



T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM
DALI

PERİODONTAL OLARAK HIZLANDIRILMIŞ TEDAVİ
PROSEDÜRLERİNİN DİŞ HAREKET HIZINA OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuğçe BOZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Elçin ESENLİK

2018-ANTALYA



TUĞÇE BOZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

2018-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**PERİODONTAL OLARAK HIZLANDIRILMIŞ TEDAVİ
PROSEDÜRLERİNİN DİŞ HAREKET HIZINA OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuğçe BOZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Elçin ESENLİK**

Bu tez, 10.02.2017 tarihine kadar **Doç. Dr. Ahmet Yalçın GÜNGÖR** danışmanlığında yürütülmüş olup, kendisinin bu tarihte açığa alınması ve 689 sayılı KHK gereğince kurumdan ihraç edilmesi nedeniyle 18.08.2017 tarihinden itibaren **Doç. Dr. Elçin ESENLİK**'in danışmanlığıyla devam ettirilmiştir.

2018 ANTALYA

ONAY SAYFASI

Tuğçe BOZ tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. **07.02./...2018**

İmza

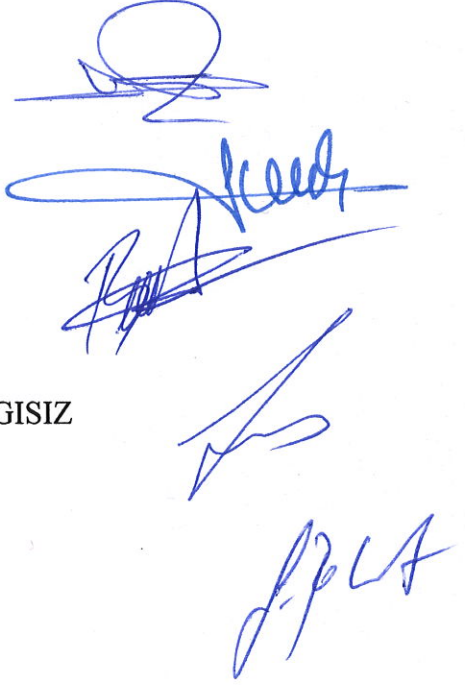
Üye : Doç. Dr. Elçin ESENLİK
(Akdeniz Üniversitesi)

Üye : Prof. Dr. Kürşat ER
(Akdeniz Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Belma IŞIK ASLAN
(Gazi Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Emine ULUĞ KAYGISIZ
(Gazi Üniversitesi)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esra BOLAT
(Akdeniz Üniversitesi)



Bu tez, **16.01.2018** tarih ve **4/...9** sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi



ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Aday

Tuğçe BOZ

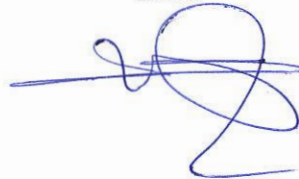
İmza



Tez Danışmanı

Doç. Dr. Elçin ESENLIK

İmza



TEŐEKKÜR

Uzmanlık tezimin hazırlanması esnasında çalıőmalarıma bilgi ve deneyimleriyle yön veren, birlikte çalıőtıđımız süre boyunca kendisinden çok Őey öđrenđim değerli danışman hocam Doç. Dr. Elçin ESENLIK'e,

Eğitimim boyunca emeği bulunan ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Esra BOLAT'a,

Bu tez çalışmasının istatistiksel değerlendirmesini yapan Uzman Dr. Deniz ÖZEL ERKAN'a,

Uzmanlık eğitimim süresince iyi ve kötü günlerimi benimle paylaőan, birlikte çalıőmaktan mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma ve ortodonti bölüm çalıőanlarına,

Hayatım boyunca maddi ve manevi her konuda beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan, her zaman güvende hissettiren aileme,

Sonsuz teőekkürler...

Tuğçe BOZ

ÖZET

Periodontal Olarak Hızlandırılmış Tedavi Prosedürlerinin Diş Hareket Hızına Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, minimal-invaziv cerrahi bir yöntem olan mikro-osteoperforasyon (MOP) yönteminin üst molar distalizasyon hızına olan etkisinin incelenmesidir.

Yöntem: Çalışmamıza Sınıf II molar ilişkisi bulunan ve servikal headgear ile molar distalizasyonu yapılması planlanan 6 erkek ve 11 kız olmak üzere toplam 17 hasta dahil edilmiştir. MOP uygulanmasını sağlayan FDA onaylı Sınıf 1 medikal aygıt olan Propel yarım çene (split-mouth) dizaynda kullanılmıştır. Propel ile MOP'ların uygulandığı taraf çalışma grubu, herhangi bir işlem yapılmayan taraf ise kontrol grubu olarak adlandırılmış ve 34 taraf değerlendirilmiştir. Çalışma materyalimiz; molar distalizasyonundan hemen önce (T0) ve molar distalizasyonu sonunda (T1) alınan 3B dijital modeller, panoramik ve sefalometrik filmlerden oluşturulmuştur.

Bulgular: Araştırmanın sonuçlarına göre T0-T1 zaman aralığında meydana gelen molar distalizasyon miktarı, Propel ile MOP oluşturulan çalışma grubunda ($5,11 \pm 1,28$ mm) kontrol grubuna ($4,08 \pm 1,20$ mm) göre istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla bulunmuştur ($p < 0,05$). Diş hareket hızı, oluşan devrilme miktarı ve rotasyon miktarı açısından gruplar arasında farklılık yoktur. Sefalometrik değerlendirmede distalizasyon sonrasında dik yön boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Alt ve üst keser açılarında azalma ve üst dudakta hafif retrüzyon saptanmıştır ($p < 0,05$).

Sonuç: MOP yöntemi diş hareket miktarını arttırmada etkili bir yöntemdir ve tedavi süresinin kısaltılmasında uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Hızlandırılmış ortodonti, mikro-osteoperforasyon, molar distalizasyonu, üç boyutlu dijital model.

ABSTRACT

Evaluation The Effect Of Periodontal-Accelerated Treatment Protocols On The Rate Of Tooth Movement

Objective: The aim of this study is to evaluate the effect of micro-osteoperforations (MOPs), which is a minimal-invasive surgical method, on the rate of orthodontic tooth movement.

Method: Seventeen patients (6 boys and 11 girls) who had Class II molar relationship and planned molar distalization with cervical headgear were included the study. In our study, Propel that is a Class 1 medical device with FDA approval was used in split-mouth design to apply MOPs clinically. The experimental side received MOPs with Propel and the control side received no MOPs and 34 sides were assessed. 3D digital models, panoramic and cephalometric films; that were taken just before the molar distalization (T0) and at the end of the molar distalization (T1), constituted our study materials.

Results: According to our results, the amount of molar distalization between T0-T1 were statistically significant in experimental group ($5,11\pm 1,28$ mm) performed MOPs with Propel compared to the control group ($4,08\pm 1,20$ mm) ($p<0,05$). There was no statistically significant differences between two groups in terms of tooth movement rate, amount of molar tipping and rotations. In cephalometric evaluation; statistically significant increase were occurred in vertical dimensions ($p<0,05$). Upper and lower incisor inclinations decreased and slight retrusion of upper lip were observed after distalization ($p<0,05$).

Conclusion: The MOP procedure is an effective method of increasing the amount of tooth movement and can be applied in shortening the duration of treatment.

Key words: Accelerated orthodontics, micro-osteoperforation, molar distalization, three dimensional digital model.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER	vi
TABLolar	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dişi Destekleyen Dokular	3
2.1.1. Dişeti.....	3
2.1.2 Periodontal Ligament.....	4
2.1.3. Kök Sementi	4
2.1.4. Alveol kemiği.....	4
2.2. Ortodontik Diş Hareketi Kavramı	5
2.3. Diş Hareketini Açıklayan Modeller	8
2.3.1. Basınç-Gerilim Modeli	8
2.3.2.Piezoelektrik ve Biyoelektrik Modeller.....	9
2.3.3.Kemik Eğilme Modeli	10
2.4. Hızlandırılmış Diş Hareketi Uygulamaları	10
2.4.1. Kimyasal Uygulamalar	11
2.4.2. Mekanik-Fiziksel Uygulamalar	11
2.4.3.Cerrahi Uygulamalar.....	13
2.5.Mikroosteoperforasyon Uygulamaları	18
2.5.1. Mikroosteoperforasyonların Diş Hareket Hızına Olan Etkileri.....	18
2.5.2. Mikroosteoperforasyonların Ağrı ve Kök Rezorpsiyonu Üzerine Olan Etkileri.....	19
2.6. Ortodontide Üç Boyutlu Dijital Modelleme	20
2.6.1 Alçı Modellerin Taranması	21

2.6.2 Ağız İçi Tarama	22
2.6.3 Dijital Modellerde Çakıştırma	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1 Bireyler ve Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	25
3.2. Mikroosteoperforasyon Yapan Cihazın Özellikleri	26
3.3.Tedavi Protokolü.....	28
3.3.1. Diş Hareket Miktarı ve Yönünün Üç Boyutlu Olarak Ölçülmesi.....	31
3.3.2. Sefalometrik Film Analizleri	37
4.BULGULAR	44
4.1.Metot Hatasının Belirlenmesi	44
4.2. Molar Distalizasyon Miktarı, Devrilme Açısı, Rotasyon Açısı ve Diş Hareket Hızı ile İlgili Bulgular	46
4.2.1. Molar Distalizasyon Miktarı ile Devrilme Açısı, Rotasyon Açısı, Diş Hareket Hızı ve Yaş Arasındaki Korelasyon ile İlgili Bulgular	49
4.3.Lateral Sefalometrik Film Analiz Bulguları	50
4.3.1. İskeletsel Ölçümler ve Yumuşak Doku Ölçümleri ile İlgili Bulgular	50
4.3.2. Dişsel Ölçümlerle İlgili Bulgular.....	51
5. TARTIŞMA	52
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR	76
EKLER	
EK-1. Etik Kurul Onayı	
EK-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu	
EK-3. YÖK Başkanlığı'nın 02/11/2016 Tarih ve68024 Sayılı Kararı	
EK-4. TAAHHÜTNAME	

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

cAMP	: Siklik adenozin monofosfat
cN	: Santinewton
dk	: Dakika
g	: Gram
IL-1β	: Interlökin 1-beta
MOP	: Mikro-osteoperforasyon
M-CSF	: Makrophage-colony stimulating factor
mm	: Milimetre
mL	: Mililitre
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
Ort	: Ortalama
p	: İstatistiksel Olarak Anlamlılık Değeri
PDL	: Periodontal Ligament
PHOO	: Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti
RANK	: Receptor Activator Of Nuclear Factor-Kappa B
RANKL	: Receptor Activator Of Nuclear Factor-Kappa B Ligand
r	: Tekrarlama Katsayısı
Sd	: Standart sapma
Sn	: Saniye
T0	: Molar distalizasyonundan hemen önce alınan materyal kaydı
T1	: Molar distalizasyonundan hemen sonra alınan materyal kaydı
3B	: Üç Boyutlu
2B	: İki Boyutlu
(°)	: Derece
%	: Yüzde
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
μm	: Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil 3.1:	Propel aygıtı ve parçalarının özellikleri	27
Şekil 3.2:	Propel ile mikroosteoperforasyon oluşturulması.....	28
Şekil 3.3:	Derinlik belirleyici LED ışık.....	28
Şekil 3.4:	Servikal headgear kullanan hastanın cepheden ve profilden görüntüsü.....	31
Şekil 3.5:	Referans ve karşılaştırma modellerinin seçilmesi ve palatal ruga bölgesi üzerinde medialde 3 nokta (sağ ve sol üçüncü palatal ruganın mediallyeri) işaretlenmesi.....	32
Şekil 3.6:	Palatal ruga bölgesi üzerinde medialde 3 nokta (sağ ve sol üçüncü palatal ruganın mediallyeri) işaretlenmesinin hemen ardından palatal yüzeyin seçilmesi.....	32
Şekil 3.7:	Modellerin seçilmiş noktalar ve yüzey üzerinde çakıştırılması-tek görüntü.....	33
Şekil 3.8:	Çakıştırılmış modeller üzerinde molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepelerinin işaretlenmesi ve iki nokta arası mesafenin ölçülmesi-oklüzal görüntü.....	34
Şekil 3.9:	Çakıştırılmış modeller üzerinde molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepelerinin işaretlenmesi ve iki nokta arası mesafenin ölçülmesi-lateral görüntü.....	34
Şekil 3.10:	a) referans model üzerinde sağ ve sol molar rotasyonunun belirlenmesi b) çalışma modeli üzerinde sağ ve sol molar rotasyonunun belirlenmesi.....	35
Şekil 3.11:	Panoramik film üzerinde molar dişlerin uzun ekseni ile horizontal düzlem arasındaki açıların belirlenmesi.....	36
Şekil 3.12:	Sağ tarafta MOP'ların uygulandığı bir hastadan çalışma boyunca alınmış ağız içi fotoğraflar.....	36
Şekil 3.13:	Sol tarafta MOP'ların uygulandığı bir hastadan çalışma boyunca alınmış ağız içi fotoğraflar.....	36
Şekil 3.14:	Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan referans noktaları.....	39
Şekil 3.15:	Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan referans düzlemleri.....	40
Şekil 3.16:	Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümler.....	41

Şekil 3.17: Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait ölçümler.....	42
Şekil 4.1: T0-T1 zaman aralıklarında kontrol ve MOP tarafalarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	49



TABLÖLAR

Tablo 3.1: Kız ve erkek hastaların yaş ortalaması ve standart sapma değerleri.....	26
Tablo 4.1: Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımları.....	42
Tablo 4.2: Çalışmada ölçülen değerler için sınıf-içi korelasyon (Cronbach alfa) katsayıları.....	44
Tablo 4.3: Çalışmada ölçülen sefalometrik parametreler için sınıf-içi korelasyon (Cronbach alfa) katsayıları.....	45
Tablo 4.4: Her hasta için T0-T1 süresinde meydana gelen değişiklikler.....	47
Tablo 4.5: Toplam sürede (T0-T1) kontrol tarafında ve MOP tarafında meydana gelen distalizasyon miktarı, devrilme açısı, rotasyon açısı ve distalizasyon hızının tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.6: Molar distalizasyonu ile devrilme açısı, rotasyon açısı, diş hareket hızı ve yaş arasındaki korelasyonla ilgili bulgular.....	49
Tablo 4.7: Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ve yumuşak doku ölçümlerinin molar distalizasyonu öncesi ve sonrası karşılaştırılması...50	
Tablo 4.8: Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait ölçümlerin molar distalizasyonu öncesi ve sonrası karşılaştırılması.....	51

1. GİRİŞ

Hastaların ortodontik tedaviden kaçınmasının esas nedenlerinden biri de tedavi süresinin uzunluğudur. Ortodontik tedavi yaklaşık 1-2 yıl sürmekte ve çekimli tedavilerde bu süre daha da uzamaktadır.⁽¹⁾ Tedavi süresini kısaltmaya çalışırken tedavinin sonucunu değiştirmemek veya daha iyi hale getirmek ortodontistler için temel hedeftir. Ayrıca yapılan tedavinin stabilizasyonu da büyük önem taşımaktadır. Daha kısa tedavi süresiyle birlikte gingival enflamasyon ve çürük oluşumu, dekalsifikasyonlar⁽²⁾ ve kök rezorpsiyonu gibi uzun tedavi süresine bağlı yan etkilerin azaldığı da belirtilmektedir.⁽³⁾ Uzun tedavi sürelerine bağlı oluşabilen yan etkilerden kaçınmak ve uzun olan tedavi süresini azaltmak için, ortodontistler ilave girişimlere yönelmişlerdir. Diş hareketini hızlandırma teknikleri; kimyasal (farmakolojik), mekanik-fiziksel ve cerrahi yöntemler olmak üzere 3 ana başlık halinde incelenmiştir.⁽¹⁾

Diş hareketini hızlandırmak amacıyla alveoler kortikotomi "Wilckodontics",⁽⁴⁾ kortizisyon,⁽⁵⁾ piezopunktur⁽⁶⁾ ve periodontal ligament distraksiyonu⁽⁷⁾ gibi çeşitli cerrahi teknikler geliştirilmiştir. Fakat, bu tekniklerin cerrahi operasyon içermesi ve invaziv teknikler olması hastalar tarafından tercih edilmeme sebeplerindedir. Mikroosteoperforasyon (MOP) yöntemi cerrahi operasyon gerektirmeden ve minimal invazyon ile minimum hasta rahatsızlığına neden olarak, diş hareketini hızlandıran yeni bir yöntem olarak geliştirilmiştir.⁽⁸⁾ Propel diş hareketini hızlandırmak için doku remodelingi yapan ve cerrahi olarak flep operasyonu gerektirmeyen, hem sabit hem hareketli doku üzerinden diş kökleri arasına 1.5 mm çapında ve 3 mm, 5 mm ve 7 mm derinliğinde MOP'lar yapılmasını sağlayan New York Üniversitesi Ortodonti Departmanında 2011 yılında geliştirilen cihazdır. Propel cihazı, Alikhani ve ark.^(8,9) tarafından yapılan klinik çalışmalarda kanin distalizasyonu için kullanılmıştır ve Propel ile MOP uygulanan grupta diş hareket hızı kontrol grubuna göre 2.3 kat hızlı bulunmuştur. Ayrıca, Nicozisis⁽¹⁰⁾; molar dikleştirilmesinde, kanin ve alt molarların protraksiyonunda, intrüzyon hareketinde MOP'ların kullanımının tedavi süresini yaklaşık olarak %50-60 oranında azalttığını bildirmiştir. Ancak molar distalizasyon miktarını ve hızını değerlendirmek amacıyla MOP'ların kullanıldığı ve bunun 3B dijital modellerin çakıştırılmasıyla değerlendirildiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı Propel cihazı ile yapılan ve minimal invaziv bir yöntem olan MOP'ların ağız içerisinde sağ ve sol taraflar arasındaki diş hareket hızları arasındaki farkları değerlendirmektir. Başlangıç hipotezi "mikroosteoperforasyon uygulamasının molar distalizasyon miktarını ve hızını artırıcı veya azaltıcı etki göstermeyeceği" şeklinde olmuştur.



2. GENEL BİLGİLER

Uzun süren ortodontik tedaviler nedeniyle yüksek çürük riski,^(11,12) eksternal kök rezorpsiyonu^(13,14) preridontal problemler ve azalmış hasta kooperasyonu⁽¹⁵⁾ gözlemlenmektedir.⁽¹¹⁻¹⁵⁾ Bazı yazarlar, diş kökünde ve alveol kemiğinde doku hasarı meydana gelmeden ortodontik diş hareketinin çok zor olduğunu bildirmişlerse de, doku hasarı oluşturmadan hızlı diş hareketinin elde edilebileceğini gösteren deneysel çalışmalar da vardır.⁽¹⁶⁾

2.1. Dişi Destekleyen Dokular

Periodonsiyumu meydana getiren dokular; dişeti, periodontal ligament (PDL), kök sementi ve alveol kemiğidir. Diş hareketi sırasında periodonsiyumda meydana gelen değişiklikler bir taraftan uygulanan kuvvetin şiddeti, yönü ve süresine bağlıyken diğer taraftan ortodontik tedavi gören bireyin yaşına da bağlı olmaktadır.⁽¹⁷⁾

2.1.1. Dişeti

Dişeti, çiğneyici mukozanın alveol kemiğini ve dişlerin servikal bölgelerini kaplayan kısımdır. Dişeti serbest ve yapışık dişeti olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Klinik olarak sağlıklı dişetinde, serbest dişeti mine yüzeyi ile sıkı bir birleşim yapmaktadır ve diş sürmesi tamamlandıktan sonra dişeti sınırı mine sement sınırının yaklaşık 1.5-2 mm koronalinde kalmaktadır. Yapışık dişeti, bağ dokusu lifleri ile alveol kemiğine ve semente sıkıca bağlanmıştır ve dolayısıyla alttaki dokuya göre hareketsizdir. Yapışık dişetin apikalinde mukogingival birleşim ve mukogingival birleşimden sonra kemiğe gevşek olarak bağlanan alveoler mukoza devam eder. Dişetin temel dokusu bağ dokusudur. Bu bağ dokusu yaklaşık olarak %60 oranında kollajen liflerden; %5 oranında fibroblastlardan; %35 oranında ise damarlar, sinirler ve matriksten oluşur. Tip 1 kollajenden meydana gelen dişeti liflerinin başlıca görevleri arasında serbest dişetini dişe sıkıca yaklaştırmak, çiğneme sonucu oluşan kuvvetler karşısında dişetin ayrılmasına engel olmak ve serbest dişetin sement ve komşu yapışık dişeti ile devamlılığını sağlamak yer almaktadır. Dentogingival yapının bütünlüğünü koruyan ve esnekliğini sağlayan kollojen lifler; sirküler lifler, dentogingival lifler, dentoperiosteal lifler, transseptal liflerden meydana gelmektedir.⁽¹⁷⁾

2.1.2 Periodontal Ligament

PDL yaklaşık olarak 0.25 mm genişliğinde, diş köklerinin etrafını saran ve sement ile alveol kemiğini bağlayan; hücreden, liften ve damardan zengin, gevşek bir bağ dokusudur. Sement ve dişetine kan damarları aracılığı ile besleyici madde sağlar. Temel görevi alveol içinde diş destek olmak ve sement ile kemik arasındaki fizyolojik ilişkiyi devam ettirmektir.⁽¹⁸⁾ PDL'nin varlığı, çiğneme fonksiyonu sırasında oluşan kuvvetlerin diş tarafından karşılanabilmesini ve alveol kemiğine dağıtılabilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca duysal girdilerin alınmasını sağlar.⁽¹⁹⁾ PDL hücreleri; çiğneme, para fonksiyon ve ortodontik diş hareketleri sırasında fiziksel kuvvetlerle karşılaşmaktadırlar.⁽¹⁹⁾ Diş hareketinin gerçekleşmesinde PDL'nin varlığı oldukça önemlidir. PDL kollajen fibrillerden oldukça zengindir ve diş hareketi sırasında bu fibrillerin yapım ve yıkım olaylarında artış gözlenmektedir.⁽¹⁷⁾

2.1.3. Kök Sementi

Kök sementi, diş kökünün yüzeyini kaplayan ve kemik dokusu ile benzer özellikleri bulunan özelleşmiş mineralize bir dokudur. Fakat kan damarı içermemesi, sinirsel uyarılma mekanizmasının olmaması, fizyolojik rezorpsiyon ve remodeling olayları içermemesi bakımından kemik dokusundan ayrılmaktadır. Hayat boyu depozisyon olayları devam etmektedir. Sement, PDL liflerini köke bağlamakta ve kök yüzeyinde oluşan hasarlanma durumlarında tamir sürecinde rol oynamaktadır. Kök formasyonu sırasında primer sement görülürken, diş erüpsiyonundan sonra ve fonksiyonel durumlara cevap olarak hücreden zengin olan sekonder sement formasyonu görülmektedir. Sementte bulunan Sharpey's lifleri PDL 'deki kollajen liflerin devamı olarak görülmektedir. Kök yüzeyindeki sement kalınlığı yaşam boyu kademeli olarak birikmektedir ve bu birikim kökün apikal kısmında servikal kısmına göre daha belirgin olmaktadır.⁽¹⁵⁾

2.1.4. Alveol Kemiği

Alveol kemiği mine-sement sınırının yaklaşık olarak 1 mm apikalinden başlayarak diş çevrelemektedir. Diş soketini çevreleyen alveol kemiğinin bu kısmı 'lamina dura' olarak bilinen kortikal bir kemiktir. PDL'deki ana lifler burada 'demet kemiği' olarak adlandırılmaktadırlar ve alveol kemiği içine gömülmüş durumdadırlar. PDL ve alveol kemiği arasında alveol kemiğindeki boşluklarda bulunan damarsal kanallar olan Volkmann's kanalları vasıtasıyla iletişim gerçekleşmektedir. Alveol kemiği

fonksiyonel gereklilikler için sürekli olarak yenilenmektedir. Kemik formasyonu ve remodeling olaylarından kemik iliğinden köken alan hücreler olan osteoblastlar ve osteoklastlar sorumludur. Osteoblastlar, glikoproteinler ve proteoglikanlardan oluşan matriks ve kollajen liflerden oluşan 'osteoid' denilen bir madde üretirler. Bu madde yeni kemik oluşumu gözlenen her yerde bulunmaktadır. Bu organik matriks, kalsiyum ve fosfattan oluşan hidroksiapatit kristallerinin çökmesiyle mineralize olmaktadır. Alveoler kemik dişlerin soketini destekleyen bir yapıdır ve yoğun dış bir kortikal bir tabaka ile bu tabakalar arasında kansellöz veya süngerimsi yapıda kemik içermektedir.⁽¹⁷⁾

Ortodontik tedavi sırasında, kötü konumlanmış dişin kemik boyunca hareketi sırasında kemiğin çeşidi de göz önünde bulundurulmalıdır. Mezial ve distal yöndeki diş hareketlerinde, kökler süngerimsi kemik tabakada hareket etmektedir. Yeni çekilmiş bir dişin reorganize olmakta olan boşluğuna bir diş hareket ettirmek hızlı olmaktadır. Çünkü o bölgede birçok farklılaşmış hücre bulunmaktadır ve rezorbe edilmesi gereken kemik sınırlıdır. Tam tersine labial ve lingual yöndeki diş hareketlerinde, özellikle yetişkin hastalarda, bu bölgelerdeki ince kortikal tabaka göz önünde bulundurulmalı ve komplikasyon riski açısından çok dikkatli olunmalıdır.⁽¹⁷⁾

Kemik periosteum adı verilen farklılaşmış bir bağ dokusu ile örtülüdür ve hayat boyu, özellikle de gençlerde ve çocuklarda osteojenik bir tabaka olarak fonksiyon görmektedir.⁽¹⁷⁾

2.2. Ortodontik Diş Hareketi Kavramı

Diş hareketinin temelini oluşturan kemik yanıtı aslında PDL'den kaynak alır ve diş hareketinden temelde PDL sorumludur. Dişe uygulanan uzun süreli kuvvetin sonucunda oluşan kemik remodelingi ile diş hareket eder.⁽²⁰⁾ Diş hareket miktarının osteoklast aktivitesi ile oluşan kemik rezorpsiyon miktarı tarafından kontrol edildiği kabul edilmektedir.^(21,22)

Temel olarak fizyolojik diş migrasyonu ile ortodontik diş hareketinde gözlenen doku reaksiyonları arasında önemli bir fark yoktur.⁽¹⁷⁾ Bununla birlikte ortodontik tedavi esnasında, dişler fizyolojik diş migrasyonuna göre çok daha hızlı hareket ettikleri için, ortodontik kuvvetlerin etkisiyle meydana gelen doku değişiklikleri daha belirgin ve daha kapsamlı olmaktadır.⁽²³⁾ Ortodontik diş hareketi, uygulanan kuvvetin fiziksel

karakteristiğine ve PDL'lerin büyüklüğü ile biyolojik cevabına bağlı olarak hızlı ya da yavaş olabilmektedir.⁽²⁴⁾

Ortodontik olarak gerçekleşen diş hareketleri sırasında PDL ile birlikte PDL'ye komşu kemik duvarında önemli değişiklikler oluşmaktadır. Dişin kuronuna bir kuvvet uygulandığı zaman, hareket yönündeki PDL'de alveol kemiği ile diş kökü arasında bir daralma ve basınç oluşurken, hareketin ters yönündeki PDL'de ise gerilme oluştuğu gözlemlenir. PDL'nin sıkışması sonucunda basınç altındaki alanlarda alveol kemiğinde rezorpsiyon oluşumu gözlemlenirken, PDL'nin gerildiği tarafta ise kemik apozisyonu ile yeni kemik oluşumu gözlemlenir.⁽²⁵⁾ Dişe uygulanan kuvvete bağlı olarak PDL'nin damarlanması ve bu yapıdaki kan akımının değişmesine bağlı olarak nörotransmitterler, sitokinler, büyüme hormonları, koloni uyarıcı faktörler ve arazi asit metabolitleri gibi birçok anahtar molekül sentezlenmekte ve salınmaktadır. Bu moleküller periodontal dokularda hücrel bir tepki meydana getirerek apozisyon veya rezorpsiyon süreçlerinin başlaması için olumlu bir mikro-çevre oluşturmaktadır.^(26,27)

Ortodontik diş hareketinin başlangıç aşamasında akut bir enflamatuar yanıt meydana gelir. Enflamasyon, vücuttaki hasara karşı vücudun kendi dokuları tarafından oluşturulan ve sürekli değişim gösteren bir dizi yanıtı içermektedir. Bu yanıt periodontal dokulardaki damarlarda vazodilatasyon ve lökositlerin bu kılcal damarların dışına göç etmesi ile karakterizedir. Dişe kuvvet uygulanmasından sonra ilk 20 dk içinde kılcal damarların geçirgenliğinde bir artış meydana geldiği gözlemlenmiştir.⁽²⁸⁾ Kılcal damarlardan dışarıya hücre göçü olmaktadır ve bu hücreler tarafından çeşitli sitokinler salgılanmaktadır. Böylece hedef hücrelerden prostaglandinler ve çeşitli büyüme faktörleri gibi pek çok maddenin salgılanması sağlanmaktadır ve bu hücreler periodontal dokuların remodelingini ve diş hareketini sağlamış olur.

Kronik süreç enflamasyonun akut fazı sona erdiğinde yaklaşık olarak 1-2 gün sonra başlamaktadır. Fibroblastlar endotelial hücreler, osteoblastlar ve alveol kemik iliği hücreleri hızla çoğalmaya başlar. Bu sırada kılcal damarlardan lökosit göçü ve remodeling süreci ile birlikte devam eden bu kronik enflamasyon süreci bir sonraki randevuya kadar sürmektedir. Ortodontist tarafından hastalara uygulanan sabit veya hareketli aperiye her aktive edildiğinde tekrar akut enflamasyon fazı başlamaktadır.

Bu fazda hastada ağrı hissi ve çiğneme fonksiyonunda azalmalar görülmekte ve bu akut faz dişeti oluşu sıvısında sitokinler ve prostaglandinler gibi enflamatuvar mediyatörlerin varlığı ile karakterizedir.⁽²⁹⁾

Diş hafif ve uzun süreli bir kuvvet uygulandıktan sonraki ilk birkaç sn içinde kısmen sıkışmış olan PDL'deki kan akımı yavaşlar ve diş soketinde hafifçe hareket etmeye başlar. İlk birkaç saat içinde ise kimyasal ortamda oluşan değişiklikler nedeniyle hücresel aktivitede farklılıklar gözlenmeye başlar. Kuvvet uygulandıktan sonraki dördüncü saatte siklik adenzin monofosfat (cAMP) seviyesinde bir artış gözlenir ve hücresel düzeyde bir farklılaşma başlar ve kuvvet uygulandıktan kısa bir süre sonra PDL'deki prostaglandin ve interlökin-1 beta (IL-1 β) seviyelerinin yükseldiği görülür. Yaklaşık olarak 2 gün sonra ise osteoblastların ve osteoklastların aktiviteleri ile PDL'nin sıkıştığı bölgelerde rezorpsiyon ile kemik miktarında azalma, gerildiği bölgelerde ise apozisyon ile yeni kemik oluşumu gözlenmeye başlar.⁽³⁰⁾ Bu erken dönemde hareket miktarı 0.5 mm'e ulaşabilir. Uygun bir kuvvet uygulama sistemiyle devam edildiğinde 3 haftada 2 mm'lik bir diş hareketi elde edilebilir.⁽³¹⁾ Bu şekilde oluşan kemik rezorpsiyonuna direkt kemik rezorpsiyonu veya frontal (önden) rezorpsiyon denmektedir. Diş hareketinin oluşmasında kritik süre olan 4-6 saatten daha az süre ile uygulanan kuvvetlerin diş hareketine neden olmadığı rapor edilmiştir.⁽³⁰⁾

Ağır kuvvetler ise nekrotik alanların rezorpsiyon süreçlerinden dolayı kesintili hareketlere sebep olur. Nekrotik alanlar, trabeküler kemikten gelen osteoklastlar ve makrofajların oluşturduğu rezorpsiyonlarla ortadan kaldırılır ve PDL rejenerasyonu oluşur.⁽³¹⁾ Diş uygulanan kuvvet damarları tamamen kapatıp PDL içerisinde bir alanda kan akımını tamamen kesecek kadar fazla ise PDL'nin osteoklast oluşturmak için uyarılması gerçekleşmez ve tam tersine sıkışan alanda steril bir nekroz alanı oluşur. Hücrelerin sitoplazmaları ve çekirdekleri küçülür, hücre içindeki faaliyet durur. Histolojik olarak camsal bir görünüme neden olan bu olay hiyalinizasyon olarak adlandırılır. Artık bu alanda hücresel farklılaşmanın gerçekleşeceği canlı hücre kalmadığından, nekrozdan etkilenmemiş sağlıklı hücrelerin hiyalinizasyon alanına göç etmeleri gerekmektedir. Yaklaşık 3-5 gün süren bir gecikmeden sonra, komşu kemik iliği boşluklarından kaynaklanan osteoklastlar hiyalinize alanı alttan rezorbe etmeye başlar. Bu şekilde oluşan rezorpsiyona ise indirekt kemik rezorpsiyonu veya

undermining (arkadan) rezorpsiyon denir. Bu tür kemik rezorpsiyonu görüldüğünde, diş hareketi 7-14 gün sonra sıkışmış PDL'ye komşu olan lamina duranın indirekt (undermining) rezorpsiyon ile ortadan kaldırılmasından sonra gerçekleşir.⁽³⁰⁾ Hiyalinizasyon kısmen anatomik kısmen de mekanik faktörlerden dolayı gerçekleşir ve ortodontik tedavinin başlangıç aşamasında neredeyse kaçınılmazdır. Genel olarak 1-2 mm çapında steril nekrotik bir alan oluşmaktadır. Bu süreç; dejenerasyon, yıkılmış dokunun elimine edilmesi ve yeni diş bağlantılarının kurulması olmak üzere üç temel aşamada gerçekleşmektedir.⁽¹⁷⁾

2.3. Diş Hareketini Açıklayan Modeller

2.3.1. Basınç-Gerilim Modeli

Basınç-gerilim teorisi geleneksel olarak kimyasal araçlarla oluşturulan hücrel değişikliklerle diş hareketini ilişkilendirir. Alveoler kemiğin remodelingi ve ortodontik diş hareketinin temelinde PDL vardır. Periodontal dokular içinde basınç ve gerilim, PDL aralığında kan damarlarının çapını azaltarak (basınç) ve artırarak (gerilim) kan akımını değiştirmektedir. Kan akımındaki bu değişiklikler sonucu bir takım kimyasal değişiklikler meydana gelir. Bu kimyasal değişiklikler de hücre farklılaşmasını ve aktivitesini stimüle eder. Periodontal dokuda meydana gelen bu olaya örnek olarak hipoksi verilebilir.⁽³⁰⁾ Hücrel farklılaşma ve kemik remodelingini stümüle eden bu olaya 'sinyal transdüksiyonu' denir.⁽³²⁾

Schwarz⁽³³⁾ ile Oppenheim⁽³⁴⁾ tarafından yapılan histolojik çalışmalarda, periodontal aralıkta basınç ve gerilim bölgelerinin oluşumu ile diş hareketinin gerçekleştiği bildirilmiştir. Hipoteze göre, basınç bölgesinde PDL'de düzensizlik ve sıkışma görülmektedir. Bu bölgede oluşan kapiller daralmaya bağlı replikasyon belirgin şekilde azalmaktadır. Gerilim bölgesinde ise PDL liflerinin uzamasına bağlı hücre replikasyonunu ve ligament liflerinin sayısı artmaktadır.⁽³⁵⁾ Schwarz histolojik çalışmasında, farklı şiddette kuvvetler uygulayarak periodontal doku cevabına bakmıştır ve ortodontik tedavi sırasında uygulanan kuvvetlerin kapiller kan basıncına (20-25 g/cm²) eşit olması gerektiğini bildirmiştir. Kuvvet şiddetinin az olduğu durumlarda dokuda hiçbir değişiklik gerçekleşmediğini, kuvvet şiddetinin fazla olduğu durumlarda ise meydana gelen basıncın doku nekrozuna neden olabileceğini bildirmiştir.⁽³³⁾

2.3.2. Piezoelektrik ve Biyoelektrik Modeller

Bu modele göre, diş hareketini başlatan elektrik sinyallerinin piezoelektrik olduğu düşünülmektedir. Piezoelektrik kristal materyallerin çoğunda gözlenen bir fenomendir ve kristal yapının deforme olması ile, kristalin bir kısmından diğerine elektronlar yer değiştirirken elektrik akımı oluşturur. Kemiğin inorganik fazındaki hidroksiapatit kristalleri ve organik fazında ise tip 1 kollajen bulunması nedeniyle, piezoelektrik modelin diş hareketini sağlayan temel model olduğu ileri sürülmüştür.⁽³⁰⁾

Piezoelektrik sinyaller 2 sıra dışı özelliğe sahiptir:

(1) Sonlanma hızı çok kısa sürelidir. (Örnek: Kuvvet uygulandığında cevap olarak oluşan piezoelektrik sinyal kuvvet uygulanmaya devam etse bile hızla sıfıra düşer).

