

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

**MİKRO-OSTEOPERFORASYON UYGULAMA
SIKLIĞININ KANİN DİSTALİZASYONU AŞAMASINDA
ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Merve ÇAKIR

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

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

MİKRO-OSTEOPERFORASYON UYGULAMA
SIKLIĞININ KANIN DİSTALİZASYONU AŞAMASINDA
ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Merve ÇAKIR

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

DENİZLİ-2023

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU**

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.

Merve ÇAKIR

TEŐEKKÜR

Uzmanlık tezimin hazırlanması süresince tecrübelerinden yararlandığım tez danışman hocam Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU'na,

Hayatım boyunca her konuda beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan aileme ve dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı kanin distalizasyonu boyunca farklı mikro-osteoperforasyon (MOP) uygulama sıklığının ortodontik diş hareketi, kök rezorbsiyonu, ağrı hassasiyeti ve periodontal sağlık üzerine etkilerini incelemektir.

Yöntem: Split-mouth çalışmamıza dahil edilen 33 hasta MOP uygulama sıklıklarına göre üç gruba (4, 8 ve 12 hafta) ayrılmıştır. MOP uygulanmayan taraf kontrol kabul edilmiştir. Kanin distalizasyonu miktarı dijital modeller kullanılarak ölçülmüş ve kök rezorbsiyonunu değerlendirmek için panoramik radyografiler alınmıştır. Ağrı düzeyi 4 haftada bir işlem günü, 1., 7., 14. ve 28. gün VAS ile değerlendirilmiştir. Periodontal sağlığı değerlendirmek için plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliği ölçümleri yapılmıştır. Çalışmamızda veriler Mann Whitney U, Kruskal Wallis ve Ki-kare testleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında distalizasyon miktarı ve kök rezorbsiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. MOP uygulamasının son ay haricinde hastaların işlem günü ağrı düzeyini anlamlı derecede arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca 8 haftada bir MOP uygulanan grubun ikinci uygulamadan 1 gün sonra ağrı düzeyinde anlamlı derecede artış gözlenmiştir. Gruplar arasında periodontal ölçümler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Sonuç: MOP uygulama sıklığı kanin distalizasyonu sırasında diş hareketi miktarını, kök rezorbsiyonunu ve periodontal sağlığı etkilememiştir. MOP uygulaması ilk günlerde hafif ağrıya yol açsa da ağrının hızla azaldığı hatta birinci günün sonunda tamamen kaybolduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kanin distalizasyonu, mikro-osteoperforasyon, sıklık

ABSTRACT

Objective: This study aimed to investigate the effects of different frequencies of micro-osteoperforation (MOP) application on orthodontic tooth movement, root resorption, pain sensitivity, and periodontal health during canine distalization.

Method: Thirty three patients including in this split-mouth study were divided into three groups (4, 8 and 12 weeks) based on the frequency of MOP application. The side without MOP was considered as the control. Canine distalization was measured using digital models and panoramic radiographs were taken to assess root resorption. The pain level was evaluated by VAS on the day of the procedure, day 1st, 7th, 14th and 28th every 4 weeks. Plaque index, gingival index and pocket depth were measured to evaluate periodontal health. Mann Whitney U, Kruskal Wallis, and Chi-square tests were used for statistical analysis.

Results: There were no statistically significant differences in the amount of distalization and root resorption between MOP groups compared to the control side. MOP significantly increased pain level on the day of the procedure, except for the last month. One day after the second application, every 8 weeks MOP group experienced a significant increase in pain. There was no statistically significant difference between the groups in terms of periodontal measurements.

Conclusion: There was no difference in the amount of canine distalization, root resorption and periodontal health between MOP application frequencies. Although MOP caused initially mild pain, it rapidly decreased and completely disappeared at the end of the first day.

Key words: Canine distalization, frequency, micro-osteoperforation

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
İÇİNDEKİLER	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ortodontik Diş Hareketi	3
2.1.1. Ortodontik Diş Hareketi Fizyolojisi	3
2.1.2. Ortodontik Diş Hareketi Fazları	4
2.1.3. Ortodontik Diş Hareketi Teorileri	5
2.1.4. Optimum Ortodontik Kuvvet	7
2.2. Ortodontik Diş Hareketi Hızlandırma Yöntemleri	8
2.2.1. Kimyasal Yöntemler	8
2.2.2. Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar	12
2.2.3. Cerrahi Yöntemler	14
2.2.4. Mikro-osteoperforasyonun Diş Hareket Hızına Olan Etkisi	19
2.2.5. Mikro-osteoperforasyonun Ağrı, Kök Rezorbsiyonu ve Periodontal Sağlık Üzerine Olan Etkileri	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1. Etik Kurul Onayı	24
3.2. Çalışma Dizaynı	24
3.3. Çalışmaya Dahil Edilecek Hasta Sayısının Belirlenmesi	24
3.4. Çalışma Grupları	24
3.5. Tedavi Protokolü	26
3.6. Mikro-osteoperforasyon İşlemi	26
3.7. Kanin Distalizasyon Miktarının Değerlendirilmesi	28
3.8. Kök Rezorbsiyonunun Değerlendirilmesi	29
3.9. Ağrı Düzeylerinin Değerlendirilmesi	31
3.10. Periodontal Sağlıkın Değerlendirilmesi	31

3.10.1. Plak İndeksi	31
3.10.2. Gingival İndeks	32
3.10.3. Cep Derinliği	32
3.11. İstatistiksel Analiz	33
4. BULGULAR	35
4.1. Demografik Verilere Ait Bulgular	35
4.2. Ölçümlerin Güvenilirliği	35
4.3. Kanin Distalizasyon Miktarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi	37
4.4. Kök Rezorbsiyonuna Ait Bulguların Değerlendirilmesi	41
4.5. Ağrı Düzeylerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi	42
4.6. Periodontal Sağlığa Ait Bulguların Değerlendirilmesi	44
5. TARTIŞMA	47
5.1. Çalışmamızın Amacı	47
5.2. Birey Seçimi	47
5.3. Yöntemin Seçimi	47
5.4. Kanin Distalizasyon Miktarına Ait Bulguların Tartışılması	50
5.5. Kök Rezorbsiyonuna Ait Bulguların Tartışılması	54
5.6. Ağrı Düzeylerine Ait Bulguların Tartışılması	54
5.7. Periodontal Sağlığa Ait Bulguların Tartışılması	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER	75
Ek 1. ETİK KURUL ONAY FORMU	75
Ek 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR BELGESİ	76
Ek 3. ÖZGEÇMİŞ	78

