanma oranında bir fark yaratmamıştır (Miles PG 2007). Her iki sistemdeki ilk statik sürtünme aşıldığında, 150 g yay ile elde edilen kuvvet benzer hareket hızları üretmek için yeterli görünmektedir. Bu nedenle, klinikte kayma mekaniği açısından slot boyutu ve braket ligasyonu (paslanmaz çelik ligatürüne karşı pasif bağlamalı ligatür) seçimi hekimin tercihine bağlı olabilir. Kapaklı braketler, çözme ve ligasyon sırasında geleneksel braketlere kıyasla zamandan tasarruf etse de bir paslanmaz çelik ligatürle yayın ilk yerleşimi sağlandıktan sonra, yeniden bağlamaya gerek kalmadan tüm boşluğun kapanması süresince yerinde kalabilir (Berger J ve ark. 2001). Ligasyon için harcanan zaman, ilk seviyeleme sırasında ve tedavinin son detaylandırma aşamalarında tel değişikliklerinde daha büyük olacaktır (Miles PG 2007).

Büyük teknolojik gelişmeler sürekli olarak yeni malzeme ve tekniklerin geliştirilmesini ve araştırma tabanlı bulgulara ulaşılmasını sağlamıştır (Pithon MM. ve ark. 2007). Bu gelişmelerin klinik prosedürleri basitleştirdiği iddia edilmektedir, piyasada bulunan birçok ortodontik malzeme laboratuvarlarda deneysel olarak

değerlendirilmiş, ancak avantajları ve etkinlikleri konusunda çelişkili verilere ulaşılmıştır (Romano FL ve ark. 2007; Gandini P ve ark. 2013; Rinchuse DJ ve ark. 2007). Kapaklı braketlerin açma ve kapama kuvvetleri de dâhil olmak üzere çeşitli özellikleri değerlendirilmiştir (Gandini P ve ark. 2013). Tek braketlerin analiz edildiği bir çalışmada (Carriere LX) açma kuvveti, hem üst hem de alt anterior kesici dişlerde kapatma kuvvetinden önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Aksine, F1000 braketleri, hem üst hem de alt anterior kesici dişlerde kapatma kuvvetinden önemli ölçüde daha yüksek bir açma kuvveti göstermiştir. Damon Q braketleri ise üst anterior kesici dişlerde test edildiğinde açma ve kapama kuvveti arasında önemli bir fark göstermezken, alt anterior kesici dişlerde açma kuvvetleri, kapatma kuvvetlerinden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Gandini P ve ark. 2013). Değerlerin bu değişkenliği, bir braketi açmak veya kapatmak için uygulanan kuvvetin, aynı cihaz tipi kullanıldığında dahi diştten dişe farklı olduğu anlamına gelir. Bu muhtemelen farklı braket şekli ve boyutundan kaynaklanmaktadır. Biz çalışmamızda Gemini SL pasif kapaklı metal braketler kullandık fakat açma ve kapatma kuvvetlerini ölçmedik. Aslında, sabit apareylerle ortodontik tedavi sırasında hastalarda yan etki olarak rahatsızlık ve uyum problemleri meydana gelebileceğinden, mekanizmanın kaymasına izin vermek için gerekli açma ve kapanma kuvvetlerinin değerlendirilmesi gereklidir (Scheurer PA ve ark. 1996; Scott P ve ark.2008). Bu kuvvetlerin ölçülmemiş olması çalışmamızın bir limitasyonudur.

Kapaklı braket sistemleri elastik veya paslanmaz çelik tel ligatürle kapak işlemini elimine etmesi, ayrıca mikrobiyal kolonizasyon için tutucu alanlarının az olması ve karmaşık olmayan yüzeylere sahip olması nedeni ile günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır (Huang J Li CY ve ark. 2018; Kaygisiz E ve ark. 2015). Tedavi verimliliği açısından hasta konforu ve hijyen önemli noktalardır. Cesur ve ark. kapaklı metal braket kullandıkları hastalarda en az bakteri sayısı tespit etmiş, ancak paslanmaz çelik tel ligatür ile bağlanmış klasik braket grupları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulmamıştır. Kapaklı braket sistemlerinin ligatür kullanılmamasına bağlı olarak plak birikimi açısından bir avantaja sahip olduğu ve ağız hijyenini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır (Cesur GM ve ark.2019). Ancak Garcez ve arkadaşları ise metal kapaklı braket grubu ve paslanmaz çelik tel ligatür grupları arasında bakteri sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bildirmişlerdir (Garcez AS ve ark. 2011). Bu split-mouth çalışmamızda kapaklı pasif braket sisteminde

kullanımı kolay ve klinikte pratiklik sağlayan elastik ligatürler kullanılarak konvansiyonel braketlerle karşılaştırılmış ve klinik sonuçlar konusunda birbirlerine üstünlük sağlamadıkları saptanmıştır. Ayrıca her ne kadar değerlendirilmemiş olsa da braketler arasında belirgin bir hijyen farklılığı gözlenmemiştir (Uzdil F 2008).

Konvansiyonel ve kapaklı braket sistemleriyle dentofasiyal yapılarda istenilen değişiklik elde edilirken değinilmesi gereken diğer bir nokta farklı braket dizaynlarından ötürü bu sistemlerin periodontal dokuları ve ağrı hissini nasıl etkilediği olmuştur (Celar A ve ark. 2013; Prettyman C ve ark.2012). Konvansiyonel braket sistemlerinde tel veya elastomerik ligatürlerin kullanımıyla dental plak birikimi, bakteri kolonizasyonu ve dekalsifikasyonun arttığı birçok çalışma tarafından gösterilmiştir (Huser M.C ve ark 1990; Rosenbloom R.G.ve Tinanoff N. 1991). Ancak bu durumun aksine kapaklı braketlerle ligatürleme işlemi olmadığı için periodontal avantaj elde edilebileceği üzerinde durulduğundan (Pandis N ve ark 2008; Pandis N ve ark. 2010), çalışmada konvansiyonel ve kapaklı braket sistemleri periodontal klinik parametreler bakımından da değerlendirilmiştir. Konvansiyonel braketlerle karşılaştırıldığında kapaklı braket sistemlerin düşük sürtünme direncinden ötürü diş sıralanması esnasında periodontal ligamende daha az iskemi oluşturabileceği ve hastalar tarafından daha az ağrı hissedilebileceği savunulmuştur (Pringle A.M ve ark. 2009; Tecco S ve ark. 2009). Çalışmamızda diğer bir limitasyon hastalarda oluşabilecek ağrı hissini değerlendirilmemesidir.

Konvansiyonel ve kapaklı braketleri karşılaştıran çalışmalarda cinsiyet farklılığının tedavinin sonucuna etkisinin çok büyük olmadığı belirtilmiştir (Eberting J.J ve ark. 2001; Scott P ve ark. 2008). Bu nedenle bu split-mouth tasarımındaki çalışmamızda grupların homojen olmasından dolayı seçilen 15 birey kız 4 birey de erkek olup gruplar arası cinsiyet farklılığının klinik bulgulara etkileri test edilmemiştir.

Konvansiyonel ve kapaklı braket sistemlerini karşılaştıran çalışmalarda başlangıç çapraşıklık miktarı ile tedavi süresi, maksiller genişleme miktarı ve keser labiyalizasyon miktarı arasında korelasyon olabileceğine değinilmiştir (Miles P.G ve ark. 2006; Pandis N ve ark. 2007). Bu nedenle çalışmamızda karşılaştırılan ölçümlerin güvenilir olabilmesi için her iki braket grubundaki hastaların tedavi başlangıcındaki üst çenede keser dişlerin rotasyon açısal ölçümü, kanin dişin orta hata uzaklığı, ark boyu ve çapraşıklık indeksinin benzerlik göstermesine önem verilmiştir. Yer elde etme yöntemi

olarak keser dişlerin labiolingual yönde çekimsiz tedavi mekanikleri uygulandığı için orta derecede çapraşıklık vakaları tercih edilmiştir. Aslında tüm çeneye uygulanan Little çapraşıklık indeksi modifiye edilerek yarım çenede çapraşıklık indeksi ölçümleri yapılmıştır. Normalde tüm çenede ölçülen ark boyunun da yarım çenede ölçümü yapılmıştır. Çalışmamızda iki farklı uygulama sistemi tedavi başında, 4. haftada ve 8. haftada alınan dijital ortodontik ölçümleri karşılaştırılmıştır. Kötü ağız hijyeninin periodontal indeks ölçümlerini olumsuz yönde etkileme riski dikkate alınarak (Atik E 2013), tedavi başlangıcında iyi ağız hijyenine sahip hastaların seçilmesine dikkat edilmiştir.