(2) kuvvet uygulaması kesildiğinde zıt yönde ve eşit şiddette sinyalin oluşumudur.

Biyoelektrik potansiyel endojen bir elektirik sinyalidir ve kuvvet uygulanmayan kemikte de görülür.⁽³⁰⁾

Metabolik olarak aktif kemik veya konnektif doku hücreleri (aktif büyüme veya remodeling alanlarında) genellikle ne kadar aktif oldukları ile orantılı olarak elektronegatif akımlar üretirler. İnaktif hücreler ve alanlar neredeyse elektriksel olarak nötrdür. Bu biyoelektrik potansiyelin amacı bilinmese de hücrel aktivite eksojen elektrik sinyaller eklenerek modifiye edilebilir. Eksternal elektrik sinyalleri hücre membran reseptörlerini, membran geçirgenliğini veya her ikisini etkilemektedir.⁽³⁶⁾

Piezoelektrisite kavramı ilk olarak 1970 yılında DeAngelis tarafından ortodontik diş hareketini açıklamak için kullanılmıştır.⁽³⁷⁾

Basset ve ark.⁽³⁸⁾ ortodontik diş hareketi sırasında uygulanan kuvvetler karşısında gerilmiş dokularda elektrik potansiyel görülebileceğini bildirmişlerdir. Elektrik potansiyelin membran hücrelerini harekete geçirebileceğini ve bu hücrelerle etkileşime girerek molekülleri şarj edebileceği rapor edilmiştir. Diş hareketini başlatan bu sinyaller piezoelektrik olarak adlandırılmıştır.

Epker ve ark.⁽³⁹⁾ ile Davidovitch ve ark.⁽²⁶⁾ tarafından yapılmış olan çalışmalarda, kemiğe elektrodlar yerleştirilmiş ve katot çevresinde kemik apozisyonu, anot çevresinde ise kemik rezorpsiyonu olduğu gözlemlenmiştir.

2.3.3. Kemik Eğilme Modeli

Baumrind⁽³⁵⁾, periodonsiyumda basınçların oluşabileceği alanların sadece alveol kemiği, diş ve PDL'nin katı kısımları olduğunu rapor etmiştir ve kemik eğilme teorisini ortaya koymuştur. Dişe uygulanan kuvvet komşu bölgelere yayılmakta; kemikte, dişte ve PDL'nin katı kısımlarında bükülme yaratmaktadır. Kemik dokusunun diğer dokulara göre daha elastik olduğu için daha kısa sürede eğildiği belirtilmiştir. Kemik eğilmesinin sonucunda kemikte 'turn-over' ile hücresel ve inorganik yapılar yenilenmektedir. Reorganizasyonun sadece PDL'de oluşmadığını aynı zamanda kemik korpusundaki tüm trabeküler yüzeylerde de olduğunu rapor edilmiştir.^(38,40) Dişe gelen kuvvet, kemikte stres çizgilerinin oluşmasıyla dağıtılmaktadır. Hücrelerin değişen aktivitesiyle kemiğin internal organizasyonunu ve şekli de değişmektedir. Bir dişin ortodontik olarak devrilmesi ile alveoler kemikte bükülme meydana geldiği, kemikte konkav ve konveks yüzeyler oluştuğu rapor edilmiştir.^(38,40,41) Buna göre, PDL'nin gerildiği bölgeye komşu kemik yüzeyi konkavlaşmakta ve PDL'nin sıkıştığı bölgeye komşu kemik yüzeyi ise konveksleşmektedir. Konveks yüzeyde rezorbsiyon, konkav yüzeyde ise depoizasyon görülmektedir.

2.4. Hızlandırılmış Diş Hareketi Uygulamaları

Ortodontik tedavi sürelerinin kısalatılması ve tedavi etkinliğinin artırılması için günümüze kadar çeşitli yaklaşımlar uygulanmıştır. Kimyasal uygulamalar genellikle diş hareketi sırasında oluşan biyolojik olayların bilinmesine dayanan ve çeşitli maddelerin uygulanmasını ve enjeksiyonunu içeren bir yöntemdir.⁽⁴²⁻⁴⁴⁾ PDL'nin mekanik veya fiziksel stimülasyonu için ise çeşitli yöntemler kullanılırken bu yöntemler içerisinde geçen lazer uygulamaları ve vibrasyon yöntemi daha umut verici görülmektedir. Cerrahi yöntemler ise uzun zamandır kullanılmaktadır ve invaziv ve minimal-invaziv yöntemler olarak ayrılmaktadırlar. Konvansiyonel kortikotomi invaziv yöntemler arasındayken piezoinsizyon ve mikroosteoperforasyon yöntemi minimal invaziv yöntemler olarak bildirilmiştir.⁽⁴⁵⁾

Diş hareketini hızlandıran uygulamalar 3 bölüme ayrılabilir:

Kimyasal uygulamalar

Mekanik-fiziksel stimülasyonlar

Cerrahi uygulamalar.⁽¹⁾

2.4.1. Kimyasal Uygulamalar

Bu yöntemde, mekanik kuvvetleri hücresel cevaba dönüştüren fizyolojik araçlar olarak düşünülen vitamin D, prostaglandinler, kortikosteroidler, sitokinler, nöropeptitler, lökotrienler, nitrik oksit, vazoaaktif ilaçlar, diazepam gibi maddeler diş hareketi sırasında uygulanan kuvvete karşı dokularda oluşan direnci azaltmak ve çevresel faktörleri değiştirmek için kullanılmaktadır.^(46,47)

Uygulanan bölgede sınırlı kalmayarak, sistemik etki göstermek suretiyle vücuttaki diğer hedef hücreleri etkilemeleri bu hormon ve ilaçların kullanımının ortak bir yan etkisidir.⁽⁴⁸⁾ Örneğin; PDL içerisine vitamin D uygulanmasıyla, prostoglandinler generalize bir enflamatuvar sürecin başlamasına ve bu da kök rezorpsiyonuna neden olmaktadır. Bu sebeple günümüzde güvenilir bir şekilde diş hareketini hızlandıran bir ilaç uygulaması yoktur.⁽⁴⁵⁾

2.4.2. Mekanik-Fiziksel Uygulamalar

Mekanik veya fiziksel olarak PDL'yi uyarmanın kemik remodelingini arttırdığı gösterilmiştir. Fiziksel yöntemler genel olarak aygıt destekli tedavi yöntemlerini içermektedir.⁽⁴²⁾ Bu uygulamalar arasında; düşük doz lazer uygulamaları, elektromanyetik alan, doğrudan elektriksel akım ve titreşimsel/vibrasyonel uygulamaları bulunmaktadır. Etkilerini RANK VE RANKL yolağını ve MAPK (Mitojen activated protein kinaz), c-fos ve nitrik oksit gibi sinyal moleküllerini indükleyerek göstermektedirler.^(42,49)

Düşük Doz Lazer Uygulamaları

Lazerler tedavi süresini kısaltan ve periodonsiyuma hasar veren, non-invaziv bir prosedür olarak kullanılmaktadır. Kortikal kemik tabakasını irradasyon yolu ile cerrahi flep operasyonu olmadan azaltırlar.⁽⁵⁰⁾ Ozawa ve ark.⁽⁵¹⁾ tarafından yapılan çalışma göstermiştir ki lazer hücresel proliferasyon ve diferansiyasyonu stimüle ederek osteoblastik ve osteoklastik aktiviteyi arttırmaktadır. RANKL ve M-CSF isimli, osteoklastogenezden sorumlu iki ana peptidin ekspresyonunun artmasıyla birlikte diş hareketinin hızlanmasına esas katkıyı sağlayan osteoklast sayısının artması sağlanmaktadır.⁽⁵²⁾

Hayvan çalışmalarında düşük yoğunluklu lazer uygulamalarına bağlı diş hareket hızının arttığı izlenmiştir.⁽⁴²⁾ Düşük yoğunluklu lazer tedavilerinin PDL üzerinde yan

etkiler oluşturmaksızın kemik remodelingini arttırarak diş hareket hızını arttırabileceği bildirilmiştir.⁽⁴²⁾

Lazer terapisinin ilaç enjeksiyonu, elektrik stimülasyonu ve ultrason uygulaması gibi diş hareketini hızlandırmaya yönelik diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında kolay uygulanabilir oluşu, ağrı ve rahatsızlık hissine neden olmayışı gibi sebepler bu yöntemin tercih edilmesine olanak vermektedir.⁽⁴⁵⁾

Elektromanyetik Alan

İlk kez 1978 yılında Blechman ve Smiley⁽⁵³⁾ mıknatısların kullanımı gündeme getirmiştir. Ayrıca Blechman 1984 yılında “manyetik molar distalize edici sistem” ile yapılan molar distalizasyonunun, headgear, coil-spring ve diğer geleneksel metotların başarısız olduğu durumlarda bile etkili olduğunu göstermiş, bu sırada kök rezorpsiyonu, ağrı, mobilite gibi yan etkilerin görülmediğini bildirmiştir. 1995 yılında Darendeliler ve ark.⁽⁵⁴⁾ statik manyetik alanın diş hareketini hızlandırıldığını, bunu da diş hareketinin görülmediği duraklama periyodunu kısaltarak sağladığını öne sürmüşlerdir. Ayrıca bu çalışmalarında tekniğin yan etkisi olarak serum kalsiyumunda düşüş ve kan kimyasında küçük değişiklikler oluştuğunu bildirmişlerdir.

Elektromanyetik alanın diş hareketini hızlandırmada nasıl etki ettiğini, ağrı ve rahatsızlık hissini nasıl ortadan kaldırdığı biyokimyasal olarak açıklanmıştır. Elektromanyetik alan; hücre membranındaki sodyum-kalsiyum değişim hızını değiştirerek intraselüler metabolizmanın düzenlenmesinden sorumlu bir grup enzimin düzeyini arttırmaktadır. Bu şekilde hücresel proliferasyonu arttırmaktadır. Periodontal aralıkta artan hücresel faaliyet ile birlikte osteoklastik ve osteoblastik aktivite hızlandırılmakta, böylece kuvvet uygulanan dişlerde istenen hareket daha kısa sürede gerçekleştirilmektedir. Bu sırada artan kemik yapımı ile rezorpsiyon hızı dengelenerek dişlerdeki mobilite azaltılmakta ve çiğneme kuvvetlerinin etkisinde kalan dişlerde ağrı görülmemektedir.⁽⁵⁵⁾

Eloktromanyetik alan ortodonti pratiğinde molar distalizasyonu, kanin, premolar ve molar erüpsiyonu, premolar ve molar intrüzyonu, fonksiyonel apareylerle alt çene protraksiyonu, maksiller ekspansiyon, tork uygulaması, çekim boşluklarının ve diastemaların kapatılması gibi birçok alanda kullanılmıştır.⁽⁴⁸⁾

Doğrudan Elektrik Akımı

Lokal olarak uygulanan elektrik akımı, ilaç ve hormon uygulamaları gibi diş hareketini hızlandıran kimyasal yöntemlerin aksine, sistemik etki göstermemekte ve uygulanan bölgede sınırlı kalmaktadır.⁽⁵⁶⁾ Elektrik akımı uygulamasındaki esas problem elektrik kaynağının intraoral yerleşimindeki ve hastaların minyatür civa bataryalarını kabullenmelerindeki güçlükten kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu uygulamanın dokularda hasara neden olan iyonik reaksiyonlar ve kemik dokunun bağ dokuyla yer değiştirmesi gibi bazı komplikasyonlara neden olabileceği rapor edilmiştir.⁽⁵⁷⁾

Titreşimsel/Vibrasyonel Uygulamalar

Diş hareketlerini hızlandırmaya yönelik vibrasyonel stimülasyon yöntemlerinden biri rezonanstır. Rezonans vibrasyon, RANKL isimli peptidin PDL'deki ekspresyonunu arttırmaktadır⁽⁴⁹⁾ RANKL osteoklast formasyonu, fonksiyonu ve devamlılığı için gerekli olan en temel faktördür. Diğer bir vibrasyonel stimülasyon yöntemi ise ultrasonik vibrasyondur. Bu yöntem de aynı mekanizmayla diş hareketini hızlandırır; ancak oluşan ısının pulpada hasara neden olabileceği bildirilmektedir.⁽⁴⁹⁾

2.4.3. Cerrahi Uygulamalar

Cerrahi yaklaşımlar, diş hareketini hızlandıran teknikler içinde klinik olarak en çok kullanılan, hakkında en çok çalışma içeren ve dolayısıyla en fazla tahmin edilebilir ve stabil sonuçları olan bir yöntem olmakla beraber; invaziv, agresif ve maliyetli bir yöntem olarak görülebilmektedir.⁽⁴²⁾ PDL'de ve alveoler kemikte oluşan biyolojik cevabın arttırılmasıyla diş hareket hızının da arttırılacağı düşünülmektedir.⁽⁵⁸⁾ Kemikte yaralanma oluşturmak, doku iyileşme süreçlerinin hızlanmasını sağlayan potansiyel fiziksel bir mekanizmadır. Bu doku remodelingi/rejenerasyonu sürecinde bölgesel doku cevabının normalde olduğundan daha yüksek olması Bölgesel Hızlandırıcı Fenomen (BHF) olarak adlandırılmıştır.⁽⁵⁹⁾ Bu tamir mekanizmalarının aktive olması ile diş çevresinde sitokin aktivitesinin artması sağlanarak, teorik olarak ortodontik diş hareket hızının arttırılması sağlanmaktadır.⁽⁶⁰⁾

Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti Tekniği

İlk kez 1959 yılında Heinrich Köle⁽⁶¹⁾'nin ortodontik kuvvetleri dekortikasyon yöntemiyle uygulamasına dayanmaktadır. Köle⁽⁶¹⁾; diş hareketine en yüksek direncin, kortikal kemiğin kalınlığı ve devamlılığından kaynaklandığını ve alveolün cerrahi olarak hazırlanmasının diş hareketini hızlandırabileceğini iddia etmiştir. İlk kez

Köle'nin tanımladığı “kemik blokları”; vestibül ve palatinalden vertikal olarak yapılan interradiküler kortikotomi kesileri ve bu kesileri vestibülo-palatinal yönde birleştiren, 10 mm subapikal horizontal osteotomi kesilerini içermektedir ve büyük miktarda aktif diş hareketlerinin 6-12 hafta içerisinde tamamlanabildiği gösterilmiştir.

1975 yılında Duker,⁽⁶²⁾ Köle'nin temel cerrahi tekniğini kortikotomi kesileriyle uygulamış ve ortodontik kuvvet uygulanan ve hareketi sağlanan dişlerde pulpal veya periodontal dokuların hasar görmediğini göstermiştir.

‘Bölgesel Hızlandırıcı Fenomen’ (BHF) olarak bilinen ve kortikotomi yapılan bölgelerde hızlanan metabolik aktivite için kullanılan terim 1983 yılında Frost⁽⁶³⁾ tarafından tanımlanmış ve Yaffe ve ark.⁽⁶⁴⁾ tarafından periodontal literatüre sokulmuştur.

Gantes ve ark.⁽⁶⁵⁾ tarafından anterior bölgede yapılan bukkal ve palatinal kortikotomiler yardımıyla tedavi süresi yarı yarıya azaltılmış ve kortikotominin periodontal dokularda çok az miktarda değişiklik yarattığı bildirilmiştir.

Günümüzde en yaygın kabul gören ve ‘Wilckodontics’ ya da (PHOO) ‘Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Orthodonti’ olarak da bilinen teknik Wilcko&Wilcko^(4,66-69) tarafından 2001 yılında tanıtılmıştır. Bu teknikte flep kaldırıldıktan sonra alveol kemiğinin bukkal ve lingual/palatinal kısımlarında seçici alveoler dekortikasyonlar oluşturulmakta ve periodonsiyumun altına kısmi kemik greft materyali uygulanmaktadır. Dekortikasyonlar yuvarlak frezlerle alveolar kemikte 3 mm derinliğinde yapılmaktadır. Kortikotomiler, alveoler kemiğin hem vestibülünden hem de palatinalinden gerçekleştirilebilir. İnterradikular bölgede köklerin tam ortası hizasında, alveoler kemikte vertikal bir oluk oluşturulur. Bu oluk alveol kemiğinin tepesinin 2-3 mm aşağısından başlamakta ve kök uçlarının 2 mm üzerine kadar devam etmektedir.⁽⁶⁶⁾ Bu yeni teknikle dişlerin daha kısa sürede daha uzak mesafelere hareket ettirilebileceği ve geleneksel tedavi yöntemiyle başarılı bir şekilde düzeltilebilecek çapraşıklık miktarı 5 mm iken bu teknikle 10 ile 12 mm çapraşıklığın düzeltilebileceği iddia edilmiştir. Araştırmacılara göre kortikotomi destekli ortodontik tedavide optimal diş hareketi elde edebilmek için, hareket yönündeki kök yüzeylerinde 1,5 mm veya daha ince bir kemik tabakasının oluşturulması gerekmektedir. Kuvvet uygulanması ile demineralize olan bu tabakadan geriye kalan

yumuşak doku matriksi ve osteoid adacıkları kökle birlikte hareket etmekte ve ortodontik hareket tamamlandığında remineralize olmaktadır. Bu teknikle tedavi hızınının 3-4 kata kadar arttırıldığı, bunun sebebinin ise kemik bloğu hareketi değil geri dönüşümlü osteopeni olduğu rapor edilmiştir.⁽⁶⁹⁾ Dekortikasyon oluşturmanın amacının kemik aktivasyonunu sağlamak olduğu, hareketli kemik blokları elde etmek olmadığı belirtilmiştir.⁽⁶⁶⁾ Böylece Köle'nin⁽⁶¹⁾ tanımladığı kemik bloklarının hareketi kavramı yerine artık “kemik matriks transportasyonu” kavramından bahsedilmektedir.

Murphy ve ark⁽⁶⁶⁾ tarafından kortikotomi destekli ortodontinin, konvansiyonel ortodontik tedaviye göre avantajlarından bahsedilmiştir. Araştırmacılara göre bu teknik kullanılarak; diş hareketi hızı ve sınırları arttırılmakta ve tedavi süresi azaltılmakta, çekim ihtiyacı azalmakta, alveoler kemik hacmi artmakta, periodonsiyumun bütünlüğü korunmaktadır. Ayrıca, gerektiğinde alveoler şekillendirilmeyle hastanın profil görünümü iyileştirilebilmekte ve gömük dişlerin sürdürülmesi hızlandırılabilir.

Dental Distraksiyon Tekniği

Liou ve Huang⁽⁷⁰⁾ tarafından 1998 yılında geliştirilen bu teknik periodontal ligament distraksiyonu olarak da bilinmektedir. Bu amaçla yapılan cerrahi işlem, distraksiyon osteogenezinde olduğu gibi kemik direncinin azaltılması ve onarılan kemik dokusunun gerilimine bağlı olarak yeni kemik oluşturulmasına dayanmaktadır. Geleneksel yöntemle kaninlerin ayda 1 mm distalize edildiği ve çekim boşluğu ortalama 6-7 ayda kapatıldığı bilinirken, bu yöntemle hareket miktarı haftada 1.2 mm'ye çıkarılmış ve distalizasyon süresi üç haftaya indirilmiştir.^(70,71) Bu hızlı hareketin sebebi olarak kanin dişin distalindeki kemiğin zayıflatılmış olması gösterilmiştir. Tekniğin en önemli avantajlarından biri posterior dişlerde ankraj kaybı olmamasıdır. Liou ve Huang⁽⁷⁰⁾ bu durumu kanin distalizasyonunun kuvvet uygulanan dişlerde 2-3 hafta devam eden ve herhangi bir diş hareketinin görülmediği duraklama periyodunda tamamlanmasına bağlamıştır. Fakat distalizasyon süresinin 3 haftayı geçtiği durumlarda molarlarda ankraj kaybı olduğunu rapor etmişlerdir. Tekniğin diğer önemli avantajı ise kök rezorpsiyonu görülmemesidir. Bunun nedeni olarak istenen hareket 2-3 hafta gibi kısa bir sürede tamamlanması ve kök rezorpsiyonlarının ise 2-3 haftadan sonra görülmeye başlamasındandır.

Teknik uygulanırken birinci premolar çekimi esnasında, kaninin distalindeki interseptal kemik zayıflatılmış, çekim soketininin içine doğru bukkal ve lingual yüzeyler boyunca soketin tabanına oblik olarak uzanacak şekilde vertikal oluklar açılmıştır. Daha sonra hastaya özel diş destekli ağız içi distraksiyon aygıtı, kanin dişini çekim boşluğuna distalize etmek amacıyla yerleştirilmiştir. Aygıt çekimden hemen sonra günde 0.5 ile 1 mm olacak şekilde aktive edilmiştir. Hem üst hem de alt kaninler üç hafta içerisinde gövdesel olarak çekim boşluğuna 6.5 mm hareket ettiği gözlemlenmiştir.⁽⁷²⁾

Kişnişçi ve İşeri⁽⁷³⁻⁷⁵⁾ dental distraksiyon tekniğini kanin dişinin bulunduğu alveoler segmenti mobilize ederek uygulamışlardır. Cerrahiden hemen sonra distraktörler yerleştirilmiş, distraktörler birkaç milimetre aktive edilip geri kapatılarak, alveoler segmentin mobilize edildiğinden emin olunmuştur. Üç gün sonra aktivasyona başlanmış ve günde 2 kez aktivasyon yapılmıştır. Bu teknikle kaninler günde 0.8 mm retrakte edilmiş ve toplamda 8-14 gün içinde retraksiyon tamamlanmıştır. Kaninler çekim boşluğuna yerleştirildikten sonra sabit tedaviye başlanmış, kaninler ve 1. molarlar ligatüre edilerek en az üç ay bu şekilde beklenmiştir. Bu teknikle literatürde bilinen en hızlı hareket elde edilmiştir. Molarlardaki ankraj kaybı minimal düzeyde gerçekleşmiş; ancak alınan tüm önlemlere karşın kaninlerde devrilme meydana geldiği rapor edilmiştir.⁽⁴⁸⁾

Periodontal ligament distraksiyonu ile dentoalveolar distraksiyon arasındaki fark, osteotomilerin yapıldığı yerlerden kaynaklanmaktadır. Dentoalveolar distraksiyon tekniğinde kanin dişi çevresindeki kemikle blok haline getirmek için mezial, distal ve apikalden kesiler uygulanırken; periodontal ligament distraksiyonunda kanin dişin distalindeki interdental septumda osteotomiler yapıldığı bildirilmiştir.⁽⁷²⁾

Peri-Segmental Kortikotomi

Chung ve ark.⁽⁷⁶⁾ tarafından geliştirilen bu yöntem, kortikotomi ve ortopedik kuvvet uygulanarak dentoalveoler segmentlerin hızlı hareketine dayanmaktadır. Araştırmacılar, bazal ve alveoler kemik arasındaki kortikal tabakanın bütünlüğünü bozmuşlar, medüller kemiğin ağır ortopedik kuvvetler etkisiyle (her bir taraf için 500-900 g) kolayca eğilebileceğini göstermişlerdir. Bu teknikte kortekste yapılan kesilere ek olarak palatal bölgede kortikal kemiğin bir kısmı çıkarılır. Ayrıca bu teknikte anterior segmentin hareketi iskeletsel ankraj kullanılarak sağlanmaktadır. Bu yöntemin

özellikle bimaksiller protrüzyon, maksiller anterior protrüzyon ve open-bite gösteren Sınıf II vakalarda oldukça etkili olduğu bildirilmiştir.⁽⁷⁶⁻⁷⁸⁾

Kortizisyon

Flep kaldırmadan minimal cerrahi girişim yapılarak hem hasta hem ortodontist için kabul edilebilirliği daha yüksek olan kortizisyon adlı yeni bir teknik geliştirilmiştir. İlk olarak Park ve ark.⁽⁵⁾ tarafından, kortizisyon olarak isimlendirilen çalışmada, kediler üzerinde flep kaldırılmaksızın doğrudan diş eti üzerinden bistüri ve özel çekiçler yardımıyla alveoler kortikotomiler yapılmıştır. Yapılan kortizisyon işleminin diş hareketini arttırdığı bildirilmiştir.⁽⁵⁾ Kim ve ark.⁽⁷⁹⁾ tarafından aynı şekilde kediler üzerinde yapılan çalışmada 32 kanin dişi kontrol, kortizisyon ve kortizisyon+periyodik mobilizasyon olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Periyodik mobilizasyon yapılan grupta her üç günde bir ek müdahale uygulanmıştır. Sonuçta kortizisyon yapılan grupta kontrol grubuna kıyasla paradental dokularda patolojik değişim veya kök rezorpsiyonu gerçekleşmeksizin 3.5 kat daha fazla apozisyon gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu yöntemde kesi lokal anestezi altında kanin dişinin mesiobukkal, distobukkal ve distopalatal bölgelerinde 400µm kalınlığında yapılmaktadır. Bistüri interradikküler yapışık dişeti bölgesinde kanin dişinin uzun aksıyla 45°-60° yapacak şekilde yerleştirilmektedir. Daha sonra bistüri sapına çekiç ile vurularak dişeti, kortikal kemik ve süngerimsi kemiğin altında bulunan kemik iliğine aşamalı bir şekilde ilerletilmektedir. Alveoler kreti korumak amacıyla 2 mm genişliğinde ve yapışık dişetini korumak amacıyla mukogingival sınırdan 1 mm ileride yapılmaktadır. Yöntem minimal-invaziv bir yöntem olarak literatüre girmiş olmasına rağmen maksillada yoğun çekiç darbelerine bağlı rahatsızlık olabileceği de bildirilmiştir.⁽⁷⁹⁾

Piezoinsizyon

Minimal-invaziv cerrahi prosedürlerinden olan piezoinsizyon tekniği de alveoler kemikte travma oluşturulmasına dayanmaktadır.

Konvansiyonel kortikotomi prosedürlerinde tam kalınlıklı mukoperiosteal flep kaldırılması gerektiği için Yaffe ve ark.⁽⁶⁴⁾ bunun alveol kemiğinin ince olduğu yerlerde kemik yüksekliğinin azalmasına ve ayrıca dehisenslere neden olacağını bildirmişlerdir.⁽⁸⁰⁾ Bu nedenlerden dolayı, Dibart tarafından 2009 yılında 'piezoinsizyon' denilen yeni bir yöntem tanıtılmıştır.⁽⁸¹⁾ Bu yöntemde flep kaldırılmaksızın, her dişin arasındaki yumuşak doku boyunca, piezocerrahi

bıçaklarıyla papillayı içermeyen bukkal vertikal kesiler yapılıdır. Piezoelektrik kemik kesileri 3 mm derinliğindedir ve yalnız bukkal kortikal tabaka boyunca ultrasonik enstrüman aracılığıyla yapılmaktadır.⁽⁸¹⁾ Geleneksel kortikotomi yöntemlerine göre piezoinsizyon tekniği minimal invaziv olup, daha az travmatiktir ve hasta başında geçen süre de azalmaktadır. Ayrıca bu yöntemde selektif tünel oluşturma yöntemi kullanılarak sert ve yumuşak doku greftlemelerinin yapılması mümkün olmakta ve böylece dişeti çekilmeleri ve kemik kayıpları engellenebilmektedir.^(28,81)

Keser ve ark.⁽⁸²⁾ tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada, maksiller darlığı ve anterior çapraz kapanışı olan Sınıf III erişkin hastada piezoinsizyon tekniğini uygulanmıştır. Bu teknikte amaçları mikrocerrahi interproksimal kesilerle alveoler bukkal kemiğe ulaşım, oluşan kemik hasarıyla BHF'yi başlatmaktır. Çalışmalarının sonucunda piezoinsizyon yönteminin hızlı diş hareketine neden olan minimal invaziv bir yöntem olduğu ve geleneksel kortikotomi yöntemlerine göre komplikasyon riskinin daha az olduğu rapor edilmiştir.

Aksakallı ve ark.⁽²⁹⁾ tarafından 2015 yılında yapılan ve piezoinsizyon yönteminin etkilerinin incelendiği çalışmada üst premolarlar çekilmiş ve kanin dişinin distalizasyon hızı incelenmiştir. Bu çalışmaya göre piezoinsizyon yöntemi kullanılarak kanin distalizasyon hızının artırıldığı ve bu tekniğin periodontal dokularda herhangi bir problem oluşturmadığı bildirilmiştir.

2.5. Mikroosteoperforasyon Uygulamaları

2.5.1. Mikroosteoperforasyonların Diş Hareket Hızına Olan Etkileri

Travma oluşturmanın en az invaziv yollarından bir tanesi doku cevabının oluşmasının istendiği dişlerin yakınındaki kemik ve mukozada perforasyon oluşturmaktır.⁽⁸³⁾

Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ 2013 senesinde diş hareketi miktarını etkileyen esas faktörün ortodontik kuvvet sırasında ortaya çıkan biyolojik cevap olduğunu savunmuşlardır. Diş hareketinin osteoklastlar tarafından oluşturulan kemik rezorpsiyonunun sonucunda olduğu genel kabul görmektedir.^(21,22) Osteoklast prekürsörlerinin osteoklast hücrelerine dönüşmesini sağlayan faktörlerin diş hareketinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Ortodontik kuvvetlere cevap olarak kemokin ve sitokin gibi enflamatuvar ajanların arttığı pek çok çalışmada rapor edilmiştir.^(84,85) Kemokinler osteoklast prekürsör hücrelerinin aktive olmasında önemli role sahiptir. Sitokinler

direk veya indirek olarak, prostoglandin E2 ve RANK/RANKL yolu boyunca prekürsör osteoklastların matur hale gelmesine neden olmaktadır.^(86,87) Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki alveol kemiğinde uygulanan MOP'lar enflamatuvar mediyatörleri arttırarak osteoklast aktivitesini ve diş hareket miktarını arttırmaktadır.⁽⁶⁰⁾ Teixeira ve ark.⁽⁶⁰⁾ yaptıkları hayvan çalışmalarında, ortodontik diş hareketi sırasında alveol kemiğe uygulanan MOP'ların osteoklast aktivitesini ve ortodontik diş hareketini arttıran enflamatuvar faktörlerin miktarını arttırdığını bulmuşlardır.