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATP	: Adenozin tri fosfat
Ca	: Kalsiyum
cAMP	: Siklik adenozin mono fosfat
cm	: Santimetre
IL	: İnterlökin
IL-1	: İnterlökin 1
IL-1β	: İnterlökin 1 beta
IL-6	: İnterlökin 6
mikro-CT	: Bilgisayarlı mikrotomografi
mg/kg	: Miligram/kilogram
Na	: Sodyum
pg	: Pikogram
PGE1	: Prostaglandin E1
RANK	: Nükleer faktör kappa B'nin reseptör aktivatörü
RANKL	: Nükleer faktör kappa B'nin reseptör aktivatörü ligandı
TNF-α	: Tümör nekrotizan faktör alfa
μg	: Mikrogram
μm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Çalışma akış şeması	26
Şekil 3.2. Perforasyonların oluşturulmasında kullanılan driver ve minivida	27
Şekil 3.3. Perforasyonların oluşturulması A. Kullanılan elastomerik ligatür B. Minivida perforasyon derinliğinin belirlenmesi	28
Şekil 3.4. MOP tekniğinin uygulanması	28
Şekil 3.5. NiTi kapalı yaylar kullanılarak yapılan kanin distalizasyonu	29
Şekil 3.6. Çakıştırma öncesi üç nokta işaretlemesi ve yüzey seçimi	29
Şekil 3.7. Dijital modeller üzerinde kanin tüberkül tepeleri arasındaki mesafenin ölçülmesi	30
Şekil 3.8. Panoramik radyografi üzerinde ölçümlerin yapılması	30
Şekil 3.9. T1: Tedavi öncesi, T2: Tedavi sonrası, C(T1): Tedavi öncesi kron uzunluğu, C(T2): Tedavi sonrası kron uzunluğu, R(T1): Tedavi öncesi kök uzunluğu, R(T2): Tedavi sonrası kök uzunluğu, CEJ: Mine-sement bileşimi, rRCR: Kök-kron oranındaki göreceli değişiklikler	31
Şekil 3.10. Çalışmamızda kullanılan VAS skalası	32
Şekil 3.11. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplara çalışma süresi boyunca yapılan işlemler	34

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Plak indeksi skorları ve kriterleri	32
Tablo 3.2. Gingival indeks skorları ve kriterleri	33
Tablo 4.1. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların yaş dağılımları	36
Tablo 4.2. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların cinsiyet dağılımları	36
Tablo 4.3. Kanin distalizasyonu ölçümlerine ait sınıf içi korelasyon katsayısı	37
Tablo 4.4. Kök rezorbsiyon skorlarına ait sınıf içi korelasyon katsayısı	37
Tablo 4.5. Kanin distalizasyon miktarının grup içi karşılaştırılması	38
Tablo 4.6. Kanin distalizasyon miktarının gruplar arası karşılaştırılması	39
Tablo 4.7. Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının grup içi karşılaştırılması	39
Tablo 4.8. Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının gruplar arası karşılaştırılması	40
Tablo 4.9. Kanin distalizasyon miktarının zaman içindeki değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması	41
Tablo 4.10. Kök rezorbsiyon skorlarının grup içi karşılaştırılması	42
Tablo 4.11. Kök rezorbsiyon skorlarının gruplar arası karşılaştırılması	42
Tablo 4.12. Çalışma süresi boyunca VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	44
Tablo 4.13. Periodontal ölçümlerin grup içi karşılaştırılması	45
Tablo 4.14. Periodontal ölçümlerin gruplar arası karşılaştırılması	46

1. GİRİŞ

Ortodontik tedaviye artan taleple birlikte hasta ve hekim açısından tedavi süresinin uzun olması önemli bir sorun haline gelmiştir.¹ Tedavi süresinin uzunluğu hasta kooperasyonunu azaltabilmekte ve periodontal hastalıklar, beyaz nokta lezyonları, kök rezorbsiyonları dahil olmak üzere çok sayıda yan etkiye neden olabilmektedir.² Bu nedenle araştırmacılar ortodontik diş hareketini hızlandırarak tedavi süresini kısaltmaya yönelik çalışmalara ve yöntemlere yönelmişlerdir. Bunlar kimyasal yöntemler, mekanik-fiziksel stimülasyonlar, cerrahi yöntemler olmak üzere üçe ayrılmaktadır.³ Cerrahi yöntemler içinde yer alan mikro-osteoperforasyon (MOP) diş hareketini hızlandırmada kullanılan basit ve minimal invaziv bir yöntemdir.⁴

Literatür taraması yapıldığında çoğu çalışmada MOP uygulamasının diş hareketini hızlandırmada etkili bir yöntem olduğu ve hareketin çok daha kısa sürede tamamlandığı bildirilmiştir. Ancak araştırmacılar tarafından uygulama sıklığı ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.⁵⁻¹³

Sivarajan ve ark.¹⁴ tarafından yapılan çalışmada farklı MOP uygulama sıklıkları değerlendirilmiş ve MOP'un neden olduğu herhangi bir bölgesel hızlanmanın en az 12 hafta süren bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar kısa takip süresini (4 ay) çalışmanın limitasyonlarından biri olarak rapor etmişler ve MOP'un etkinliğini araştıran ileriye dönük çalışmalardan elde edilecek daha fazla kanıtla MOP etkinliğinin doğrulanması gerektiğini belirtmişlerdir. MOP uygulama sıklığını değerlendiren Asif ve ark.¹⁵ ise tedavi boyunca sık tekrarlanan MOP uygulaması ile diş hareketinin hızlandırılabilceği sonucuna varmışlardır. Ancak kanin distalizasyonu tamamlanmadan 3 aylık sürede çalışma sonlandırılmıştır.

Bazı çalışmalarda ise MOP yönteminin diş hareketini hızlandırmadığı sonucuna varılmıştır.^{4, 16-18} Fakat bu çalışmalarda MOP sadece bir kere uygulanmış ve takip süresi kısa tutularak diş hareketi tamamlanana kadar işlem yapılmamıştır. Sivarajan ve ark.¹⁹ tarafından yapılan sistematik derlemede tek bir MOP uygulanmasının ortodontik diş hareketini hızlandırmadığı gösterilmiştir. Araştırmacılar tüm tedavi süresi boyunca tekrarlanan MOP'ların etkisinin araştırılmasını önermişlerdir.

Literatürden elde edilen bilgiler ışığı altında çalışmamızın ilk amacı kanin distalizasyonu boyunca MOP yönteminin ve farklı uygulama sıklıklarının ortodontik diş hareketi üzerine etkinliğini araştırmaktır. İkinci amacımız ise MOP uygulamasının kök rezorbsiyonunu nasıl etkilediğini, ağrı hassasiyeti ve periodontal dokular üzerine etkisini incelemektir.

Çalışmamızda "farklı MOP uygulama sıklıkları arasında ortodontik diş hareketi, kök rezorbsiyonu, ağrı ve periodontal dokuların sağlığı açısından anlamlı bir farklılık yoktur." şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik tedavi, diş hafif basınç uygulanması sonucu alveolar kemiğin yeniden şekillenmesine bağlı olarak hareketin gerçekleşeceği ilkesine dayanmaktadır. Esas olarak diş soketi yer değiştirdikçe diş, ataşmanları ile birlikte kemik içinde hareket etmektedir. Kemik cevabına periodontal ligament (PDL) aracılık ettiği için diş hareketi temelde PDL'ye ait bir olaydır.²⁰

Ortodontik diş hareketi, fizyolojik diş hareketinden önemli ölçüde farklıdır. Fizyolojik diş hareketi, süngerimsi ve kortikal kemikte büyüme sonucu yavaş gerçekleşen bir süreçtir. Ortodontik diş hareketi ise PDL'de ani sıkışma ve gerilme bölgelerinin oluşmasıyla karakterizedir.²¹ Fizyolojik diş hareketinin aksine ortodontik diş hareketi yavaş veya hızlı gerçekleşebilmektedir.²² PDL'deki gerilmeler, vaskülarite ve kan akışında değişikliğe yol açarak nörotransmitterler ve sitokinler gibi moleküllerin bölgesel olarak salınmasına neden olmaktadır. Böylelikle, appozisyon veya rezorbsiyon için uygun bir mikro ortam oluşturmaktadır.^{23, 24}

2.1.1. Ortodontik Diş Hareketi Fizyolojisi

Diş uygulanan kuvvetin şiddetine bağlı olarak kemikte iki tür rezorbsiyon meydana gelmektedir. Ağır kuvvetlerin uygulanması ile PDL'de bulunan kan damarları tamamen sıkışır ve kan dolaşımı kesilir. Buna bağlı olarak etkilenen dişin etrafındaki kemikte indirekt rezorbsiyon meydana gelir. Hafif kuvvetler uygulandığında ise kan damarları tamamen sıkışmaz, sadece kan akımında azalma meydana gelir. Bunun sonucunda direkt rezorbsiyon meydana gelir. Ortodonti pratiğinde direkt rezorbsiyon hedeflense de PDL'nin bazı bölgelerinde nekroz ve indirekt rezorbsiyon görülmesi kaçınılmazdır.²⁰

Hafif basınç uygulandığında:²⁰

- İlk saniyede PDL sıvısı sıkıştırılmaz, alveol kemiği eğilir ve piezoelektrik sinyaller meydana gelir.
- 1-2 saniye içinde PDL sıvısı yer değiştirir ve diş PDL aralığında hareket eder.
- 3-5 saniye içinde basınç alanındaki kan damarları parsiyel olarak daralır, gerilim alanındaki kan damarları dilate olur.