Sezici ve Önçağ (2019) Angle sınıf I anterior çapraşıklığa sahip 27 hastada yaptıkları randomize çalışmada iki gruba konvansiyonel lingual braketler ve diğer gruba kapaklı lingual braketler uygulamıştır. Tedavi başlangıcında ve tedavi sonunda alınan lateral sefalometrik film ve dijital model kayıtları üzerinde ölçümler karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Her iki braket grubunda alt keser açılarında anlamlı artışlar, overbite ve overjet miktarlarında anlamlı derecede azalmalar ve interkanin mesafe ve ön ark genişliklerinde artışlar görülmüştür. İki farklı lingual braket sisteminin etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, konvansiyonel ve kapaklı lingual braketlerinin benzer klinik etkilere sahip olduğu sonucu elde edilmiştir (Sezici ve Önçağ, 2019). Biz de bu split-mouth çalışmamızda angle sınıf I anterior çapraşıklığa sahip 19 hastada anterior dişlerde konvansiyonel bağlama yöntemi ile kapaklı braketleri karşılaştırdık ve yaptığımız dijital model analizinde ve ortodontik modelde yaptığımız ölçümlerde gruplar arasında anlamlı bir farka rastlamadık.

In vitro çalışmalar kapaklı braketlerin konvansiyonel braketlere kıyasla çok daha az sürtünmeye yol açtığını ortaya çıkarmaktadır (Read-Ward GE ve ark. 1997). Ancak oldukça farklı yüzey karakterlerine ve dolayısıyla farklı sürtünme özelliklerine sahip ark tellerinin, benzer klinik performans da sergileyebileceklerini ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur. Kula ve ark. (1998) yaptıkları randomize split-mouth çalışmada, yüzey yapısı ve sürtünme değerleri dışında tüm mekanik özellikleri aynı olan titanyum ark teli ile iyon kaplanmış titanyum ark tellerinin klinik etkinliklerini, boşluk kapanması gibi sürtünmenin belirgin derecede fark oluşturacak tedavi aşamasında karşılaştırmıştır. Retraksiyon için bu teller ile nikel titanyum süper elastik yaylar kullanılarak sürtünmeli mekanikler kurulmuş ve seviyeleme sonrası boşluk

kapatılmıştır. Düşük ve yüksek sürtünme değerlerine sahip sağ ve sol yarılar arasında belirgin bir fark bulunmamıştır (Kula K ve ark. 1998). Benzer şekilde Cobb ve arkadaşları, düşük sürtünmeli ark tellerinin klinik performanslarını araştırdıkları çalışmada, 0,016 inçlik süper elastik nikel titanyum, 0,016 inçlik iyon kaplanmış süper elastik nikel titanyum ve 0.0175 inçlik çok sarımlı çelik ark tellerinin seviyeleme aşamasındaki etkinliklerini incelemiş ve sürtünme özellikleri bakımından aralarında belirgin fark bulunan normal ve düşük sürtünmeli iyon kaplı nikel titanyum ark tellerinin, klinikte kesici dişleri seviyeleme etkinliği bakımından farklı olmadıklarını göstermişlerdir (Cobb NW ve ark. 1998). Biz de çalışmamızda tüm hastalarda üst çeneleri için 0,016 inçlik yuvarlak nikel titanyum ark teli kullandık ve yarım çenede braketlerde konvansiyonel elastik ligatür kullandık.

Kapaklı braketler ile tedavi edilen hastalarda çok daha hızlı sonuç alınmasına sebep olacak etkenlerden biri olduğu düşünülen geniş bir lümen içerisindeki ince ark teli kullanılmasının getireceği avantajlardır (Damon DH 1998; Damon DH 2005). Bu şekildeki bir sistemde braket içerisindeki ark telinin daha az olacak olan kilitlenme (binding), dolayısıyla daha az sürtünme oluşturacağı iddia edilmektedir. Düşük sürtünmeye ek olarak, daha az bükülen (deflekte olan) ark telinin daha uzun braketler arası mesafe çok fazla varmış gibi daha hafif kuvvetler uygulayacağı belirtilmektedir (Damon DH 1999). Bu şekilde çok hafif kuvvetler uygulanması ile yumuşak dokuda "Frankel" fonksiyonel apareylerine benzer bir etki meydana getirebileceği ileri sürülmüştür (Damon DH 2005). Oluşan kuvvetin dudak ve dile yeni bir denge konumuna gelmeleri için izin vereceğini, dolayısıyla seviyelenme fazında ileri derecede çapraşıklık olgularında dahi, hızlı ve stabil bir seviyelenme sağlanacağı rapor edilmiştir (Damon DH 1999). Henüz bu yöndeki iddiaları destekler yönde bir klinik çalışma bulunmamasına rağmen kapaklı braketlerin avantajlarını göstermek için sıklıkla şiddetli çapraşıklığın çekimsiz tedavi edildiği vaka örnekleri kullanılmaktadır (Harradine NMT 2003). Ancak biz çalışmamızda orta derecede çapraşıklık vakalarında çekimsiz tedavi için kullandığımız kapaklı braketlerin konvansiyonel bağlama durumuna nazaran herhangi bir üstünlüğüne rastlamadık. Aslında kapaklı braketlerin üreticilerinin ve savunucularının öne sürdükleri iddialar ve hipotezler göz önüne bulundurulursa (Roth RH ve ark. 2005; Harradine NMT 2001), çalışmamızın sonucunda gruplar arasında en azında tedavi süresinde belirgin farklar olması beklenebilirdi. Ancak bizim çalışmamıza

benzer şekilde yapılan bir tez çalışmasında düşük sürtünmeli braket sistemlerinin seviyeleme safhasındaki etkinlikleri konvansiyonel braketler ile karşılaştırılması sonucunda test edilen farklı braket/kapak grupları arasında kesici çapraşıklığını çözme etkinliği açısından herhangi bir fark bulunmamıştır (Uzdil F., 2008). Yapılmış kontrollü prospektif çalışmalarda kapaklı braketlerin konvansiyonel braketlere nazaran daha etkin olduğunu gösteren bir bulgu henüz rapor edilmemiştir (Miles PG ve ark. 2006; Pandis N ve ark. 2007; Miles PG 2005). Çalışmamız da bu yönüyle literatürü destekler nitelikte sonuçlar ortaya koymaktadır.

Çalışmamız daha önce yapılan prospektif çalışmalarla karşılaştırıldığında (Uzdil F 2008) sadece belirli derecede çapraşıklığı olan bireylerin çalışmaya dâhil edilmesi ve sadece tek bir ark telinin kullanılmasıyla beraber, aynı braketin iki farklı uygulamasının aynı bireyde birbiri ile karşılaştırılmış olması açısından önemlilik arz eder. Çalışmamızda tüm hastalarda, 0,022×0,027 inç oluk genişliğine sahip pasif kapaklı metal braketler kullanılmış ve split-mouth olarak rastgele yarım çene braket kapakları çıkartılarak konvansiyonel sisteme çevrilmiştir. Tüm hastalarda üst çeneleri için 0,016 inç yuvarlak nikel titanyum ark teli kullanılmış ve konvansiyonel braketlerde elastik ligatür kullanılmıştır. Ayrıca tüm bireylerde maksiller anterior çapraşıklığın daha hızlı çözülmesi amacıyla kanin-kanin arası her iki kök arasına 5mm derinliğinde, 3er MOP uygulanması çalışmamızın özgünlüğünü göstermektedir. Çalışmamızda üst çenede keser dişlerin rotasyon açısal ölçümü, kanin dişin orta hata uzaklığı, ark boyu ve çapraşıklık indeksi gibi faktörler sınırlı da olsa braketleri karşılaştırabilme imkânı sunmuştur.