İnsanlar üzerinde MOP etkilerini araştıran ilk çalışma Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kanin retraksiyonu oranı MOP uygulanan ve uygulanmayan tarafta karşılaştırılmıştır. Propel Ortodonti (Ossining, NY) tarafından bu amaçla tasarlanan cihazla kaninlerin distaline 3 adet MOP uygulamışlar ve kanin dişi rekrakte etmişlerdir. 28 gün sonra kanin retraksiyonu miktarının, MOP uygulanan tarafta kontrol grubuna göre 2.3 misli arttığını gözlemlemişlerdir.⁽⁸⁾

Cerrahi uygulamaların kemik üzerindeki invaziv etkilerini azaltmak ve MOP yapmak için geliştirilen Propel kullanıma hazır steril olarak temin edilir ve tek kullanımlıktır. Cihazın üzerinde uyumlanabilir derinlik belirleyici kadranı vardır. Derinlik uygulama yapılacak bölgeye göre 0, 3, 5, 7 mm olarak ayarlanabilir. Osteoklast prekürsörlerini arttıran ve osteoklast dönüşümünü başlatan kemokin ve sitokinlerin salınımı da MOP ile önemli miktarda artmaktadır. Bu ürünlerin salınımının, osteoklast aktivitesini arttırması daha hızlı diş hareketine sebep olacağını düşündürmektedir. Araştırmacılar MOP'ların diş hareketini hızlandırmak için etkili, güvenilir ve rahat uygulanabilir bir prosedür olduğunu ve tedavi zamanını %62 azalabileceğini savunmuşlardır.⁽⁸⁾

2.5.2. Mikroosteoperforasyonların Ağrı ve Kök Rezorpsiyonu Üzerine Olan Etkileri

MOP'ların ağrı ve kök rezorpsiyonu üzerine olan etkileri iki temel endişe konusu olmuştur. MOP'lar lokal anestezi altında uygulanmaktadır. MOP uygulanan ve uygulanmayan hastalar karşılaştırıldığında, MOP uygulanmış hastaların ekstra ağrı veya rahatsızlık hissetmedikleri, ağrı kesici ilaçlar ile ilave oral hijyen prosedürlerine gerek duyulmadığı bildirilmiştir.^(8,9)

Eksternal apikal kök rezorpsiyonunun MOP uygulanmasıyla artmadığı bildirilmiştir.^(8,9) Kök rezorpsiyonunun temel nedeninin dişin kemik yoğunluğunun

fazla olduğu bölgeye hareketiyle birlikte, hücretsiz tabakada görülen yüksek stresler olduğu bildirilmiştir.⁽⁸⁸⁾ Bu bölgelerde osteoklatlar PDL ve endosteal yüzeylerin çevresini sarmaktadır. Uzun süren tedavi süreleri nedeniyle osteoklastların uzun süre bu bölgelerde bulunmalarının, sayıca fazla olmalarına göre eksternal kök rezorpsiyonu üzerinde daha etkili olduğu bildirilmektedir.⁽⁸⁸⁾ MOP'lar osteoklast sayısını anlamlı miktarda arttırmaktadır ve bu osteoklastlar PDL yüzeyinden ziyade, komşu endosteal kemik yüzeylerinde görülmektedir. MOP'lar alveol kemik yoğunluğunu azalttığı için hücretsiz tabaka küçülmekte ve kolaylıkla temizlenebilmektedir ve bu sebeple komşu diş köklerindeki uzun süreli osteoklast aktivitesi engellenmiş olmaktadır. Böylece uzun mesefeli diş hareketlerinde bile MOP tedavisinin kök rezorpsiyonu riskini azalttığı rapor edilmiştir.^(8,9)

2.6. Ortodontide Üç Boyutlu Dijital Modelleme

Tanı ve planlama araçlarından biri olan ortodontik modeller, teşhis ve tedavi planlama sorununu çözmeye ilk ve en önemli bilgi kaynaklarıdır. Ortodontik modeller tedavi sürecinde de çok değerli bilgiler aktarmaktadır. Ortodontik alçı modeller klinikte çok fazla yer kaplamaktadır ve günümüzde dijital ortodontik modeller rutin olarak kullanılmaya başlamıştır.⁽⁸⁹⁾

Bilgisayar tabanlı kayıt tutma işlemi birçok ortodontik klinikte rutin bir uygulamadır ve bu şekilde tutulan bu kayıtlar kayıt saklamak için gerekli fiziksel alan ihtiyacını ortadan kaldırmaktadırlar.⁽⁹⁰⁾ Artık bilgisayar tabanlı ortodontik modeller elde etmek de mümkündür ve bu modeller son fiziksel kayıt türü olan alçı modellerin yerini alma potansiyeline sahiptirler.⁽⁹⁰⁾

Dijital ortodontik modellerin avantajları şunlardır:⁽⁹⁰⁾

Muhafaza edilebilirlik: Bilgiler günün her anında erişilebilecek şekilde ofiste yer işgal etmeden saklanabilirler.

Erişim kolaylığı ve çoklu erişim: Dosyalara internet yolu ile hem kolaylıkla erişilebilmekte hem de farklı ortamlardan ulaşılabilir.

Yedekleme: Bilgilerin ayrı data depolarına aktarılmasıyla yapılan yedeklemeler ofis bilgisayarında oluşabilecek herhangi bir sorunda bilgi kaybını önlemektedir.

İletişim: Üç boyutlu (3B) modeller basılabilir, fakslanabilir ve elektronik posta olarak yollanabilir. Böylelikle disiplinler arası tedavi planlamasına olanak tanır.

Kolaylık: Alçı modeller için kullanılan konvansiyonel ölçü metotları ve ısıрма kaydı, dijital model oluşturmak için yeterlidir.

Tanı ve planlama: Firmaların sağladığı ücretsiz yazılımlar ile çekim, seviyeleme, set-up vb. gibi simülasyonlar yapılarak tedavi öngörüsü yapılabilir.

Artan verimlilik: Dijital modeller ve bilgisayar yazılımları ile tanı, tedavi planı ve hasta eğitimi işlemlerinin süreleri kısaltılarak hekimin verimliliği artırılmış olur.

Tasarruf: Dijital modeller, alçı modeller için gerekli saklama maliyetlerinin önüne geçerler ve ofis çalışanlarının alçı model elde etmek ve saklamak için harcadıkları zamandan tasarruf sağlarlar.

Bununla birlikte; doküsal bilgi verememesi, artikülatöre alınamaması, ek ekipman ve ekipmandan anlayan personel gerektirmesi, maliyetli olması gibi çeşitli dezavantajları olduğu da bildirilmiştir.⁽⁹¹⁻⁹³⁾

Ortodontide 3B dijital modelleme alçı modellerin taranması ve direk ağız içi taramalar olmak üzere başlıca iki şekilde yapılmaktadır.

2.6.1 Alçı Modellerin Taranması

Ortodontik klinikte rutin bir uygulamadır. Dijital fotoğrafçılık ve dijital radyografi analog sistemlerin yerini almaktadırlar ve ortodontik kayıtlarda bir norm halini almaya başlamışlardır.⁽⁹⁴⁾ Bu dijital kayıtlar tanı için yeterli veriyi düşük bir maliyetle sağlamaktadırlar. Dijital bir hasta kaydının diğer parçaları bilgisayar tabanlı çizelgeler ve hasta kontrol sistemleridir.⁽⁹⁰⁾ Bilgisayar vasıtasıyla tutulan bu kayıtlar kayıt saklamak için gerekli fiziksel alan ihtiyacını ortadan kaldırmaktadırlar.⁽⁹⁰⁾ Artık bilgisayar tabanlı ortodontik modeller elde etmek de mümkündür ve bu modeller son fiziksel kayıt türü olan alçı modellerin yerini alma potansiyeline sahiptirler.

Alçı modellerin saklanması; zaman, koruma sağlama gibi problemleri beraberinde getiren diğer bir durumdur. Alçı modeller genellikle kendilerini fiziksel ve kimyasal etkilerden koruyacak, ayrıca kolayca erişilebilecek şekilde kutularda saklanırlar.⁽⁹⁵⁾

Yoğun bir ortodontik ofis yılda 200- 300 yeni hastanın tedavisine başlayabilir. ABD’ de 6-10 yıldır çalışan bir ortodontist için senelik başlanan ortalama yeni vaka sayısı 256, aktif tedavi gören hasta sayısının ise ortalama 500 olduğu bildirilmiştir.⁽⁹⁶⁾ Hasta kayıtları en az, tıbbi hizmetlerin kötü uygulanması (malpraktis) davasının zaman aşımı süresi kadar muhafaza edilmelidir. Bu ABD’ de çeşitli eyaletlerde değişmekle beraber 5 ila 15 yıldır.⁽⁹⁷⁾ İngiltere’ de ise modeller de dahil olmak üzere bütün klinik kayıtlar en az 11 yıl veya hasta 18 yaşına geldikten sonra en az 11 yıl saklanmalıdır.⁽⁹⁸⁾ Türkiye Cumhuriyeti’nde ise böyle bir dava için zaman aşımı süresi 5 yıldır.⁽⁹⁹⁾ Bu durumda uzun süreli koruma yalnızca klinik veya akademik gereklilik değil, aynı zamanda yasal bir zorunluluk olmaktadır. Dijital modeller hemen hemen hiç yer kaplamaksızın daha düzenli bir tasnif de sağlamaktadırlar.⁽⁸⁹⁾

Dijital model elde etmek için; internet bağlantısına sahip bir bilgisayar ve modelleri indirmek, görüntülemek ve analizlerini yapmak için bir yazılım gereklidir.⁽⁸⁹⁾

2.6.2 Ağız İçi Tarama

Ağız içi tarama yönteminde dentisyon ağız içi tarayıcılarla direkt olarak taranır ve dijital 3B model elde edilir.⁽⁹³⁾ Böylece alçı model ve konvansiyonel ölçüye gerek kalmaz. Bu yöntemin bulantı refleksine sahip olan ve aspirasyon riskinin yüksek olduğu dudak damak yarıklı bireylerde avantajlı olduğu bildirilmiştir.⁽¹⁰⁰⁾ Lazer tarayıcılar dentisyon ve oklüzyonun 3B yapısının oluşturulmasında yeterli güvenilirliği ve hassasiyeti sağlarlar.^(101,102) Ağız içi lazer taraması ile 3B dijital modellerin oluşturulması, dokular üzerine gönderilen lazer ışını yansımalarının dijital kameralar ile kaydedilmesine dayanır. Işığa ve metal objelere karşı hassas olması, işlem esnasında hastanın hareket etmesi olasılığına bağlı olarak uygulaması zor olabilmesi dezavantajlarıdır. Ayrıca gözler için zararlı olduğundan dikkatli kullanılması tavsiye edilmektedir.⁽¹⁰³⁾

2.6.3 Dijital Modellerde Çakıştırma

Ortodonti pratiğinde başarılı tedavi sonuçları elde etmek için, kapsamlı bir tanı ve tedavi planı yapmak zorunludur.⁽¹⁰⁴⁾ Alçı modellerin bozulmaya, kırılmaya ve kaybolmaya yatkın olması gibi dezavantajları vardır.⁽¹⁰⁵⁾ 3B sefalometrik filmler ve 3B dijital fotoğrafların kullanımına paralel olarak, dijital modellerin popülaritesi de artmıştır. Son yıllarda modelleri dijitalize eden, doğrusal ve açısal ölçümler için yazılım programları öneren çok sayıda şirket bulunmaktadır.⁽¹⁰⁶⁾

Molar ilişkiyi ve çapraşıklık düzeltmek için çeşitli apareyler ile molar distalizasyonu sıklıkla uygulanmaktadır.^(107,108) Bu apareylerin etkinliğini değerlendirmek için seri sefalometrik röntgenler ile çalışma modellerinin fotoğraf ve fotokopilerinin karşılaştırılması bazı çalışmalarda kullanılmıştır.^(108,109) Tedavi öncesi ve sonrası dişlerin 3B hareketini değerlendirmek amacıyla alınan seri dijital modellerin karşılaştırılması yöntemi ise son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır.⁽¹¹⁰⁾ Diş hareketinin 3B haritasını çıkarabilmek için ise seri dijital modellerin değişmez ve belirlenebilir referans noktaları veya çizgileri üzerinde doğru ve güvenilir bir şekilde karşılaştırılması önem taşımaktadır.⁽¹¹¹⁾ Bu amaçla palatal rukanın referans noktası olarak kullanımının seri modellerde çalışırken uygun bir karşılaştırma noktası olduğu rapor edilmiştir.^(109,112) Palatal rukanın prenatal dönemin 12. ve 14. haftalarında şekillenerek oluştuğu ve insan hayatı boyunca da oldukça stabil kaldığı bildirilmektedir.⁽¹¹³⁾ Fakat araştırmacılardan bazıları bu yapının stabil olarak kalmadığını ve güvenilir olmadığını bildirmişlerdir.^(114,115)

Jang ve ark.⁽¹¹²⁾ tarafından dental modellerin karşılaştırılmasında referans yapı olarak kullanılabilen palatal rukanın stabilitesini ölçmek ve ortodontik diş hareketlerini değerlendirmek amaçlı yapılan çalışmada, maksiller dijital dental modellerde iki farklı 3B karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapmak için kullandıkları yöntemlerden biri ankraj amaçlı kullandıkları palatal mini vidalar olmuşken, diğeri palatal rugalardır. Çalışmanın sonucunda 2 yöntem arasında fark bulunamamış ve maksiller 3B dijital modellerin referans yapı olarak üçüncü palatal rukanın medial sonlanma noktaları ve palatal kubbe kullanılarak güvenli bir şekilde karşılaştırılabileceği ve böylece ortodontik diş hareketinin ölçülebileceği rapor edilmiştir.

Seri 3B dijital modellerin yüzeylerin birebir karşılaştırılmasını içeren ve 'best-fit' denilen yüzey tabanlı karşılaştırma yöntemi de son zamanlarda kullanılmaktadır. Maksillada referans olarak sadece birkaç ruga noktası değil, rugaları da içeren damak kubbesinin tamamının kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemle maksiller modellerin eş damak kubbeleri üzerinde best-fit matematiksel yöntemle karşılaştırılmasının oldukça hatasız sonuçlar verdiği ve diş hareketinin 3B değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir.^(116,117) Ortodontik diş hareket miktarının değerlendirilmesinde, best-fit yöntem kullanılarak yapılan 3B dijital modellerin karşılaştırmasının, sefalometrik karşılaştırma kadar güvenilir olduğu da gösterilmiştir.⁽¹¹⁸⁾ Li ve ark.⁽¹¹⁹⁾ yaptıkları split-

mouth çalışmalarında maksiller kanin retraksiyonu ölçmek için 3B dijital model akıştırması yapmışlardır ve akıştırmayı best-fit yöntem kullanarak palatal ruga bölgesinde tedaviyle en az değiştiği belirlenen yüzeyler üzerinde yapmışlardır. alışmalarının sonucunda kanin dişin hareketinin değerlendirilmesi için kullandıkları bu yöntemin, 3B diş hareketlerinin ölümünde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Bireyler ve Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Bu çalışmaya Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı kliniğine tedavi olmak üzere başvurmuş, iskeletsel Sınıf I dişsel Angle Sınıf II molar ve kanin ilişkisi olan ve servikal headgear kullanımı ile distalizasyon yapılması uygun olan 20 hasta dahil edilmiştir. Ancak çalışma grubundaki hastalardan 3 tanesi headgear kullanımı hususunda yeterli kooperasyon göstermediği için sonradan çalışma grubundan çıkarılmıştır. Çalışmaya dahil edilecek hasta ve diş sayısı belirlenirken istatistiksel güç analiz hesaplamasına göre %5 yanılma düzeyinde ve %80'nin üzerinde güç değerinin sağlanabilmesi için çalışma 17 hastayla ve 34 molar diş üzerinde sürdürülmüştür. (G power 3.1.9.2).

Bu tez çalışması için Antalya Eğitim Araştırma Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 11.09.2014 tarih ve 46/11 sayılı karar ile izin alınmıştır (Karar No:46/11). Tüm hastalara ve velilerine araştırma hakkında detaylı bilgi verilmiş ve tamamından aydınlatılmış onam alınmıştır.

Yarım çene (split-mouth) olarak yürütülen çalışmamızda Propel ile MOP uygulanacak taraflar ile uygulanmayacak taraflar sağ veya sol olmak üzere çalışmamızın başında randomize olarak seçilmiştir. Randomizasyon hastaların kliniğe tedavi olmak için başvurdukları sıraya göre yapılmıştır.

Hastaların çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri şu şekildedir:

Dahil edilme kriterleri:

- 1) Angle sınıflamasına göre, iskeletsel Sınıf I ($ANB \leq 4 < 0$) ve en az başabaş bilateral Sınıf II molar ilişkiye sahip olması
- 2) Normal veya artmış overbite
- 3) Normal veya düşük vertikal büyüme paternine sahip olması ($Sn-GoGn \leq 38^\circ$)
- 4) Ağız hijyeninin iyi olması
- 5) Sistemik hastalığa sahip olmaması
- 6) Diş hareket hızı üzerinde etkisi olabilecek herhangi bir ilaç kullanmıyor olması
- 7) Servikal headgear kullanmayı kabul etmesi

Dahil edilmeme kriterleri:

- 1) Nörolojik, mental, sistemik ve genetik hastalığı olan veya şiddetli fiziksel sakatlığı bulunan bireyler
- 2) Kronik olarak non steroid anti enflamatuvar ve steroid kullanan hastalar
- 3) Obezite gibi metabolik hastalığı olanlar
- 4) Bifosfonatlarla tedavi edilen hastalar
- 5) Ağız hijyeni kötü olan hastalar

Tablo 3.1 Kız ve erkek hastaların yaş ortalaması ve standart sapma değerleri

Kız	Erkek	Ortalama Yaş (Yıl) ± Sd	Minimum	Maksimum
11	6	12,17±1,38	10.09	15.98

Sd: Standart sapma

Hastaların tedavi başlangıcındaki ortalama yaşları 12,17±1,38 yıldır (Tablo 3.1). Kızların yaş ortalaması 12,13±1,61 iken erkeklerin yaş ortalaması 12,25±0,84'tür. Tedavi başlangıcında tüm bireylerin standart koşullarda lateral sefalogramları, panoramik filmleri alınmış, dijital ortodontik modelleri ağız içi taramayla elde edilmiş, ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları çekilmiş, sefalometrik film analizleri ve model analizleri yapılmıştır.

Çalışmamızın materyalini; hastaların molar distalizasyonundan hemen önce alınan 3B dijital modelleri (T0) ile distalizasyon bitiminde (T1) alınan 3B dijital modelleri oluşturmuştur. 3 hasta kooperasyon yetersizliği nedeniyle çalışmadan çıkarılmıştır ve 17 hasta ile çalışmaya devam edilmiştir. Bu hastaların sağ ve sol tarafları kullanılarak 34 taraf değerlendirmeye alınmıştır. Hastalardan elde edilen 3B modeller ve panoramik filmler üzerinde molar dişe ait ölçümler, sefalometrik filmler üzerinde ise kraniyofasiyal ve dentoalveolar ölçümler yapılmıştır.

3.2. Mikroosteoperforasyon Yapan Cihazın Özellikleri

Çalışmamızda Propel (Propel Orthodontics, Ossining, New York, ABD.) isimli aygıt kullanılmıştır. Propel 'alveosentez' prosedürünü uygulamak için dizayn edilmiştir. Alveosentez MOP'lar yapmak üzere yeni geliştirilen bir tekniktir. Propel aygıtı FDA

(Food and Drug Administration) onaylı, Sınıf 1 medikal bir aygıttır (Şekil 3.1). Bu cihazın ortodontik mini vida gibi görünen paslanmaz çelik yapıda en ön kısmı patentlidir ve keratenize gingiva ve hareketli mukoza üzerinden alveol kemiğin atravmatik bir şekilde perforasyonuna olanak vermektedir (Şekil 3.2). Propel'in uygulama ucu organik elektroparlatma işleminden dolayı keskinliğini korumaktadır. Diğer döner aletlerin aksine Propel'in yumuşak doku üzerindeki etkisi çok az olduğu bildirilmiştir.⁽¹²⁰⁾ Bu cihaz diş hareketini hızlandırmak için doku remodelingi yapan ve cerrahi olarak flep operasyonu gerektirmeyen, hem sabit hem hareketli doku üzerinden diş kökleri arasına 1.5 mm çapında ve 3, 5 ve 7 mm derinliğinde MOP'lar yapılmasını sağlayan New York Üniversitesi Ortodonti Departmanında 2011 yılında geliştirilen bir cihazdır. İstenilen derinliğe ulaşıldığında kırmızı LED ışık yanarak uygulamayı yapan klinisyeni uyarılmaktadır (Şekil 3.3). Belirlenen derinlikte uygulanan MOP'lar kortikal kemikten medüller kemiğe ulaşmakta ve burada enflamatuvar mediyatörleri arttırmaktadır.⁽⁸⁾ Cihazın remodeling prosesini sağlarken yumuşak doku hasarına neden olmadığı bildirilmiştir.⁽⁸⁾



Şekil 3.1 Propel aygıtı ve parçalarının özellikleri⁽⁸⁾



Şekil 3.2 Propel ile mikroosteoperforasyon oluşturulması



Şekil 3.3 Derinlik belirleyici LED ışık

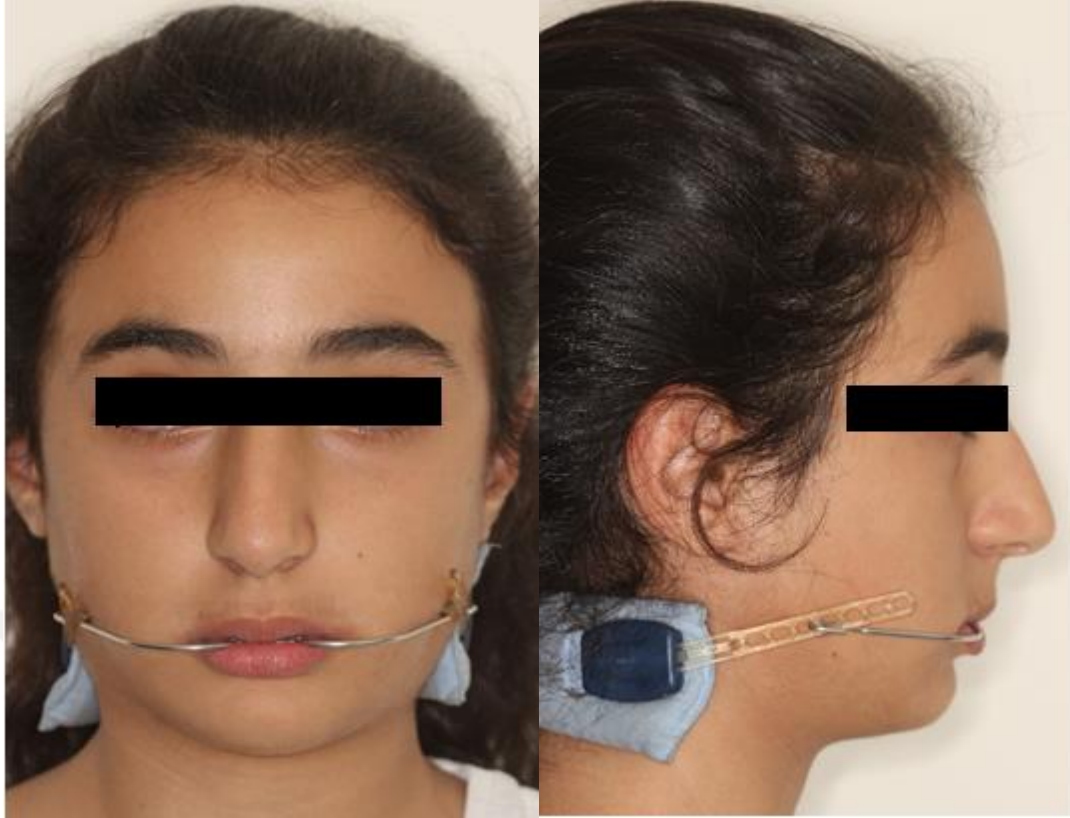
3.3. Tedavi Protokolü

Molar ilişkileri her 2 tarafta da en az yarım ünite Sınıf II olan 17 hastada yarım çene (split-mouth) dizaynda çalışılmıştır. 12 hasta sağ ve sol başabaş Sınıf II iken bir tane hasta sağ ve solda tam ünite Sınıf II molar ilişkiye sahiptir. Kalan 4 hastanın sağ ve sol molar Sınıf II miktarları arasında 1mm'lik fark vardır. Başlangıçta dahil edilme kriterlerini sağlayan 20 hastadan tam ünite Sınıf II molar ilişkiye sahip bir hasta ve yarım ünite Sınıf II molar ilişkiye sahip olan 2 hasta kooperasyon eksikliği nedeniyle

çalışmadan çıkarılmıştır. Dahil edilme kriterlerini sağlamış olan hastalara randomizasyon sonucu belirlenmiş olan tarafta (sağ veya sol) aynı seansta MOP'lar yapılmıştır. Propel ile MOP'ların yapıldığı taraf çalışma (MOP) grubu olarak adlandırılırken diğer taraf ise kontrol grubu olarak adlandırılmıştır. MOP'ların yapıldığı tarafın randomizasyon sonucu sağ veya sol tarafta uygulanmasındaki amaç habituel oklüzyondaki çiğneme kuvvetlerinin bir tarafta daha yoğun olma olasılığından dolayı, istenmeyen oklüzal kuvvetlerin etkilerini elimine etmektir.

Hastalara MOP'ların yapıldığı seansta molar distalizasyonu için hastaların üst birinci molar dişlerine yardımcı tüpleri olan 0.022 inç molar bantları (American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, ABD) uygulanarak servikal headgear (American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, ABD) takılmıştır. Tedavide kullanılan headgear arkının iç kolu üst 1. molar dişlere molar bantlarından uygulanmıştır. Bu kol molar bantlarından 10 mm uzaktan geçecek şekilde oklüzal düzleme paralel olarak konumlandırılmıştır. İç kolun ön kısmının üst keser dişlerden yaklaşık 3-4 mm uzaktan geçmesi sağlanmıştır. Arkın dış ve iç kolları arasında 20°'lik bir açı olacak şekilde dış kollar yukarıya doğru bükülmüştür. Böylece dişin kronunun distal yöndeki hareketi sırasında köklerin de bu hareketi takip etmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. İkinci molar dişleri sürmemiş hastalarda her bir tarafa 450 g kuvvet uygulanmıştır. İkinci molar dişleri sürmüş olan hastalarda her bir tarafta 650 g kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet miktarları kuvvet ölçer (Somfy Tec, Cluses, Fransa) ile ölçülmüştür. Molar distalizasyonu aşamasında distalizasyon sonuna kadar hastalar ayda bir kez kontrol edilmiştir. Her bir hastada MOP ve kontrol grupları randomize bir şekilde seçilmiştir. MOP'ların uygulanacağı alana lokal anestezi (Ultracain DS forte ampul 2 mL) uygulanmıştır. Anestezi uygulanmasının öncesinde hastalardan klorheksidinli gargara ile 1 dk boyunca ağızlarını çalkalamaları istenmiştir. Propel cihazıyla, dişeti üzerinden ve köklere yakın olması amacıyla mukogingival birleşim hattının 1 mm altında olacak şekilde birinci molar dişlerin mezialine 1 adet ve distaline 2 adet olmak üzere MOP'lar uygulanmıştır. Hastalardan flep kaldırılmamıştır. Her bir perforasyon 1.5 mm çapında ve 5 mm derinliktedir. Oluşturulan perforasyonlar veya kemik yaralanması Bölgesel Hızlandırıcı Fenomen (BHF) olarak bilinen geçici bir demineralizasyon sürecinden sorumludur⁽²⁹⁾ ve bu fenomenin hızlı diş hareketine neden olduğu bildirilmektedir.^(63,121) BHF'nin etkisinin azalarak yaklaşık olarak 4 ay devam ettiği rapor edilmiştir.^(122,123) Propel cihazı ile ilgili bir çalışmaya göre,⁽¹²⁴⁾ istenilen sonuca

ulaşılincaya kadar 8 veya 12 hafta boyunca yenilenmesi önerildiğinden her örnekte 8 haftada bir ve distalizasyon süresi boyunca en az 2 kere yenilenmiştir. Her hastanın molar distalizasyon süreleri farklı olduğu için MOP'lar 4 hastada 2 kere, 7 hastada 3 kere, 6 hastada 4 kere yenilenmiştir. Hastalara ağız dışı apareyini günde en az 16 saat kullanmaları söylenmiştir. Hastalarda tek tarafta (sağ veya sol) MOP'lar oluşturulmuş diğer tarafta herhangi bir işlem yapılmamıştır. Tedavinin sonunda molar ilişkilerin her iki tarafta da Sınıf I ilişkide olması hedeflenmiştir ve diş hareketinin yavaş olduğu tarafta da Sınıf I ilişkiye ulaştığında distalizasyonun sonlandırılması planlanmıştır. 15 hastada bir tarafta Sınıf I ilişkiye ulaşıldığında diğer tarafta süper Sınıf I ilişki oluşmuştur. İki hastada ise bir tarafta süper Sınıf I ilişki diğer tarafta ise Sınıf III molar ilişkisi oluşmuştur. Distalizasyon sonucunda molar dişlerde oluşan devrilmeden dolayı süper Sınıf I ilişki ve Sınıf III ilişki oluşan taraflarda nüks olacağı, Sınıf I molar ilişki sağlanan tarafta ise tüberkül-fossa ilişkisinden dolayı relaps oranının az olacağı düşünülmüştür. Hastaların sabit tedavi aşamasından sonra her iki tarafın da Sınıf I ilişkide bitirilmesi planlanmıştır. Her hastada sağ ve sol molar dişler bağımsız birer örnek kabul edilmiştir ve böylece çalışmanın sonuçlarında metabolik farklılıklardan kaynaklanacak olan yanıtıcı sonuçların elimine edileceği düşünülmüştür. Hastalara uygulanan MOP'lardan sonra hastalarda çok az rahatsızlık hissi olmuştur. Hastalara ağrı kesici veya herhangi bir antibiyotik kullanmamaları bildirilmiştir. Hastalar 1 ay sonra kontrol için çağırıldıklarında ilk 7 gün ve ilk 1 ay süresince ağrı hissedip hissetmedikleri sorulmuştur. İlk bir hafta hem MOP hem de kontrol taraflarında hafif düzeyde ağrı hissettiklerini ve daha sona ağrı hissetmediklerini belirtmişlerdir.



Şekil 3.4 Servikal headgear kullanan hastanın cepheden ve profilden görüntüsü

3.3.1. Diş Hareket Miktarı ve Yönünün Üç Boyutlu Olarak Ölçülmesi

Molar dişin distal hareket miktarını hesaplamak için 3Shape TRIOS® R700 (3Shape Inc. Copenhagen, Danimarka) cihazı ile yapılan ağız içi taramalar kullanılmıştır. Ağız içi taramalar, molar distalizasyonuna başlamadan hemen önce (T0) ve molar distalizasyonu bittikten sonra (T1) aynı kişi tarafından yapılmıştır.

Çakıştırılacak modellerden ilk seçilen model referans model, diğeri ise karşılaştırılan model olarak adlandırılmıştır. Çakıştırma yapılmadan önce ilk olarak seçilmiş referans model üzerinde aks belirlenmiştir. Aks belirlenirken insiziv papilla üzerinde en belirgin nokta seçilmiştir. Bu işlemden sonra karşılaştırma yapılacak model seçilmiştir. Çakıştırmayı sağlayan bilgisayar yazılımı tarafından (Ortho Analyzer Software-3Shape) palatal yüzey üzerinde 3 farklı çakıştırma şekli sunulmaktadır. Bunlar;

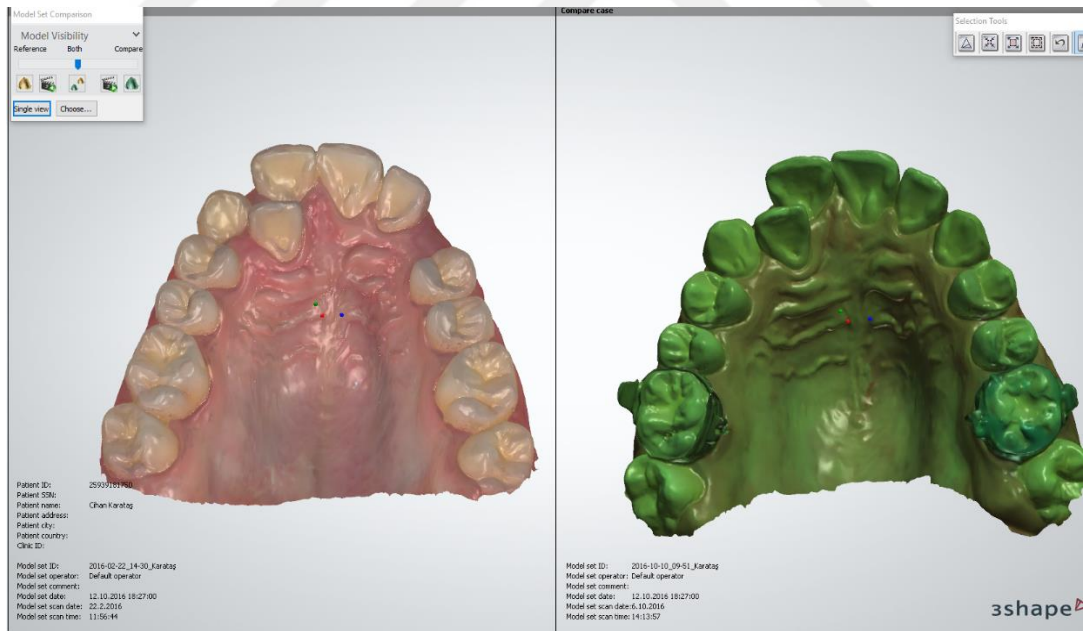
- Tek nokta seçimi ile çakıştırma
- Üç nokta seçimi ile çakıştırma^(125,126)
- Üç nokta ve yüzey seçimi ile çakıştırmadır.⁽¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾

Bizim çalışmamızda diğer iki seçeneğe kıyasla daha iyi yüzey eşleştirmesine olanak sağlayan üç nokta ve yüzey seçimi ile çakıştırma şekli tercih edilmiştir.⁽¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾ Bu yöntemle maksillada referans olarak sadece birkaç ruga noktası değil, rugaları da içeren damak kubbesi kullanılabilir (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). İki yüzey arasındaki en kısa mesafe, bilgisayar yazılım programında (Ortho Analyzer) matematiksel algoritmalarla en aza indirilerek best-fit yöntemle denkleştirilmiştir (Şekil 3.7).