- Dakikalar içinde kan akışı ve oksijenlenme değişir, prostaglandinler ve sitokinler açığa çıkar.
- Saatler sonra metabolik değişiklikler başlar. Kimyasal mesajcılar hücrel aktiviteyi etkiler ve enzim seviyelerinde değişiklikler meydana gelir. Yaklaşık 4 saat sonunda cAMP seviyesi yükselir ve PDL'de hücre farklılaşması başlar.
- Yaklaşık 2 gün sonra osteoklast/osteoblast aktivasyonu ile remodeling meydana gelirken diş hareketi başlar.

Ağır basınç uygulandığında ise:²⁰

- 3-5 saniye içinde basınç tarafında kan damarları tamamen sıkışır.
- Dakikalar içinde PDL'nin sıkıştığı tarafta kan akışı kesilir.
- Saatler içinde sıkışma bölgesinde hücre ölümü meydana gelir.
- 3-5 günde komşu kemik iliğinde hücre farklılaşması ve indirekt rezorbsiyon başlar.
- 7-14 gün sonra indirekt rezorbsiyon ile PDL'nin sıkıştığı bölgedeki lamina dura kaldırılır ve diş hareketi başlar.

2.1.2. Ortodontik Diş Hareketi Fazları

Burstone,²⁵ ortodontik diş hareketi oranlarının zamana karşı grafiğe geçirilmesi halinde ortodontik diş hareketinin üç aşaması olacağını öne sürmüştür. Bunlar:

- Başlangıç fazı
- Gecikme fazı
- Gecikme sonrası faz

Başlangıç fazı, kuvvet uygulanmasını takiben meydana gelen hareket dönemi ile karakterizedir. Dişin PDL boşluğunda yer değiştirmesi ve alveoler kemiğin bükülmesine bağlı olarak hareket hızlı gerçekleşmektedir. Başlangıç fazını, dişin yer değiştirmedeği veya düşük oranda yer değiştirdiği bir gecikme fazı takip eder. Bu gecikme, sıkışma alanlarındaki PDL'nin hyalinizasyonundan kaynaklanmaktadır. Diş hareketi hyalinize dokuların uzaklaştırılması tamamlanıncaya kadar gerçekleşmez. Gecikme sonrası fazda ise diş hareket hızı aniden ya da kademeli olarak artar.²⁶

Van Leeuwen ve ark.²⁷ ve Von Böhl ve ark.²⁸ diş hareketi fazlarını açıklayan başka bir model önermişlerdir. Bu çalışmalara göre diş hareketi eğrisi dört faza

ayrılmaktadır. İlk fazda 1-2 gün süre ile diş alveol soket içinde hareket etmektedir. Bu ilk fazda ekstrasellüler matriks diş hareketi yönünde sıkışarak doku basıncında geçici bir artışa, kan damarlarında daralmaya ve sinirlerde deformasyona yol açmaktadır. Birçok vakada bu durum, hyalinizasyon adı verilen lokal doku nekrozuna yol açan anoksik bir durumla sonuçlanmaktadır.

İlk fazı takiben gerçekleşen yaklaşık 20 ila 30 gün süren ikinci fazda diş hareketi kesintiye uğramaktadır. Hyalinize doku kaldığı sürece, osteoklastlar PDL'nin nekrotik alanlarında farklılaşmadığından diş hareketi engellenmektedir. Üçüncü fazda ortodontik diş hareketi hyalinize dokunun tamamen çıkarılmasından sonra başlamaktadır. Dördüncü fazda, kuvvet uygulandığı ve herhangi bir engelle karşılaşmadığı sürece diş hareketi sabit bir hızda gerçekleşmektedir. Araştırmacılar, bu ortodontik diş hareketi modelinin Burstone tarafından tanımlanan üç fazla örtüşüğünü belirtmektedirler.^{27, 28}

2.1.3. Ortodontik Diş Hareketi Teorileri

Ortodontik kuvvet, biyolojik aktiviteye dönüştürülmektedir. Bu aktiviteye neden olan üç diş hareketi teorisi savunulmaktadır.²⁹ Bu teoriler:

- Kemik bükülme teorisi
- Basınç-gerilim teorisi
- Biyolojik elektrik teorisi

2.1.3.1. Kemik Bükülme Teorisi

Farrar,³⁰ ortodontik diş hareketinde alveoler kemik bükülmesinin önemine değinen ilk kişiydi. Bu hipotez Baumrind'in³¹ sıçanlarda ve Grimm'in³² insanlarda yaptığı deneylerle doğrulanmıştır. Bu deneylere göre ortodontik kuvvetler PDL'nin katı yapılarının ve kemiğin bükülmesine neden olmaktadır. Kemikte meydana gelen bükülmeyi takiben kemik döngüsünü, hücresel ve inorganik yapıların yenilenmesini içeren aktif biyolojik süreçler başlamaktadır. Dişe iletilen kuvvet sonucunda stres hatları gelişir ve kemik boyunca dağıtılır. Kuvvet uygulaması arttıkça, stres hatlarına dik uzanan hücreler biyolojik tepkilerinin değişmesi için bir uyarılırlar. Hücrelerin değişen aktivitesi, üzerine etki eden dışsal kuvvetlere uyum göstermesi için kemiğin şeklini ve iç organizasyonunu değiştirmektedir.³³

Köpek mandibulaları ile in vitro ve in vivo deneyler yapan Zengo ve ark.,³⁴ Bassett ve Becker³⁵ ile Pollack ve ark.³⁶ ortodontik kuvvet sonrası kanin dişte tipping

hareketi ile alveoler kemiğin bükülerek uzun kemiklerdekine benzer şekilde içbükey ve dışbükey yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. PDL'nin gerildiği alanlarda komşu kemik yüzeyi içbükey bir şekil alırken, sıkıştırılmış PDL bölgelerinde bitişik alveoler kemik yüzeyi dışbükey hale gelmektedir.³³

2.1.3.2. Basınç-Gerilim Teorisi

Kimyasal habercilerin alveoler kemiğin yeniden şekillenmesinde ve diş hareketine yol açan olaylar zincirinde önemli olduğu bilinmektedir. Hem dokuların mekanik olarak sıkıştırılması hem de kan akışındaki değişiklikler bunların salınmasına neden olabilmektedir.²⁰

Bir dişe sürekli olarak uygulanan basıncın, PDL'yi bazı bölgelerde sıkıştırarak bazı bölgelerde ise gererek dişin PDL aralığında hareket etmesini sağlamaktadır. PDL hücreleri üzerindeki mekanik etkiler sitokinlerin, prostaglandinlerin ve diğer kimyasal habercilerin salınmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda kan akışı PDL'nin sıkıştığı yerde azalmakta, PDL'nin gerildiği yerde ise korunmakta veya artmaktadır. Kan akışındaki bu değişiklikler, kimyasal ortamda da hızlı bir şekilde değişiklikler yaratmaktadır. Örneğin, sıkıştırılan alanda oksijen seviyesi azalır karbondioksit seviyesi yükselirken, gerilim tarafında ise tersi olmaktadır. Özünde, diş hareketi ile ilgili bu görüşte üç aşama gözlenmektedir.²⁰

- Dokuların ilk sıkışması ve PDL'deki basınç nedeniyle kan akışındaki değişiklikler
- Kimyasal habercilerin oluşumu ve/veya salınımı
- Alveoler kemiğin yeniden şekillenmesine yol açan osteoblastların ve osteoklastların aktivasyonu.