Boşluk kapanışını hızlandırmak için literatürde çeşitli yöntemler tanımlanmıştır (Shirude SS ve ark. 2018; Sharma K ve ark. 2019). Ancak, son zamanlarda MOP yöntemini kapaklı apareylerle birleştirmek ve iki tekniğin herhangi bir sinerjistik etkisini araştırma için girişimlerde bulunulmuştur. Boşluk kapanma oranını arttırmak için düşük seviyeli lazer tedavisi ve MOP'ların kombinasyonunu değerlendirmek ve ayrı ayrı kullanımlarıyla karşılaştırmak üzere yakın tarihli bir çalışma yapılmıştır (Abdelhameed AN ve ark. 2018). Yazarlar kombinasyonun her tekniğin ayrı ayrı uygulanmasından daha etkili olduğu sonucuna varmıştır. MOP'lar başka bir teknikle birleştirilirse benzer bir sinerjistik etki gözlemlenebilir. Önceki çalışmalarda rapor edilen kapaklı braketler sağladığı düşük sürtünme klinik olarak etkili olmadığından,

bunları MOP'larla birleştirmek benzer bir sinerjistik etki sağlamış olabilir (Abdelhameed AN ve ark. 2018).

Haliloğlu-Özkan ve ark. premolar çekimli sabit ortodontik tedavi gerektiren 32 bireyde MOP tekniğinin ortodontik diş hareketi üzerine olan etkilerinin araştırdıkları çalışmada MOP tekniğinin uygulanması sonucu üst çenede kanin dişin ilk 4 haftada ikinci 4 haftaya kıyasla daha hızlı hareket ettiği göstermiş ve alt çenede ise iki zaman dilimi arasında diş hareket hızı açısından anlamlı bir farklılık saptamamıştır. Ayrıca MOP grubunda gingival indeks ve cep derinliğinde tedavi başlangıcı ile 1. hafta arasında ve 1. Hafta ile 4. Hafta arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Üst çenede distalizasyonun 1. ve 4. haftasında MOP ve kontrol grupları arasında hızlanmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuş fakat 8. haftada ise gruplar arasında farklılık görülmemiştir. Alt çenede zaman dilimlerinin hiçbirinde MOP ve kontrol grupları arasında diş hızlanması açısından fark tespit edilmemiştir. Üst ve alt çenede kanin dişin rotasyon miktarında, dişin mesializasyon miktarında, plak indeksindeki değişimler de gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Üst çenede kanin dişin tipping miktarı 4. ve 8. haftalarda gruplar arasında fazlaca anlamlı bulunmuş fakat alt çenede ise farklılık saptanmamıştır (Haliloğlu-Özkan ve ark. 2018).

Boşluk kapatılmadan önce sürtünmenin üstesinden gelmek için genellikle ağır ortodontik kuvvetler gerekir, bu da hiyalinizasyona ve diş hareketinin yavaşlamasına yol açar. Pasif kapaklı braketler ve MOP'lar ile ilişkili düşük sürtünme ve daha uzun reaktivasyon süresi, boşluk kapanmasının hızlandığı bir ortam sağlayabilir (Mittal ve ark. 2020). Mittal ve arkadaşları MOP'un pasif kapaklı veya konvansiyonel braketler kullanarak boşluk kapanma hızı üzerindeki etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmalarında iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Pasif kapaklı ligasyon ile birlikte MOP, geleneksel braketlerle kullanılan MOP ile karşılaştırıldığında ortodontik boşluk kapanma oranını arttırmamıştır (Mittal ve ark. 2020). Biz de Mittal ve ark. çalışmasından farklı olarak ölçtüğümüz keser dişlerin rotasyon açıl verileri, kanin dişin orta hatan uzaklığı, ark boyu ve çapraşıklık indeksinin genel değerlendirmesinde tedavinin 4. ve 8. haftalarında iki yöntem arasında önemli bir farka rastlamadık.

Kapaklı braketlerin savunucuları, split-mouth çalışmalarda bir tarafa konvansiyonel diğer tarafa bu braketlerin uygulanmasının, ark telinin konvansiyonel

braket uygulanan tarafında oluşacak fazladan sürtünme nedeniyle yeterince rahat hareket edemeyeceğini iddia etmektedirler. Bu braketlerin etkinliklerini, ancak tüm arka ve topyekûn bir sistem olarak uygulandığında gösterebilecekleri şeklinde bir yorum getirmektedirler (Miles PG ve ark. 2006; Miles PG 2005). Bu çalışmalarda irregülarite indekslerinin ölçümü hasta ağızında doğrudan yapılmıştır. Fakat bu şekilde yapılan bir ölçümde yüksek hata payı olasılığı vardır ve aynı çapraşıklığın bir süre sonra tekrar ölçülmesi ile verilerin tekrarlanabilirliğinin ya da hassasiyetinin ortaya koyulabilmesi de mümkün olamamaktadır. Bu durum metodolojik açıdan bu çalışmaların bir limitasyonu sayılabilir (Uzdil F 2008). Bizim bulgularımızdaki farklılıklar, farklı çalışmalarda farklı ark tellerinin kullanımına, hareket eden kaninlerde tutarsız kuvvetlerin uygulanmasına, ölçüm yöntemlerine ve farklı operatif yöntemlere bağlı olabilir (Mohammadi A ve ark. 2015). Ayrıca split-mouth çalışmalarda körleme mümkün olmadığından klinisyen hatası da mümkün olabilir.

Pandis ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kapaklı braketleri ile konvansiyonel braketleri, alt kesici çapraşıklığını çözme hızı açısından karşılaştırmış, seviyeleme etkinliklerini alt kesici çapraşıklığın tamamen çözülmesi için geçen süre üzerinden hesaplamışlardır (Pandis N 2007). Tedavi başlangıcı ile alt kesicilerin tamamen seviyelenmesinin tamamlandığı zaman arasında geçen süreyi, her bir braketin tüm çapraşıklığı çözdüğü gün sayısına göre braketlerin verimliliklerini karşılaştırmışlardır. İrregülaritenin sıfır olduğu noktanın hassas şekilde tespit edilmesi için hastalara “alt dişlerinizdeki eğrilikler tamamen düzeldiğini fark ettiğiniz anda kontrole gelin” tavsiyesinde bulunmak ve dolayısıyla çalışmanın en hassas aşamasının kontrolünü hastanın algısına bırakmak yerine irregülarite değerinin tam olarak sıfır olduğu anı yakalayabilmek için tüm hastaları belirli günlerde kontrole çağırmak gerekir (Uzdil, 2008). Ancak araştırmacılar makalelerinde çalışmaya dâhil ettikleri hastaları ayda bir kontrole çağırdıklarını belirtmişlerdir (Pandis N 2007). Bu tür bir yöntemde çapraşıklığın çözülmesi en az bir aylık hata payı ile hesaplanabilir. Biz ise çalışmamızda hastaların kontrollerini 4. ve 8. haftalarda gerçekleştirdik.