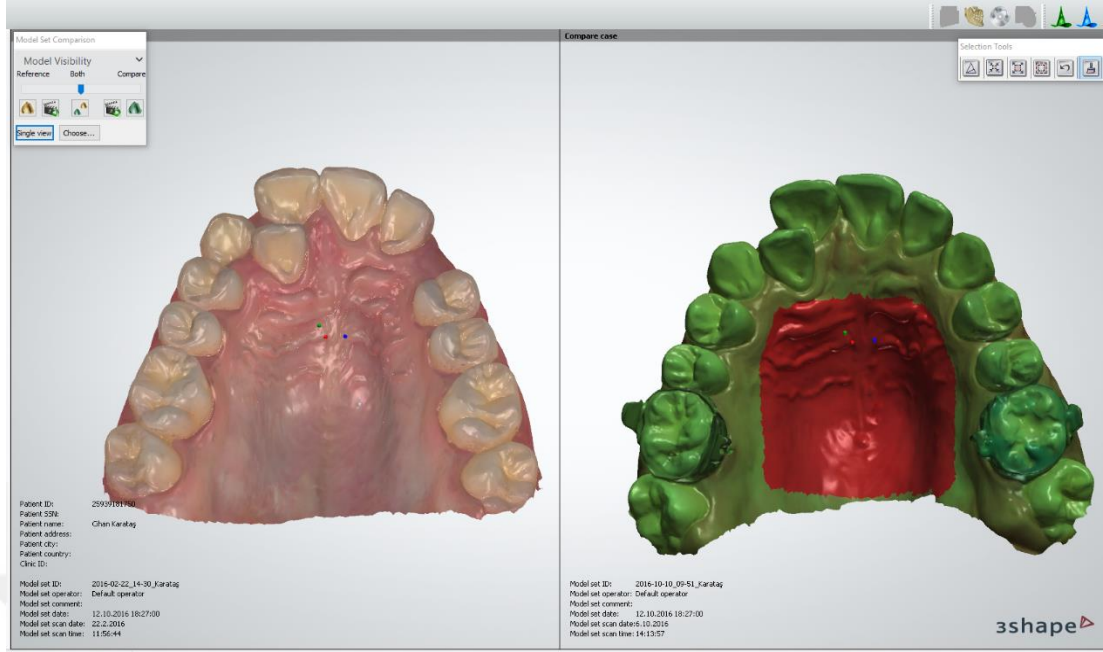
Molarlar üzerinde 3 farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler;

- Molar distalizasyon miktarı
- Molar rotasyon açısı
- Molar devrilme açısıdır.

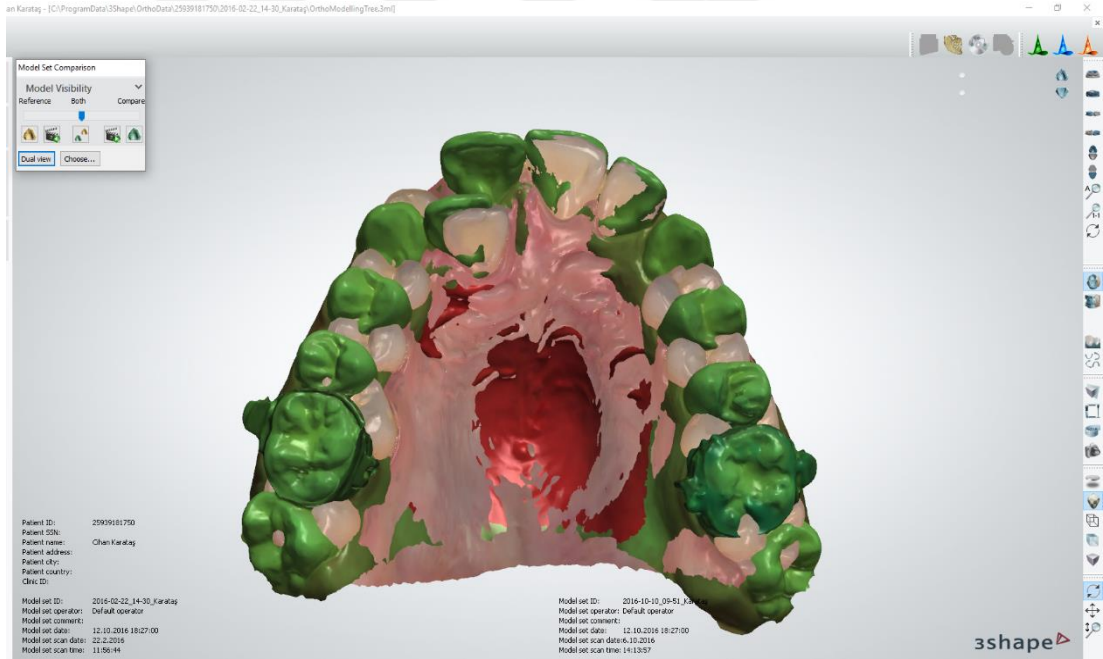
Bu ölçümlerden molar distalizasyon miktarı ve molar rotasyon açısı çakıştırma işleminden sonra 3B dijital modeller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Devrilme açısı ise panoramik filmler üzerinden ölçülmüştür.



Şekil 3.5 Referans ve karşılaştırma modellerinin seçilmesi ve palatal ruga bölgesi üzerinde medialde 3 nokta (sağ ve sol üçüncü palatal ruganın medialleri) işaretlenmesi

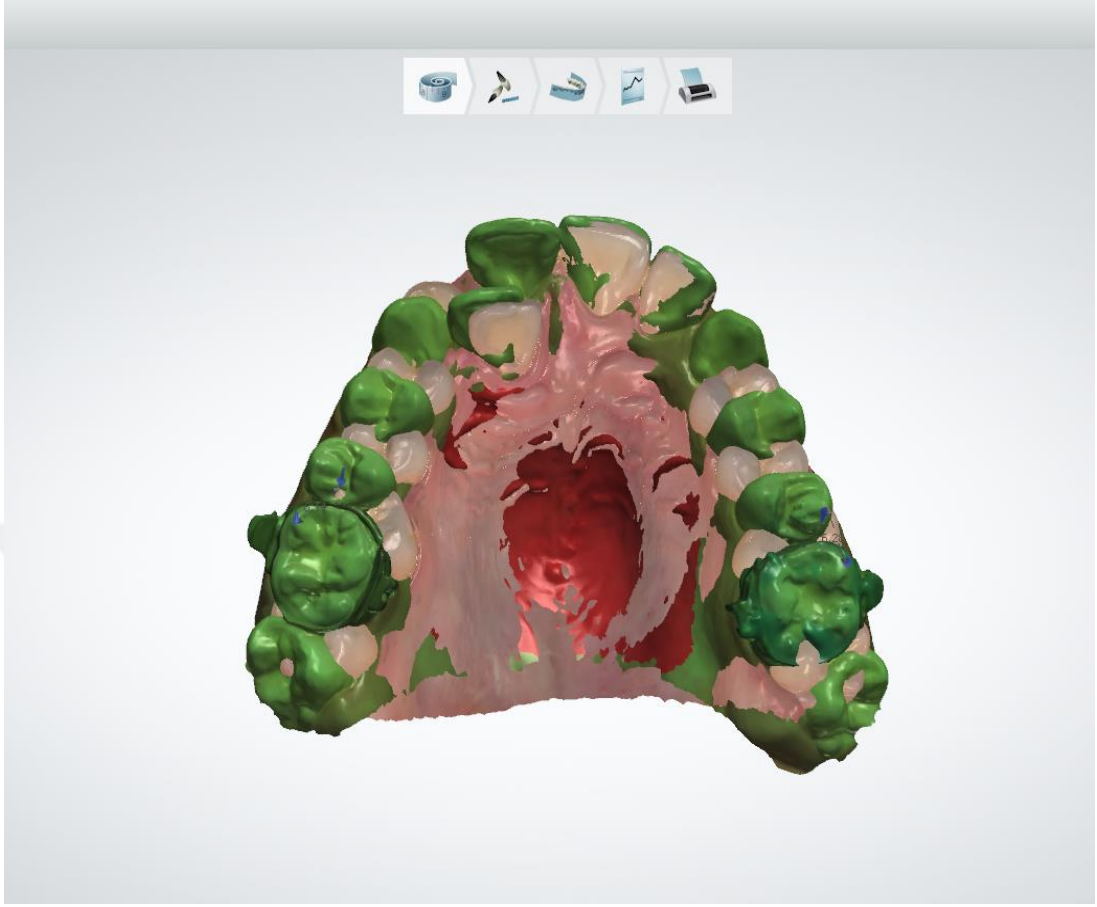


Şekil 3.6 Palatal ruga bölgesi üzerinde medialde 3 nokta (sağ ve sol üçüncü palatal ruganın medialleri) işaretlenmesinin hemen ardından palatal yüzeyin seçilmesi

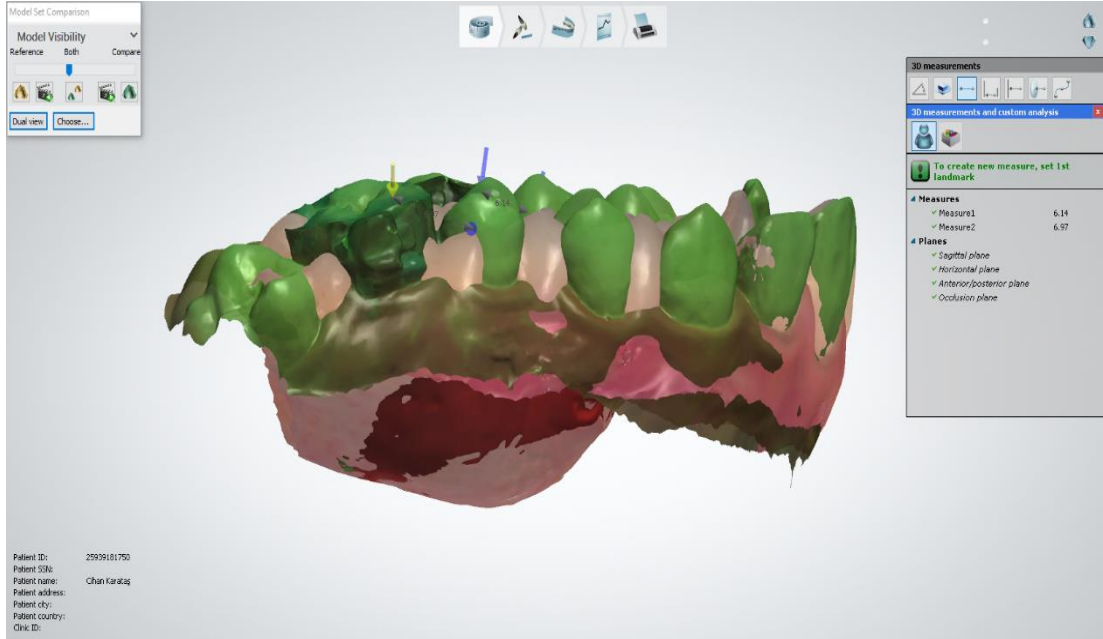


Şekil 3.7 Modellerin seçilmiş noktalar ve yüzey üzerinde karşılaştırılması-tek görüntü

Molar distalizasyonunu ölçümünde, karşılaştırılan modellerde molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepeleri arasındaki mesafe farkı her segment için hesaplanarak taraflara göre 3B diş hareket miktarı ölçülmüştür (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Tüberkül tepesi aşınmış dişlerde tüberkül tepesindeki en sivri nokta işaretlenmiş ve karşılaştırılan her iki modelde de aynı noktanın seçilmesine dikkat edilmiştir.

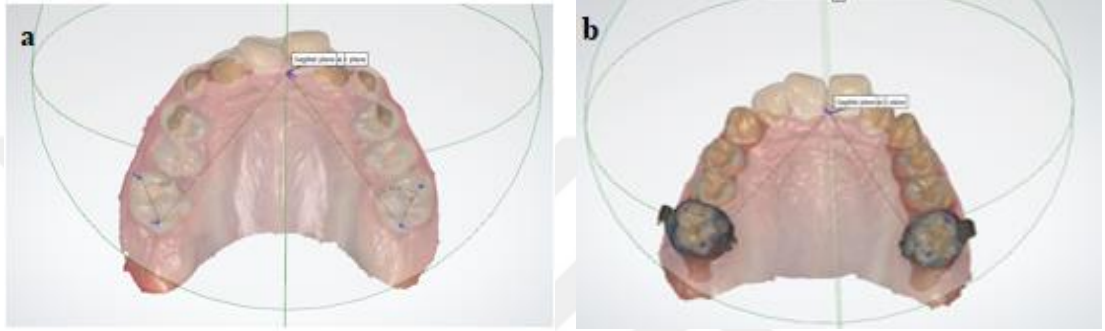


Şekil 3.8 Çakıştırılmış modeller üzerinde molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepelerinin işaretlenmesi ve iki nokta arası mesafenin ölçülmesi-oklüzal görüntü



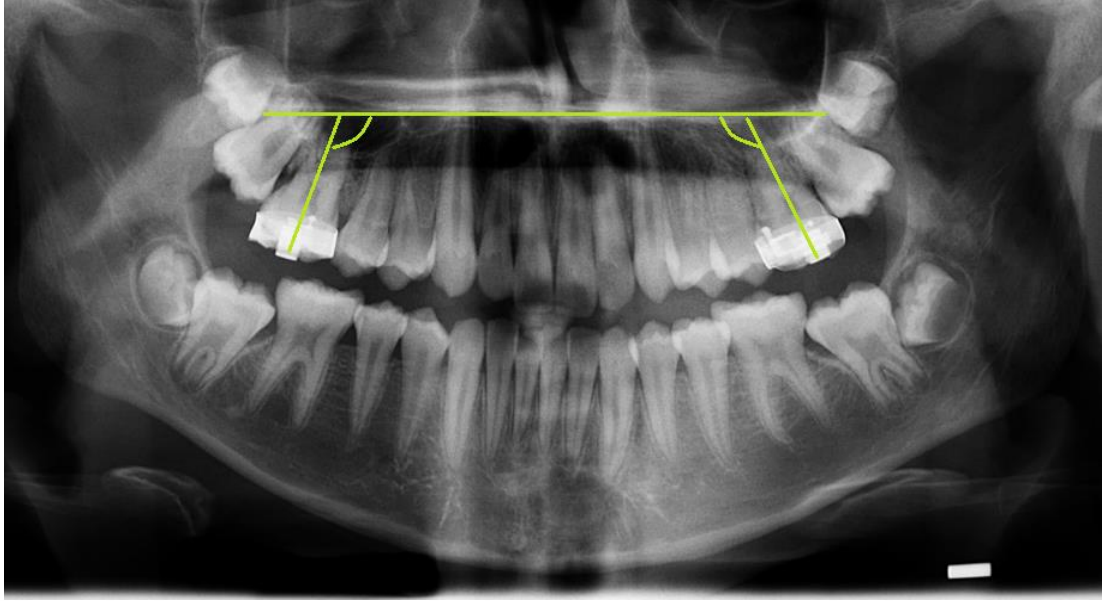
Şekil 3.9 Çakıştırılmış modeller üzerinde molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepelerinin işaretlenmesi ve iki nokta arası mesafenin ölçülmesi- lateral görüntü

Molar dişlerin rotasyon açıları, ikincil olarak ölçülmüştür. Hastalarda molar dişlerin rotasyon açıları da başlangıçta ve distalizasyon sonrası alınan referans ve çalışma modellerinden sağ ve sol taraf için ayrı ayrı ölçülmüştür. Bu işlemde molar dişlerin mesiobukkal ve distopalatal tüberkülleri ile insiziv papilla üzerindeki en belirgin noktalar seçilmiştir. Daha sonra molar dişlerin mesiobukkal ve distopalatal tüberkülleri arasındaki doğru ile distopalatal tüberkül ve insiziv papilla arasında çizilen doğru arasındaki açı program tarafından ölçülerek rotasyon miktarları distalizasyon öncesinde ve sonrasında hesaplanmıştır.⁽¹⁰⁸⁾ (Şekil 3.10).

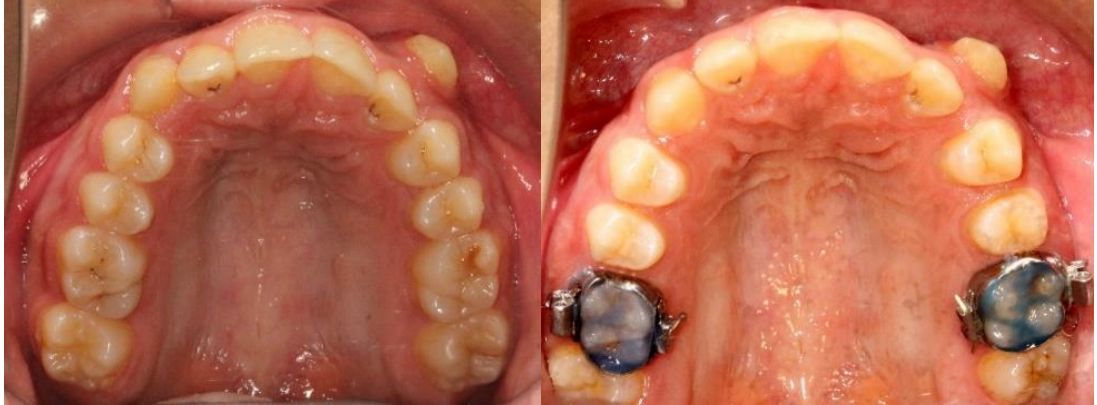


Şekil 3.10 a) referans model üzerinde sağ ve sol molar rotasyonunun belirlenmesi **b)** çalışma modeli üzerinde sağ ve sol molar rotasyonunun belirlenmesi

Molar dişlerdeki devrilme açısı, hastaların sağ ve sol tarafından tedavi başında ve distalizasyon sonunda alınan standart panoramik filmler (Planmeca Romexis, 2011 CC ProOne Pan/Ceph X-Ray, Helsinki, Finlandiya) üzerinden ölçülmüştür. Çalışmamızda 16 ve 26 nolu dişlerin angulasyonlarının 3B olarak ölçülmemesinin nedeni ise 3B dijital modellerde köklerin görüntüsünün olmaması ve kuron kısmında bulunan molar bantlarının dişin uzun aksını belirlemeyi zorlaştırmasındandır. Tedavinin başında (T0) ve molar distalizasyonunun sona erdiği seans (T1) hastadan alınmış olan panoramik filmlerde sert damak görüntüsü üzerinden geçen horizontal düzlem (palatal düzlem) belirlenmiştir. Çalışmamızda maksiller molar dişlerin angulasyonları ölçülürken dişlerin trifurkasyon bölgesinden geçecek şekilde oluşturulan uzun aksının palatal düzlem ile mezial tarafta yapmış oldukları açılara bakılmış ve tedavi öncesiyle sonrası arasındaki fark devrilme açısı olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.11). Tedavi başında alınan panoramik filmlerde her hastanın sağ ve sol tarafında 20 yaş dişlerinin mevcut olduğu fakat ağız içerisinde görünmedikleri saptanmıştır.



Şekil 3.11 Panoramik film üzerinde molar dişlerin uzun eksenini ile horizontal düzlem arasındaki açıların belirlenmesi



Şekil 3.12 Sağ tarafta MOP'ların uygulandığı bir hastadan çalışma boyunca alınmış ağız içi fotoğraflar



Şekil 3.13 Sol tarafta MOP'ların uygulandığı bir hastadan çalışma boyunca alınmış ağız içi fotoğraflar

3.3.2. Sefalometrik Film Analizleri

Çalışmamızda Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda bulunan, sefalometrik film cihazı (Planmeca 2011 CC ProOne Pan/Ceph X-Ray, Helsinki, Finlandiya) ile çekilmiş dijital lateral sefalometrik film kayıtları kullanılmıştır. Sefalometrik film analizleri, Dolphin Imaging 11.8 (Patterson Dental Supply, Chatsworth, ABD) bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Noktaları

Sella (S): Sfenoid kemikte yer alan Sella Tursica'nın geometrik orta noktasıdır.

Nazyon (N): Frontonazal suturen orta oksal düzlemle kesiştiği en ileri noktadır.

Anatomik Poryon (Po): Sağ ve sol dış kulak yollarının oluşturduğu ovoid görüntülerin en üst noktalarının orta kesişim noktasıdır.

Orbita (Or): Sağ ve sol infraorbital marjinlerin en derin kısımlarının orta kesişim noktasıdır.

Spina Nasalis Anterior (ANS): Sert damağın en ön ve premaksillanın midsagittal düzlemdeki en uç noktasıdır.

Spina Nasalis Posterior (PNS): Sagittal düzlemde sert damağın en arka ve orta noktasıdır.

A Noktası (A): Sagittal düzlemde maksilla ön yüzeyinde, spina nazalis anterior ile prosthion arasındaki içbükeyliğin en derin noktasıdır.

B Noktası (B): Sagittal düzlemde mandibulada infradentale ile pogonyon arasındaki içbükeyliğin en derin noktasıdır.

Pogonyon (Pg): Alt çene simfizi dış konturu üzerinde yer alan en ileri noktadır.

Menton (Me): Mandibular simfizin en alt noktasıdır.

Gnatyon (Gn): Me ve Pg noktalarının arasında kalan mandibular simfiz bölgesinin orta noktasıdır.

Gonyon (Go): Ramus mandibulanın arka kenarına çizilen teğet ile corpus mandibulanın alt kenarına çizilen teğetin kesişme noktasıdır.

Üst kesici apeksi (aU1): En protrüziv konumdaki üst santral kesici dişin apeks noktasıdır.

Üst kesici kenarı (iU1): En protrüziv konumdaki üst santral kesici dişin insizal kenarının orta noktasıdır.

Alt kesici apeksi (aL1): En protrüziv konumdaki alt santral kesici dişin apeks noktasıdır.

Alt kesici kenarı: (iL1): En protrüziv konumdaki alt santral kesici dişin insizal kenarının orta noktasıdır.

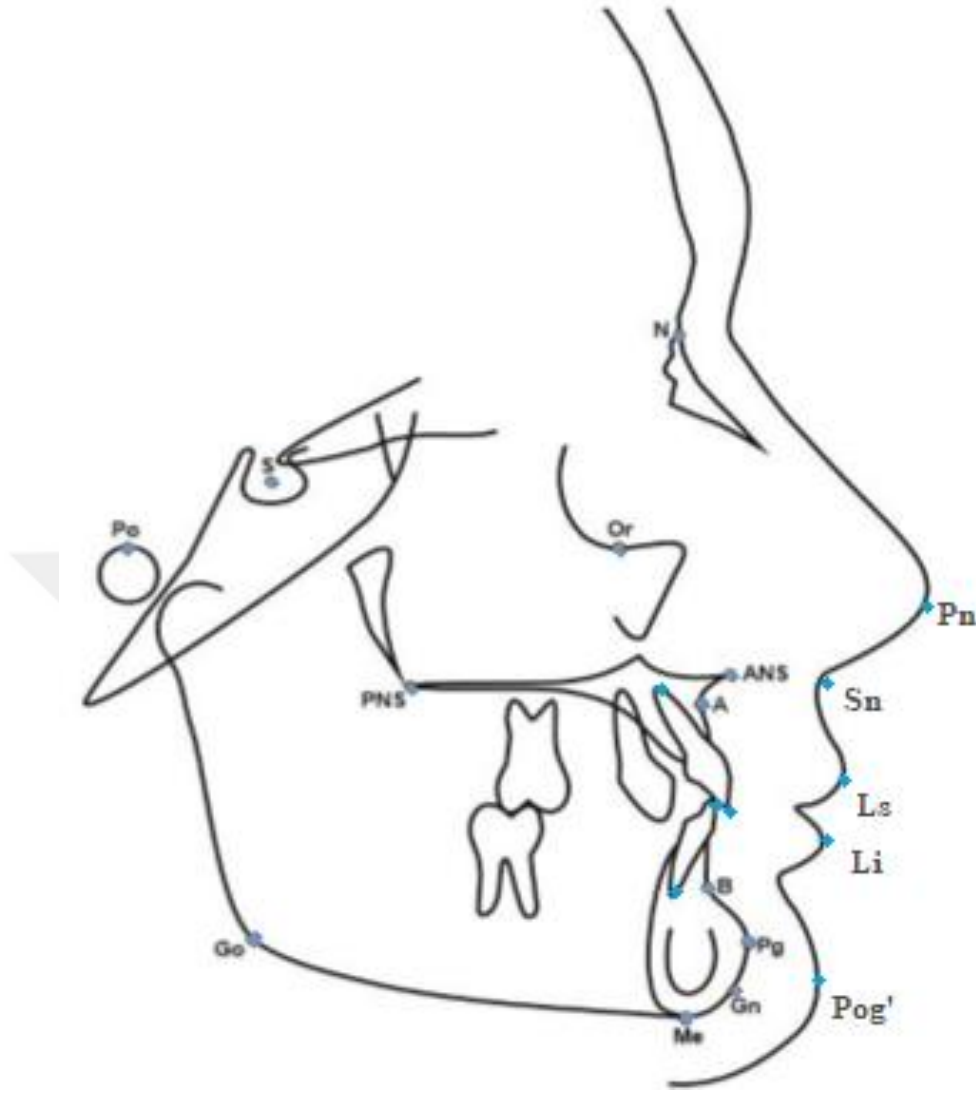
Pronazale (Pn): Burnun sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

Subnazale (Sn): Burun ile üst dudağın birleşme noktasıdır.

Labiale Süperior Noktası (Ls): Üst dudak marjininin sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

Labiale İnférieur Noktası (Li): Alt dudak marjininin sagittal düzlem üzerindeki en ileri noktasıdır.

Yumuşak Doku Pogonyon (Pg): Yumuşak doku çene ucunun sagittal düzlemde en ileri noktasıdır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan referans noktaları

Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Düzlemleri

Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan düzlemler aşağıdaki gibidir:

Sella-Nazyon düzlemi (SN): Sella ve Nazyon noktalarından geçen düzlemdir.

Nazyon-A doğrusu (NA): Nazyon ve A noktaları arasında çizilen doğrudur.

Nazyon-B doğrusu (NB): Nazyon ve B noktaları arasında çizilen doğrudur.

Palatal düzlem (PP): ANS ve PNS noktalarından geçen düzlemdir.

Oklüzal düzlem (OccP): Alt ve üst molarların tüberküllerinin kapanış fazlalığının ortası ile alt-üst kesici dişlerin kapanış fazlalığının ortasını birleştiren düzlemdir.

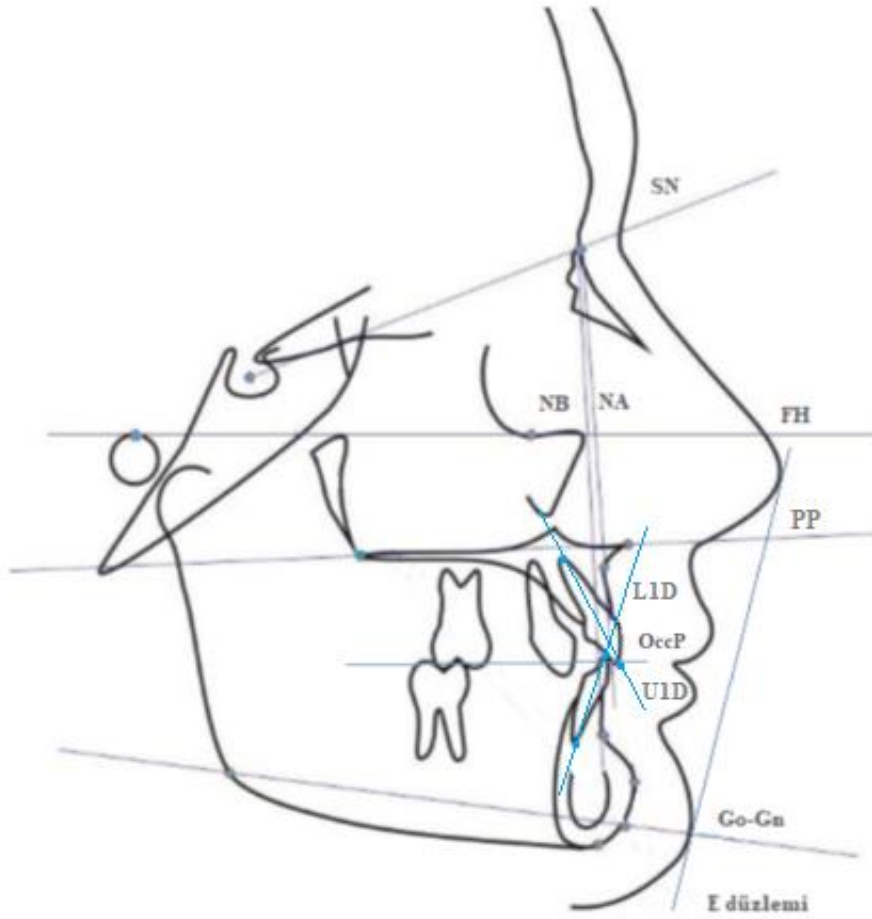
Frankfort horizontal düzlemi (FH): P ve Or noktalarını birleştiren düzlemdir

Mandibular düzlem (Go-Gn): Go ve Gn noktaları arasında çizilen düzlemdir.

E düzlemi: Burun ucu ve çene ucundan geçen düzlemdir.

Üst Keser Doğrusu (UID): Üst en ileri keser dişin kesici ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur.

Alt Keser Doğrusu (L1D): Alt en ileri orta keser dişin kesici ucu ile kök ucunu birleştiren doğrudur (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan referans düzlemleri

Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Ölçümler

Distalizasyonun başlangıcı ve sonu arasında meydana gelen iskeletsel değişikliklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan ölçümler şunlardır:

SNA°: SN ve NA düzlemlerinin Nazyon noktasında oluşturdukları açıdır. Üst çenenin ön kafa kaidesine göre konumunu belirler.

SNB°: SN ve NB düzlemlerinin Nazyon noktasında oluşturdukları açıdır. Alt çenenin ön kafa kaidesine göre konumunu belirler.

ANB°: NA ve NB düzlemlerinin Nazyon noktasında oluşturdukları açıdır. Alt ve üst çenenin birbirlerine göre konumunu belirler.

Wits (mm): A ve B noktalarından oklüzyon düzlemine indirilen dikmeler arasındaki farktır.

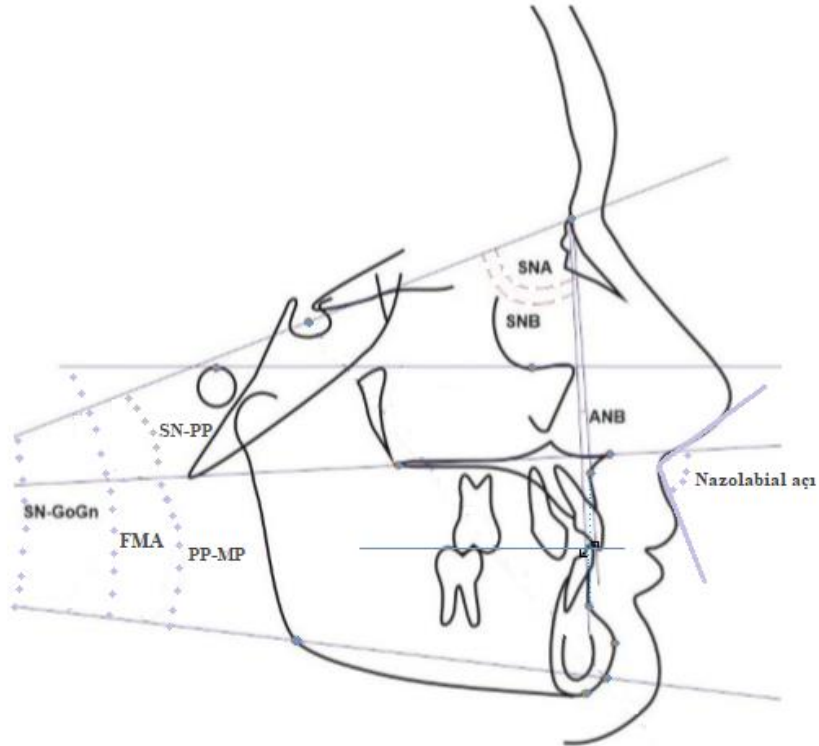
SN-GoGn°: SN ve Go-Gn düzlemleri arasında ölçülen ve dik yönde meydana gelen değişiklikleri gösteren açıdır

FMA°: Frankfort horizontal düzlemi ile mandibular düzlem arasındaki açıdır.

SN-PP°: SN ve palatal düzlem arasındaki açıdır.

PP-MP°: Palatal düzlem ile mandibular düzlem ile arasındaki açıdır (Şekil 3.16).

Nasolabial açı (°): Sn ve Ls noktalarını birleştiren doğru ile burnun alt kenarına çizilen teğet arasında meydana gelen açıdır.



Şekil 3.16 Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümler

Keser dişlere ait dentoalveolar ölçümler şu şekildedir:

1. Overjet: Üst ve alt kesici dişlerin kesici uçlarının oklüzal düzlem üzerindeki izdüşümleri arasındaki uzunluktur.

2. Overbite: Alt ve üst kesici dişlerin kesici uçları arasındaki uzaklığın oklüzyon düzlemine dik yönde uzunluğudur.

U1/PP°: U1D'nin PP ile yaptığı açıdır.