2.1.3.3. Biyolojik Elektrik Teorisi

Bassett ve Becker³⁵ 1962 yılında, uygulanan mekanik kuvvetlere yanıt olarak stres altındaki dokularda elektrik sinyallerinin oluştuğunu göstermişlerdir. Başlangıçta diş hareketinin başlamasına neden olan elektrik sinyallerinin piezoelektrik sinyalleri olduğu sanılmıştır. Bu sinyallerin iki karakteristik özelliği vardır:²⁰

- Hızlı bir şekilde azalır. Kuvvet uygulandığında başla kuvvet korunsa da hemen kaybolurlar.
- Kuvvet uygulaması bırakıldığında karşı tarafta eşit sinyal üretirler.

Hücreler bu piezoelektrik etkiye duyarlıdır. Kemik bükülmesi ile birlikte, kemiğin içbükey yüzeyinde negatif yüklü alanlar oluşarak kemik yapımına ve kemiğin dışbükey yüzeyinde ise pozitif yüklü alanlar oluşarak kemik yıkımına yol açtığı varsayılmıştır. Canlı kemiği çevreleyen sıvılardaki iyonlar bu elektrik alanlarıyla etkileşime girmekte ve elektrik sinyalleri oluşmasının yanı sıra sıcaklık değişikliklerine de neden olmaktadır. Bu küçük voltaj akımlarına akıntı potansiyelleri denir.^{34,35} Bu voltajlar, piezoelektrik sinyallerinden farklı olsalar da, hızlı oluşmaları ve kuvvet değişikliğinde değişime uğramaları piezoelektrik sinyallerle ortak özellikleridir.²⁰

Biyoelektrik potansiyeli olarak adlandırılan, gerilmeyen kemiğin içinde ikinci tip bir elektrik sinyali gözlenebilmektedir. Kemikte metabolik aktiviteyle orantılı olarak elektronegatif değişiklikler üretilmektedir. Hücrel aktivite, membran reseptörlerini ve geçirgenliğini etkileyen dışsal elektrik sinyalleri eklenerek değiştirilebilmektedir.³⁷

Davidovitch ve ark.^{38,39} ortodontik kuvvetlerle birlikte eksojen elektrik akımı uygulandığında elektriksel uyarıya hücrel yanıtı daha da arttıran, hızlandırılmış ortodontik diş hareketinin ortaya çıktığını göstermişlerdir. Bu durum, uygulamaya bağlı kemik bükülmesi ile yayılan piezoelektrik tepkinin hücrel ilk mesajcı olarak işlev görüyor olabileceğini düşündürmektedir.³⁷

2.1.4. Optimum Ortodontik Kuvvet

Periodontal ligamentin sıkıştırılmış ve gerilmiş taraflarında kemik rezorpsiyonu ve appozisyonu ortodontik diş hareketine aracılık etmektedir. Ortodontik kuvvetler sonucu PDL'de kan akışı ve elektrokimyasal ortam değişir. Bu değişiklik biyokimyasal ve hücrel olayları başlatarak alveol kemik konturunu yeniden şekillenmesine neden olur.⁴⁰ Optimum ortodontik kuvvetin, doku hasarına ve hasta rahatsızlığına yol açmadan dişleri istenilen yere hareket ettirdiği varsayılmaktadır.³³

Schwarz,⁴¹ 1932 yılında optimum kuvveti "doku basıncında kılcıl damarların kan basıncına yakın bir değişikliğe yol açan ve böylece sıkıştırılmış PDL'de kılcıl damarların tıkanmasını önleyen kuvvet" olarak tanımlamıştır. Schwarz'a göre, optimumun altındaki kuvvetler reaksiyon oluşturmazken, bu seviyenin üzerindeki

kuvvetler doku nekrozuna yol açarak alveoler kemiğin frontal rezorbsiyonunu önlemektedir.

Mevcut optimum kuvvet kavramı bu durumu, periodontal destekleyici dokuların yeniden şekillenmesiyle dengeyi yeniden sağlamayı amaçlayan hücrenel bir yanıt oluşturan dış mekanik uyaran olarak görmektedir.⁴² Bu kavram, hasta konforunu etkilemeden ve doku hasarına neden olmadan maksimum diş hareketi hızı üretebilen belirli bir büyüklüğe ve zamansal özelliklere (devamlı ya da aralıklı, sabit ya da azalan) sahip bir kuvvet olduğu anlamına gelmektedir.²⁰ Bu kavrama göre, her diş ve hasta için optimum kuvvet farklılık göstermektedir.³³

2.2. Ortodontik Diş Hareketi Hızlandırma Yöntemleri

Ortodontik diş hareketi için gereken süreyi kısaltmak adına çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Bu girişimler temel olarak 3 kategoriye ayrılmaktadır.³ Bunlar:

- Kimyasal yöntemler
- Mekanik-fiziksel stimülasyonlar
- Cerrahi yöntemler

2.2.1. Kimyasal Yöntemler

Kimyasal yöntemlerde, mekanik kuvvetleri hücrenel bir yanıtı çeviren fizyolojik ajanlar olarak kabul edilen prostaglandinler, D vitamini, kortikosteroidler, nitrik oksit gibi maddeler, diş hareketi sırasında uygulanan kuvvete karşı hücre içindeki direnci azaltmak ve çevresel etkenleri değiştirmek amacıyla kullanılır.^{43,44}

Uygulanan alan ile sınırlı kalmayıp sistemik etki göstermesi ve vücuttaki diğer hedef hücreleri etkilemesi bu hormon ve ilaçların kullanımında sık görülen bir yan etki olarak bildirilmektedir.⁴⁵ Bu nedenle diş hareketini güvenli bir şekilde hızlandıran bir ilaç tedavisi bulunmamaktadır.⁴⁶

2.2.1.1. Prostaglandinler

Prostaglandinler (PG), hücre zarındaki yağ asitlerinden siklooksijenaz tarafından enzimatik olarak türetilen ancak hücrelerde depolanmayan bir grup lipid bileşimidir. PG'ler düz kasların kasılmasını ve gevşemesini ve kemiğin yeniden şekillenmesini düzenlemek gibi çeşitli güçlü fizyolojik etkilere sahiptirler.²⁶

Klein ve Raisz⁴⁷ 1970 yılında yaptıkları çalışmada, PG'lerin osteoklastik hiperplaziyi indüklemeye kapasiteleri ile kemik rezorbtif aktivitesini göstermişlerdir. Yamasaki ve ark.⁴⁸ sıçanlarda yaptıkları çalışma ortodontik mekanik stresin, osteoklastik kemik rezorbsiyonunu uyaran lokalize hücreler tarafından PG'lerin sentezini indüklediğini göstermektedirler. Sonrasında maymunlara ve insanlara lokal olarak PG enjekte edilen çalışmalarda, ağrı dışında herhangi bir belirgin klinik veya biyokimyasal yan etki olmaksızın, geleneksel ortodontik mekaniğe kıyasla iki kat daha fazla diş hareketi gözlenmiştir.^{49,50} Patil ve ark.⁵¹ 15 hasta üzerinde, 1,0 µg gibi düşük dozda lokal PGE1 enjeksiyonu ile bir insan klinik çalışması yürütmüş ve kanin distalizasyonu oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca, takip radyografilerinin değerlendirilmesinde belirgin bir kök rezorbsiyon gözlenmemiştir.