Ortodontik tedavinin aşamalarından biri de çapraşıklığın düzeltilmesi ya da seviyeleme safhasıdır. Çalışmamızda MOP tekniği ve braket kullanmanın verimliliğini, üst kesici dişlerdeki çapraşıklığın çözülmesi ile ölçmeyi tercih etmemizin sebebi, seviyeleme aşamasının, dişlerin 3 boyutlu konumlarından çok etkilenmeyen çapraşıklık

indeksi gibi basit ve etkinliği kanıtlanmış bir metotla kolaylıkla ölçülebilir bir tedavi safhası olmasıdır (Miles PG ve ark. 2006; Pandis N ve ark. 2007). Ancak seviyeleme safhası tüm ortodontik tedavinin sadece başlangıç aşamasını oluşturmaktadır. Tedavinin farklı aşamalarında braket ve ark tellerinin farklı özellikleri ön plana çıkmaktadır. Kapaklı braketlerin savunucuları bu braketlerle tedavi edilen hastalarda görülen ark değişiklikleri ile ilgili çeşitli iddialar ortaya atmışlardır. Kapaklı braketlerin ortodontik tedavi verimliliğine etkisinin tüm tedavi süresi boyunca ölçüldüğü retrospektif çalışmalarda, bu braketlerin ortodontik tedavi verimliliğini önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir (Harradine NWT 2001 ve Eberting JJ ve ark. 2001). Kapaklı Damon sisteminin öncüsü Dr. Damon, kendi sistemi ile yapılan tedavilerde kaninler arası mesafenin ileri derecede çapraşıklık olgularında dahi minimal olarak etkilendiğini iddia etmektedir (Damon DH 2005). Bu çalışmalarda tamamen farklı ark telleri ve tedavi mekanikleri uygulanması ya da tedaviyi uygulayan klinisyenin yeni tekniğe yönelik ön yargıları gibi endişeler göz ardı edilecek olsak da çalışmamızın ve diğer prospektif çalışmaların bulguları (Uzdil F 2008) ışığında bu yazarların belirttiği verim ve etkinlik artışının tedavinin seviyeleme ve sıralama safhası ile ilişkili olmadığı sonucuna varılabilir.

Sonuçta konvansiyonel braketler veya kapaklı braketler ile tedaviler arasında yarım çene ark uzunluğunda ve kanin dişin tüberkül tepesinin orta hata olan uzaklığında önemli bir fark olmaması, konvansiyonel braketler ile ortodontik tedavi stabilitesi sağlanabileceğini ve tedavi sonrasında ciddi bir relaps riski olmayabileceğini ortaya koymuştur. Her ne kadar çalışmamızda yaşanmamış olsa dahi, braketlerin kopması, braketler üzerindeki mekanizmanın bozulması ve elastik ligatürlerin kopması ve hasar görmesi gibi etkenler de tedavi verimliliği açısından önemlidir ve ileri çalışmalarla bu veriler de karşılaştırmalı olarak desteklenmelidir.

Çok hassas tasarımı olan kapaklı braketler, ilk üretildiklerinde açma-kapama mekanizmalarının çeşitli tasarım ya da üretim hatalarından dolayı bozulması gibi sorunlar yaşanmıştır (Harradine NMT 2001). Ancak gelişen teknoloji ve artan üretim kalitesi nedeniyle günümüzde bu tip sorunların tamamen ortadan kaldırıldığı iddia edilmiştir (Uzdil F 2008). Hastaların diş fırçalarken veya yemek yerken elastik ligatürlerini kopartmaları ya da braketlerden çıkartmaları da sık sık karşılaşılan bir durumdur. Çalışmamız süresince hastalarımıza uyguladığımız kapaklı braketler ile ilgili

hiçbir sorunla karşılaşmadık.

Kapaklı braketler konusunda henüz literatürde yeteri kadar bağımsız klinik çalışma bulunmamaktadır. Konu hakkındaki sınırlı sayıda klinik çalışma mevcuttur ve konunun öncülerinin aktardığı anekdotal bilgilerle sınırlıdır (Uzdil F, 2008). Çalışmamızda bu braketlerin, konvansiyonel braketlere kıyasla tedavi sonucunu etkileyecek hiçbir klinik avantajının olmadığı bulunsa da bu braketlerin ligatür kullanımı ihtiyacını ortadan kaldırması, hızlı ark teli değiştirilmesine izin vermesi ve hastanın ve klinisyenin klinikte geçirdiği süreyi azaltması oldukça önemlidir. Hali hazırda kapaklı braketlerin konvansiyonel braketlere kıyasla yüksek maliyete sahip olması, devlet hastanelerinin dış kliniklerinde ve küçük kliniklerde kullanım avantajlarını gölgeleyebilir. Ancak büyük kapasiteli özel kliniklerde çok hızlı ark teli değiştirilmesini sağlaması ve hastanın koltukta geçirdiği süreyi azaltılması halinde önemli bir iş verimi artışı sağlayabilir (Sadowsky C, 1994). Dış tedavilerindeki teknolojik gelişmelerle yeni üretim metotları kullanılarak bu braketlerin maliyetleri daha kabul edilebilir düzeylere düşeceği ve kazandırdıkları zaman açısından kliniklerde ekonomik olarak avantajlı hale gelebilecekleri ve çoğu klinisyenin bu braketleri konvansiyonel apareylere tercih edebileceği öngörülebilir. Ancak kapaklı braketler hakkındaki bilgilerimizin eksikliği klinisyenleri ileri çalışmalara teşvik etmektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlamalarını ve kısıtlamalarını gündeme getirmek gerekirse ideal laboratuvar koşulları altında bu çalışma yürütülürken, ağız boşluğunda tükürük, plak, korozyon ve diğer değişkenlerin varlığı kayma hareketini (Rinchuse DJ ve ark. 2007) etkileyebilir. Diğer taraftan ortodonti bilimi bilimsel kanıt, psikososyal sorunlar, kayıt alma, teşhis, tedavi, tedavi sonuçları, estetik, güçlendirmeler ve yaşam kalitesi sorunları ile de ilgilenir (Ackerman M ve ark. 2006). Tüm bu değişkenleri küçük çaplı bir çalışma kapsamında analiz etmek mümkün değildir (Gandini P ve ark. 2013). Çalışmamızın küçük örneklem büyüklüğü ile tip 2 hata görülmesi mümkündür. İleri çalışmalarda daha yüksek güçte büyük bir örnekleme karşılaştırmalar yapılabilir. Açma ve kapama kuvvetlerinin, kapaklı braketlerin klinik kullanımı üzerindeki gerçek etkisini ölçmek ve değerlendirmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Kapaklı braketler ile genel tedavi süresinde herhangi bir azalma olup olmadığını belirlemek için benzer tel ilerlemesi ve mekaniğini içeren araştırmaların yapılması da gerekmektedir. Yine de yapılan önceki araştırmaların bulguları, ortodontik tedavinin ilk seviyeleme

veya boşluk kapatma safhalarında pasif kapaklı braketler ve konvansiyonel braketler arasında hiçbir farkın olmadığını gösterilmiştir (Miles PG ve ark. 2006; Miles PG ve ark. 2005). Bu nedenle, sonraki aşamalarda sadece belirli tipte hastalarda tedavi süresinde zamandan tasarruf edilmesi mümkün olabilir (Miles PG 2007).



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu split-mouth çalışmada maksiller anterior çapraşıklığa sahip bireylerde MOP yöntemi ile birlikte kendinden kapaklı (self-ligating) braketlerin diş hareket hızına olan etkinliğinin araştırıldı ve çalışmanın sonucunda kendinden kapaklı braket kullanılmasının, üst çene anterior bölgedeki çapraşıklığın tedavisinin 4. ve 8. haftasında konvansiyonel braketlere kıyasla,

- Ölçülen üst anterior dişlerin rotasyon değeri açısından farklılık göstermediği
- Kanin dişin tüberkül tepesinin orta hatta olan uzaklığı açısından farklılık göstermediği
- Yarım çene ark boyu açısından farklılık göstermediği
- Çapraşıklık indeksi açısından farklılık göstermediği saptandı.
- Çalışmanın hipotezi reddedildi.

Ayrıca tüm bireylerde maksiller anterior çapraşıklığın daha hızlı çözülmesi amacıyla kanin-kanin arası her iki kök arasına MOP uygulanması çalışmamızın özgünlüğünü göstermektedir. Üst çenede keser dişlerin dijital ortodontik ölçüm verileri sınırlı olsa da braketleri karşılaştırabilme imkanı sunmuştur.