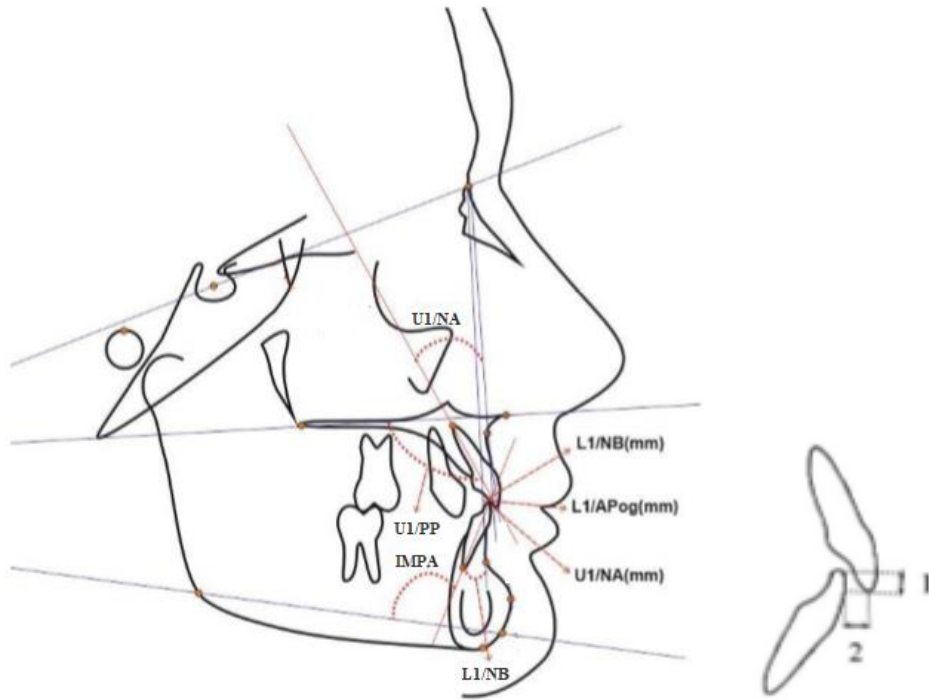
U1/NA°: U1D'nin NA düzlemi ile yaptığı açıdır.

U1/NA mm: Üst keserin en ileri noktasından NA düzlemine ölçülen dik uzaklıktır.

IMPA: L1D ile Go-Gn düzlemi arasında ölçülen açıdır.

L1/NB°: L1D'nin NB düzlemi ile yaptığı açıdır.

L1/NB mm: Alt keserin en ileri noktasından NB düzlemine ölçülen dik uzaklıktır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait ölçümler

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Science Inc, III, ABD) istatistik paket programından yararlanılmıştır.

İlgili ölçümlerin tekrarlanabilirliği ile ilgili güvenilirliğini saptamak amacı ile test-tekrar test yöntemi için güvenilirlik ölçütü olarak sınıf-içi korelasyon katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient - ICC) kullanılmıştır.

İncelenen özellikler, Shapiro Wilk testi ile test edilmiş ve normal dağılım gösteren parametrelerden gruplar arası değişiklikler incelenirken bağımsız örneklem t testi (independent samples test), grup içi değişimler incelenirken eşleştirilmiş t testi (paired samples test) kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen parametreler ise Mann Whitney U testi ile ölçülmüştür.

Distalizasyon miktarı ile devrilme açısı, rotasyon açısı, dış hareket hızı ve hastanın yaşı arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamız yaşları 10,09 yıl ile 15,98 yıl arasında değişen yaş ortalaması $12,17 \pm 1,38$ yıl olan toplam 11 kız (%64,7) 6 erkek (%35,3) olmak üzere 17 hasta üzerinde yapılmış; 17 MOP grubu ve 17 kontrol grubu olmak üzere 34 molar diş üzerinde yürütülmüştür. Kız ve erkeklerin yaş dağılımları istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. ($p=0,482$) Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Bireylerin kronolojik yaş ve cinsiyet dağılımları

Cinsiyet	N	Yaş (Yıl)		
		Ort \pm Sd	Maksimum	Minumum
Kız	11	12,13 \pm 1,61	15,98	10,09
Erkek	6	12,25 \pm 0,84	13,73	11,35
Toplam	17	12,17 \pm 1,38	15,98	10,09

Ort: Ortalama, Sd: Standart sapma

İncelenen özellikler, Shapiro Wilk testi ile test edilmiş ve devrilme açısı ile distalizasyon hızı sonuçlarının normal dağılım gösterdiği, distalizasyon miktarı ile rotasyon açısının ise normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir.

4.1. Metot Hatasının Belirlenmesi

Yapılan ölçümlerde metot hatasının hesaplanması amacıyla rastgele seçilen 10 bireyin ağız içi tarama yoluyla elde edilen 3B modellerine ve lateral sefalometrik filmlerine ait tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından 15 gün sonra tekrarlanmıştır. Ölçümlerin tekrarlanabilirliğini gösteren sınıf-içi korelasyon katsayıları (Cronbach alfa katsayıları) Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre ölçülen değerlerin 1’e oldukça yakın olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.2 Çalışmada ölçülen değerler için sınıf-içi korelasyon (Cronbach alfa) katsayıları

Ölçümler	r	p
Distalizasyon Miktarı	0,998	<0,001
Devrilme Açısı	0,996	<0,001
Rotasyon Açısı	0,998	<0,001
Distalizasyon Hızı	0,997	<0,001

Sefalometrik ölçümlerle ilgili tekrarlanabilirliğini gösteren sınıf-içi korelasyon katsayılarının da 1'e oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir ve Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3 Çalışmada ölçülen sefalometrik parametreler için sınıf-içi korelasyon (Cronbach alfa) katsayıları

Ölçümler	r (T0)	r (T1)
SNA(°)	0,995	0,997
SNB(°)	0,978	0,993
ANB(°)	0,934	0,908
Wits(mm)	0,995	0,992
FMA(°)	0,995	0,997
SN-GoGn(°)	0,992	0,996
SN-PP(°)	0,996	0,982
PP-MP(°)	0,994	0,997
UL-E Doğrusu(mm)	0,998	0,989
LL-E Doğrusu(mm)	0,989	0,995
Nazolabial Açı(°)	0,996	0,995
U1-PP(°)	0,999	0,999
U1-NA(mm)	0,999	0,999
U1-NA(°)	0,997	0,995
L1-NB(mm)	0,998	0,996
L1-NB(°)	0,991	0,996
IMPA(°)	0,997	0,997
Overjet	0,980	0,982
Overbite	0,991	0,955

r: Sınıf-içi korelasyon katsayıları p: bağımsız örneklem t testi anlamlılık değeri

4.2. Molar Distalizasyon Miktarı, Devrilme Açısı, Rotasyon Açısı ve Diş Hareket Hızı ile İlgili Bulgular

Tüm ölçülen değerlerde her hasta için T0-T1 döneminde meydana gelen değişikliklerin ölçüm değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Molar distalizasyonunun ve rotasyonunun toplam sürede (T0-T1) kontrol ve çalışma (MOP) grupları için farklılık gösterip göstermediği örnekler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U testi ile ölçülmüşken, normal dağılım gösteren diş hareket hızı ve devrilme açısının değişimi ise bağımsız örneklem testi (independent samples test) kullanılarak incelenmiştir. Bu parametrelerin toplam sürede (T0-T1) kontrol tarafında ve MOP tarafında meydana gelen ve her hasta için ölçülen değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucu T0-T1 aralığında meydana gelen ve 3B modeller üzerinden ölçülen molar diş distalizasyon miktarı açısından MOP uygulanan taraf ile uygulanmayan kontrol tarafı arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$; Tablo 4.5). MOP ve kontrol gruplarında tedavi başı ve sonu arasında molar diş rotasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Aylık distalizasyon hızı ise MOP tarafında ortalama değer olarak kontrol tarafından daha fazla olmakla beraber istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,08$; Tablo 4.5). Panoramik filmlerden ölçülen tedavi başı ve sonu arasında molar dişin devrilme miktarı bakımından MOP ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$, Tablo 4.5).

Tablo 4.4 Her hasta için T0-T1 süresinde meydana gelen değişiklikler

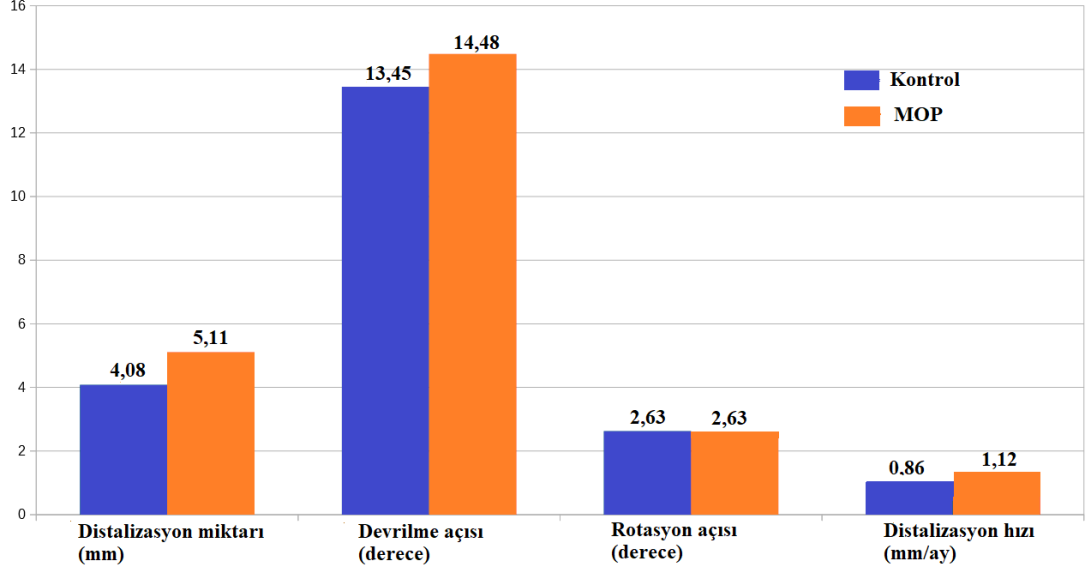
No	Cinsiyet	Yaş	Distalizasyon süresi (ay)	Uygulama	Taraf	T0-T1 distalizasyon Miktarı (mm)	T0-T1 Devrilme Açısı (derece)	T0-T1 Rotasyon Miktarı (derece)	T0-T1 Dış Hareket Hızı Miktarı (mm/ay)
1	K	15,98	4,27	MOP	Sağ	5,6	25,8	3,9	1,31
				Kontrol	Sol	3,67	11,2	3,2	0,86
2	K	12,94	7,9	MOP	Sağ	3,92	22,07	0,1	0,5
				Kontrol	Sol	3,1	15,3	0,4	0,39
3	K	10,91	6,7	MOP	Sağ	4,4	7,1	3,9	0,66
				Kontrol	Sol	4,3	11,1	3,4	0,64
4	K	12,43	5,83	MOP	Sol	5,34	21,1	7,7	0,92
				Kontrol	Sağ	4,65	17,1	3,4	0,8
5	K	10,72	4,13	MOP	Sol	5,31	21,2	2,3	1,29
				Kontrol	Sağ	3,88	18,2	4,7	0,94
6	K	11,06	3,97	MOP	Sol	4,33	11,2	0,8	1,09
				Kontrol	Sağ	4,42	7,5	2,4	1,11
7	K	11,61	6,83	MOP	Sağ	3,95	6,2	2	0,57
				Kontrol	Sol	3,07	22,2	0,8	0,45
8	K	12,5	3,1	MOP	Sol	4,49	14,2	2,6	1,45
				Kontrol	Sağ	3,32	17,8	3,5	1,07
9	K	13,65	2,57	MOP	Sol	4,2	2,52	4,3	1,63
				Kontrol	Sağ	3,04	2,1	2	1,18
10	K	11,54	4,63	MOP	Sol	3,46	3,3	0,3	0,78
				Kontrol	Sağ	3,02	5,4	0,8	0,68
11	K	10,09	4,23	MOP	Sol	4,06	12,1	0,9	0,96
				Kontrol	Sağ	3,04	9,6	0,7	0,72
12	E	11,47	5,77	MOP	Sağ	7,27	15,2	4,4	1,26
				Kontrol	Sol	5,8	18,2	4,8	1,01
13	E	12,57	7,1	MOP	Sol	6,28	17,2	3,6	0,88
				Kontrol	Sağ	6,14	11,3	11	0,86
14	E	11,35	3,5	MOP	Sol	5,8	18,9	0,7	1,66
				Kontrol	Sağ	5,51	21,8	0,2	1,57
15	E	13,73	7,87	MOP	Sağ	7,95	32,3	0,2	1,01
				Kontrol	Sol	6,37	30,4	0,9	0,81
16	E	12,51	7,8	MOP	Sol	4,13	7,1	0,8	0,53
				Kontrol	Sağ	3,01	2,8	1,1	0,39
17	E	11,89	2,57	MOP	Sağ	6,35	18,7	6,2	2,47
				Kontrol	Sol	3,1	16,7	1,1	1,21

T0-T1 dönemlerinde meydana gelen molar distalizasyon miktarları, devrilme açısı, rotasyon açısı ve distalizasyon hızına ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 Toplam sürede (T0-T1) kontrol tarafında ve MOP tarafında meydana gelen distalizasyon miktarı, devrilme açısı, rotasyon açısı ve distalizasyon hızının tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırılması

Distalizasyon miktarı (mm) (T0-T1)				
	Ort ± Sd	Maksimum	Minimum	p
Kontrol	4,08±1,20	6,37	3,01	0,019
MOP	5,11±1,28	7,95	3,46	
Devrilme açısı (derece) (T0-T1)				
	Ort ± Sd	Maksimum	Minimum	p
Kontrol	13,45±6,41	22,20	2,10	0,664
MOP	14,48±7,26	25,80	2,52	
Rotasyon açısı (derece) (T0-T1)				
	Ort ± Sd	Maksimum	Minimum	p
Kontrol	2,63±2,69	11,3	0,20	0,931
MOP	2,63±2,24	7,7	0,10	
Distalizasyon Hızı (mm/ay) (T0-T1)				
	Ort ± Sd	Maksimum	Minimum	p
Kontrol	0,86±0,31	1,57	0,39	0,08
MOP	1,12±0,50	2,47	0,50	

Ort: Ortalama, Sd: Standart sapma, p: İstatistiksel anlamlılık değeri. İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar **koyu** yazılmıştır. Distalizasyon miktarı ve rotasyon açısı değerleri Mann Whitney U testi ile, devrilme açısı ve distalizasyon hızı değerleri bağımsız örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.1 T0-T1 zaman aralıklarında kontrol ve MOP tarafalarında meydana gelen değişimlerin ortalama değerlerinin karşılaştırılması

4.2.1. Molar Distalizasyon Miktarı ile Devrilme Açısı, Rotasyon Açısı, Diş Hareket Hızı ve Yaş Arasındaki Korelasyon ile İlgili Bulgular

Distalizasyon miktarı ile molar dişin devrilme açısı, rotasyon açısı, diş hareket hızının miktarı ve hastanın yaşı arasındaki korelasyona ilişkin bulgular MOP grubu ve kontrol grubunda ayrı ayrı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara ilişkin korelasyon katsayıları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6 Molar distalizasyonu ile devrilme, rotasyon, diş hareket hızı ve yaş arasındaki korelasyonla ilgili bulgular

Gruplar	MOP		Kontrol	
	r	p	r	p
Molar Distalizasyonu-Devrilme açısı	0,575	0,016	0,543	0,024
Molar Distalizasyonu-Rotasyon açısı	0,410	0,102	0,430	0,085
Molar Distalizasyonu-Distalizasyon hızı	0,559	0,020	0,357	0,160
Molar Distalizasyonu-Yaş	0,174	0,504	0,016	0,952

r: Pearson korelasyon katsayısı, p: İstatistiksel anlamlılık değeri. İstatistiksel olarak anlamlı farklar **koyu** yazılmıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucu MOP ve kontrol grupları için molar distalizasyon miktarı ve devrilme açısı arasında pozitif yönde orta derecede bir korelasyon saptanmıştır ve bu korelasyon istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Ayrıca molar distalizasyon miktarı ve diş hareket hızı arasında MOP grubunda istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) orta derecede bir pozitif korelasyon saptanmıştır. Molar distalizasyon miktarı ve rotasyon açısı arasında kontrol grubunda orta dereceli pozitif korelasyon saptanmıştır.

4.3. Lateral Sefalometrik Film Analiz Bulguları

4.3.1. İskeletsel Ölçümler ve Yumuşak Doku Ölçümleri ile İlgili Bulgular

Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ve yumuşak dokularla ilgili ölçümlerin T0-T1 dönemleri arasındaki istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. T0-T1 dönemleri arasında SNA° ve ANB° açıları için ($p<0,001$), Wits(mm), FMA° , $SN-GoGn^\circ$, $PP-MP^\circ$ açılarına ait ölçümler için ($p<0,01$) ve UL/E Doğrusu için ($p<0,01$) istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler oluşmuştur.

Tablo 4.7 Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ve yumuşak doku ölçümlerinin molar distalizasyonu öncesi ve sonrası karşılaştırılması

Period	T0	T1	T1-T0	
Ölçümler	Ort ± Sd	Ort ± Sd	Ort ± Sd	p
SNA°	79,85±2,02	79,03±1,76	-0,82±0,87	0,000
SNB°	76,77±1,60	76,84±1,76	-0,06±0,57	0,649
ANB°	3,14±0,84	2,22±0,7	-0,91±0,86	0,000
Wits(mm)	1,82±1,03	1,24±0,92	-0,58±0,74	0,005
FMA°	24,22±2,28	25,16±2,61	0,94±1,19	0,005
$SN-GoGn^\circ$	33,82±2,48	34,34±2,76	0,51±0,64	0,005
$SN-PP^\circ$	8,39±1,02	8,29±0,97	-1,1±0,58	0,462
$PP-MP^\circ$	25,65±2,06	26,03±2,26	0,38±0,45	0,003
UL/ E Doğrusu(mm)	-2,21±1,34	-2,73±1,03	-0,52±0,70	0,007
LL/ E Doğrusu(mm)	-1,74±1,43	-1,75±1,28	-0,01±0,78	0,951
Nazolabial Açığı($^\circ$)	113,07±5,90	112,25±5,80	-0,82±1,79	0,078

Ort: Ortalama, Sd: Standart sapma, p: eşleştirilmiş t testi anlamlılık değeri. İstatistiksel olarak anlamlı farklar **koyu** yazılmıştır.

Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ve yumuşak dokularla ilgili ölçümlerin T0-T1 dönemleri arasındaki istatistiksel olarak değişimler eşleştirilmiş t testi (paired samples test) ile incelenmiştir.

4.3.2. Dişsel Ölçümlerle İlgili Bulgular

Dişsel ölçümlerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.8.'de verilmiştir. Üst keser dişlere ait ölçümlerin tamamında molar distalizasyonu öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir. T0-T1 dönemindeki azalmaya açısal ölçümler için bakıldığında; U1-PP(°) ölçümü $p<0,001$ düzeyinde anlamlı iken U1-NA(°) ölçümü ($p<0,01$) düzeyinde anlamlıdır. U1-NA(mm) ölçümündeki azalma ise ($p<0,05$) düzeyinde anlamlıdır. Alt keser dişlere ait açısal ölçümlerde; L1-NB(°) ölçümündeki azalma ($p<0,01$) düzeyinde anlamlı iken, IMPA(°) ölçümündeki azalma ($p<0,05$) düzeyinde anlamlıdır. L1-NB(mm) ölçümündeki azalma istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$). Overjet ve overbite ölçümlerindeki azalma ise ($p<0,001$) düzeyinde anlamlıdır. Değişimler eşleştirilmiş t testi (paired samples test) ile incelenmiştir.

Tablo 4.8 Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait ölçümlerin molar distalizasyonu öncesi ve sonrası karşılaştırılması

Period	T0	T1	T1-T0	
Ölçümler	Ort ± Sd	Ort ± Sd	Ort ± Sd	p
U1-PP(°)	109,90±7,22	107,85±7,70	-2,05±1,31	0,000
U1-NA(mm)	4,25±1,83	4,01±1,68	-0,25±0,38	0,017
U1-NA(°)	24,08±3,19	22,95±3,57	-1,13±1,19	0,001
L1-NB(mm)	4,40±1,19	4,18±1,28	-0,22±0,50	0,094
L1-NB(°)	24,12±2,38	23,10±2,61	-1,02±1,08	0,001
IMPA(°)	94,67±4,43	93,52±4,88	-1,15±1,75	0,015
Overjet	3,10±0,92	1,97±0,69	-1,12±0,64	0,000
Overbite	3,21±1,11	1,84±0,74	-1,36±0,62	0,000

Ort: Ortalama, Sd: Standart sapma, p: eşleştirilmiş t testi anlamlılık değeri. İstatistiksel olarak anlamlı farklar **koyu** yazılmıştır.

5. TARTIŞMA

PDL periodonsuyumun en fazla şekil değiştiren dokusudur ve PDL üzerindeki basınç ve gerilim kuvvetleri ortodontik diş hareketinin anahtarıdır.⁽¹²⁷⁻¹³²⁾ Ortodontik diş hareketi; dentofasiyal kompleksin fizyolojik dengede olmasını engelleyecek kadar bir eksternal kuvvetin oluşturduğu biyolojik bir cevaptır.⁽³⁰⁾

Tedavi süresinin uzamasıyla birlikte çürük riskinin artması, eksternal kök rezorpsiyonu görülmesi ve hasta kooperasyonunun azalması nedeniyle diş hareketini hızlandırmak ve böylece tedavi sürelerini kısaltmak için pek çok yöntem denenmiştir. Bu yöntemler temel olarak 3 kategoride ele alınabilir. Birincisi prostoglandinler⁽¹³³⁻¹³⁶⁾, interlökinler⁽¹³⁷⁾, lökotrienler⁽¹³⁸⁾, siklik adenzin monofosfat (c-AMP)⁽¹³⁵⁾ ve vitamin D^(139,140) gibi farmakolojik ajanların lokal veya sistemik olarak alınmasıdır. İkinci kategori; doğrudan elektrik akımı⁽²⁶⁾, elektromanyetik alan⁽⁵⁵⁾, samaryum kobalt magnet⁽⁵⁴⁾ ve düşük doz lazer uygulamalarını içeren mekanik/fiziksel uygulamalardır.⁽¹⁴¹⁾ Literatüre göre bu 2 kategorideki yöntemler diş hareket hızını 0.3-1 kat arttırmaktadır. Fakat ilaçların uzun dönem yan etkileri bilinmemektedir ve etkileri spesifik bir bölgeyle sınırlı değildir.^(133,139) Fiziksel uygulamaların da istenmeyen etkilere neden olduğu bilinmektedir.^(55,57) Üçüncü kategori olan cerrahi destekli yöntemler; kortikotomi ve osteotomi teknikleri, dental distraksiyon tekniği, perisegmental kortikotomi, kortizisyon, piezoinsizyon ve MOP olmak üzere alt başlıklarda incelenebilmektedir. Fakat cerrahi yöntemlerin; invaziv olması, kemik kaybı, diş eti çekilmesi, post operatif ağrı, şişlik ve enfeksiyon, avasküler nekroz ve ayrıca hasta tarafından kabul edilebilirliğinin düşük olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.^(66,69) Bu yöntemler arasında piezoinsizyon ve MOP minimal invaziv olan güncel yöntemlerdendir ve BHF temeline dayanırlar.

Ortodontik diş hareketini hızlandırma yöntemlerinin incelendiği bir derlemede; dentoalveoler veya periodontal distraksiyon yönteminin umut verici olmakla beraber bu konuda araştırmalara devam edilmesi gerektiği, kortikotominin etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Ancak MOP yönteminden bahsedilmemiştir.⁽¹⁴²⁾ Kortikotomi yönteminin ortodontik diş hareketi üzerine etkilerinin ve güvenilirliğinin incelendiği başka bir derleme içerisinde MOP yöntemi de minimal invaziv kortikotomi yöntemi olarak dahil edilmiştir. Bu amaçla insanlar üzerinde yapılan randomize kontrollü klinik çalışmalar incelenmiştir. İncelenen tüm çalışmalarda kortikotomi

yapılan grupların kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede diş hareket hızını arttırdığı rapor edilmiştir. Ayrıca konvansiyonel ortodontik tedavi prosedürleriyle karşılaştırıldığında kortikotomi prosedürlerinin; periodonsiyum hasarı, kök rezorpsiyonu ve diş vitalitesi üzerinde herhangi bir fark oluşturmadığı bildirilmiştir.⁽¹⁴³⁾ Kortikotomi yöntemlerinin diş hareket hızına etkilerinin değerlendirildiği başka bir derlemede ise yine insanlar üzerinde yapılan randomize kontrollü klinik çalışmalar, meta analizler ve derlemeler dahil edilmiştir. Sonuç olarak; konvansiyonel ortodontik tedavi ile kortikotominin birlikte uygulanmasıyla, diş hareket hızının artırılarak tedavi süresinin kısaltıldığı bildirilmiştir.⁽¹⁴⁴⁾ Son zamanlarda yayınlanan güncel bir çalışmada ise ortodontik tedaviyi hızlandırma yöntemleri invaziv ve non-invaziv olarak gruplandırılmıştır. Bu derlemede invaziv yöntemler olarak kortikotomi, piezoinfizyon, piezopunktur, MOP, distraksiyon osteogenezisinden; non-invaziv yöntemler olarak da lazer, fotobiyomodülasyon, vibrasyon, ilaçlar ve trombosit zengin plazma yöntemleri olarak gruplandırılmıştır. Sonuç olarak bu yöntemlerde zamanla daha büyük ilerlemeler kaydedileceği bildirilmiştir.⁽¹⁴⁵⁾

Kortikotomi kortikal kemikte mekanik bir hasar oluşturmayı amaçlayan cerrahi destekli diş hareketi hızlandırma yöntemi olarak tanımlanmakta olup, iyileşme ve tamir mekanizmalarını hızlandıran kemik remodelingini arttırmaktadır. Bu proses ile lokal hücreler arası mediyatörler tarafından osteoblast ve osteoklast aktivitesinin artırılması sağlanmaktadır.^(15,59,146) Böylece kemik yoğunluğunun azalmasıyla karakterize olan ve bu nedenle diş hareketine daha az direnç gösteren geçici bir osteoporöz durumu ortaya çıkar.^(13,15) Benzer şekilde selekif alveoler dekortikasyonlar da alveoler kemikte demineralizasyon ve remineralizasyon sürecinin başlamasını sağlar.⁽⁶⁹⁾ Harol Frost tarafından bu aktivasyon BHF olarak tarif edilmiştir.⁽⁵⁹⁾ Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ tarafından yapılan çalışmanın sonucuna göre kontrollü mikro-travma şeklinde yapılan MOP'lar kemokin ve sitokinlerin salgılanmasını artırır. Böylece daha fazla miktarda kemik turn-over'ı gerçekleşmekte ve Frost'un teorisini destekleyecek şekilde diş hareketi hızı artırılmış olmaktadır.

Köle tarafından 20. yüzyılın başlarında osteotomi ve kortikotomi tekniklerini içeren cerrahi yöntem ile diş hareketine direnç gösteren kortikal tabakanın direncinin azaltılması sağlanarak hızlandırılmış ortodontinin temelleri atılmıştır. Daha sonra ise alveoler kemik blokları oluşturularak diş hareketinin hızlandırılması sağlanmıştır.⁽⁶¹⁾

Kortikotomi destekli ortodontik tedavinin, diş hareketini hızlandırmada başarılı olduğu çeşitli klinik çalışmalarda bildirilmiştir.^(4,15,66,67,69) Bu çalışmalarda kortikotomi destekli ortodonti, diş hareketinin hızlandırılmasında etkili bir tedavi olmasına rağmen, flep kaldırılmasını içeren ve önemli post operatif komplikasyonlara neden olabilen invaziv bir yöntem olduğu da bildirilmiştir. Buna ek olarak yapılan kortikotomi kesilerinin kök rezorpsiyonlarına neden olduğu da rapor edilmiştir.⁽¹⁴⁷⁾

Kortikotomi destekli tekniklerin dezavantajlarının üstesinden gelebilmek için; flep kaldırılmaksızın yapılan piezoelektrik kesilerini içeren minimal invaziv bir diş hareketi hızlandırma yöntemi olan piezoinsizyon tekniği geliştirilmiştir.⁽⁸¹⁾ Piezoinsizyonun diş hareketinin hızlandırılmasında etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu rapor edilmiştir.^(28,81) Ancak piezoinsizyon yönteminde köklere zarar verme riski bulunduğu da bildirilmektedir.⁽⁴⁵⁾

Kortikotomi ve piezoinsizyon tekniklerinde olduğu gibi diş hareketinin hızlandırılmasında BHF'yi kullanan MOP yöntemi minimal invaziv cerrahi tekniklerdendir. Bu yöntemin ortodontik kuvvetlere karşı oluşturulan normal biyolojik cevabı arttırdığı, aynı zamanda uygulanması kolay ve güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir.⁽⁹⁾ Ayrıca bu uygulama ile ortodontik tedavinin hızlandırılması sağlanırken, eksternal apikal kök rezorpsiyonuna neden olmadığı ve hatta kök rezorpsiyonu riskini azalttığı rapor edilmiştir.^(8,9) Tüm kortikotomi destekli ortodontik prosedürler ile diş hareketini hızlandırmanın yanında, çekim ihtiyacı azaltılmakta, diş hareketinin sınırları artmakta, alveoler kemik hacmi artmakta, periodonsiyumun bütünlüğünün korunması sağlanmaktadır. Ayrıca gerektiğinde alveoler şekillendirilmeyle hastanın profil görünümü iyileştirilebilmekte ve gömük dişlerin sürdürülmesi hızlandırılabilir.⁽⁶⁶⁾ Ancak bizim çalışmamızda diş hareketi hızına olan etkileri değerlendirilmiştir.

Literatürde MOP yönteminin diş hareket hızına etkilerinin incelendiği çalışmalar oldukça azdır.^(9,60,148-153) Bu çalışmalarda, MOP'ların sayısı ve yapıları ve uygulama alanları farklılık arz etmektedir. Molar dişin distalizasyon miktarı ve hızının değerlendirildiği bir çalışmaya ise literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, MOP yöntemini klinik olarak Propel adı verilen bir cihazla uygulayarak bu cihazın molar diş distalizasyon hızına olan etkilerini prospektif olarak değerlendirmektir.

Çalışmamızda standardizasyonu sağlayabilmek amacıyla Propel Ortodonti tarafından üretilen Propel (Propel Orthodontics) kullanılmıştır. Propel aygıtı MOP yönteminin klinik ortamında kullanılması amacıyla geliştirilmiş FDA onaylı spesifik bir cihazdır. Kullanıma hazır bir şekilde steril olarak paketlenmiş tek kullanımlık bir cihazdır. Yumuşak doku direncini azaltmak ve aynı zamanda klinisyene ergonomik bir tasarım sağlamak için en ön kısım gövdeye göre 30° açlandırılmıştır. Bu cihazda ayarlanabilir derinlik belirleyici ve dönen gövdesinde ok işareti bulunmaktadır. Operasyon alanına bağlı olarak, ayarlanabilir derinlik belirleyici ile aygıtın ucu 3, 5 ve 7 mm derinliklere konumlandırılabilir. Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ kemikte küçük delikler oluşturma yöntemine 'alveolosentez' adını vermişlerdir. Ortodontik diş hareketi süresince alveoler kemikte oluşturulan MOP'ların enflamatuvar ajanları stimüle ederek osteoklast aktivitesini ve diş hareket hızını arttırdığı gösterilmiştir. Uygulanan MOP'ların sadece tedavi süresini kısaltmakla kalmayıp aynı zamanda minimal invaziv bir prosedür olduğundan hastada fazladan rahatsızlık hissi oluşturmadığı gibi kök rezorpsiyonuna da neden olmadığı bildirilmektedir.⁽⁸⁾ Bizim uyguladığımız MOP'ların çapı standart 1.5 mm iken derinlikleri ise molar bölge için önerildiği gibi 5 mm olmuştur.⁽¹⁰⁾ BHF cerrahi uygulamasının ardından 1-2 gün içerisinde etkisini göstermeye başlayıp 1-2 ay içerisinde ise en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.⁽⁶⁷⁾ Aboul-Ela ve ark.⁽¹⁵⁾, Al-Naoum ve ark.⁽¹⁵⁴⁾ ve Leethanakul ve ark.⁽¹⁵⁵⁾ diş hareket hızının, kortikal tabakanın hasarlanması işleminden sonraki 2 ay süresince yüksek olduğunu fakat bu zaman süresince giderek azaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca Alikhani ve ark.⁽⁹⁾ 2015 yılında yaptıkları bir çalışmada, sitokin aktivitesinin MOP uygulamasından 2 ay sonra azaldığını ve bu yüzden uygulamanın 1 ay ara verilerek tekrar edilmesini önermişlerdir. Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda Propel tarafından alveol kemikte oluşturulan MOP'lar, distalizasyon süresinin bitimine kadar 2 ayda bir kez tekrar edilmiştir. Propel ile yapılan MOP'lar; çapraşıklık, boşluk kapatılması, rotasyon düzeltimi, ekstrüzyon ve intrüzyon hareketleri ve molarların dikleştirilmesi gibi çeşitli ortodontik problemlerde tedavi süresinin kısaltılması için kullanılabilir. Bizim çalışmamızda ise Sınıf II molar ilişkiyi düzeltmek amacıyla yapılan molar distalizasyonundaki etkileri araştırılmıştır.

Molar distalizasyonu özellikle kaybedilmiş yerin kazanılmasında veya toplumumuzda da sıklıkla görülen iskeletsel ve dişsel Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılabilir. İskeletsel Sınıf II bozukluklarda büyüme ve gelişim

tamamlanmadan önce ortopedik ve ortodontik düzeltmeler yapmak planlanırken, büyüme ve gelişim tamamlandıktan sonra bozukluğun şiddetine göre cerrahi yaklaşımlar veya kamufraj tedavileri planlanmaktadır.⁽¹⁵⁶⁻¹⁵⁸⁾ Dişsel Sınıf II bozukluklarda ise iskeletsel bir problem olmadığı için tedavi seçenekleri arasında üst molar dişlerin distalizasyonu, üst premolar dişlerin çekimi veya Sınıf II elastik kullanımı yer almaktadır.⁽¹⁵⁹⁾

Molar distalizasyonu ağız içi ve ağız dışı mekanikler kullanılarak yapılabilmektedir. Ağız içi molar distalizasyon yöntemleri ağız dışı yöntemlere göre estetik açıdan daha kabul edilebilir olması, devamlı kuvvetler uyguladıkları için tedavi süresinin daha kısa olması, kullanımlarının daha kolay olması gibi avantajlara sahipken; overjette artış, molarlarda ekstrüzyon ve devrilme ve ankraj kaybı gibi dezavantajları da vardır.⁽¹⁶⁰⁾ Son zamanlarda ağız içi distalizasyon yöntemlerinin bu dezavantajlarını elimine etmek için, distalizasyon amacıyla implantlar ve mini plaklar kullanılmaya başlamıştır.⁽¹⁶¹⁾ Bu yöntemlerin de uygulama esnasında cerrahi bir girişim içermesi ve maliyetinin yüksek olması dezavantajlarıdır.⁽¹⁶²⁾ Bu sebeplerden dolayı kooperasyon sağlanan hastalarda ağız dışı aygıtlar ile distalizasyon tercih edilebilmektedir.