PG'nin diş hareketini hızlandırma üzerindeki etkisine ilişkin son sistematik incelemeler umut verici değildir.^{52,53} Spoerri ve ark.⁵² PG enjeksiyonlarının kök rezorbsiyon süreci üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirirken, Eltimamy ve ark.⁵³ PG ile diş hareketinin hızlanmasına ilişkin kesin olmayan kanıtlar olduğu sonucuna varmışlardır. Şu anda mevcut olan kanıtlar eksik ve az olduğundan daha iyi yürütülen klinik araştırmalara ihtiyaç vardır.²⁶

2.2.1.2. Vitamin D3

Vitamin D3, bağırsaktan kalsiyum emilimi ve minerallerin kemik dışına mobilizasyonu yoluyla mineral homeostazında önemli bir role sahip sistemik bir kalsiyum düzenleyici steroid hormondur. Hem osteoklastların hem de osteoblastların öncüleri üzerinde etki göstererek farklılaşmalarını teşvik ederek kemik rezorbsiyonunda rol oynayan olgun osteoklastların sayısını arttırmaktadır.⁵⁴

Collins ve Sinclair,⁵⁵ vitamin D3'ün düşük sistemik dozlarının osteoklastik aktiviteyi hızlandıracağını göz önünde bulundurarak, kedilerde kanin distalizasyonu bölgesine lokal olarak vitamin D3 enjekte etmişler ve diş hareketi oranında %60'lık bir artış bulmuşlardır. Enjeksiyondan sonra kedilerin serum profilleri incelendiğinde herhangi bir sistemik yan etki gözlenmemiştir.

Takano-Yamamoto ve ark.⁵⁶ sıçanlarda birinci molar dişin bifurkasyonunun palatal bölgesine submukozal vitamin D3 enjeksiyonunu denemişler ve ortodontik

kuvvetlerle birlikte kullanıldığında osteoklast sayısında ve kemik rezorbsiyonunda doza bağılı bir artış olduğunu göstermişlerdir.

Al-Hasani ve ark.⁵⁷ 15 hastaya lokal D3 vitaminini (%10 dimetil sülfür ile seyreltilmiş 15, 25 veya 40 pg/0,2 ml kalsitrol) enjekte ederek D vitamini üzerine ilk insan klinik çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Diş hareket hızında 25 pg grubunda yaklaşık %51 artış gözlenirken, diğer iki grupta %10 artış görülmüştür. Diş ve paradental dokuların radyografik değerlendirmesinde D3 vitamini enjeksiyonunun herhangi bir yan etkisi görülmemiştir.

2.2.1.3. Paratiroid Hormon

Paratiroid hormon (PTH), tiroide yakın bulunan paratiroid bezlerinden salgılanmaktadır. Başlıca etkisi, kandaki kalsiyum konsantrasyonunu arttırarak kemik rezorbsiyonunu uyarmaktır.⁵⁸

PTH'nin diş hareketi üzerindeki etkisine ilişkin ilk rapor, Kamata⁵⁹ tarafından yayınlanmıştır. Bu raporda belirtildiği üzere sıçanlarda paratiroidektomi sonrasında dişlerin hareket ettirilmesinde güçlüklerle karşılaşmış ve paratiroid ekstresi enjekte edilerek bunun üstesinden gelinmiştir.⁶⁰ Davidovitch ve ark.⁶¹ kedilerde sistemik PTH ve kortizon asetat uygulamasının etkisini karşılaştırmışlar ve PTH (günde 50µm) ile kontrol ve kortizon gruplarına göre daha yüksek oranda diş hareketi gözlemlemişlerdir. Hem rezorbtif hem de formatif aktivitelerin en yüksek seviyeleri PTH grubunda bulunurken, bunlar kortizonla tedavi edilen grupta en az belirgin olduğu bulunmuştur.

2.2.1.4. Relaksin Hormonu

İnsülin/relaksin ailesinin bir üyesi olan relaksin, gebelik sırasında servikal yumuşama ve interpubik ligamentlerin uzaması için üretilmektedir. Bu etki, kolajen döngüsü, anjiyogenez ve anjiyofibrozis ile ilişkili fizyolojik süreçleri değiştirerek gerçekleşmektedir.²⁶ Kolajen döngüsündeki rolü göz önüne alındığında, Stewart ve ark.⁶² bir köpek modelinde lokal olarak relaksin enjekte etmişler ve bunun dişeti fibroblastları tarafından kolajen üretimini uyardığını ve diş hareketini hızlandırıldığını bulmuşlardır. Bu sonucu takiben, Liu ve ark.⁶³ mini pompalar veya deri altı enjeksiyonlar yoluyla relaksin uygulayarak sıçanlarda diş hareketini başarıyla hızlandırmışlardır. Ancak bu sonuçlar Madan ve ark.⁶⁴ tarafından 120 erkek sıçan

üzerinde yapılan detaylı bir deneyde tekrarlanamamışlardır. Relaksinin dış hareketi hızını ya da miktarını etkilemediğini belirtmişlerdir. McGorray ve ark.⁶⁵ tarafından insanlarda yapılan randomize plasebo kontrollü bir çalışmada haftalık relaksin enjeksiyonlarından sonra 8 haftalık bir süre boyunca dış hareketinde herhangi bir fark tespit edilmemiştir.

2.2.1.5. Kortikosteroidler

Kortikosteroidler, adrenal kortekste doğal olarak üretilen steroid hormonları ve bunların laboratuvarlarda sentezlenen analoglarını içeren bir kimyasallar sınıfıdır. Kortikosteroidler stres yanıtı, bağışıklık yanıtı ve inflamasyonun düzenlenmesi, karbonhidrat metabolizması, protein katabolizması, kan elektrolit seviyeleri ve davranış dahil olmak üzere çok çeşitli fizyolojik süreçlerde rol oynamaktadır.²⁶ Kronik kortikosteroid uygulaması, kemik yeniden şekillenmesi üzerindeki ayırıcı etkisi nedeniyle kemik rezorbsiyonunun yanı sıra osteoporozda da neden olur. Osteoblastik aktivitenin doğrudan inhibisyonuna neden olarak, dolaylı yoldan osteoklastik aktiviteyi desteklemektedir.⁶⁶

Kortikosteroidlerin anti-inflamatuar etkisi dış hareketi hızını azaltabilirken, IL6 gibi sitokinlerin varlığında osteoklastogenezi uyarabilir ve osteoporozda neden olabilir.⁶⁷ Kortikosteroidlerin dış hareketine etkisi doza ve sitokinlerin ekspresyonundan önce veya sonra uygulanmasına bağlı değişebilmektedir.⁵⁸ Bu nedenle, bazı çalışmalar dış hareketi oranında bir artış olduğunu gösterirken,⁶⁶ diğerleri herhangi bir değişiklik bildirmemiştir.^{68,69}

Storey⁷⁰ kortizon ve adrenokortikotropik hormonun (ACTH) tavşan ve gine domuzlarında dış hareket hızı üzerindeki etkisini değerlendiren ilk kişidir. Tavşanlarda kortizon uygulamasını takiben kemik ve bağ dokusu rezorbsiyon miktarında ACTH ile gözlenmeyen bir artış bulmuştur. Fakat gine domuzlarında her iki ajanın da kemik rezorbsiyonu üzerinde hiçbir etki göstermediği sonucunu bulmuştur. Ong ve ark.⁶⁸ sıçanlarda 23 gün süreyle uygulanan prednizolonun (1mg/kg) etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında dış hareket hızını etkilemediği sonucuna varmışlardır. Kalia ve ark.⁶⁹ yaptıkları çalışmada sıçanlarda kısa ve uzun dönem 8 mg/kg'lık metilprednisol uygulanmasından sonra dış hareketi hızında artış olduğu sonucuna varmışlardır.