Sonuç olarak ortodontik tedavinin ilk seviyeleme veya boşluk kapatma safhalarında pasif kendinden kapaklı braketler ve konvansiyonel braketlerin birbirlerine üstünlük sağlamadığı gösterilmiştir.

Bu çalışma sonucunda aynı konuda çalışacak araştırmacılara şu önerilerde bulunulabilir:

- Çalışmamızda ölçülen tüm parametreler ortodontik tedavinin özellikle ilk 4 haftasında her hafta olacak şekilde ölçülebilir.
- Geniş örneklem içeren vaka kontrollü prospektif çalışmalar yapılabilir.
- İleri çalışmalarda alt çene de değerlendirmeye katılabilir.
- Braketlerin kopması, braketler üzerindeki mekanizmanın bozulması ve elastik ligatürlerin kopması ve hasar görmesi gibi etkenler de tedavi verimliliği açısından karşılaştırılabilir.
- İleri derecede çapraşıklık olgularında hızlı ve stabil bir seviyelenme farkları incelenebilir.

- Açma ve kapama kuvvetlerinin, kendinden kapaklı braketlerin klinik kullanımı üzerindeki gerçek etkisini lme ve değerlendirme çalışmaları yapılabilir.
- Kendinden kapaklı braketler ile genel tedavi süresinde herhangi bir azalma olup olmadığını belirlemek için benzer tel ilerlemesi ve mekaniğini içeren araştırmalar yapılabilir.
- MOP tedavisinin hem st hem alt çenede uygulanmasının ölçülen parametrelere etkileri incelenebilir.
- MOP tedavisinin hem st hem alt çenede derinlik olarak farklı uygulanmasının, ölçülen parametrelere etkileri incelenbilir.
- Çalışmanın süresi uzatılarak braketlerle birlikte MOP uygulaması 8. ve 12. haftada tekrarlanabilir ve ölçülen tüm parametrelere etkileri incelenbilir.

KAYNAKLAR

- Abdelhameed AN, Mubarak Refai WM. Evaluation of the effect of combined low energy laser application and microosteoperforations versus the effect of application of each technique separately on the rate of orthodontic tooth movement. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018;6:2180–2185.
- Ackerman M, Rinchuse DJ, Rinchuse DJ. ABO certification in the age of evidence and enhancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130:133–140.
- Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Alikhani M, Chou MY, Alyami B, Nervina JM, Teixeira CC. Micro-osteoperforations: Minimally invasive accelerated tooth movement. *Seminars in Orthodontics*. 2015a;21(3):162-169.
- Alikhani M, Alyami B, Lee IS, Almoammar S, Vongthongleur T, Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Chou MY, Khoo E, Boskey A, Teixeira CC. Saturation of the biological response to orthodontic forces and its effect on the rate of tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 2015b;18 (1):8-17.
- Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Corpodan C, Barrera LM, Alansari S, Khoo E, Teixeira C. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):639-648.
- Alikhani M. Introduction. *Seminars in Orthodontics*. 2015;21(3):149-150.
- Alkebsi, A., Al-Maaitah, E., Al-Shorman, H., ve Abu Alhaija, E. (2018). Threedimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), (s.771–785).
- Alstad S, & Zachrisson BU. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. *American Journal of Orthodontics*. 1979; 76(3): 277-286.
- Andrade I, Jr., Sousa AB, da Silva GG. New therapeutic modalities to modulate orthodontic tooth movement. *Dental Press J Orthod*. 2014;19(6):123-133.
- Angeli A, Dovio A, Sartori M, Masera R, Ceoloni B, Prolo P, Chiappelli F. Interactions between glucocorticoids and cytokines in the bone microenvironment. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002; 966(1): 97-107.
- Arantes G, Arantes V, Ashmawi H, Posso I. Tenoxicam controls pain without altering orthodontic movement of maxillary canines. *Orthodontics & craniofacial research*. 2009; 12(1): 14-19.

- Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2006;130(3): 364-370.
- Artun J, Garol JD, Little RM. Long term stability of mandibular incisors following succesful treatment of CL II div 1 malocclusions. *Angle Orthop*. 1996; 66(3): 229-238
- Årtun J, Urbye KS. The effect of orthodontic treatment on periodontal bone support in patients with advanced loss of marginal periodontium. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1988; 93(2): 143-148.
- Ashcraft MB, Southard KA, Tolley EA. The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1992; 102(4): 310-319.
- Atik E İskelet Sınıf I Maksiller Darlık Olgularında Kapaklı ve Kapaksız Braket Sistemlerinin Dentofasiyel Yapılara Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Doktora Tezi, 2013;67-68.
- Atik E, Çiğer S. İlaçların ortodontik diş hareketi üzerindeki etkileri. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2012; 33(1):13-20.
- Attri, S., Mittal, R., Batra, P., Sonar, S., Sharma, K., Raghavan, S., ve Rai, K. S. (2018). Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations—a randomised controlled trial. *Journal of Orthodontics*, 0(0), (s.1–9).
- Aubin, J, Liu F, Malaval L, Gupta A. Osteoblast and chondroblast differentiation. *Bone*. 1995; 17(2): 77-83.
- Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: a quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop* 2013; 144: 260-7.
- Bartzela T, Turp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009a;135(1):16-26.
- Bassett C. Pulsing electromagnetic fields: a new approach to surgical problems. *Metabolic surgery*. 1978; 255-306.
- Batcheller K ve Lai ML. What can SmartClip self ligating appliance system mean to your practice. *Orthod Perspectives*, 2006; 8(2): 17-19.
- Baumrind S. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. *American Journal of Orthodontics*. 1969; 55(1): 12-22.
- Begg PR. *Orthodontic Theory and Technique*, 3rd ed. Philadelphia: W.B. SaundersCo, 1977.

- Berger J, Byloff FK. The clinical efficiency of self-ligated brackets. *J Clin Orthod* 2001;35:304-8.
- Berra Y. Propel: the fourth order of orthodontics. *Orthodontic Practice*. 2014; 5(3): 24-29.
- Bishara S.E. (2001). *Textbook of Orthodontics*. Iowa City,Ioawa: W.B. Saunders Company.
- Bondemark L, Holm AK, Hansen K, Axelsson S, Mohlin B, Brattstrom V, Paulin G Pietila T. Long-term Stability of Orthodontic Treatment and Patient Satisfaction A Systematic Review. *Angle Orthod*.2007; 77(1): 181-191.
- Brugnamì F, Caiazzo A. *Orthodontically driven corticotomy*. John Wiley & Sons, ITALY. 2014; 119-143.
- Burstone CJ. *The biomechanics of tooth movement Vistas in orthodontics*. Lea & Febiger, Philadelphia. 1962; 197-213.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(4):395-402.
- Celar, A., Schedlberger, M., Dorfler, P.,Bertl, M. (2013) Systematic review on self-ligating vs. conventional brackets: initial pain, number of visits, treatment time. *J Orofac Orthop*, 74 (1), 40-51.
- Cesur G M ve ark. Farklı Braket ve Ligasyon Tiplerinin Streptococcus Mutans Adezyonu Üzerine Etkilerinin İn Vitro Olarak İncelenmesi 2019;26(2):129-194
- Damon DH. Introducing the Damon System II. *Clin Impressions*,1999; 8(2):231.52
- Damon DH. Treatment of face with biocompatible orthodontics. Graber TM, Vanarsdall RL, Wig KWL. *Orthodontics Current Principles and Techniques*. 4. basım, St Louis: Elsevier Mosby; 2005:753-831.
- Damon DH. The Damon low friction bracket: A biologically compatible straight-wire system. *J clin orthod*, 1998; 32(11):670-681.
- Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1995; 107(6): 578-588.
- Davidovich Z, Finkelson M, Steigman S, Shanfeld J, Monrgomery P, Korostoff E. Electric currents, bone remodelling and orthodontic tooth movement: II. The effects of electric current on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1980;77(1):14-32.
- Davidovitch Z. Tooth movement. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 1991; 2(4): 411-450.