Çalışmamıza 10-16 yaş aralığında ve tedavi başındaki ortalama yaşları 12,17±1,37 olan 11 kız 5 erkek dahil edilmiştir. Power analizinde her grup için toplam 34 diş kullanılmasının yeterli olacağı bulunmuş, bu sebeple çalışmamız 17 hasta ve 34 molar diş üzerinde yürütülmüştür. Çalışmamızda cinsiyet açısından bir ayırım yapılmamış, aynı hasta hem çalışma hem kontrol grubunu oluşturduğundan bireyler çalışmaya rastgele alınmıştır.

Ortodontik diş hareket hızını yaş, ilaç kullanımı, çeşitli sistemik hastalıklar ve intrinsik genetik faktörlerin etkilediği bildirilmiştir.^(163,164) Ortodontik diş hareket hızıyla ilişkili olan faktörlerden biri olan yaş; kemik yoğunluğu veya osteoklast miktarı ve aktivasyonu ile doğrudan ilgilidir.⁽¹⁶⁵⁻¹⁶⁸⁾ İlerleyen yaşlarda, ortodontik kuvvete karşı hücre metabolizması ve kollajen liflerin dönüşümünü içeren doku cevabı çocuk ve gençlere göre daha yavaş olmaktadır.⁽¹⁶⁹⁾ Erişkinlerde ortodontik olarak hareket ettirilen dişin basınç tarafında hiyalinize tabakanın daha kolay oluştuğu ve bu bölgelerin dişin istenen yönde hareketini geçici olarak engellediği belirtilmiştir.⁽¹⁷⁰⁾ Tam tersine genç bireylerde ise diş hareketinin daha hızlı olduğu gösterilmiştir.^(171,172) Ren ve ark. mesiodistal yönde başlangıç diş hareketinin juvenil ratlarda erişkin ratlara

göre daha hızlı gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.⁽¹⁷²⁾ Aynı araştırmacılar genç ratlarda maksimum osteoklast sayısına iki haftada ulaşılırken, erişkin ratlarda bu sürenin dört hafta olduğunu göstermişlerdir.⁽¹⁶⁷⁾ Ortodontik tedavilerde 18 yaş üstündeki bireyler erişkin kabul edilmektedirler. Darendeliler ve ark. kanin distalizasyonu çalışmalarına yaşları 11,8-21,6 arasında değişen bireyleri dahil etmişler ve bu bireylerden 18 yaş üstüne erişkin, 18 yaş altına erişkin olmayan bireyler demişlerdir. Çalışmalarının sonucunda diş hareketinin erişkin olmayan bireylerde daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir.⁽¹⁷¹⁾ Kemik gelişiminin ve diş hareket hızının yaş ve cinsiyet ile ilişkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada da, 9-17 yaş arası 139 çocuk üzerinde çalışılmış ve küçük yaşlarda üst birinci molar dişin hareketinin daha fazla olduğu, 16 yaştan sonra ise hareket hızının azaldığı bulunmuştur. Ayrıca cinsiyetin diş hareket hızı ile miktarına etkisinin minimal düzeyde olduğu bildirilmiştir.⁽²⁸⁾ Benzer konuda çalışan Dudic ve ark. yaşları 11.3 ve 43 arasında değişen 30 hastayla yaptıkları ve hızlandırılmış ortodontik diş hareketiyle ilişkili faktörleri inceledikleri çalışmalarında 16 yaş sınıır kabul etmişler ve 16 yaş altını genç bireyler, 16 yaş üstünü ise erişkin bireyler olarak adlandırmışlardır. Çalışmanın sonucunda genç bireylerde diş hareket hızının daha fazla olduğunu bulmuşlardır.⁽¹⁷²⁾ Erişkin bireylerin doku cevabında oluşabilecek bu değişiklikler göz önünde bulundurularak, bizim çalışmamıza dahil edilen bireylerin de üst yaş sınırı 16 olarak belirlenmiştir ve çalışmamız yaş aralığı 10,05-15,98 arasında değişen ve erişkin olmayan bireylerde yapılmıştır. Ayrıca çalışmamız yarım çene (split-mouth) olarak tasarlandığından çalışma ve kontrol grupları için yaş ortalamaları aynı olmuştur.

Ortodontik diş hareket hızı, hareketin türünden de etkilenmektedir.^(173,174) Ayrıca kötü ağız hijyeni, periodontal hastalık, alveoler kemik kaybı, sistemik hastalıklar, antienflamatuvar etkisi olan ilaçların kullanımı da diş hareketini önemli ölçüde etkilemektedir.^(46,175,176) Bu faktörlerin etkisini elimine etmek için dahil edilme kriterlerine uymayan hastalar çalışmaya alınmamıştır ve hastalar ağız hijyenlerinin iyi olması konusunda uyarılmışlardır. Ayrıca hastalar arası varyasyonlar, bireysel farklılıklar ve intrinsik genetik faktörlerin etkisi⁽¹⁷²⁾ ise yarım çene (split-mouth) çalışma dizaynı ile elimine edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda Propel ile yapılan MOP'ların etkinliğini değerlendirmek için molar distalizasyonu yapılması planlanan hastalar alınmış ve bu amaçla ağız dışı bir aygıt olan servikal headgear kullanılmıştır. Büyümekte olan hastalarda, headgear

kullanımının Sınıf II bozukluklarının düzeltilmesinde az miktarda ortopedik etki ve çoğunlukla dişsel etki göstererek başarılı olduğu gösterilmiştir.⁽¹⁷⁷⁻¹⁷⁹⁾ İstenen sonuçlara ulaşılmasını sağlamasındaki potansiyeline rağmen, tedavinin başarısı büyük oranda hasta kooperasyonu gerektirmektedir.^(180,181) Headgear'ın gerektiği şekilde kullanılması ile tedavi süresinde ve sonuçlarında önemli etkileri olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir.^(180,182,183) Çalışmamıza dahil edilen hastalar headgear kullanımının en az 16 saat olması konusunda önceden bilgilendirilmiş ve bu şartı kabul eden hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen hastalar iskeletsel Sınıf I, dişsel Sınıf II özellik göstermektedir ($ANB \leq 4^\circ < 0^\circ$). Servikal yönde kuvvet uygulayan headgear molar ekstrüzyonu gibi istenmeyen yan etkilere neden olduğu için hiperdiverjan özellik gösteren hastalar çalışmaya alınmamış, normal ya da düşük dik yön büyüme yönü gösteren hastalar seçilmiştir ($Sn-GoGn \leq 38^\circ$). Bizim çalışmamızda servikal headgear ile distalizasyon planlanırken paralel hareket ile distalizasyon planlanmıştır. Ancak tedavinin sonucunda servikal headgear'ın dış kolları yukarı açıldırılmasına rağmen devrilme hareketi de olduğu gözlemlenmiştir. Oluşan devrilme miktarı bakımından hem MOP tarafında hem de kontrol tarafında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığından, iki grup için oluşan distalizasyon miktarı arasındaki farklılığa molar devrilmesinin katkısı aynı miktarda olmuştur.

Gandini ve ark.⁽¹⁸⁴⁾ ve Lima Filho ve ark.^(185,186) tarafından yapılan çalışmalarda dış kolları yukarı doğru açıldırılmış servikal headgear ile molar dişlerde daha paralel bir distalizasyon hedeflenmiştir. Bizim çalışmamızda da molarların devrilme miktarını en aza indirmek için dış kollar 20° yukarı açıldırılmıştır ve kuvvetin maksiller birinci molar dişlerin direnç merkezinin yakınından geçmesi hedeflenmiştir. Bizim çalışmamızda da uygulamış olduğumuz gibi bazı çalışmalarda da iç kol, üst birinci molar tüpünden 8-10 mm kadar ekspanse ederek uygulanmış ve böylece maksiller arkın hafifçe genişlemesi ve maksiller dişlerin diziliminin desteklenmesi sağlanmıştır.^(187,188)

Güncel görüşe göre optimal ortodontik kuvvet, maksimum hasta konforu sağlarken, doku hasarı oluşturmaksızın maksimum diş hareketini sağlayan kuvvettir.⁽¹⁶⁴⁾ Bu kuvvet hastadan hastaya ve diştten dişe farklı olabilmektedir.⁽³⁰⁾ Uygulanan kuvvet sonucunda hiyalinize alanların oluşması engellenerek veya en aza indirilerek en hafif

ağrı ile hızlı diş hareketi oluşturulması amaçlanır.^(189,190) Molar distalizasyonu için önerilen kuvvet miktarı için yalnız st 1. molarlar distalize edilecekse yaklaşık 400-450 g iken, st 2. molarlar sürdüyse 600-650 g aralığındadır.⁽¹⁹¹⁾ Bizim alışmamızda da önerilen miktarla uyumlu olarak 2. molar dişleri sürmeyen bireylerde 450 g, 2. molar dişleri sürmüş olan hastalarda ise 650 g kuvvet uygulanmıştır. Sürmüş 2. molar dişlerin distalizasyon miktarını etkileyebileceğine dair çeşitli görüşler vardır. Kinzinger ve ark.⁽¹⁹²⁾ ile Karlsson ve Bondemark⁽¹⁹³⁾ 2. molarlar sürmeden tedaviye başlanırsa distalizasyon miktarının daha yüksek olacağını bildirmişlerdir. Fakat Fudelaj ve Antoszewska⁽¹⁹⁴⁾ tarafından yazılan derlemenin sonuçlarına göre bu sonuç desteklenmemektedir. Polat-zsoy ve ark.⁽¹⁹⁵⁾ ile Gelgör ve ark.^(196,197) tarafından yapılan çalışmaların sonucuna göre implant ve mini plak destekli distalizasyon apereylerinde 2. molarların distalizasyonda etkisi daha az miktarda olmaktadır. Kang ve ark.⁽¹⁹⁸⁾ servikal headgear ve kemik destekli Pendulum kullanan hastalarda 2. ve 3. molarların sürme derecelerine göre 1. molarlarda oluşan distalizasyon miktarını sonlu elemanlar analiziyle incelemişlerdir ve 2. molarların sürmediği durumda 1. molarların distalizasyon miktarını %20 daha fazla bulmuşlardır. Reimann ve ark.⁽¹⁹⁹⁾ 2. ve 3. molarların varlığında ve yokluğunda 1. molarların distalizasyon miktarını incelemişler ve 2. molarlar olmadığında distalizasyon miktarını 2 kat daha fazla bulmuşlar, buna ek olarak 3. molarlar da yoksa distalizasyon miktarının %10 daha fazla bulmuşlardır. Bizim alışmamızda da sadece 1. molarları süren hastalara her bir tarafta 450 g kuvvet uygulanırken, 2. molarları sürmüş hastalarda ise her bir tarafta 650 g kuvvet uygulanarak distalizasyon kuvvetleri daha yüksek tutulmuştur. Ayrıca hastalarımızın 3. molar dişleri sürmemiş olup hastaların hepsinde germ halinde olduğu tespit edilmiştir.

Ortodontik tanı, tedavinin ilerleyişi ve tedavinin sonuçlarının değerlendirilebilmesi için hastadan alınan fotoğraflar, röntgenler ve çalışma modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma modelleri; tanı, vaka sunumu, tedavi planı oluşturma, vakanın ilerleyişini gözleme ve kayıtları saklamada temel unsurdur ve ortodontik kayıtların standart bir komponentidir.⁽²⁰⁰⁾ Son yıllarda, 3B dijital modeller geleneksel alçı modellere alternatif olarak giderek artan bir kabul görmeye başlamıştır.⁽¹¹¹⁾ Son zamanlarda teknolojik alanda oluşan ilerlemelerle 3B modellerin manipülasyonuna ve saklanmasına olanak sağlanmıştır.⁽²⁰¹⁾ Modellerin kırılması, aşınması, hasta bilgilerinin elektronik olarak depolanması ile fiziksel olarak yer sağlama, modelleri

bulma, koruma gibi sorunlar elimine edilmiş olur.⁽²⁰¹⁾ Dijital modeller sayesinde tedavi ilerleyişinin dokümantasyonunun sağlandığı bildirilmiştir.^(95,202-204) Dijital modellerin geçerliliği ve doğruluğu pek çok çalışma ile incelenmiştir^(90,105,205-207) ve 3B dijital modellerin model analizinde^(104,206), tanı ve tedavi planlamasında kullanılabilmesi gösterilmiştir.^(208,209) Dijital modeller ile Bolton analizleri, diş genişlikleri ve dental ark genişliğininin tekrar edilebilirliğinin ölçüldüğü çalışmalar; alçı modeller üzerinde cetvelle yapılan ölçümlerin dijital modeller üzerinde yazılım programlarıyla hesaplanan ölçümlere göre daha az tutarsızlığa sahip olduğunu göstermiştir.^(90,93,104,106,207,210-212) Ancak bu çalışmalarda 2 metodun da klinik olarak tatmin edici olduğu bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından 3B dijital modeller üzerinde yapılan açısal ve doğrusal ölçümlerin geçerliliği ve etkinliğini incelenmiş ve dijital modellerin alçı modellere geçerli bir alternatif olduğu rapor edilmiştir.^(105,213) Bell ve ark.⁽²¹⁴⁾, Keating ve ark.⁽²¹⁵⁾ ve Nalçacı ve ark.⁽¹¹¹⁾ tarafından yapılan çalışmalarda; yapılan ölçümlerde 3B dijital modeller ve alçı modeller arasında klinik olarak anlamlı farklılıklar bulunmadığı bildirilmiştir. Ayrıca bu araştırmacılar tarafından, 3B dijital modellerin üst molar distalizasyonu sonuçlarının değerlendirilmesinde, konvansiyonel ölçüm yöntemlerine göre güvenilir ve geçerli bir ölçüm metodu olduğu rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda da bu nedenlerden dolayı diş hareketlerinin incelenmesinde 3B modeller kullanılmıştır.

Dişsel değişikliklerin stabil referans yapıları üzerinde çakıştırılması ile diş hareketinin 3B haritasının çıkarılması mümkün olmaktadır.⁽¹¹¹⁾ Bununla birlikte dişlerin 3B hareketini değerlendirmek amacıyla, tedavi öncesi ve sonrası alınan dijital modellerin çakıştırılması metodu hala tartışılmaktadır.⁽¹¹⁰⁾ 3B model programlarında iki farklı model 2 farklı renk olarak gösterilmektedir ve böylece dişlerde meydana gelen hareketler net olarak görülmektedir.⁽²¹⁶⁾

3B modellerin çakıştırılması konusu ile birlikte bu işlemde en uygun noktaların neler olduğu incelenmiş ve üst çene için en az değişiklik gösteren ve güvenilir referans yapısı olarak palatal ruga bölgesi gösterilmiştir.^(110,112) Üçüncü palatal ruganın medial kısmının, önemli derecede ekspansiyon yapılmadığı sürece ortodontik tedavi boyunca değişmediği rapor edilmiştir.^(125,201,217,218) 3B dijital modellerin palatinal yüzey üzerinde çakıştırılmasıyla diş hareket miktarı ölçülmüş ve bu yöntemin en az sefalometrik çakıştırmalar kadar güvenilir olduğu, aralarında anlamlı bir farkın olmadığı gösterilmiştir.⁽¹¹⁷⁾ 3B modellerin palatal yüzey üzerinde çakıştırılmasının

güvenilirliğini araştıran çeşitli çalışmalarda palatal yüzeyin stabil olduğu gösterilmiştir.^(29,112,116-119,213) Prenatal yaşamın 12 ve 14. haftaları arasında şekillenen palatal rugaların insan büyümesiyle oldukça stabil kaldığı bildirilmiştir.⁽¹¹³⁾ Bu da seri dijital modellerde çalışırken bu bölgenin uygun bir referans olduğunu göstermektedir. Literatürde birçok araştırmacı seri alınan dental modellerde ve 3B dijital modeller üzerinde diş hareketinin ölçülmesinde palatal rugaların uygun referans noktaları olup olmadığını araştırmışlardır.^(109,112,125,201,217-220) Almedia ve ark.⁽²⁰¹⁾ medial ruga noktaları arasındaki mesafenin özellikle de birinci rugalar arasında genellikle stabil olduğunu bildirmişlerdir. Hoggan ve Sadowsky⁽¹²⁵⁾ tarafından da benzer şekilde anterior-posterior diş hareketlerini değerlendirmek için nc palatal ruganın medial ve lateral sonlanmalarının en az sefalometrik çakıştırmalar kadar güvenilir olduğu rapor edilmiştir. Ashmore ve ark.⁽¹⁰⁹⁾ headgear tedavisi süresince molar dişlerin 3B hareketini incelemek için referans olarak palatal rugayı kullanmışlardır. Miller ve ark.⁽²²⁰⁾ da dişlerin translasyon ve rotasyon hareketlerini değerlendirmek için 3B ortodontik modelleri akıştırmışlar ve referans olarak palatal rugayı kullanmışlardır. Dijital modellerin çakıştırılmasında 3 adet mini vidanın landmark olarak kullanıldığı ve palatal ruganın stabilitesinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada da premolar çekimli ortodontik tedavide 3. palatal rugaların medial kısımlarının ve palatal kubbenin güvenilir bölgeler olduğu rapor edilmiştir.⁽¹¹²⁾ Chen ve ark.⁽¹¹⁰⁾ tarafından stabil ve tekrarlanabilir bir referans alanı belirleyebilmek için çekimli vakalarda seri maksiller dental modellerin çakıştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada nc palatal ruganın 2/3 medial kısmının ve bölgesel palatal kubbe sırtının 3B dijital modellerin çakıştırılmasında stabil bir referans olduğu bildirilmiştir. Bizim alışmamızda, sadece birkaç ruga noktası değil^(109,220), rugaları da içeren tüm palatal kubbe referans alanı olarak kullanılmıştır.^(112,118,221) Bu yöntem ileri bir teknolojik yaklaşım olan ve ‘best-fit’ denilen ve 3B dijital modellerin palatal yüzeylerin hatasız bir şekilde akıştırılmasına olanak sağlayan bir yöntemdir.⁽¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾ Benzer şekilde Li ve ark.⁽¹¹⁹⁾ kanin distalizasyonu yaptıkları split-mouth çalışmalarında bu yöntemi kullanmışlar ve önermişlerdir. Aksakallı ve ark.⁽²⁹⁾ da piezoinsizyon yönteminin diş hareket hızına etkisinin incelendiği split-mouth dizaynda yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonunu ‘best-fit’ yöntemiyle palatal kubbelerin çakıştırılması sağlanarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca Ashmore ve ark.⁽¹⁰⁹⁾ da headgear tedavisi boyunca molar dişin 3B hareketini değerlendirmek için best-fit yöntemini kullanarak çakıştırma yapmışlardır.

Çalışmamızda da molar distalizasyon miktarı, tedavi başlangıcında ve sonunda ağız içi taranarak elde edilen 3B dijital modellerin karşılaştırılmasıyla ölçülmüştür. Daha güvenilir olması açısından bilgisayar programı tarafından sunulan seçenekler arasından hem nokta hem de yüzey seçimi ile yapılan karşılaştırma yöntemi seçilmiştir.⁽¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾ Palatal yüzeyin seçiminde literatürle uyumlu olacak şekilde ikinci molar dişlerin distal hattından geçen sınır geçilmemiştir.⁽¹¹⁷⁾ Bu işlem Ortho-Analyzer bilgisayar programı tarafından yapılmıştır. Distalizasyon öncesi ve sonrası elde edilen dijital modeller bahsedilen best-fit yöntemle karşılaştırılmıştır ve üst 1. molar dişlerin mesiobukkal tüberkülleri arasındaki mesafe ölçülmüştür.

Literatürde MOP uygulamalarının incelenmesi çeşitli hayvan deneyleri ile başlamıştır.^(60,149,150,152,153,222) Cho ve ark.⁽¹⁵⁰⁾ 2006 yılında köpekler üzerinde yaptıkları çalışmada kortikal aktivasyonun diş hareket hızına olan etkilerini klinik ve histolojik olarak inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, köpeklerin alt ve üst sağ ve sol çenelerinden tüm 2. premolarları çekmişlerdir. Daha sonra bukkal ve lingual taraftan mukoperiosteal flep kaldırılarak, sağ taraflarına 1 mm çapında toplam 24 adet dekortikasyon oluşturmuşlardır ve üçüncü premolarlara coil springler vasıtasıyla 150 g kuvvet uygulayarak mezialize etmişlerdir. 8 hafta sonra yapılan ölçümde kortikal aktivasyon yapılan taraflarda diş hareket miktarının maksillada 4.41 ve mandibulada 2.44 kat fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kortikal aktivasyonun uygulandığı tarafta hücrel aktivitenin de yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Teixeria ve ark.⁽⁶⁰⁾ 2010 yılında ratlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında 48 adet rat dört gruba ayrılmıştır ve 1. molar dişlerinin mezial hareketi için coil springle 50 cN kuvvet uygulamışlardır. Birinci grup coil springlerin aktive edilmediği kontrol grubu (K), ikinci grup ortodontik kuvvet uygulanan grup (O), üçüncü grup ortodontik kuvvet uygulanan ve flep kaldırılan grup (OF) ve dördüncü grup ise ortodontik kuvvet ile beraber flep kaldırılan ve bukkal kortikal kemiğe 3 adet MOP yapılan grup (OFP) olarak adlandırılmıştır. Yapılan MOP'lar 0.25 mm çapında ve derinliğindedir. 28 gün sonra yapılan histokimyasal incelemelerde alveol kemik üzerine MOP uygulanmasının enflamatuvar ajanların, özellikle de sitokin ve kemokin ekspresyonunu sağlayarak, osteoklast aktivitesinin ve diş hareket hızının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir ve MOP grubunda kontrol grubuna göre 2.13 kat hızlı diş hareketi elde etmişlerdir. Bu çalışmada yapılan perforasyonları sayı olarak az (3 adet) ve küçüktür.

Ayrıca hareket etmesi istenen diş ve perforasyon bölgesi arasında yaklaşık 4 mm'lik kemik bırakılmıştır. Bu çalışma göstermiştir ki kemik yüzeyinde oluşturulan minimal hasar bile sitokin salgılanmasını ve diş hareket hızını arttırmaktadır ve uygulanan perforasyonların hareketi planlanan dişe yakın olmasına gerek olmamaktadır.

Baloul ve ark.⁽²²²⁾ 2011 yılında split-mouth dizaynda oluşturdukları ve alveoler dekortikasyon oluşturmanın diş hareketine etkisini inceledikleri çalışmalarında, flep kaldırarak ve ratların sol 1. molar dişlerine bukkal ve palatinal bölgeden toplam 10 adet dekortikasyon yaptıkları çalışmalarında, çalışmanın 42. gününde yapılan ölçümlerde diş hareketinin MOP yapılan tarafta 1.3 kat daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir.

Safavi ve ark.⁽¹⁵²⁾ 2012 yılında split-mouth dizaynda köpekler üzerinde ve diş hareketini hızlandırmada flep kaldırılmaksızın yapılan, dekortikasyonların etkinliğinin incelendiği bir çalışma yapmışlardır. Dekortikasyonları uygulamak için yuvarlak tungsten-karbid frez ile düşük torklu döner alet kullanmışlardır. Oluşturulan dekortikasyonlar 1 mm çapında ve derinliğindedir. Distalizasyon miktarları dijital cetvel ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda ilk ayın sonunda dekortikasyon tarafında diş hareket hızını istatistiksel olarak anlamlı miktarda 1.6 kat fazla bulunurken, üçüncü ayın sonunda dekortikasyon uygulanan taraf ve kontrol tarafı arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çalışmalarının sonunda flep kaldırmadan oluşturulan dekortikasyonların diş hareket hızını arttırmada etkili olduklarını fakat diş hareket hızının daha sonraki aylarda dekortikasyon alanında yeni kemik oluşumu nedeniyle azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu yöntemin insanlarda da örneğin mini implantlar ile denenmeye başlanmasıyla komplikasyon olasılığının azaltılacağını ve yöntemin güvenilirliğinin artacağını bildirmişlerdir.

Tsai ve ark.⁽¹⁵³⁾ 2016 yılında ratlar üzerinde MOP ve kortizisyonun diş hareketi üzerindeki etkilerini kontrol grubu da kullanarak inceledikleri bir çalışma yayınlamışlardır. MOP'lar 0.25 mm çapında ve derinliğinde yuvarlak karbid frez ve düşük torklu döner aletle yapılmıştır. 6 hafta süren çalışmada 45 adet rat 3 gruba ayrılmış ve ratların sol maksiller 1. molar dişlerine ortodontik aparey vasıtasıyla 50 g kuvvet uygulanmıştır. Diş hareket miktarı dijital cetvel ile ölçülmüştür. Alveoler kemik yoğunluğu ve osteoklast sayıları histolojik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre ikinci haftanın sonunda MOP grubunda ve kortizisyon

grubunda diş hareket miktarı, kontrol grubuna göre sırasıyla 1.49 ve 1.54 kat daha fazla bulunmuştur. Altıncı haftanın sonunda total diş hareketi miktarı ise MOP ve kortizisyon gruplarında, kontrol grubuna göre 1.14 ve 1.11 kat daha fazla bulunmuştur. Sonuç olarak hem MOP yönteminin hem de kortizisyon yönteminin ratlarda osteoklast sayısını ve kemik remodelingini arttırdığını ve diş hareket hızını da kontrol grubuna göre arttırdığını bildirmişlerdir.

Cheung ve ark.⁽¹⁴⁹⁾ tarafından 2016 yılında MOP yönteminin ratlar üzerinde incelendiği split-mouth dizaynda bir çalışma yapılmıştır. MOP'ların uygulanmasında mini implantlar kullanılmıştır ve ratların sol molar dişlerinin etrafına 5 adet MOP uygulamışlardır ve sağ tarafını kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Palatinal taraftan uygulanan MOP'lar 1.2 mm çapında ve 1 mm derinliğindedir. MOP tarafındaki molar dişin hareketini kontrol grubuna göre 1.86 kat fazla bulmuşlardır. Çalışmalarında bu yöntemin etkilerini histolojik düzeyde de incelemişlerdir. Histomorfometrik analize göre, MOP tarafında kontrol tarafına göre daha fazla kemik kaybı ve kök rezorpsiyonu gösterilmiştir ve MOP tarafında maksiller 1. molar dişin etrafındaki tüm alveoler kemikte osteoklast sayısının daha fazla olduğunu tespit edilmiştir. Fakat maksiller 1. molar dişler üzerinde mikro bilgisayarlı tomografi ile yaptıkları volumetrik analize göre MOP tarafı ve kontrol tarafı arasında kök hacmi bakımından anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda MOP'un ratlarda diş hareket hızını etkili bir şekilde arttırdığını, kemik yoğunluğunu azaltıp osteoklast sayısını artırarak kemik remodelingini sağladığını bildirmişlerdir ve bu yöntemin hastalar tarafından kabul edilebilirliğinin yüksek olacağını öngörmüşlerdir.

Dutra ve ark.⁽¹⁵¹⁾ alveoler dekortikasyonların ortodontik diş hareketine ve kemik remodelingine olan etkilerinin ratlar üzerinde 7 ve 14 gün sonra incelendiği bir araştırma yapmışlardır. Bu amaçla dört grup oluşturmuşlardır. Ratların sol molar dişleri etrafına palatinal bölgeden, yuvarlak karbid frezle dekortikasyonlar oluşturmuşlar ve ratların molar dişlerine coil springlerle mezial yönlü kuvvet uygulamışlardır. Hem 7 gün sonra hem de 14 gün sonra dekortikasyon uyguladıkları taraflarda diş hareket miktarı istatistiksel olarak anlamlı ölçüde arttığını bulmuşlardır. Ayrıca dekortikasyon uyguladıkları taraflarda kemik yoğunluğunun azaldığını ve osteoklast sayısının anlamlı miktarda yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarının sonucuna göre bu yöntemi ilave bir cerrahi prosedür olarak önermişlerdir.

Hayvan modellerinde diş hareketinden sorumlu olan fizyolojik olayların zamanlaması farklı olduğu için bu çalışmalar bizim çalışmamızla uyumlu bulunmamış olabilir. Ayrıca bu çalışmalarda oluşturulan MOP'ların sayısı, derinliği, çapı, uygulama bölgesi ve uygulama aletleri de farklılık arz etmektedir. Bu yüzden sınırlı ölçüde karşılaştırma yapılabilmektedir. Ancak histolojik temellerin anlaşılabilmesi için de deneysel çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Literatürde sıklıkla invaziv bir yöntem olarak kabul edilen kortikotomi yönteminin klinik olarak incelendiği çeşitli çalışmalar varken, minimal-invaziv bir yöntem olan MOP yönteminin klinik olarak incelendiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.^(8,9) Yarım çene dizaynda tasarlanan ve bu uygulamanın molar distalizasyonuna etkilerinin araştırıldığı bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bizim çalışmamızda literatürden farklı olarak servikal headgear ile molar distalizasyonu yapılan hastaların bir tarafına Propel ile MOP'lar yapılmış, diğer tarafı ise kontrol grubu olarak kullanılmıştır ve MOP'ların etkinliğine bakılmıştır. T0-T1 dönem aralığında MOP grubunda molar dişin distalizasyon miktarı $5,11 \pm 1,28$ iken, kontrol grubundan $4,08 \pm 1,20$ istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla bulunmuştur. Aylık ortalama diş hareket hızı MOP grubunda $1,12 \pm 0,50$ iken kontrol grubunda ise $0,86 \pm 0,31$ olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). MOP grubunda diş hareket hızı kontrol grubuna göre %23,3 oranında ve 1.3 kat fazla bulunmakla birlikte bu bulgu istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ayrıca distalizasyon miktarı ile diş hareket hızı arasında sadece MOP grubunda orta dereceli pozitif korelasyon gözlemlenmiştir (Tablo 4.6). Bunun nedeni olarak distalizasyon miktarının MOP grubunda kontrol grubuna göre anlamlı miktarda daha fazla bulunmuş olması düşünülmektedir.

Literatürdeki benzer çalışmalarda diş hareketinin kortikotomi desteğiyle önemli ölçüde hızlandığı bulunmuştur. Al Naoum ve ark.⁽¹⁵⁴⁾ kanin distalizasyonu yaptıkları 12 haftalık çalışmalarında labial ve palatinalden flep kaldırmış ve kortikotomi grubunda diş hareket hızını 2-4 kat arasında hızlı bulmuştur. Wu ve ark.⁽²²³⁾ ile Bahattacharya ve ark.⁽¹⁴⁶⁾ da maksiller anterior dişleri en masse retraksiyon ile retrakte ettikleri ve çekim boşluğunun kapanma hızına baktıkları çalışmalarında kortikotomi grubunda sırasıyla 3 kat ve 2 kat daha hızlı diş hareketi bulmuşlardır. Sakthi ve ark.⁽²²⁴⁾ kortikotomi destekli en masse retraksiyon yaptıkları çalışmalarında 4 ay sonra diş hareket hızına bakmışlardır. Kortikotomi grubundaki diş hareket hızı üst çenede 1.8 mm/ay, alt çenede 1.57 mm/ay bulunurken; kontrol grubunda ise üst çenede 1.02

mm/ay, alt çenede 0.87 mm/ay bulunmuştur. Salman ve ark.⁽²²⁵⁾ tarafından yapılan çalışmada 6 haftalık periyotta kanin dişin ortalama hareketini kortikotomi tarafında 1.63 mm, kontrol tarafında ise 0,82 mm saptanmıştır. Abed ve ark.⁽²²⁶⁾ tarafından split-mouth dizaynda uygulanan çalışmada, kanin dişin hareket hızı kortikotomi tarafında birinci ayın sonunda %42.6 hızlı bulunmuştur. Aboul-Ela ve ark.⁽¹⁵⁾ tarafından yapılan bir başka split-mouth dizayndaki çalışmada, kortikotomi tarafında diş hareketi hızını ikinci ayın sonunda 2 kat, üçüncü ayın sonunda 1.6 kat ve dördüncü ayın sonunda 1.06 kat hızlı olduğu bildirilmiştir. Gantes ve ark.⁽⁶⁵⁾ bukkal ve lingualden mukoperiosteal flep kaldırmış ve kortikotomi grubunda, kontrol grubuna göre tedavi süresinin %50 oranında azalmış olduğunu bildirmişlerdir. Shoreibah ve ark.⁽²²⁷⁾ tarafından yapılan çalışmada, alt anteior dişlerinde çapraşıklık olan hastalarda çekimsiz tedavi süresi incelenmiş ve kortikotomi uygulanan grupta toplam tedavi süresi 3 kat kısa bulunmuştur.