2.2.1.6. Osteokalsin

Osteoblastlar tarafından sentezlenen osteokalsin, kemikte en bol bulunan kolajen olmayan matriks proteindir.⁷¹ Kalsiyum ve hidroksiapatit ile güçlü ilişki kurma kapasitesi nedeniyle, osteokalsin mineral birikimi ve kemik oluşumu için negatif bir düzenleyicidir.⁷²

Hashimoto ve ark.⁷³ lokal osteokalsin uygulamasının diş hareketi üzerindeki etkisini sıçanlarda yaptıkları çalışmada incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre lokal osteokalsin uygulaması, özellikle tedavinin erken dönemlerinde osteoklastogenezisin artmasına bağlı olarak ortodontik diş hareketini hızlandırmaktadır.

2.2.1.7. Nitrik Oksit

Nitrik oksit (NO), çeşitli hücrel yollarda yer alan kısa ömürlü, oldukça reaktif bir serbest radikaldir. Çeşitli konak hücrelerden salınan NO hücreler arası bir haberci moleküldür. Önemli kardiyovasküler, nörolojik ve bağışıklık fonksiyonlarına sahiptir.⁷⁴ Osteoklastlardan salınan NO kemik rezorbsiyonunda da rol oynamaktadır.⁷⁵

Hayashi ve ark.⁷⁶ sıçanlarda yaptığı çalışmada NO sentez inhibitörünün lokal uygulamasının diş hareketini önemli ölçüde azalttığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışma NO'nun periodontal dokunun ortodontik kuvvete verdiği yanıtta önemli bir biyokimyasal aracı olduğunu göstermektedir.

Akın ve ark.⁷⁷ sıçanlarda yaptığı çalışmanın sonucuna göre toksik olmayan NO öncüllerinin ortodontik tedavi süresini kısaltmak için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Ancak yazarlar klinik uygulamadan önce NO'nun ayrıntılı değerlendirilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğunu bildirmiştir.

2.2.2. Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar

Diş hareketini hızlandırmak için bir başka kavram da mekanik ve fiziksel stimülasyonları kullanmaktır. Cerrahi yöntemlere kıyasla bu teknikler daha az invazivdir.⁷⁸ Ancak diş hareket hızını arttırmak için fiziksel uyaranlardan herhangi birini uygulamak şu anda kanıt eksikliği, bilinmeyen etki mekanizması nedeniyle tercih edilmemektedir.⁵⁸

2.2.2.1. Düşük Doz Lazer Uygulaması

Düşük doz lazer uygulaması, RANK/RANKL, makrofaj koloni uyarıcı faktör ve reseptör ekspresyonu yoluyla diş hareketinin hızını arttırmaktadır.⁷⁹

Cruz ve ark.⁸⁰ 2004 yılında, düşük doz lazer tedavisinin ortodontik diş hareketi üzerindeki etkisi üzerine ilk insan çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Düşük doz lazer uygulanmış kanin dişlerinin, kontrol tarafındaki kanin dişlerinden %34 oranında daha fazla distalize olduğu sonucuna varmışlardır.

Düşük doz lazer uygulamasının etkinliğinin anlaşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.⁷⁸

2.2.2.2. Elektrik Akımı

Elektrik akımı, sadece hayvanlar üzerinde test edilmiştir.⁷⁸ Beeson ve ark.⁸¹ ortodontik diş hareketi sırasında kedilerde 5 hafta boyunca sabit doğru elektrik akımı uygulamayı deneyen ilk kişiler olmalarına rağmen diş hareketi oranını arttırmada başarısız olmuşlardır. Bu kavram, kedilerde PDL ve alveoler kemikteki siklik nükleotid seviyelerini araştıran ve diş hareketi sırasında bu dokularda artmış fosforilasyon aktiviteleri gözlemleyen Davidovitch ve ark.^{38,39} tarafından yeniden canlandırılmıştır. Doğru akımın 7 ve 14 gün boyunca uygulanmasını önermişler ve elektriğin diş hareketini hızlandırmak için bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Elektrik akımının klinik olarak test edilmesi cihazların büyüklüğü ve elektrik akım kaynağı nedeniyle zordur. Yakıt olarak enzim ve glikoz kullanılarak intraoral elektrik üretmeye yönelik biyokatalitik yakıt hücreleri geliştirmek için birkaç girişimde bulunulmuştur. Doğrudan elektrik cihazı ile biyokatalitik yakıt hücrelerinin klinikte test edilebilmesi için geliştirilmesi gerekmektedir.⁷⁸

2.2.2.3. Elektromanyetik Alan

Elektromanyetik uygulamalar, hücresel aktiviteyi değiştirerek kemik yeniden şekillenmesini hızlandırır.⁸²

Piezoelektrik teorisine dayanarak gine domuzlarının kobay olarak kullanıldığı bir çalışmada darbeli elektromanyetik alanların etkisi incelenmiş ve kontrol grubuna kıyasla diş hareketi oranının neredeyse iki katına çıktığı gözlenmiştir.⁸² Bu konuda

yapılan sistematik incelemeye göre mevcut kanıtlar, elektromanyetik alanların ortodontik diş hareketini hızlandırmada etkili olup olmadığını ortaya koymamaktadır. Bu nedenle rutin klinik kullanımı teşvik etmek için yüksek kaliteli çalışmaların yapılması gerekmektedir.⁸³

2.2.2.4. Titreşimli Uyanlar

Son zamanlarda, periodontal ve alveoler kemik yeniden şekillenmesini hızlandırarak ortodontik diş hareketinin hızını arttırmak amacıyla titreşimli uyanların uygulanmasına olan ilgi artmaktadır.⁸⁴

Nishimura ve ark.⁸⁵ yaptıkları çalışmada sıçanlarda titreşimli uyanların periodontal dokuya zarar vermeden diş hareketi hızını arttırabileceğini göstermişlerdir. Miles ve ark.⁸⁶ insanlar üzerinde yaptığı çalışmada, titreşimli uyanların seviyeleme sırasında çapraşıklığın erken dönemde düzeltilmesi veya ağrının hafifletilmesi için klinik bir avantaj sağlamadığını bildirmişlerdir. Chatmahamongko ve ark.,⁸⁷ titreşimsiz bir kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, titreşimli uyanlara maruz kalan insanlardaki alveoler kemik osteoblastlarında IL-1 β , IL-6, RANKL ve OPG ekspresyonunda herhangi bir farklılık bulamamışlardır. Jing ve ark.² zayıf kanıtlar olmasına rağmen titreşimsel uyanın kanin distalizasyonunu hızlandırmak için etkili olduğu, ancak hizalama için etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. Ortodontik tedavi sırasında titreşimin ağrı şiddeti ve kök rezorpsiyonu üzerindeki etkileri kesin değildir.²⁶