- Dibart, S., Sebaoun, D.J., ve Surmenian, J. (2009). Piezocision: minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compendium on Continuing Education in Dentistry*, 30(46), (s.342–350).
- Dibart, S., Surmenian, J., ve Sebaoun, J.D. (2010). Rapid treatment of ClassII 70malocclusion with piezocision: two case reports. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 30(5), (s.487–493).
- Dixon V, Read MJF, O'Brien KD, Worthington HV, Mandall NA. A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *J Orthod* 2002;29:316.
- Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143:616–621.
- Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC. Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res* 2001;4(4):228–234.
- Ehsani S, Mandich MA, El-Bialy TH, Flores-Mir C. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: a systematic review. *Angle Orthod* 2009;79(3):592-601.
- Escobar, Y. Z., ve Samper, F. J. M. (2018). Micro-osteoperforations for accelerating tooth movement during canine distalization, split-mouth study. Case report. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 5(4), (s.201–209).
- Farrar J.N. De Vinne Press; New York: 1888. Irregularities of the Teeth and Their Correction; p. 658.
- Feizbakhsh, M., Zandian, D., Heidarpour, M., Farhad, S. Z., ve Fallahi, H. R. (2018). The use of micro-osteoperforation concept for accelerating differential tooth movement. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 7(2), (s.56–60).
- Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Marquez MG, Dibart S. The contribution of periodontics to orthodontic therapy. *Practical advanced periodontal surgery*. 2007; 23-50.
- Frost, (1983). The Regional Acceleratory Phenomenon: A Review. *Henry Ford Hospital Medical Journal*, 31, (s.3–9).
- Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthodontics & craniofacial research*. 2008;11(3): 143-155.
- Gameiro GH, Nouer DF, Pereira-Neto JS, Urtado MB, Novaes PD, de Castro M, Veiga MCFA. The effects of systemic stress on orthodontic tooth movement. *Australian orthodontic journal*. 2008; 24(2),: 121.

- Gandini P,¹ Linda ORSI,² Maria Francesca Sfonrini,³ and Andrea Scribante⁴ Opening and closure forces of sliding mechanisms of different self-ligating brackets 2013 May-Jun; 21(3): 231–234. doi: 10.1590/1679-7757201300063
- Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011; 140: 193-8.
- Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *American Journal of Orthodontics* 1984; 85(5): 424-430.
- Haliloglu-Ozkan T, Arici N, Arici S. (2018). In-vivo effects of flapless osteopuncture-facilitated tooth movement in the maxilla and the mandible. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 10(8), e761–e767.
- Han G, Hua X, Wang S, Zeng X. (2004). Expression of cathepsin K and IL-6 mRNA in root-resorbing tissue during tooth movement in rats. *Chinese journal of stomatology*. 2004; 39(4): 320-323.
- Hanson GH. The SPEED system: a report on the development of a new edgewise appliance. *Am J Orthod*. 1980;78(3):243-265.
- Harradine NMT. Current Products and Practices Self-ligating brackets: where are we now? *Journal of Orthodontics*, 2003; 30:262–273.
- Harradine NWT. Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res*, 2001;4:220-227.
- Harradine NWT. The history and development of self-ligating brackets. *Semin Orthod* 2008;14(1):5-18.
- Hauber G, Nouer DF, Pereira JS, Siqueira VC, Andrade ED, Duarte P, Veiga M. Effects of short-and long-term celecoxib on orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2008; 78(5): 860-865.
- Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod*. 1983 May;83(5):382-90.
- Howard PS, Kucich U, Taliwal R, Korostoff JM. Mechanical forces alter extracellular matrix synthesis by human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of periodontal research*. 1998; 33(8): 500-508.
- Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;146(5):620-632.
- Huang J Li CY, Jiang JH. Effects of fixed orthodontic brackets on oral malodor: A systematic review and meta-analysis according to the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses guidelines. *Medicine (Baltimore)*

2018; 97: 14.

- Huser M.C. Baehni, P.C., Lang, R. (1990) Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 97 (3), 213-218.
- Iglesias-Linares, A, Yáñez R. Solano-Reina E, Torres-Lagares D, Moles MA. Influence of bisphosphonates in orthodontic therapy: Systematic review. *Journal of dentistry*. 2010; 38(8): 603-611.
- Iino, S., Sakoda, S., Ito, G., Nishimori, T., Ikeda, T., ve Miyawaki, S. (2007). Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4),(s.1–8).
- Ilizarov G, Lediaev V, Shitin V. (1968). The course of compact bone reparative regeneration in distraction osteosynthesis under different conditions of bone fragment fixation (experimental study). *Ekspierimental'naia khirurgiia i anesteziologiia*. 1968; 14(6): 3-12.
- İşeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. (2005). Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2005; 127(5): 533-541.
- Iwasaki L, Crouch LD, Nickel J. Genetic factors and tooth movement. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. 2008; 43-49.
- Johansson K, Lundstrom F. Orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional edgewise twin brackets: a prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2012;82(5):929-934.
- Kang B-S, Baek S-H, Mah J, Yang W-S. Three-dimensional relationship between the critical contact angle and the torque angle. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2003;123:64–73.
- Karamemetoğlu H, Kurt G. Ortodontide hızlı diş hareketi uygulamaları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2013; 22(2) 178-182
- Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in surgery and medicine*. 2000; 26(3): 282-291.
- Kawasaki K, Takahashi T, Yamaguchi M, Kasai K. Effects of aging on RANKL and OPG levels in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement. *Orthodontics & craniofacial research*. 2006; 9(3): 137-142.
- Kaygisiz E, Uzuner FD, Yuksel S, Taner L, Culhaoglu R, Sezgin Y, et al. Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthod* 2015; 85:468-73

- Keim RG. Editor's corner: orthodontic megatrends. *J Clin Orthod* 2005; 39:3456.
- Keith O, Jones SP, Davies EH. The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *Br J Orthod* 1993;20(2):109-115.
- Keles A, Grunes B, DiFuria C, Gagari E, Srinivasan V, Darendeliler MA, Stashenko P. Inhibition of tooth movement by osteoprotegerin vs. pamidronate under conditions of constant orthodontic force. *European journal of oral sciences*. 2007; 115(2): 131-136.
- Keser, E.I., Dibart, S. (2011). Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compendium Continuing Education Dental*, 32(46–8), (s.50–51).
- Khamatkar A, Sonawane S, Narkhade S, Gadhiya N, Bagade A, Soni V, Betigiri A. Effects of Different Ligature Materials on Friction in Sliding Mechanics. *J Int Oral Health* 2015;7(3):1-7.
- Kharkar V, Kotrashetti S, Kulkarni P. Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2010; 39(11): 1074-1079.
- Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2009; 79(2): 284-291.
- Kim TK, Kim KD, Baek SH. Comparison of frictional forces during the initial leveling stage in various combinations of self-ligating brackets and archwires with a custom-designed typodont system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(2):15–24.
- Klein DC, Rasiz LG. Prostaglandins: stimulation of bone resorption in tissue culture. *Endocrinology*. 1970; 86(6): 1436-1440.
- Kobayashi Y, Takagi H, Sakai H, Hashimoto F, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y. Effects of local administration of osteocalcin on experimental tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1998; 68(3): 259-266.
- Kole, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 12(515–29), (s.515–529).
- Krasny M, Zadurska M, Cessak G, Fiedor P. Analysis of effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs on teeth and oral tissues during orthodontic treatment. Report based on literature review. *Acta Pol Pharm*. 2013; 70: 573-577.
- Krieger E, Hornikel S, Wehrbein H. Age-related changes of fibroblast density in the human periodontal ligament. *Head & face medicine*. 2013; 9(1): 1.

- Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*. 2009; 88(7): 597-608.
- Krishnan V, Vijayaraghavan N, Manoharan M, Raj J, Davidovitch Z. The Effects of Drug Intake by Patients on Orthodontic Tooth Movement. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. 2012.
- Kula K, Phillips C, Gibilaro A, Proffit WR. Effect of ion implantation of TMA archwires on the rate of orthodontic sliding space closure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1998; 114:577-580.
- Kyomen S, Tanne K. Influences of aging changes in proliferative rate of PDL cells during experimental tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist*. 1997; 67(1): 67-72.
- Lee, J. W., Cha, J. Y., Park, K. H., Kang, Y. G., ve Kim, S. J. (2018). Effect of flapless osteoperforation-assisted tooth movement on atrophic alveolar ridge: Histomorphometric and gene-enrichment analysis. *Angle Orthodontist*, 88(1), (s.82–90)
- Liou EJ, Huang CS. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*; 114(4): 372-382.
- Liou, EJW, Figueroa AA, Polley JW. (2000). Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2000; 117(4): 391-398.
- Little RM, 1975. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod*, 68(5):554-63.
- Little RM. Stability and relapse of mandibular anterior alignment: University of Washington Studies. *Semin Orthod* 1999; 5:191-204.
- Machibya FM, Bao X, Zhao L, Hu M. Treatment time, outcome, and anchorage loss comparisons of self-ligating and conventional brackets. *Angle Orthod* 2012;83(2):280-285.
- Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2007; 131(1): 1-10.
- Mao JJ, Wang X, Kopher RA. Biomechanics of craniofacial sutures: orthopedic implications. *The Angle Orthodontist*. 2003; 73(2): 128-135.
- Masella RS, Chung PL. Thinking beyond the wire: emerging biologic relationships in orthodontics and periodontology. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. 2008.

- Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2006; 129(4): 458-468.
- McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*.2012; 141(2): 196-203.
- Meh A, Sprogar Š, Vaupotic T, Cör A, Drevenšek G, Marc J, Drevenšek M. (2011). Effect of cetirizine, a histamine (H₁) receptor antagonist, on bone modeling during orthodontic tooth movement in rats. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2011; 139(4): 323-329.
- Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1999; 69(2): 151-158.
- Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2 vs.conventional twin brackets during initial alignment. *AngleOrthod* 2006;76:480-5.
- Miles PG. Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(2):223-225.
- Miles PG. SmartClip versus conventional twin brackets for initial alignment: is there a difference? *Aust Orthod J* 2005;21:123-7
- Mimura H. Protraction of mandibular second and third molars assisted by partial corticision and miniscrew anchorage. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2013; 144(2): 278-289.
- Mittal R; Sonal Attria; Puneet Batrab; Saurabh Sonarc; Karan Sharmad;Sreevatsan RaghavaneComparison of orthodontic space closure using micro-osteoperforation and passive self-ligating appliances or conventional fixed appliances:A randomized controlled trial 2020
- Mohammadi A, Mahmoodi F. Evaluation of force degradation pattern of elastomeric ligatures and elastomeric separators in active tieback state. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2015;9:254–260.
- Nightingale C, Jones SP. A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. *J Orthod* 2003;30:229-36.
- Nishio C, da Motta AFJ, Elias CN, Mucha JN. In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(1):56-64.
- Nishioka M, Ioi H, Nakata S, Nakasima A, Counts A. Root resorption and immune system factors in the Japanese. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76(1): 103-108.

- Noble BS, Peet N, Stevens HY, Brabbs A, Mosley JR, Reilly GC, Lanyon LE. Mechanical loading: biphasic osteocyte survival and targeting of osteoclasts for bone destruction in rat cortical bone. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 2003; 284(4): C934-C943.
- Oliver RG, Knapman YM. Attitudes to orthodontic treatment. *Br J Orthod*. 1985;12:179–188.
- Olyae P, Mirzakouchaki B, Ghajar K, Seyyedi SA, Shalchi M, Garjani A, Dadgar E. The effect of oral contraceptives on orthodontic tooth movement in rat. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2013; 18(1): e146.
- Ong MM, Wang HL. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2002; 122(4): 420-428.
- Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: A prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(2):208-215.
- Pandis N, Polychronopoulou A, Makou M, Eliades T. Mandibular dental arch changes associated with treatment of crowding using self-ligating and conventional brackets. *European J Orthod* 2010;32(3):248–253.
- Pandis N, Vlachopoulos, K., Polychronopoulou, A., Madianos, P., Eliades, T. (2008) Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets. *Orthod Craniofac Res*, 11 (4), 211-215.
- Pandis N., Papaioannou, W., Kontou, E., Nakou, M., Makou, M., Eliades, T. (2010) Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients with conventional and self-ligating brackets. *Eur J Orthod*, 32 (1), 94-99.
- Pepicelli A, Woods M, Briggs C. The mandibular muscles and their importance in orthodontics: a contemporary review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128:774–780.
- Pithon MM, Oliveira MV, Ruellas AC, Bolognese AM, Romano FL. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment conditions. *J Appl Oral Sci*. 2007;15:127–130
- Pizzoni L, Raunholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998;20:283-91.
- Prasad, S., ve Ravindran, S. (2014). Effect of micro-osteoperforations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(3), s.273.
- Prettyman, C. Best, A.M., Lindauer, S.J., Tufekci, E. (2012) Self-ligating vs conventional brackets as perceived by orthodontists. *Angle Orthod*, 82 (6), 1060-1066.

- Pringle A.M. Petrie, A., Cunningham, S.J.,McKnight, M. (2009) Prospective randomized clinical trial to compare pain levels associated with 2 orthodontic fixed bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136 (2), 160-167.
- Proffit WR, Fields HW Sarvar Dm. contemporary Orthodontic. 5TH ED., ST. Louis, Missouri, USA, Elsevier Health Sciences, 2014; 278-304.
- Rashidpour M, Akhondi MA, Nik TH, Dehpour A, Alaeddini M, Javadi E, Noroozi H. Effect of Tramadol (μ -opioid receptor agonist) on orthodontic tooth movements in a rat model. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*. 2012; 9(2): 83-89.
- Read-Ward GE, Jones SP, Davies EH. A Comparison of Self-ligating and Conventional Orthodontic Bracket Systems *British Journal of Orthodontics*, 1997; 24: 309–317.
- Reeve J, & Zanelli JM. Parathyroid hormone and bone. *Clinical Science*. 1986; 71(3), 231-238.
- Rinchuse DJ, Miles PG. Self-ligating brackets: present and future. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132:216–222.
- Romano FL, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Magnani MB, Ruellas AC. Clinical evaluation of the failure rates of metallic brackets. *J Appl Oral Sci*. 2012;20:228–234.
- Rosenbloom R.G.ve Tinanoff N. (1991) Salivary Streptococcus mutans levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 100 (1), 35-37.
- Roth RH, Sapunar A, Frantz RC. The In-Ovation bracket for fully adjusted appliances. Graber TM, Vanarsdall RL, Wig KWL. *Orthodontics Current Principles and Techniques*. 4. basım, St Louis: Elsevier Mosby; 2005: 833-853.
- Sacerdoti R. A new low friction ligature system. *Leone news*, 2004; 3:2-4.
- Sadowsky C, Schneider BJ, BeGole EA, Tahir E. A long-term stability after orthodontic treatment: nonextraction with prolonged retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106:243-249.
- Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH. A clinical study of spaceclosure with nickel-titanium coil spring and an elastic module. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:73-9.
- Sanjideh, P. A., Rossouw, P. E., Campbell, P. M., Opperman, L. A., ve Buschang, P. H. (2010). Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *European Journal of Orthodontics*, 32(1), (s.106–113).
- Sawaki Y, Ohkubo H, Yamamoto H, Ueda M. Mandibular lengthening by intraoral distraction using osseointegrated implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1996; 11(2).