Dekortikasyon yöntemi gömülü kaninlerin sürdürülmelerinde de kullanılmıştır. Fischer ve ark.⁽²²⁸⁾ tarafından yine split-mouth dizaynda yapılan bir çalışmada sağ ve solda palatinalde gömülü kanin dişlerinden birine konvansiyonel cerrahi diğerine kortikotomi destekli cerrahi uygulamışlardır. Toplam tedavi süresinin kortikotomi uyguladıkları tarafta %28-33 arasında kısaldığı rapor edilmiştir.⁽²²⁸⁾ Bizim çalışmamızın sonuçlarında toplam tedavi süresi molar diş hareket hızı MOP grubunda kontrol grubuna göre 1.3 kat fazla bulunmuştur ve daha önceki çalışmalardan biraz daha az bir hız elde edilmiştir. Bu çalışmalar flep kaldırılan invaziv cerrahi girişimler olduğundan, uygulama alanları farklılık arzettiğinden, yapılan kortikasyonların uygulama şekilleri farklı olduğundan ve yapılan ortodontik tedavi türü farklı olduğundan elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızdan farklı bulunmuş olabilir. Ayrıca çalışmalarda genellikle toplam tedavi süresine değil ilk birkaç haftada oluşan diş hareket hızına bakılmış olmasının da elde edilen sonuçlara etkisi olabilir. Çünkü alveol kemikte hasar oluşturulmasının ardından BHF'nin ilk haftalarda maksimum düzeyde bulunduğu ve etkisinin giderek azaldığı, 4 ay içinde ise sonladığı bildirilmiş^(122,123) ve ayrıca cerrahinin invazivliğinin BHF'nin yoğunluğu ile direkt korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir.⁽⁵⁹⁾

Nicozisis⁽¹⁰⁾ Propel'in rotasyon düzeltiminde, molar dikleştirilmesinde, cerrahi öncesi ortodontik tedavide, intrüzyonda ve çapraşıklık durumlarında kullanıldığını gösteren

linik ortodontik tedavi örnekleri rapor etmiştir ve tedavi süresini kısalttığını bildirmiştir.

Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ 2013 yılında tek merkezli ve tek kör olarak yaptıkları çalışmada MOP yöntemini ilk defa insanlar üzerinde incelemişlerdir. Çalışmada üst çenede premolar çekiminden altı ay sonra kaninlerin distallerine Propel ile 3 adet MOP yapmışlar ve coil springler ile 100 g kuvvet uygulamışlardır. Çalışmalarının sonuçlarında yapılan MOP'lar osteoklast öncülerini toplamak ve osteoklast farklılaşmasını uyarmasıyla bilinen sitokin ve kemokin salınımını önemli ölçüde arttırmıştır. Enflamasyon ajanlarının artışı ilk 24 saat ve bir ay sonra çalışma grubunda kontrol grubuna göre anlamlı derece yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu yöntemin kanin retraksiyon oranını 2.3 kat hızlandırdığı rapor edilmiştir. Propel ile yapılan MOP'ların diş hareketini hızlandırmada çok az hasta rahatsızlığına neden olduğu ve etkili, konforlu ve güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir. Bu yöntem ile toplam tedavi süresinin %62 oranında azaltıldığı da bildirilmiştir. Fakat çalışmada ilk 28 günden sonra enflamasyon mediyatörlerine tekrar bakılmamıştır. Kemikte oluşan enflamatuvar tamir süreçlerinin 2-3 ay sonra azaldığı bilindiğinden elde edilen sonuçların uzun dönemde nasıl değişebileceğine bakılmamıştır. Bizim çalışmamızda ise her hasta için toplamda oluşan molar distalizasyon miktarı distalizasyon süresine bölünerek aylık ortalama hız hesaplanmıştır. Ayrıca çalışma kanin distalizasyon hızını değerlendirmişken bizim çalışmamızda ise molar distalizasyon hızı değerlendirilmiştir. Bu nedenlerden dolayı bizim çalışmamızda 1.3 kat hızlı diş hareket hızı saptanmışken bu çalışmada ise 2.3 hızlı diş hareketi saptanmış olabilir.

Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ 2015 senesinde önceki klinik çalışmalarıyla aynı kanin retraksiyon protokülüyle MOP'ların sayısının diş hareketi hızına etkisini karşılaştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 3 grup oluşturmuşlar ve birinci gruba sadece kuvvet uygulamışlar ve bu gruba (O) demişler, ikinci gruba (O)+ 1 MOP, üçüncü gruba da (O)+4 MOP uygulamışlardır. 28 gün sonra 4 MOP uygulanan grupta enflamatuvar mediyatörlerin 3.5 kat artarken, diş hareket hızı 2 kattan daha fazla arttığını saptamışlar ve bu sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. 1 MOP uygulanan grupta ise enflamatuvar mediyatörlerin ve diş hareket hızının hafifçe arttığını istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını belirtmişlerdir. Bu sonuca göre, alveoler kemikte oluşturulan travmanın büyüklüğü direk olarak enflamatuvar mediyatörlerin sayısını ve böylece diş hareket hızını

arttırmaktadır. Bizim çalışmamızda da MOP sayısı her bir hasta için 3 adettir ve ayrıca çalışmamız 28 gün değil distalizasyon bitimine kadar sürmüştür ve MOP'lar iki ayda bir tekrarlanmıştır. Diş hareket hızında MOP uygulanan tarafta bir artış bulunmuş ama bu nedenlerden dolayı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış olabilir.

Leethanakul ve ark.⁽¹⁵⁵⁾ 2014 yılında yaptıkları çalışmalarında üst 4 nolu dişleri çekmiş ve kaninleri bu alana distalize etmişlerdir. Çalışmalarında flep kaldırmaksızın, üst 4 nolu dişlerin çekim soketlerine, kanin dişlerin distal kısmında kalan tarafta interseptal kemikte 1-1.5 mm azaltma yapmışlardır. Aksakallı ve ark.⁽²⁹⁾ da piezoinsizyonun kanin diş distalizasyonuna etkilerini inceledikleri çalışmalarını kaninler Sınıf I ilişkiye gelince sonlandırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda kanin distalizasyonunu miktar olarak piezoinsizyon grubunda fazla bulmuşlardır. Bizim de çalışmamız bu çalışmaya benzer olarak molar ilişki Sınıf I ilişkiye gelince sonlandırılmıştır. Bizim çalışmamızda da molar dişin distalizasyon miktarı MOP grubunda kontrol grubuna göre anlamlı miktarda fazla bulunmuştur ($p<0,05$). Mehr ve ark.⁽²²⁹⁾ piezoinsizyonun mandibular keserlerdeki çapraşıklık çözmeye etkisini incelemişler ve çapraşıklık düzelene kadar tedaviyi sürdürmüşlerdir. Bu çalışmalar ve Alikhani ve ark. tarafından yapılan çalışmalar, flep kaldırılmayan minimal invaziv girişimlerle tamamlanan randomize kontrollü çalışmalardır ve diş hareketini hızlandırmada BHF'yi kullanmışlardır. Kanin dişin distalizasyon hızının incelendiği çalışmalarda minimal invaziv girişimlerin uygulandığı taraflarda, kontrol grubuna göre ilk ay 0.65 mm, ikinci ay 1.41 mm daha fazla diş hareketi olduğu bildirilmiştir. Fakat piezoinsizyonun mandibular dişlerdeki seviyelemeye etkisini inceleyen çalışmada ise seviyelenme süresi çalışma ve kontrol taraflarında farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki tedavi türü diş hareket hızını etkilemektedir. Ayrıca hareketin türü (rotasyon, devrilme, paralel hareket) ve uygulama alanındaki kemik yoğunluğu (maksilla veya mandibula) da diş hareket hızını etkilemektedir. Bizim çalışmamızda da tedavi türü molar distalizasyonu olduğu için, kullanılan minimal invaziv cerrahi prosedürü (MOP), uygulanan kuvvet miktarı, distalizasyon ölçüm yöntemi farklı olduğu için bu çalışmalardan farklı sonuçlar elde etmiş olabiliriz. Çalışmamızın başlangıç hipotezi doğrulanmamıştır ve MOP uygulanan tarafta molar diş distalizasyon miktarının istatistiksel olarak anlamlı ölçüde arttığı bulunmuştur.

Hastalarda molar dişlerin rotasyon miktarları da başlangıçta ve distalizasyon sonrası alınan referans ve çalışma modellerinden sağ ve sol taraf için ayrı ayrı ölçülmüştür.

Bu işlemde molar dişlerin mesiobukkal ve distopalatal tüberkülleri ile insiziv papilla üzerindeki en belirgin noktalar seçilmiştir. Daha sonra molar dişlerin mesiobukkal ve distopalatal tüberkülleri arasındaki doğru ile distopalatal tüberkül ve insiziv papilla arasında çizilen doğru arasındaki açı program tarafından ölçülerek rotasyon miktarları hesaplanmıştır.⁽¹⁰⁸⁾ Molar dişlerde servikal headgear kullanımından sonra rotasyon miktarları bakımından MOP ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Panoramik filmler geleneksel olarak ortodontik tedaviden önce, tedavi sırasında ve tedaviden sonra kök pozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.⁽²³⁰⁻²³²⁾ Panoramik filmlerin yaygın şekilde kullanılmasına rağmen, bu filmlerde boyutsal olarak hatalı görüntüler oluşabileceği bildirilmiştir^(232,233) ve konvansiyonel panoramik filmlerle yapılacak değerlendirmelerde dikkatli olunması tavsiye edilmiştir.⁽²³⁴⁾ Bizim çalışmamızda da maksiller molar dişlerin angulasyonları panoramik filmlerle değerlendirilmiştir. Çalışmamızda 16 ve 26 nolu dişlerin angulasyonlarının 3B olarak ölçülmemesinin nedeni ise 3B dijital modellerde köklerin görüntüsünün olmaması ve kuron kısmında bulunan molar bantlarının dişin uzun aksını belirlemeyi zorlaştırmasındandır. Panoramik filmlerde bantlı molar dişlerde dahi uzun aks rahatlıkla belirlendiğinden, çalışmamızda bu ölçümün panoramik filmler üzerinden değerlendirilmesi daha uygun görülmüştür. Bouwens ve ark. tarafından yapılan, panoramik ve KIBT ile dişlerin mesio-distal kök angulasyonlarının değerlendirilip karşılaştırıldığı çalışmada maksiller 16 ve 26 nolu dişin bu 2 yöntem ile ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.⁽²³⁰⁾ Bu çalışmada horizontal referans düzlem olarak oklüzal düzlem kullanılmışken bizim çalışmamızda ise palatal düzlem kullanılmıştır. Çalışmamızda maksiller molar dişlerin angulasyonları ölçülürken dişlerin trifurkasyon bölgesinden geçecek şekilde oluşturulan uzun aksının horizontal düzlem ile mezial tarafta yapmış oldukları açılara bakılmış ve tedavi öncesiyle sonrası arasındaki fark devrilme miktarı olarak hesaplanmıştır.

Üst 1. molarların servikal headgear ile distalizasyonu sonucu oluşan devrilme miktarları açısından MOP ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Oluşan devrilme miktarlarını bazı araştırmacılar⁽²³⁵⁻²³⁷⁾ 6-7° civarı bulmuştur. Fudelaj ve Antoszevska⁽¹⁹⁴⁾ tarafından 2011 yılında yayınlanan ve geçici iskeletsel ankraj mekanizmalarıyla desteklenen distalizasyon sağlayan apereylerin etkinliğinin incelendiği bir derlemede molarlarda distal yönde oluşan devrilmenin

0,80°-12,20° aralığında olduğu bildirilmiştir. Kang ve ark.⁽¹⁹⁸⁾ tarafından yapılan çalışmada ise servikal headgear kullanan hastalarda, birinci molar dişlerin kuronları köklerine göre 9.5 kat daha fazla distale hareket etmiş yani yüksek oranda distal yönde devrilme göstermiştir. Bizim çalışmamız da molar dişlerdeki devrilme miktarı MOP tarafı için 14,48° ve kontrol tarafı için ise 13,45° bulunmuştur. Çalışmamızda devrilme miktarının ortalamaya göre biraz yüksek bulunmasının nedeni olarak, devrilme miktarının panoramik filmler üzerinden ölçülmesinden, uygulanan kuvvet miktarının farklılık arzemesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Mowefay ve ark.⁽²³⁸⁾ ile Alikhani ve ark.⁽⁸⁾ kanin dişin distalizasyon hızını değerlendirdikleri split-mouth çalışmalarında, kortikotomi uygulamasından sonra kanin dişte oluşan devrilme miktarını değerlendirmişlerdir. Kontrol ve kortikotomi gruplarında bu bakımdan anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Çalışmamızda da bu bulgularla uyumlu olarak molar dişlerde oluşan devrilme bakımından MOP ve kontrol taraflarında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Molar distalizasyon miktarları ve devrilme miktarları arasında her iki grup için de pozitif yönde korelasyon saptanmıştır. Bu bulgu da distalizasyonun yalnızca paralel hareketle değil, aynı zamanda devrilme ile de gerçekleştiğini doğrulamaktadır.

Çalışmamız boyunca karşılaşılan sorunlar ve çözümleri değerlendirildiğinde distalizasyon esnasında kullanılan servikal headgear'ın ağız içi kollarının uygulandığı molar bantlarında stabilizasyon sorunları çok nadir gerçekleşmiştir. Bu durumlarda hastanın aynı gün içinde kliniğe gelmesi tembihlenmiş ve molar bantları tekrar simante edilmiştir. Bunun dışında headgear kooperasyonu açısından hastalar tedaviye alınmadan önce uyarıldıklarından ve apereylerini en az 16 saat kullanmaları hususunda teşvik edildiklerinden dolayı sıkıntı yaşanmamıştır.

Sefalometrik radyografik ölçümler ortodontistler tarafından iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku ilişkileriyle birlikte tedavi sonuçlarının da değerlendirildiği standart bir metottür.⁽¹⁰⁸⁾ Çalışmamızda molar distalizasyonu başlangıcında ve distalizasyon sonunda alınan lateral sefalometrik filmler üzerinde iskeletsel ve dişsel değişimlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Pirttiniemi ve ark.⁽²³⁹⁾ ile Mantysaari ve ark.⁽²⁴⁰⁾ tarafından erken dönemde headgear kullanımının etkilerini inceledikleri çalışmalarında sefalometrik ölçümler değerlendirildiğinde SNA° ve ANB° açılarının anlamlı düzeyde azaldığını

gözlemlenmişlerdir ve bu etkinin A noktasının geri hareketiyle oluştuğunu rapor etmişlerdir. Kırjavainen ve ark.⁽¹⁸⁷⁾ da erken dönemde servikal headgear'ın yüz profiline etkilerini inceledikleri çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yaş ortalaması 12,17 olan hastalarımızda molar distalizasyonu sonucunda benzer olarak SNA° ve ANB° açılarının anlamlı düzeyde azaldığı gözlemlenmiştir. SNA° açısı 79,85°'den 79,03°'ye gerilerken, ANB° açısı ise 3,14°'den 2,22°'ye gerilemiştir (p<0,001). SNB° açısında ise anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir (p>0,05). Baumrind ve ark.^(241,242) dik yönü gösteren açılarda servikal headgear kullanımıyla ortalama bir artış gözlemlenmiştir. Birçok çalışmada servikal headgear kullanımı ile SN-GoGn° açısında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir.⁽²⁴³⁻²⁴⁷⁾ Çalışmamızda da dik yön büyüme yönünü gösteren FMA°, SN-GoGn° açılarında anlamlı düzeyde bir artış gözlemlenmiştir. FMA° açısı 24,22°'den 25,16°'ye yükselirken, SN-GoGn° açısı ise 33,82°'den 34,34°'ye yükselmiştir (p<0,01). Araştırmacılar tarafından servikal headgear kullanımı sonrası maksiller molarlarda görülen ekstrüzyon sonucu mandibulada posterior yönde meydana gelen rotasyon ve böylece alt anterior yüz yüksekliğinde meydana gelen artış, dik yön yüz boyutlarının artmasının nedeni olarak bildirilmiştir.^(185,186,248) Molarları distalize ederken aynı zamanda devrilmesine de neden olduğundan sadece headgear ile tedavi edilen hastalarda molarların distale hareketi daha açık bir şekilde gözlenmektedir.⁽²⁴⁹⁾ Servikal headgear'ın iç ve dış kolları birbirine paralel olduğunda ve dış kollar birinci molarlar hizasında sonlandığında, horizontal kuvvet komponentinin fazla olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle molar dişlerdeki ekstrüzyonun azaldığı ve dış kolların uzunluğu artarsa vertikal komponentin de artmasından dolayı molar ekstrüzyonunun fazla olacağı bildirilmiştir.⁽²⁴⁹⁾ Literatürde vertikal komponent artırıldığında molar ekstrüzyonunun daha fazla olduğunu ve dik yön boyutları arttığını bildiren başka çalışmalar da vardır.^(186,187,250-252) Bizim çalışmamızda headgear dış kolları 20° yukarı açıldırılmış ve uygulanan kuvvetin direnç merkezine yakın geçmesi planlanmıştır. Ancak yine de molarlarda bir miktar devrilme görülmüştür ve bu devrilmeden dolayı dik yön açısı da bir miktar artmış olabilir. Pirtiniemi ve ark.⁽²³⁹⁾ tarafından yapılan çalışmada SN-PP° açısında ve PP-MP° açısında distalizasyon sonrası anlamlı bir değişiklik bulunamamıştır. Çalışmamızda da SN-PP° açısında çok az azalma gözlenmiş ve bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). PP-MP° açısı ise 25,65°'den 26,23°'ye yükselmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,01). Bu açıdan çalışmamız bu çalışmayla uyumludur ve PP-MP°

açısının artmasının nedeni mandibulada gerçekleşen hafif posterior rotasyondan kaynaklanmış olabilir.

Dudakların kalınlığı ve uzunluğu yüz profilinin çok önemli bir unsurudur.⁽²⁵²⁾ Dudak protrüzyonu ise keser dişlerin konumundan önemli ölçüde etkilenmektedir.⁽²⁵³⁾ Çalışmamızda UL/E doğrusu ölçümü distalizasyon sonucunda mutlak değer olarak anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,01$). Bu değişim distalizasyon sonucu üst keserlerin transseptal lifler aracılığıyla spontan retrüzyonu nedeniyle dudakların da bu hareketi takip etmesi nedeniyle olabilir. LL/E Doğrusu ölçümü distalizasyon sonrası artmış ve Nazolabial açı değerinde ise azalma olmuş ama istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir değişiklik gerçekleşmemiştir.

Üst birinci molar dişlerin headgear kullanılarak distalizasyonu sonrasında sıkı oklüzal kenetlenme nedeniyle üst ve alt keser dişlerde spontan retrüzyon oluşabilmektedir.⁽²⁵⁴⁾ Bizim çalışmamızda da U1-PP°, U1-NA° ve U1-NA(mm) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar gözlenmiştir. U1-PP° değeri 109,9°'den 107,85°'ye ($p<0,001$), U1-NA° değeri 24,08°'den 22,95°'ye ($p<0,01$), U1-NA(mm) değeri ise hafif bir değişiklik göstererek 4,25 mm'den 4,01 mm'ye ($p<0,05$) azalmıştır. Altuğ-Ataç ve ark.⁽²⁵⁵⁾ tarafından 3B maksiller distalizasyon arkları ve servikal headgear'ın dentofasiyal yapılar üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, bizim de çalışmamızla uyumlu olarak mandibular keser dişlerde distal yönde devrilme gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da alt keserlerdeki açısal değişimi gösteren IMPA° değeri 94,67°'den 93,52°'ye ($p<0,05$) ve L1-NB° değeri 24,12°'den 22,10°'ye ($p<0,01$) anlamlı düzeyde azalmıştır. L1-NB(mm) değeri de 4,40 mm'den 4,11 mm'ye düşmesine rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çalışma süresinin sonunda üst keser dişlerde görülen retrüzyon ve retraksiyonun nedeninin transseptal fibrillerin gerilimine bağlı olarak tüm dişlerin distalizasyonu ile birlikte keser dişlerin de retraksiyonu olabileceği düşünülebilir. Ayrıca üst keserlerde oluşan bu retrüzyon oklüzal ilişkiler nedeniyle alt keserlere de yansımaktadır. Çalışmamızda üst keserlerde görülen retraksiyon ve retrüzyonun literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Servikal headgear kullanımıyla maksillanın ileri ve aşağı yönde büyümesi engellenmekte ve normal mandibular büyüme ile overjetin tedaviden sonra azaldığı bildirilmiştir.^(188,240,256) Çalışmamızda distalizasyondan sonra overjette meydana gelen

azalmanın hem bu sebepten hem de üst keser dişlerin retrüzyon ve retroklinasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda overjet 3,10 mm'den 1,97 mm'ye düşmüş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Bazı araştırmacıların servikal headgear kullanan bireylerde yaptıkları çalışmalarında, iskeletsel ve dişsel olarak önemli düzeyde kapanış açılması gözlemlenmemiş ve servikal headgear'ın open-bite ya da yüksek vertikal büyümeye sahip hastalarda kontrendike olmadığı bildirilmiştir.^(236,257) Çok sayıda başka araştırmada ise normal ya da düşük dik yön büyüme gösteren bireylerde servikal headgear ile tedavinin overbite'ı azaltacağı rapor edilmiştir.^(247,248,258-261) Bizim çalışmamızda da literatürdeki bu çalışmalarla uyumlu olarak overbite 3,21 mm'den 1,84 mm'ye düşerek istatistiksel anlamlı ölçüde azalma ($p<0,001$) göstermiştir. Çalışmamızda sefalometrik filmler üzerinden servikal headgear ile yapılan molar distalizasyonu başlangıç ve distalizasyon sonrası iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku değişimleri değerlendirilmiştir. Ancak MOP yapılan ve yapılmayan kontrol taraflarında, sefalometrik filmler üzerinde molar dişler süperpoze olduğu için molar diş distalizasyonu ile ilgili değişimler bu filmler üzerinde değerlendirilmemiştir.

Günümüzde klinisyenler cerrahi tekniklerin uygulanmasına bazı sınırlar koymuşlar ve bu teknikleri zaten belirli özel nedenlerden dolayı cerrahi operasyon geçirecek hastalara (periodontal cerrahi ve gömülü kanin veya üçüncü molar dişlerin çekimi) ya da ortognatik cerrahi olması gereken hastalarda uygulamaya başlamışlardır.⁽¹⁴⁴⁾ En fazla umut veren cerrahi uygulama MOP yöntemi gibi en az invaziv olanlardır. Gelecekte yapılacak olan araştırmalar da bu yöntem üzerine yoğunlaşabilir.

Çalışmamızın, histokimyasal bulgularının olmaması nedeniyle daha önceden yapılan klinik çalışmalarla arasında direkt bir karşılaştırmanın yapılamaması gibi limitasyonları bulunmaktadır. Mevcut klinik çalışmaların az sayıda olması ve bu çalışmalarda MOP oluşturmak için kullanılan araçların farklı olması, farklı kuvvet değerlerinin kullanılması, farklı ölçüm yöntemleri ve bireysel biyolojik çeşitlilik nedeniyle direk olarak karşılaştırma yapılması sınırlı olmuştur. Ortodontik tedavi tipinin etkileri, yapılan yöntemin klinik randevularda tekrarlanma sayısı, uygulama sayısı ve alanının büyüklüğünün ne olması gerektiği gibi soruların net olarak cevaplanabilmesi açısından daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca yeni bir

teknik olan MOP için gelecekte uzun süreli takip sonucunu da içeren klinik bulgulara ihtiyaç bulunmaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

MOP yönteminin molar distalizasyon hızına etkilerinin incelendiği çalışmamızda şu sonuçlar bulunmuştur:

1. Toplam zaman aralığında meydana gelen molar diş distalizasyonunda MOP ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir.
2. MOP ve kontrol gruplarındaki aylık ortalama molar diş distalizasyon hızı MOP grubunda daha fazla bulunmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık saptanmamıştır.
3. Servikal headgear ile yapılan distalizasyon sonucu hem MOP hem de kontrol grubunda molar dişte devrilme gözlemlenmiştir ve devrilme miktarları bakımından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Servikal headgear ile oluşan distalizasyon miktarı ile devrilme açıları arasında hem MOP hem de kontrol grubunda pozitif yönlü korelasyon vardır.
4. MOP ve kontrol grupları için molar rotasyonları istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir.
5. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde MOP yönteminin molar diş distalizasyon miktarını toplam sürede arttırdığı ve diş hareketini hızlandırdığı görülmektedir.

MOP uygulamaları klinik olarak rutin kullanıma geçmeden önce bu minimal-invaziv cerrahi yöntemin etkileri hakkında daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır.

Diş hareketini hızlandırma yöntemlerini uygulamadan önce seçilecek yöntem; güvenilirlik, etkinlik, invazivlik, hasta tarafından kabul edilebilirlik ve maliyet gibi özellikler yönünden değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):160 e1-10.
2. Ristic M, Svabic MV, Sasic M, Zelic O. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthod Craniofac Res.* 2007;10(4):187-95.
3. Segal G, Schiffman P, Tuncay O. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):71-8.
4. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2149-59.
5. Park Y, Kang S, Kim S. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujuutsu Taikai, Sokai.* 2006;48(6):34
6. Kim Y-S, Kim S-J, Yoon H-J, Lee PJ, Moon W, Park Y-G. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(1):23-31.
7. Liou E. Distraction of the periodontal ligament: rapid canine retraction. *Craniofacial Distraction Osteogenesis.* Saint Louis: Mosby. 2001;461-74.
8. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(5):639-48.
9. Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Alikhani M, Chou MY, Alyami B, et al. Micro-osteoperforations: minimally invasive accelerated tooth movement. *Semin Orthod.* 2015;21(3):162-9.
10. Nicozisis J. Accelerated orthodontics with Alveocentesis. *Clin Orthod.* 2012;19:1-4.
11. Bishara SE, Ostby AW, editors. White spot lesions: formation, prevention, and treatment. *Semin Orthod.* 2008;14(3):174-82.

12. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;101(5):403-7.
13. Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment. Open Dent J. 2010;4:159.
14. Kim D-H, Park Y-G, Kang S-G. The effects of electrical current from a micro-electrical device on tooth movement. Korean J Orthod. 2008;38(5):337-46.
15. Aboul SMBE-D, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, El-mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(2):252-9.
16. Genç G. Düşük Doz Lazer Uygulamalarının Ortodontik Diş Hareketi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010 (Prof. Dr. İlken Kocadereli).
17. Graber T, Vanarsdall R. Orthodontics: Current Principles and Techniques. 4th ed. St Louis Missouri: Elsevier. 2005:119-26.
18. Edwards JG. A study of the periodontium during orthodontic rotation of teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1968;54(6):441-61.
19. Beertsen W, McCulloch CA, Sodek J. The periodontal ligament: a unique, multifunctional connective tissue. Periodontol 2000. 1997;13(1):20-40.
20. Çağlaroğlu M. Farklı yöntemlerle uygulanan Prostaglandin E2'nin diş hareketi ve kemik metabolizması üzerine etkilerinin histopatolojik olarak incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2006, Erzurum (Prof. Dr. Abdulvahit Erdem).
21. Henneman S, Von den Hoff J, Maltha J. Mechanobiology of tooth movement. Eur J Orthod. 2008;30(3):299-306.
22. Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. J Dent Res. 2009;88(7):597-608.
23. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1967;53(10):721-45.
24. Rygh P, Brudvik P. The histological responses of the periodontal ligament to horizontal orthodontic loads. The Periodontal Ligament in Health and Disease. St Louis: Mosby. 1995;243-58.

25. Persson M. A 100th anniversary: Sandstedt's experiments on tissue changes during tooth movement. *J Orthod.* 2005;32(1):27-8.
26. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1980;77(1):33-47.
27. Davidovitch Z, Nicolay O, Ngan P, Shanfeld J. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988;32(3):411-35.
28. Dibart S, Surmenian J, David Sebaoun J, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *Int J Periodontol Rest Dent.* 2010;30(5):487.
29. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2015;86(1):59-65.
30. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics.* 5th. ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences. 2014;278-311.
31. Graber TM, Swain BF. *Current orthodontic concepts and techniques:* WB Saunders Company: 1975;119-26.
32. Masella RS, Chung P-L, editors. *Thinking beyond the wire: emerging biologic relationships in orthodontics and periodontology.* Semin in Orthod. Elsevier: 2008.
33. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthod.* 1932;18(4):331-52.
34. Oppenheim A. Tissue changes, Particularly in the bone incident to tooth movement. *Am J Orthod.* 1911;3:113-32.
35. Baumrind S. A reconsideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis. *Am J Orthod.* 1969;55(1):12-22.
36. Norton LA. Stress-generated potentials and bio electric effects: Their possible relationship to tooth movement. *The Biology of Tooth Movement* CRC Press, Boca Raton. 1989:350-7.
37. DeAngelis V. Observations on the response of alveolar bone to orthodontic force. *Am J Orthod.* 1970;58(3):284-94.

38. Bassett CAL, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*. 1962;137(3535):1063-4.
39. Epker B, Frost H. Correlation of bone resorption and formation with the physical behavior of loaded bone. *J Dent Res*. 1965;44(1):33-41.
40. Pollack S, Salzstein R, Pienkowski D. The electric double layer in bone and its influence on stress-generated potentials. *Calcified Tissue Int*. 1984;36:S77-S81.
41. Zengo A, Pawluk R, Bassett C. Stress-induced bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1973;64(1):17-27.
42. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. *Prog Orthod*. 2013;14(1):42.
43. Liu ZJ, King GJ, Gu GM, Shin JY, Stewart DR. Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Ann NY Acad Sci*. 2005;1041(1):388-94.
44. 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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(2):196-203.
45. Shenava S, Nayak K, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated orthodontics—A review. *Int J Sci Stud*. 2014;1(5):35-9.
46. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(1):16-26.
47. Sekhavat AR, Mousavizadeh K, Pakshir HR, Aslani FS. Effect of misoprostol, a prostaglandin E 1 analog, on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;122(5):542-7.
48. Tunçer N YA. Diş Hareketini Hızlandırma Teknikleri. *Türk Ortodonti Derg*. 2012;25:76-91.
49. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, et al. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(4):572-83.
50. Seifi M, Younessian F, Ameli N. The innovated laser assisted flapless corticotomy to enhance orthodontic tooth movement. *J Lasers Med Sci*. 2012;3(1):20.

51. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone*. 1998;22(4):347-54.
52. Udagawa N, Takahashi N, Jimi E, Matsuzaki K, Tsurukai T, Itoh K, et al. Osteoblasts/stromal cells stimulate osteoclast activation through expression of osteoclast differentiation factor/RANKL but not macrophage colony-stimulating factor. *Bone*. 1999;25(5):517-23.
53. Blechman AM, Smiley H. Magnetic force in orthodontics. *Am J Orthod*. 1978;74(4):435-43.
54. Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107(6):578-88.
55. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1987;91(2):91-104.
56. Kolahi J, Abrishami M, Davidovitch Z. Microfabricated biocatalytic fuel cells: a new approach to accelerating the orthodontic tooth movement. *Med Hypotheses*. 2009;73(3):340-1.
57. Basset C. Pulsing electromagnetic fields, A new approach to surgical problems. *Metabol Surg*. 1978:255-306.
58. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;129(4):469. e1-. e32.
59. Frost H. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hospital Med J*. 1983;31(1):3.
60. Teixeira C, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant L, et al. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res*. 2010;89(10):1135-41.
61. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol*. 1959;12(5):515-29.
62. Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg*. 1975;3:81-4.
63. Frost H. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res*. 1989(248):283-93.
64. Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *J Periodontol*. 1994;65(1):79-83.

65. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol.* 1990;61(4):234-8.
66. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2160-6.
67. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF, editors. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Semin Orthod.* 2008;14(4):305-16.
68. Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot J, Wilcko MT. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod.* 2003;4(3):197-205.
69. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot J, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Perio Res Dent.* 2001;21(1):9-20.
70. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(4):372-82.
71. Liou EJ-W, Polley JW, Figueroa AA. Distraction osteogenesis: the effects of orthodontic tooth movement on distracted mandibular bone. *J Craniofac Surg.* 1998;9(6):564-71.
72. Karamehmetoğlu H, Kurt G. Ortodontide hızlı diş hareketi uygulamaları. *Sağ Bil Derg. (J Health Sci)* 22(2):178-82.
73. İşeri H, Kışnişçi R, Bzizi N, Tüz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(5):533-41.
74. Kısnişçi RS, İseri H. Dentoalveolar transport osteodistraction and canine distalization. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(3):763-70.
75. Kışnişçi RŞ, İşeri H, Tüz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(4):389-94.
76. Chung K, Kim S, Kook Y. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage in adults. *Distraction Osteogenesis of the Facial Skeleton* Hamilton, Canada: BC Decker, Inc. 2007;144-98.

77. Chung K-R, Kim S-H, Lee B-S. Speedy surgical-orthodontic treatment with temporary anchorage devices as an alternative to orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(6):787-98.
78. Chung K-R, Mitsugi M, Lee B-S, Kanno T, Lee W, Kim S-H. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage in adults—sagittal correction and open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2130-48.
79. Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2009;79(2):284-91.
80. Ruso S, Campbell PM, Rossmann J, Opperman LA, Taylor RW, Buschang PH. Bone response to buccal tooth movements—with and without flapless alveolar decortication. *Eur J Orthod.* 2013;36(6):613-23.
81. Dibart S SJ, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compen Contin Educ Dent.* 2009;30(6):342-50.
82. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(6):879-89.
83. Miles P. Accelerated orthodontic treatment - what's the evidence? *Aust Dent J.* 2017;62 Suppl 1:63-70.
84. Bletsa A, Berggreen E, Brudvik P. Interleukin-1 α and tumor necrosis factor- α expression during the early phases of orthodontic tooth movement in rats. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(5):423-9.
85. de Albuquerque Taddei SR, Andrade I, Queiroz-Junior CM, Garlet TP, Garlet GP, de Queiroz Cunha F, et al. Role of CCR2 in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(2):153-60. e1.
86. Fuller K, Kirstein B, Chambers TJ. Murine osteoclast formation and function: differential regulation by humoral agents. *Endocrinology.* 2006;147(4):1979-85.
87. Jimi E, Ikebe T, Takahashi N, Hirata M, Suda T, Koga T. Interleukin-1 activates an NF-B-like factor in osteoclast-like cells. *J Bio Chem.* 1996;271(9):4605-8.
88. Vicilli R, Kar-Kuri M, Varriale J, Budiman A, Janal M. Effects of initial stresses and time on orthodontic external root resorption. *J Dent Res.* 2013;92(4):346-51.
89. Türköz Ç. Dijital ortodontik modeller. *Acta Odontol Turc.* 2009;26(3):181.
90. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle Orthod.* 2004;74(3):298-303.