2.2.3. Cerrahi Yöntemler

Ortodontik diş hareketi, PDL'nin ve alveoler kemiğin yeniden şekillenmesi ile meydana gelmektedir. Kırık ve osteotomi sonrası kemik yeniden şekillenmesinin arttığı bilinmektedir.⁷⁸

Cerrahi hızlandırma fikri, 1983 yılında Frost⁸⁸ tarafından bölgesel hızlandırıcı fenomenin (BHF) tanıtılmasından sonra ortaya çıkmıştır. BHF, zararlı uyanlara karşı verilen yerel bir tepkidir ve normal iyileşme sürecine göre daha kısa sürede oluşmaktadır. İyileşme sürecini güçlendiren bu fenomen, iyileşmenin normalden daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır.⁷⁸

Diş hareketini hızlandıran yöntemler arasında cerrahi yöntemler uzun bir klinik deneyime sahiptir. Sonuçları daha net öngörülebilir ve tutarlıdır.⁸⁹ Ancak diğer

yöntemlere nazaran daha girişimsel olmaları ve prosedüre bağlı bakteriyemi oluşması gibi risklerin mevcut olması yöntemin dezavantajlarındanır.⁹⁰

2.2.3.1. Kortikotomi

İlk olarak Köle⁹¹ tarafından ortodontide denenmiştir. Konvansiyonel kortikotomi, medüller kemiğin değil, sadece kortikal kemiğin kesildiği ve delindiği yaygın olarak kullanılan cerrahi prosedürlerden biridir. Bu yöntem kortikal kemiğin direncini azaltarak diş hareketini hızlandırmaktadır. Kortikotomi sonucunda kemik bloklarının oluştuğu ve dolayısıyla diş hareketinin hızlandığı öne sürülmüştür.⁹¹

Sistematik inceleme ve meta-analizler, alveoler kortikotominin tedavi süresini kısalttığını göstermiştir. Ancak bu konu hakkında kanıt düzeyi çok düşüktür.^{92,93} Bunun nedeni, benzer maloklüzyonların kortikotomiyle veya kortikotomi olmadan, aynı aparey kullanılarak tedavi edildiği ve aynı kalitede tedavi sonucuna ulaşıldığı ideal randomize kontrollü çalışmanın gerçekleştirilmesinin zor olması ve henüz yapılmamış olmasıdır.²⁶

2.2.3.2. Piezoinsizyon Tekniği

Diş hareketini hızlandıran tekniklerden biri de piezoinsizyon tekniğidir. Dibart,⁹⁴ bukkal dişetinde, interdental papillanın altında, 15 numaralı bistüri kullanarak bağlı dişetinde mümkün olduğunca uzağa yerleştirilen birincil kesi ile başlayan piezoinsizyon tekniğini ilk uygulayanlar arasındadır. Bu insizyonların periosttan geçecek ve kortikal kemiğe temas edecek kadar derin olması gerekmektedir. Ardından, ultrasonik enstrümantasyon kullanarak daha önce yapılan kesilerden 3 mm derinliğe kadar kortikotomi kesileri gerçekleştirilmektedir.^{46,95}

Keser ve Dibart⁹⁶ tarafından yapılan çalışmada, bu tekniğin şeffaf plak ile birlikte kullanılabileceği, bu sayede daha iyi bir estetik görünüm elde edilebileceği ve tedavi süresinin kısılacağı sonucuna varılmıştır.

2.2.3.3. İnterseptal Alveoler Cerrahi

Periodontal ligamentin distraksiyonu ve dentoalveoler kemiğin distraksiyonu olmak üzere interseptal alveoler cerrahi ikiye ayrılmaktadır. Her iki uygulamaya da hızlı kanin distraksiyonu örnek verilebilir.⁸⁹ PDL'nin hızlı kanin distraksiyonunda, kaninin distalindeki interseptal kemik, birinci premolar dişlerin çekimi ile aynı anda cerrahi olarak zayıflatılır ve böylece basınç bölgesindeki direnç azaltılır. Bu teknikte

kemik direncinin azalması ile birlikte diş hareketi daha hızlı bir şekilde gerçekleşir.⁹⁷ Önemli kök rezorbsiyonu, ankiloz veya kök kırığı olmaksızın hızlandırılmış diş hareketi gözlenmektedir.⁸⁹ Bununla birlikte, distalize edilmiş kaninlerin vitalite testine ilişkin çelişkili sonuçlar vardır. Liou⁹⁷ 26 diştten 9 tanesinin pozitif vitalite gösterdiğini bildirmiştir. Dolayısıyla bu teknikle ilgili belirsizlikler hala devam etmektedir.⁷⁸

2.2.3.4. Mikro-osteoperforasyon

Mikro-osteoperforasyonun Tanımı ve Etki Mekanizması

Mikro-osteoperforasyon (MOP) vücudun fiziksel travmaya verdiği doğal inflamatuvar yanıtı dayanan, sert ve yumuşak dokunun bütünlüğünü ve mimarisini koruyan yüzeysel perforasyonlardır. Bu yöntemle uygulanan kontrollü mikro travmanın, ortodontik tedavi esnasında açığa çıkan inflamatuvar indikatörlerin salınmasını artırarak bu güçlendirilmiş yanıtın kemik rezorbsiyonunu ve diş hareket hızını arttıracığı bildirilmektedir.⁵ Bu mikroinvaziv teknik alveosentez olarak da adlandırılmaktadır.⁹⁸

Teixeria ve ark.⁹⁹ 2010 yılında MOP tekniğini uygulayarak sıçanlar üzerinde deneysel bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 48 sıçan, biri kontrol grubu olacak şekilde dört gruba ayrılmıştır. Diğer gruplardaki sıçanların maksiller birinci molarlarına sırası ile cerrahi işlem olmadan, flep cerrahisiyle ve flep cerrahisiyle bukkal kortikal yüzeye 3 adet perforasyon oluşturarak ortodontik kuvvet uygulanmıştır. Dört hafta sonunda elde edilen verilere göre kortikal tabakaya uygulanan yüzeysel ve sınırlı perforasyonların ortodontik kuvvete yanıt olarak salınan sitokinlerin modellerini değiştirmeden seviyelerini arttırdığı gözlenmiştir. Buna göre osteoklast ve kemik yeniden şekillenme aktivitesinin diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar "mikro-osteoperforasyon" olarak adlandırdıkları bu teknikle ortodontik diş hareketi hızının arttırılabileceğini belirterek MOP işleminin flep kaldırılmadan uygulanmasını önermişlerdir.

Bu hayvan çalışmasını takiben 2013 yılında Alikhani ve ark.¹⁰ tarafından MOP yönteminin etkisini değerlendiren ilk insan çalışması yapılmıştır. Araştırmacılar MOP yöntemini 20 yetişkin bireyin katıldığı çalışmada klinik olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu hastalar deney ve kontrol grupları olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Maksiller kanin distalizasyonu aşamasında kontrol grubuna MOP uygulanmazken, deney grubunda maksillanın bir tarafına MOP uygulanmıştır.