- Scheurer PA, Firestone AR, Bürgin WB. Perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1996;18:349–357.
- Scott P, Sherriff M, Dibiase AT, Cobourne MT. Perception of discomfort during initial orthodontic tooth alignment using a selfligating or conventional bracket system: a randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2008;30:227–232.
- 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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134 (4), 470 e471-478
- Sergl HG, Klages U, Zentner A. Functional and social discomfort during orthodontic treatment - effects on compliance and prediction of patients' adaptation by personality variables. *Eur J Orthod.* 2000;22:307–315.
- Sezici YL, Önçağ G. Konvansiyonel ve kendinden bağlanan lingual braket sistemlerinin karşılaştırılması. 16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 2-5 Kasım 2019 Hilton Bodrum Türkbükü.
- Shah A. Self-Ligating Brackets: Past, Present & Future of Orthodontics. *J Dent Sci* 2(1):4-8.
- Sharma K, Batra P, Sonar S, et al. Periodontically accelerated orthodontic tooth movement: a narrative review. *J Indian Soc Periodontol.* 2019;23:5–11.
- Shetty N, Patil AK, Ganeshkar SV, Hegde S. Comparison of the effects of ibuprofen and acetaminophen on PGE 2 levels in the GCF during orthodontic tooth movement: a human study. *Progress in orthodontics.* 2013; 14(1): 1.
- Shirazi M, Nilforoushan D, Alghasi H, Dehpour AR. The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist.* 2002; 72(3): 211-215.
- Shirude SS, Rahalkar JS, Agarkar S. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *J Indian Orthod Soc.* 2018; 52:265–271.
- Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106(5):472–480.
- Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod* 1984;85(4):294–307.
- Smith DV, Rossouw PE, Watson P. Quantified simulation of canine retraction: evaluation of frictional resistance. *Semin Orthod* 2003;9(4):262–280.
- Snyder CC, Levine GA., Swasson HM. Mandibular lengthening by gradual distraction: preliminary report. *Plastic and reconstructive surgery.* 1973; 51(5): 506-508.


- Sodagar A, Donyavi Z, Arab S, Kharrazifard MJ. (2011). Effect of nicotine on orthodontic tooth movement in rats. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2011; 139(3): e261-e265.
- Spadaro JA. Mechanical and electrical interactions in bone remodeling. Bioelectromagnetics 1997; 18(3): 193-202.
- Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1987; 91(2): 91-104.
- Stolzenber J. The Russel attachment and its improved advantages. s. Int J Orthod Dent Child 1935;21(9):837-840.
- Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D. (2007). Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. The Angle Orthodontist. 2007; 77(2): 226-236.
- Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1, 25 (OH) 2D3 and mechanical force in the rat. Journal of Dental Research. 1992; 71(8): 1487-1492.
- Tecco S, DiLorio D, Cordasco G, Verocci I, Festa F. An in vitro investigation of the influence of self-ligating brackets, low friction ligatures, and archwire on frictional resistance. Eur J Orthod, 2007;9:390-397.
- Tecco S. D'Attilio, M., Tete, S., Festa, F. (2009) Prevalence and type of pain during conventional and self-ligating orthodontic treatment. Eur J Orthod, 31 (4), 380-384.
- Teixeira C, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant L, Alikhani M. Cytokine expression and accelerated tooth movement. Journal of Dental Research. 2010; 89(10): 1135-1141.
- Thomas S, Sherriff M, Birnie D. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. Eur J Orthod 1998;20(5):589– 596.
- Tsai, C. Y., Yang, T. K., Hsieh, H. Y., ve Yang, L. Y. (2016). Comparison of the effects of micro-osteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. Angle Orthodontist, 86(4), (s.558–564).
- TunçerN, Yılmaz A. Dis hareketini hizlandirma teknikleri. Turkish Journal of Orthodontics. 2012;25(1):76-91.
- Tyrovola JB, Spyropoulos MN. Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. Quintessence international. 2001; 32(5).

- Uzdil F Düşük Sürtünmeli Braket Sistemlerinin Seviyeleme Safhasındaki Etkinliklerinin Konvansiyonel Braketler ile Karşılaştırması. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Ana Bilim Dalı, Adana :2008
- Uzuner FD, Kaygısız E, Cankaya ZT. Effect of the bracket types on microbial colonization and periodontal status. *Angle Orthod* 2014; 84: 1062-7.
- Vajaria R, BeGole E, Kusnoto B, Galang M T, Obrez A. Evaluation of incisor position and dental transverse dimensional changes using the Damon system. *Angle Orthod* 2011;81(4):647-652.
- Van PT, Vignery A, Baron R. Cellular kinetics of the bone remodeling sequence in the rat. *The Anatomical Record*. 1982; 202(4): 445-451.
- Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2007; 27(4): 325.
- Villarino ME, Lewicki M, Ubios AM. Bone response to orthodontic forces in diabetic Wistar rats. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2011; 139(4): 76-82.
- von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004; 125(5): 615-623.
- Von Euler U. On the pharmacologic action of normal secretions and extracts of male accessory sexual glands. *Naunyn-Schmiedbergs Arch. Exptl. Pathol. Pharmacol*. 1934; 175, 78.
- Weinberg M and Sadowsky C. Resolution of mandibular arch crowding in growing patients with Class I malocclusions treated nonextraction.. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1996; 110:359-364.
- Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot J, Wilcko MT. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World Journal of Orthodontics*; 2003; 4(3).
- Wildman, A.J.; Hice, T.L.; Lang, H.M.; Lee, I.F.; and Strauch, E.C. Jr.: Round Table: The Edgelok bracket, *J. Clin. Orthod*.1972; 6:613-623
- Wise GE, King GJ, 2008. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *J Dent Res*, 87(5), 414-34.
- Yamaguchi M, Fujita S, Yoshida T, Oikawa K, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthodontic Waves*. 2007; 66(4): 139-148.
- Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E 1 (PGE 1) upon orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1984; 85(6): 508-518.

- Yi, J., Xiao, J., Li, Y., Li, X., ve Zhao, Z. (2017). Efficacy of piezocision on accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthodontist*, 87(4), (s.491–498).
- Yousefian J, Firouzian F, Shanfeld J, Ngan P, Lanese R, Davidovitch Z. A new experimental model for studying the response of periodontal ligament cells to hydrostatic pressure. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1995; 108(4): 402-409.
- Zahrowski, J. J. (2007). Bisphosphonate treatment: an orthodontic concern calling for a proactive approach. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 131(3), 311-320.
- Zhao N, Lin J, Kanzaki H, Ni J, Chen Z, Liang W, Liu Y. Local osteoprotegerin gene transfer inhibits relapse of orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2012; 141(1): 30-40.
- Zhou D, Hughes B, King G. Histomorphometric and biochemical study of osteoclasts at orthodontic compression sites in the rat during indomethacin inhibition. *Archives of oral biology*. 1997; 42(10): 717-726.
- Zreaqat M, Hassan R. *Self-Ligating Brackets: An Overview*. INTECH Open Access Publisher 2011;3-30.

EKLER

Ek 1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onay belgesi



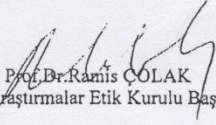
T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ÖDM.0.20.08/493-569 08.07.2019

Sayın Prof. Dr. Selim Arıcı

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz Mikro-Osteoperforasyon (MOP) Uygulaması ve Braket Tipinin, Maksiller Anterior Çapraşıklığın Tedavisindeki Etkilerinin İncelenmesi başlıklı OMÜ F.AEK 2019/461 Karar nolu nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafınıza en geç (06/3) ay içerisinde bildirilmesine 13.06.2019 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.



Prof. Dr. Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel: 03623312191/2782 -4576007 Omutaek@gmail.com
Hastane içi 1.Kat (Gizel S. Ortodontisi) Atakum/SAMSUN

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Vahid FARZANEH MOMTAZ

Doğum Yeri: İran. Tabriz

Doğum Tarihi: 15.01.1986

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce, Azerice ve Farsca

Eğitim Durumu:

Lisans: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2009-2015

Doktora: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, 2016-2020.

İletişim Bilgileri:

Tel: 05466408849

ORCID: 0000-0002-0243-8685

E-posta: vahid_f1986@yahoo.com