91. Mayers M, Firestone AR, Rashid R, Vig KW. Comparison of peer assessment rating (PAR) index scores of plaster and computer-based digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(4):431-4.
92. Okunami TR, Kusnoto B, BeGole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavi S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(1):51-6.
93. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):101-5.
94. Rheude B, Lionel Sadowsky P, Ferriera A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod.* 2005;75(3):300-4.
95. Peluso MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ, editors. Digital models: an introduction. *Semin Orthod.* 2004;10(3):226-38
96. Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels 3rd D. 2001 JCO Orthodontic Practice Study. Part 2. Practice success. *J Clin Orthod.* 2001;35(11):673-81.
97. M R. Destroying patient records California [Online]: Association of Orthodontists Website; 2002.
98. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. *Eur J Orthod.* 2007;29(5):517-22.
99. Aşçıoğlu Ç. Tıbbi yardım ve el atmalardan doğan sorumluluklar, Doktorların Devletin ve Özel Hastanelerin Sorumluluğu. Ankara: 1993.
100. Pani SC, Hegde A. Impressions in cleft lip and palate—A novel two stage technique. *J Clin Pediatr Dent.* 2008;33(2):93-6.
101. Hajeer M, Millett D, Ayoub A, Siebert J. Current products and practices: Applications of 3D imaging in orthodontics: Part I. *J Orthod.* 2004;31(1):62-70.
102. Kuroda T, Motohashi N, Tominaga R, Iwata K. Three-dimensional dental cast analyzing system using laser scanning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(4):365-9.
103. Mah J, Bumann A, editors. Technology to create the three-dimensional patient record. *Semin Orthod.* 2001;7(4):251-57.
104. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):16. e1-e4.

105. Fleming P, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(1):1-16.
106. Sjögren AP, Lindgren JE, Huggare JÅ. Orthodontic study cast analysis—reproducibility of recordings and agreement between conventional and 3D virtual measurements. *J Dig Imag.* 2010;23(4):482-92.
107. Kim S-J, Chun Y-S, Jung S-H, Park S-H. Three dimensional analysis of tooth movement using different types of maxillary molar distalization appliances. *Korean J Orthod.* 2008;38(6):376-87.
108. Nalçacı R, Biçakçi AA, Ozan F. Noncompliance screw supported maxillary molar distalization in a parallel manner. *Korean J Orthod.* 2010;40(4):250-9.
109. Ashmore JL, Kurland BF, King GJ, Wheeler TT, Ghafari J, Ramsay DS. A 3-dimensional analysis of molar movement during headgear treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(1):18-29.
110. Chen G, Chen S, Zhang X, Jiang R, Liu Y, Shi F, et al. Stable region for maxillary dental cast superimposition in adults, studied with the aid of stable miniscrews. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(2):70-9.
111. Nalcaci R, Kocoglu-Altan AB, Bicakci AA, Ozturk F, Babacan H. A reliable method for evaluating upper molar distalization: Superimposition of three-dimensional digital models. *Korean J Orthod.* 2015;45(2):82-8.
112. Jang I, Tanaka M, Koga Y, Iijima S, Yozgatian JH, Cha BK, et al. A novel method for the assessment of three-dimensional tooth movement during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2009;79(3):447-53.
113. Le Bret L. Growth changes of the palate. *J Dent Res.* 1962;41(6):1391-404.
114. Friel S. Migration of teeth. *Dent Records.* 1949;69(3):74.
115. Simmons J, Moore R, Erickson L. A longitudinal study of anteroposterior growth changes in the palatine rugae. *J Dent Res.* 1987;66(9):1512-5.
116. Cho M-Y, Choi J-H, Lee S-P, Baek S-H. Three-dimensional analysis of the tooth movement and arch dimension changes in Class I malocclusions treated with first premolar extractions: a guideline for virtual treatment planning. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;138(6):747-57.
117. Choi D-S, Jeong Y-M, Jang I, Jost-Brinkmann PG, Cha B-K. Accuracy and reliability of palatal superimposition of three-dimensional digital models. *Angle Orthod.* 2010;80(4):685-91.

118. Cha BK, Lee JY, Jost-Brinkmann P-G, Yoshida N. Analysis of tooth movement in extraction cases using three-dimensional reverse engineering technology. *Eur J Orthod.* 2007;29(4):325-31.
119. Li S, Xia Z, Liu SS-Y, Eckert G, Chen J. Three-dimensional canine displacement patterns in response to translation and controlled tipping retraction strategies. *Angle Orthod.* 2014;85(1):18-25.
120. Richmond S. Guest (editorial): the need for cost-effectiveness. *Taylor Francis;* 2000;27(3):267-269.
121. Frost H. The Biology of Fracture Healing: An Overview for Clinicians. Part II. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;248:294-309.
122. Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita D-D, Moon H-B, Ferguson D, et al. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res.* 2008;87(9):861-7.
123. Mühlemann HR. Tooth mobility: a review of clinical aspects and research findings. *J Periodontol.* 1967;38(6 Part II):686-708.
124. Nicozisis J. Fourth order of orthodontics. *Ortho Practice -US.* 2014;5(3):1-4.
125. Hoggan BR, Sadowsky C. The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):482-8.
126. Kim H-K, Moon S-C, Lee S-J, Park Y-S. Three-dimensional biometric study of palatine rugae in children with a mixed-model analysis: a 9-year longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(5):590-7.
127. Bourauel C, Freudenreich D, Vollmer D, Kobe D, Drescher D, Jäger A. Simulation of orthodontic tooth movements. *J Orofac Orthoped /Fortschritte der Kieferorthopädie.* 1999;60(2):136-51.
128. Brosh T, Machol T, Vardimon AD, Isabelle H. Deformation/recovery cycle of the periodontal ligament in human teeth with single or dual contact points. *Arch Oral Biol.* 2002;47(1):85-92.
129. Dong-Xu L, Hong-Ning W, Chun-Ling W, Hong L, Ping S, Xiao Y. Modulus of elasticity of human periodontal ligament by optical measurement and numerical simulation. *Angle Orthod.* 2011;81(2):229-36.
130. Fill TS, Carey JP, Toogood RW, Major PW. Experimentally determined mechanical properties of, and models for, the periodontal ligament: critical review of current literature. *J Dent Biomech.* 2011;2011:312980.

131. Natali AN, Pavan PG, Scarpa C. Numerical analysis of tooth mobility: formulation of a non-linear constitutive law for the periodontal ligament. *Dent Mater J.* 2004;20(7):623-9.
132. Slomka N, Vardimon A, Gefen A, Pilo R, Bourauel C, Brosh T. Time-related PDL: viscoelastic response during initial orthodontic tooth movement of a tooth with functioning interproximal contact—a mathematical model. *J Biomech.* 2008;41(9):1871-7.
133. Chumbley AB, Tuncay OC. The effect of indomethacin (an aspirin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;89(4):312-4.
134. Lee W. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement—with particular emphasis on the relationship to the method of PGE1 administration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98(3):231-41.
135. Yamasaki K. The role of cyclic AMP, calcium, and prostaglandins in the induction of osteoclastic bone resorption associated with experimental tooth movement. *J Dent Res.* 1983;62(8):877-81.
136. Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement *Am J Orthod.* 1984;85(6):508-18.
137. Hou Y, Liang T, Luo C. Effects of IL-1 on experimental tooth movement in rabbits. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese J Stomatol.* 1997;32(1):46-8.
138. Mohammed AH, Tatakis DN, Dziak R. Leukotrienes in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95(3):231-7.
139. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(4):278-84.
140. 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. *J Dent Res.* 1992;71(8):1487-92.
141. Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med.* 2000;26(3):282-91.

142. Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod.* 2012;83(1):164-71.
143. Patterson BM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Corticotomies and Orthodontic Tooth Movement: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(3):453-73.
144. Fernandez-Ferrer L, Montiel-Company JM, Candel-Marti E, Almerich-Silla JM, Penarrocha-Diago M, Bellot-Arcis C. Corticotomies as a surgical procedure to accelerate tooth movement during orthodontic treatment: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2016;21(6):e703-e712.
145. Sorake A, Suneja R, Nadeem F, George M, Sindhuja K. Accelerated Orthodontics. *Int J Cur Res.* 2017;9(07):54112-5.
146. Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, Bhandari R, Agarwal D, Gupta A, et al. Assessment of corticotomy facilitated tooth movement and changes in alveolar bone thickness-a CT scan study. *J Clin Diagn Res: JCDR.* 2014;8(10):ZC26.
147. Jean-David MS, Surmenian J, Dibart S. Accelerated orthodontic treatments with Piezocision: a mini-invasive alternative to alveolar corticotomies. *L' Orthodontie francaise.* 2011;82:311-9.
148. Alikhani M, Khoo E, Alyami B, Raptis M, Salgueiro J, Oliveira S, et al. Osteogenic effect of high-frequency acceleration on alveolar bone. *J Dent Res.* 2012;91(4):413-9.
149. Cheung T, Park J, Lee D, Kim C, Olson J, Javadi S, et al. Ability of mini-implant-facilitated micro-osteoperforations to accelerate tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(6):958-67.
150. Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Diseases.* 2007;13(3):314-9.
151. Dutra EH, Ahmida A, Lima A, Schneider S, Nanda R, Yadav S. The effects of alveolar decortications on orthodontic tooth movement and bone remodelling in rats. *Eur J Orthod.* 2017;39(5):563-67.
152. Safavi SM, Heidarpour M, Izadi SS, Heidarpour M. Effects of flapless bur decortications on movement velocity of dogs' teeth. *Dent Res J.* 2012;9(6):783.
153. Tsai C-Y, Yang T-K, Hsieh H-Y, Yang L-Y. Comparison of the effects of micro-osteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod.* 2015;86(4):558-64.

154. Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A. Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(10):1880-9.
155. Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. *Angle Orthod.* 2014;84(5):839-45.
156. Epker BN, Wolford LM, Fish LC. Mandibular deficiency syndrome: II. Surgical considerations for mandibular advancement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978;45(3):349-63.
157. Harnick DJ. Case report: Class II correction using a modified Wilson bimetric distalizing arch and maxillary second molar extraction. *Angle Orthod.* 1998;68(3):275-80.
158. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod.* 1985;88(3):242-51.
159. Bishara SE. *Textbook of orthodontics*: WB Saunders; 2001. 83-374 p.
160. Burhan AS. Combined treatment with headgear and the Frog appliance for maxillary molar distalization: a randomized controlled trial. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):101-9.
161. Arman A, Gökçelik A. Ağız içi molar distalizasyon yöntemleri. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg.* 2005;8(1).
162. Ünsal T, Çelikoğlu M, Metin N. Sınıf II Divizyon 1 Maloklüzyona Sahip Bir Hastanın Servikal Headgear ve Sabit Ortodontik Apareyler ile Tedavisi: Olgu Sunumu. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg.* 2015;25:76-80.
163. Davidovitch Z, Krishnan V. Effects of systemic diseases on orthodontic tooth movement. *Biological mechanisms of tooth movement* Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 2009:143-66.
164. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod.* 2003;73(1):86-92.
165. Bridges T, King G, Mohammed A. The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93(3):245-50.

166. Kyomen S, Tanne K. Influences of aging changes in proliferative rate of PDL cells during experimental tooth movement in rats. *Angle Orthod.* 1997;67(1):67-72.
167. Ren Y, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Immunohistochemical evaluation of osteoclast recruitment during experimental tooth movement in young and adult rats. *Arch Oral Biol.* 2005;50(12):1032-9.
168. Ren Y, Maltha J, Van't Hof M, Kuijpers-Jagtman A. Age effect on orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res.* 2003;82(1):38-42.
169. Ong MM, Wang H-L. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(4):420-8.
170. Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod.* 1964;34(4):244-55.
171. Darendeliler MA, Darendeliler H, Üner O. The drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction. *Eur J Orthod.* 1997;19(2):115-30.
172. Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(5):616-21.
173. Lee BW. The force requirements for tooth movement Part I: tipping and bodily movement. *Aust Orthod J.* 1995;13(4):238.
174. Shpack N, Davidovitch M, Sarne O, Panayi N, Vardimon AD. Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. *Angle Orthod.* 2008;78(1):95-100.
175. Knop LAH, Shintcovsk RL, Retamoso LB, Ribeiro JS, Tanaka OM. Non-steroidal and steroidal anti-inflammatory use in the context of orthodontic movement. *Eur J Orthod.* 2011;34(5):531-5.
176. Okamoto A, Ohnishi T, Bandow K, Kakimoto K, Chiba N, Maeda A, et al. Reduction of orthodontic tooth movement by experimentally induced periodontal inflammation in mice. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(3):238-47.
177. Brandão M, Pinho HS, Urias D. Clinical and quantitative assessment of headgear compliance: a pilot study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(2):239-44.
178. Egolf RJ, BeGole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;97(4):336-48.

179. Firouz M, Zernik J, Nanda R. Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102(3):197-205.
180. Jacob HB, Buschang PH, Santos-Pinto Ad. Class II malocclusion treatment using high-pull headgear with a splint: a systematic review. *Dent Press J Orthod.* 2013;18(2):21e1-e7.
181. Tulloch JC, Phillips C, Koch G, Proffit WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(4):391-400.
182. Cureton SL, Regennitter FJ, Yancey JM. Clinical versus quantitative assessment of headgear compliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;104(3):277-84.
183. Enoki C, Matsumoto MAN, Ferreira JTL. Orthopedic cervical headgear in Class II treatment: case report. *Braz Dent J.* 2003;14(1):63-6.
184. Gandini MRS, Gandini LG, da Rosa Martins JC, Del Santo M. Effects of cervical headgear and edgewise appliances on growing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):531-9.
185. Lima Filho RM, Lima AL. Long-term outcome of skeletal Class II Division 1 malocclusion treated with rapid palatal expansion and Kloehn cervical headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(2):216-24.
186. Lima Filho RM, Lima AL, de Oliveira Ruellas AC. Mandibular changes in skeletal Class II patients treated with Kloehn cervical headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):83-90.
187. Kirjavainen M, Kirjavainen T, Haavikko K. Changes in dental arch dimensions by use of an orthopedic cervical headgear in Class II correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(1):59-66.
188. Kirjavainen M, Kirjavainen T, Hurmerinta K, Haavikko K. Orthopedic cervical headgear with an expanded inner bow in Class II correction. *Angle Orthod.* 2000;70(4):317-25.
189. Darendeliler MA, Zea A, Shen G, Zoellner H. Effects of pulsed electromagnetic field vibration on tooth movement induced by magnetic and mechanical forces: a preliminary study. *Aust Dent J.* 2007;52(4):282-7.
190. Storey E. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust Dent J.* 1952;56:13-8.

191. Ülgen M. Ortodontik Tedavi Prensipleri. 7. baskı. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi: 2005;197-225.
192. Kinzinger GS, Fritz UB, Sander F-G, Diedrich PR. Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):8-23.
193. Karlsson I, Bondemark L. Intraoral maxillary molar distalization: movement before and after eruption of second molars. *Angle Orthod.* 2006;76(6):923-9.
194. Fudalej P, Antoszewska J. Are orthodontic distalizers reinforced with the temporary skeletal anchorage devices effective? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(6):722-9.
195. Polat-Özsoy Ö, Kırçelli BH, Arman-Özçırpıcı A, Pektaş ZÖ, Uçkan S. Pendulum appliances with 2 anchorage designs: conventional anchorage vs bone anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(3):339. e9-e17.
196. Gelgör İE, Büyükyılmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalaycı A. Intraosseous screw-supported upper molar distalization. *Angle Orthod.* 2004;74(6):838-50.
197. Gelgor IE, Karaman AI, Buyukyilmaz T. Comparison of 2 distalization systems supported by intraosseous screws. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):161. e1- e8.
198. Kang JM, Park JH, Bayome M, Oh M, Park CO, Kook YA, et al. A three-dimensional finite element analysis of molar distalization with a palatal plate, pendulum, and headgear according to molar eruption stage. *Korean J Orthod.* 2016;46(5):290-300.
199. Reimann S, Keilig L, Jäger A, Brosh T, Shpinko Y, Vardimon A, et al. Numerical and clinical study of the biomechanical behaviour of teeth under orthodontic loading using a headgear appliance. *Med Engineering Physics.* 2009;31(5):539-46.
200. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, El-Ezz AMA, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: an alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(2):259-65.
201. Almeida MA, Phillips C, Kula K, Tulloch C. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts. *Angle Orthod.* 1995;65(1):43-8.
202. Joffe L. Current Products and Practices OrthoCAD™: digital models for a digital era. *J Orthod.* 2004;31(4):344-7.

203. Redmond WR, Redmond WJ, Redmond MJ. Clinical implications of digital orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(2):240-1.
204. Takada K, Lowe AA, DeCou R. Operational performance of the Reflex Metrograph and its applicability to the three-dimensional analysis of dental casts. *Am J Orthod.* 1983;83(3):195-9.
205. Kusnoto B, Evans CA. Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(4):342-8.
206. Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11(2):90-5.
207. Zilberman O, Huggare J, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod.* 2003;73(3):301-6.
208. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(5):605-10.
209. Whetten JL, Williamson PC, Heo G, Varnhagen C, Major PW. Variations in orthodontic treatment planning decisions of Class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(4):485-91.
210. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. *Prog Orthod.* 2007;8(2):252-9.
211. Horton HM, Miller JR, Gaillard PR, Larson BE. Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. *Angle Orthod.* 2010;80(2):254-61.
212. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):794-803.
213. Thiruvengkatachari B, Al-Abdallah M, Akram NC, Sandler J, O'brien K. Measuring 3-dimensional tooth movement with a 3-dimensional surface laser scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):480-5.
214. Bell A, Ayoub A, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. *J Orthod.* 2003;30(3):219-223

215. Keating AP, Knox J, Bibb R, Zhurov AI. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. *J Orthod.* 2008;35(3):191-201.
216. Juan X, Hongbo L. Image superimposition method in tooth movement and arch dimension changes evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(5):575-6.
217. Bailey LTJ, Esmailnejad A, Almeida MA. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and nonextraction cases. *Angle Orthod.* 1996;66(1):73-8.
218. van der Linden FP. Changes in the position of posterior teeth in relation to ruga points. *Am J Orthod.* 1978;74(2):142-61.
219. Peavy DC, Kendrick GS. The effects of tooth movement on the palatine rugae. *J Prosthet Dent.* 1967;18(6):536-42.
220. Miller R, Kuo E, Choi W. Validation of Align Technology's Treat IITM digital model superimposition tool and its case application. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(s1):143-9.
221. Cha B-K, Lee J-Y, Bae S-H, Park D-I. Preliminary study of future orthodontic model analysis: The Orthodontic Application of 30dimensional Reverse Engineering Technologies. *J Korean Dent Assoc.* 2002;40.
222. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication–facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4):S83-S101.
223. Wu J, Jiang J-H, Xu L, Liang C, Bai Y, Zou W. A pilot clinical study of Class III surgical patients facilitated by improved accelerated osteogenic orthodontic treatments. *Angle Orthod.* 2015;85(4):616-24.
224. Sakthi SV, Vikraman B, Shobana V, Iyer SK, Krishnaswamy N. Corticotomy-assisted retraction: an outcome assessment. *Indian J Dent Res.* 2014;25(6):748.
225. Salman LH, Ali FA. Acceleration of canine movement by laser assisted flapless corticotomy: An innovative approach in clinical orthodontics. *J Baghdad College Dent.* 2014;26(3):133-7.
226. Abed SS, Al-Bustani AI. Corticotomy assisted orthodontic canine retraction. *J Baghdad College Dent.* 2013;25(1):160-6.

227. Shoreibah E, Salama A, Attia M, Abu-Seida S. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. *J Int Acad Periodontol.* 2012;14(4):97-104.
228. Fischer T. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines: a preliminary study. *Angle Orthod.* 2007;77(3):417-20.
229. Mehr R. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-A randomized controlled clinical trial. University of Connecticut School of Medicine and Dentistry, Master's Theses, 2013, Connecticut (Major Advisor: Flavio A. Uribe).
230. Bouwens DG, Cevidanes L, Ludlow JB, Phillips C. Comparison of mesiodistal root angulation with posttreatment panoramic radiographs and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(1):126-32.
231. Lucchesi M, Wood R, Nortje C. Suitability of the panoramic radiograph for assessment of mesiodistal angulation of teeth in the buccal segments of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(4):303-10.
232. Ursi W, Almeida R, Tavano O, Henriques J. Assessment of mesiodistal axial inclination through panoramic radiography. *J Clin Orthod: JCO.* 1990;24(3):166-73.
233. Wyatt D, Farman A, Orbell G, Silveira A, Scarfe W. Accuracy of dimensional and angular measurements from panoramic and lateral oblique radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995;24(4):225-31.
234. Stramotas S, Geenty JP, Petocz P, Darendeliler MA. Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro. *Eur J Orthod.* 2002;24(1):43-52.
235. Chaconas SJ, Caputo AA, Davis JC. The effects of orthopedic forces on the craniofacial complex utilizing cervical and headgear appliances. *Am J Orthod.* 1976;69(5):527-39.
236. Worms FW, Isaacson RJ, Speidel TM. A concept and classification of centers of rotation and extraoral force systems. *Angle Orthod.* 1973;43(4):384-401.
237. Klein PL. An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first permanent molar. *Angle Orthod.* 1957;27(1):61-8.

238. Mowafy MI, Zaher AR. Anchorage loss during canine retraction using intermittent versus continuous force distractions; a split mouth randomized clinical trial. *Prog Orthod.* 2012;13(2):117-25.
239. Pirttiniemi P, Kantomaa T, Mäntysaari R, Pykäläinen A, Krusinskiene V, Laitala T, et al. The effects of early headgear treatment on dental arches and craniofacial morphology: an 8 year report of a randomized study. *Eur J Orthod.* 2005;27(5):429-36.
240. Mäntysaari R, Kantomaa T, Pirttiniemi P, Pykäläinen A. The effects of early headgear treatment on dental arches and craniofacial morphology: a report of a 2 year randomized study. *Eur J Orthod.* 2004;26(1):59-64.
241. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Mandibular plane changes during maxillary retraction. *Am J Orthod.* 1978;74(1):32-40.
242. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Mandibular plane changes during maxillary retraction Part 2. *Am J Orthod.* 1978;74(6):603-20.
243. Barton JJ. High-pull headgear versus cervical traction: a cephalometric comparison. *Am J Orthod.* 1972;62(5):517-29.
244. Brown P. A cephalometric evaluation of high-pull molar headgear and face-bow neck strap therapy. *Am J Orthod.* 1978;74(6):621-32.
245. Mills CM, Holman RG, Graber T. Heavy intermittent cervical traction in Class II treatment: a longitudinal cephalometric assessment. *Am J Orthod.* 1978;74(4):361-79.
246. Wieslander L, Buck DL. Physiologic recovery after cervical traction therapy. *Am J Orthod.* 1974;66(3):294-301.
247. Hanes RA. Bony profile changes resulting from cervical traction compared with those resulting from intermaxillary elastics. *Am J Orthod.* 1959;45(5):353-64.
248. Armstrong MM. Controlling the magnitude, direction, and duration of extraoral force. *Am J Orthod.* 1971;59(3):217-43.
249. Marchiori Farret M, de Lima EMS, Pereira Araújo V, Deon Rizzato SM, Macedo de Menezes L, Lima Grossi M. Molar changes with cervical headgear alone or in combination with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2008;78(5):847-51.
250. Godt A, Berneburg M, Kalwitzki M, Göz G. Cephalometric analysis of molar and anterior tooth movement during cervical headgear treatment in relation to growth patterns. *J Orofac Orthop /Fortschritte der Kieferorthopädie.* 2008;69(3):189-200.

251. Godt A, Kalwitzki M, Göz G. Effects of Cervical Headgear on Overbite against the Background of Existing Growth Patterns: A Retrospective Analysis of Study Casts. *Angle Orthod.* 2007;77(1):42-6.
252. Kirjavainen M, Hurmerinta K, Kirjavainen T. Facial profile changes in early Class II correction with cervical headgear. *Angle Orthod.* 2007;77(6):960-7.
253. Nanda RS, Meng H, Kapila S, Goorhuis J. Growth changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthod.* 1990;60(3):177-90.
254. Funk AC. Mandibular response to headgear therapy and its clinical significance. *Am J Orthod.* 1967;53(3):182-216.
255. Altug-Atac AT, Erdem D. Effects of three-dimensional bimetric maxillary distalizing arches and cervical headgear on dentofacial structures. *Eur J Orthod.* 2007;29(1):52-9.
256. Wieslander L. Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. *Am J Orthod.* 1975;67(4):432-9.
257. Ringenberg Q, Butts WC. A controlled cephalometric evaluation of single-arch cervical traction therapy. *Am J Orthod.* 1970;57(2):179-85.
258. Kloehn S. Evaluation of cervical anchorage force in treatment. *Angle Orthod.* 1961;31(2):91-104.
259. Nelson BG. Extra-oral anchorage in the treatment of class II, division 1 malocclusions-its possibilities and limitations. *Angle Orthod.* 1953;23(2):121-33.
260. Newcomb MR. Some observations on extraoral treatment. *Angle Orthod.* 1958;28(3):131-48.
261. Wieslander L. The effect of force on craniofacial development. *Am J Orthod.* 1974;65(5):531-8.

EKLER

EK-1 Etik Kurul Onayı

ANTALYA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

BASVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"Periodontal Olarak İzlenmiş Ortodontik Tedavi Prosedürlerinin Diş Hareketi Hızına ve Periodontal Dokulara Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi " 2014 -182			
	VARSA ARAŞTIRMA PROTOKOL/PLAN KODU				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr. Ahmet Yalçın GÜNGÖR			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Akdeniz Üniversitesi			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	-Tanımlayıcı, Analitik			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	-Uzmanlık tezi			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

	Belge Adı	Tarihi	Version Numarası	Dil		
	DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜPLAN	-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
BELGELENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
OLGU RAPOR FORMU		-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN BAĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	<input type="checkbox"/>				
	SKORİTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>				
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	HASTA KARTI/GÖNÜLLÜKLERİ	<input type="checkbox"/>				
	ELAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
Diğer:	<input type="checkbox"/>					

ANTALYA EĞİTİM VE ARASTIRMA HASTANESİ İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 46/21	Tarih: 11/09/2014
	Çalışmanın uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ANTALYA EĞİTİM VE ARASTIRMA HASTANESİ İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU	
ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yürürlükte İy Klinik Uygulamaları Kılavuz
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Prof.Dr.Necati YILMAZ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Önemi	Araştırma İzleyici	Katılım	İmza
Prof.Dr.Necati YILMAZ	Tıbbi Biyokimya	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ayhan Hilmi ÇEKİN	Gastroenteroloji	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Yasemin HİÇTİR GÖMÜÇLÜ	Nöroloji	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Abdül Mümin SARIKAYA	Nefroloji	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uz. Dr. Osman Zekai ÖNER	Genel Cerrahi	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uz. Dr. Bekir KOÇTEKİN	Fizyoloji	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Son.Hiz.Uz.Ayten KAYA KILIÇ	Sosyal Hizmetler	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uz. Dr. Mustafa KEŞAPLI	Acil Tıp	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	KATILMADI
Dr.Ercan Özdemir BATI	Eczacılık	Serbest	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Av. Mehmet ÖRMEKÇİ	Hukuk	Antalya Sağlık Müdürlüğü	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	KATILMADI
Uz. Dr. Hatice KARAKILIÇ	Halk Sağlığı	Antalya Sağlık Müdürlüğü	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

EK-2 Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

- İlgili çalışma diş hekimliği uzmanlık tezidir.
- Araştırma Periodontal Olarak Hızlandırılmış Ortodontik Tedavi Prosedürlerinin Diş Hareket Hızına Etkilerini İncelemek amaçlı gerçekleştirilecektir.
- Hastalara uygulanacak olan ortodontik tedavi ile Headgear kullanımı ile molar distalizasyonu yapılan hastalarda 'PROPEL' cihazı ile mikroosteoperforasyonlar oluşturarak ilgili bölgede osteojenik aktiviteyi arttırmak ve diş hareket hızının artırılması hedeflenmektedir.
- Molar distalizasyonu için hastaların üst birinci molar dişleri bantlanacaktır ve bantlarda bulunan özel deliklerden headgear denilen ağız dışı kuvvet uygulayan apareyi kullanacaklardır. İkinci molar dişleri sürmemiş hastalarda her bir tarafa 450 gr kuvvet uygulanacaktır. İkinci molar dişleri sürmüş olan hastalarda her bir tarafa 650 gr kuvvet uygulanacaktır. Molar distalizasyonu aşamasında hastalar ayda 1 kez kontrol edilecektir. Hastalarda sağ ve sol olmak üzere yarım çene dizaynda çalışılacaktır. Her bir hastada tek tarafta, Propel cihazıyla, dişeti üzerinden birinci molar dişlerin mesialine 1 adet ve distaline 2 adet olmak üzere derinlikleri 5 mm mikro osteoperforasyon yapılacaktır ve istenilen sonuca ulaşılan kadar 8 haftada bir yenilenecektir.
- Bu uygulamalarla distalizasyon ve sınıf I molar ilişkisi hedeflenmektedir.
- Araştırmaya katılmış gönüllüler gerçekçi bir mazeretleri olmadığı sürece tedavi seanslarına özen gösterecektir.
- Gönüllü bütün hakları sabit kalmak üzere istediği zaman çalışma dışında kalma hakkına sahip olacaktır.
- Gönüllü olur formunu imzaladığı andan itibaren izleyiciler, yoklama yapan kişiler, etik kurul, kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri bilgilerin gizli tutulması kaydıyla gönüllünün tıbbi kayıtlarına doğrudan ulaşma hakkına sahip olacaklardır.
- İlgili mevzuat gereğince gönüllünün kimliğini ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak, araştırma sonuçları yayınlansa dahi gönüllünün kimliği gizli kalacaktır.
- Araştırma konusuyla ilgili ve gönüllünün araştırmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde gönüllü ve yasal temsilcisi zamanında bilgilendirilecektir.
- Randevu tarihlerine riayet etmeyen, kendisine söylenenleri düzenli olarak uygulamayan, kooperasyon göstermeyen hastalar çalışma kapsamı dışında bırakılacaktır.
- Araştırma tedaviye başladıktan sonra yaklaşık bir yıl kadar sürecektir.
- 20 gönüllünün araştırmaya dahil edilmesi planlanmaktadır.

- Gönüllünün araştırma hakkında, kendi hakları hakkında veya araştırmacıyla ilgili herhangi bir advers olayı hakkında 0505 796 89 05 nolu telefondan günün 24 saati bilgi temin edebilir.

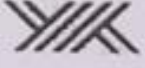
Bilgilendirilmiş olur formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırmayla ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum ve söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllü Velisinin Adı Soyadı:
imza:

Araştırmacı Adı ve Soyadı
imza:

EK-3 YÖK Başkanlığı'nın 02/11/2016 Tarih ve 68024 Sayılı Kararı

Ekirak Tarih ve Sayısı: 02/11/2016-53688

 T.C.
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU BAŞKANLIĞI
Eğitim Öğretim Dairesi Başkanlığı

Sayı : 75850160-104.01.03.01-68024
Konu : Tez Danışman

02/11/2016

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi: Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü'nün 04.10.2016 tarih ve 96493450-622.01/E. 16372 sayılı yazısı.

Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü'nün, açığa alınan tez danışmanlarının rızası olmadan yeni tez danışman olarak atanmış bir lisansüstü tezinde aynı konunun devam edip etmeyeceği ile hazırlanan tezlerin akademik etik açısından sorunsal teşkil edip etmeyeceği konularındaki yazısı 26/10/2016 tarihli Yükseköğretim Yürütme Kurulu toplantısında incelenmiş ve tez danışmanı alınarak yerine yeni tez danışmanı atanması durumunda tezlerde aynı konunun devam edebileceğine ve hazırlanan tezlerin akademik sorunsal teşkil etmeyeceğine karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-İmzalıdır
Süleyman Necati AKÇEŞME
Başkan a.
Genel Sekreter

Dağıtım
Gereği:
Üniversitelere

Bilgi:
Üniversitelerarası Kurul Başkanlığına


Başkan Akl. Erciyes Üniversitesi
02.11.2016.
Cezayir TUNÇAY
Bilgisayar İşletmeni

Üniversiteler Mah. 1600.Cad. No:10 06539 Beştepe/ANKARA
Telefon: (0312) 298 78 09 Faks: (0312) 266 47 48
E-Posta: gsk@yok.gov.tr Elektronik Ağ: www.yok.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için ilâzet:
Güler İzzet AKIN
Ünvan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Erişim kaydı: https://bilgi.yok.gov.tr/sozlesme/bilgiyok/yok/BilgiCheck.aspx?BilgiDocID=1490677-uzun-AJ10-843-4020702-iletisimden-yapilabilir

EK-4 TAAHHÜTNAME

Bu tez çalışması ile ilgili olan tüm radyografi, fotoğraf, hasta modelleri, görüntüler ve diğer bütün materyallerin ve bu materyallerden elde edilen ham veya analiz edilmiş tüm verilerin tez danışmanının bilgi ve onayı olmaksızın ulusal veya uluslararası hiçbir platformda 3. kişi ve/veya kurumlarla paylaşılmayacağını, yayın ve sunularda kullanılmayacağını; kullanılması halinde telif haklarının ve etik kuralların ihlali sebebiyle yasal sürecin başlatılabileceğini kabul ettiğimi beyan ve taahhüt ederim.

Tarih: 05.02.2018

Ad-Soyad: Tuğçe Boz

İmza: 

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	TUĞÇE	Uyruğu	T.C
Soyadı	BOZ	Tel no	05057968905
Doğum tarihi	09.08.1989	e-posta	tugceatckn@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Şişli Anadolu Lisesi	2007
Lisans/Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2013
Uzmanlık	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı	2018

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	ÜDS-2013 (Bahar)	65

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:

Yayınlar ve Bildiriler:

Boz T. Çelikoğlu M. Maksiller Retrognatizme Bağlı İskeletsel Sınıf III Yetişkin Hastanın Kamuflaj Tedavisi. Türk Ortodonti Derneği Kongresi. 1-5 Ekim 2016. Antalya.

Gungor AY, Boz T. Orthopedic and Orthodontic Treatment of Skeletal Class II Malocclusion: Case Report. American Association of Orthodontics. 21-25 Nisan 2017. San Diego.