Dört hafta sonra elde edilen verilere göre MOP uygulanan grupta inflamatuvar indikatörlerin seviyelerinde ve kanin distalizasyon hızında anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Mikro-osteoperforasyon Uygulama Prosedürü

MOP'ların oluşturulması minividaların yerleştirilmesi işlemine benzer şekilde olmaktadır. Uygulama özel bir eğitim gerektirmemektedir.¹⁰⁰ MOP işlemini gerçekleştirmeden önce hastadan bilgilendirilmiş onam alınmalıdır. Onam formu, küçük cerrahi işlemin olası yan etkilerini içermelidir.¹⁰¹

MOP prosedürünü başlatmadan önce MOP'ların yeri, sayısı ve derinliği hakkında karar verilmelidir. Bu parametreler anatomiye, tedavi aşamasına ve MOP'ların klinik endikasyonuna göre değişmektedir. Yapışık dişetin uzunluğu ve kalınlığı, periodonsiyumun sağlığı, frenilumun yakınlığı, dişler arasındaki mesafe ve dişlerin inklinasyonları MOP işlemi uygunluğu açısından ilgili alanın intraoral muayenesi yapılarak değerlendirilmelidir. İntraoral muayeneye ek olarak panoramik radyografide kemik kalitesi, sinüsün yeri, inferior alveoler sinirin yakınlığı, kökler arasındaki mesafe ve köklerin uzunluğu değerlendirilmelidir.¹⁰²

MOP uygulamasının diş hareketi üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği hayvan çalışmalarında düşük hızlı el aleti ve rond frez kombinasyonları veya mini implantlar kullanılmakta ve her iki yöntemin de etkili olduğu kabul edilmektedir.^{99, 103, 104} Klinik çalışmalar da ise MOP işlemi için Propel (PROPEL Orthodontics, Ossining, NY) veya minividanın kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Her iki teknik arasında etkinlik açısından bir fark olmadığı görülmektedir.^{7-9,14,105,106} Propel, alveosentez prosedürünü uygulamak için tasarlanmış bir cihazdır. Bu cihazda perforasyonların yerine bağlı olarak 3, 5 ve 7 mm derinlikler seçilebilmektedir. İstenilen derinliğe ulaşıldığında, klinisyeni uyaran kırmızı bir gösterge ışığı yanmaktadır.¹⁰⁰

Propel cihazı henüz rutin klinik kullanıma dahil edilmemiştir. Bu nedenle minividalar, klinik rutine dahil olmaları, ortodontistler tarafından farklı amaçlar için sıklıkla kullanılmaları ve hastalar tarafından kolay tolere edilmeleri nedeniyle diğer yöntemlere göre daha avantajlı görülmektedir.¹⁰⁷

MOP uygulama alanı seçildikten sonra net erişim için dudak/yanak ekartörü kullanılabilir. Fazla tükürüğü yok etmek ve uygulama alanını kurutmak için gazlı bez

veya pamuklu rulo ile bölge silinir. Anestezi enjeksiyonu planlanan bölgeye topikal anestezi uygulanarak 1-2 dakika beklenir. Ardından lokal anestezi uygulanır. Bir bölge için anestezi miktarı yaklaşık dörtte bir karpül veya daha azdır. Enjeksiyondan sonra birkaç dakika beklenir ve MOP uygulanır. Hafif kanama olması normaldir.¹⁰²

MOP uygulama prosedürü esnasında bilinmesi gereken hususlar vardır. Bu hususlar:

Uygulama alanı: Maksimum etki, MOP'lar hedef dişlere yakın ve ankraj dişlerinden uzakta uygulandığında elde edilebilir. MOP genellikle kökler arasındaki bukkal yüzeye, çekim bölgesinde alveoler sırta veya gerekirse kökler arasındaki lingual yüzeye yapılır.¹⁰²

Yükseklik: MOP'ların üst ve alt sınırları, mukogingival birleşime göre belirlenebilir. MOP'lar, mukogingival birleşimin 1 mm apikalinde yapışık dişeti içine yerleştirilmelidir. Bu sayede işlem sırasında yumuşak doku müdahalesi azaltılarak ameliyat sonrası rahatsızlık en aza indirilir ve iyileşme en üst düzeye çıkarılır. Fakat kök hareketine karşı bir direnç gözlemlendiğinde, MOP daha apikale uygulanabilir.¹⁰²

Meziodistal pozisyon: MOP yapılırken radyograflara bakılarak kök konumu ve angulasyonu dikkate alınmalıdır. Kemiğin görselleştirilmesi ve palpasyonu ile birlikte, klinisyen kök konumunu ve dolayısıyla MOP uygulaması için ideal konumu belirleyebilir. MOP'lar hareket ettirilecek diş kökünün mezialine ve distaline uygulanmalıdır. MOP cihazının ucunun köklere yakın olması durumunda hasta aşırı duyarlılıktan dolayı hemen tepki verecektir. Böyle bir durumda cihazın basitçe geri çekilmesi ve uygulama yönünün değiştirilmesi sorunu çözecektir.¹⁰¹

Bukkal/lingual yerleşimi: MOP hem bukkal hem de lingual kortikal plakalara uygulanabilmektedir. Bukkal kortikal plaka, MOP işlemi için en uygun yerdir. Ancak lingual kortikal kemiğin dişin hareketini etkilediği durumlarda lingual kemik içerisine de MOP uygulanabilir. Bu bağlamda, lingual kemikte MOP uygulamasını kolaylaştırmak için anguldurvalar kullanılmaktadır.¹⁰² Ayrıca kemik rezorbsiyonunun alveoler kemiğin genişliğini ve yüksekliğini önemli ölçüde azalttığı, dolayısıyla bukkal ve lingual kortikal kemik miktarını azalttığı durumlarda, MOP kretin üstüne uygulanabilir.¹⁰¹

MOP sayısı ve derinliği: MOP inflamatuvar yanıtı ve dolayısıyla kemik döngüsünü (turnover) artırır. Travmanın büyüklüğünün artmasıyla inflamatuvar yanıtın büyüklüğünün arttığı gösterilmiştir. Bu nedenle, MOP iki şekilde daha büyük inflamatuvar yanıtları uyarabilir:¹⁰¹

- Perforasyonların sayısını arttırmak: Genellikle bölge başına 2 ila 4 perforasyon idealdir. Bununla birlikte, daha yüksek sayıda MOP uygulamasının mümkün olmadığı durumlarda, daha az sayıdaki perforasyonları telafi etmek için perforasyon derinliği arttırılabilir.¹⁰¹
- Penetrasyon derinliğini arttırmak: Kortikal kemiğin ne kadar derinlikte perforasyon edileceğine karar verirken yumuşak doku ve kortikal kemiğin kalınlığı dikkate alınmalıdır. Genel olarak, kemiğe 3-7 mm penetrasyon derinliğine sahip MOP'lar önerilir.¹⁰²

MOP uygulama sıklığı ile ilgili literatürlerde net bir bilgi bulunmamaktadır. Deneysel hayvan çalışmalarında pro-inflamatuvar indikatörlerin seviyelerindeki artışın 2-4 haftalık bir süreye kadar devam ettiğini, ardından normal düzeylere düştüğünü göstermektedir.¹⁰⁸ Bu bilgi doğrultusunda Attri ve ark.⁹ 2018 yılında yaptıkları çalışmada BHF'yi korumak için MOP uygulamasını dört haftada bir tekrarlamışlardır. Sonuç olarak MOP grubunda diş hareket hızındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir.

Sivarajan ve ark.¹⁴ 2019 yılında 4, 8 ve 12 hafta aralıklarla MOP uygulayarak yaptıkları çalışmada üç farklı MOP aralığı ile ilişkili istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu bulgu araştırmacılara MOP tarafından indüklenen herhangi bir bölgesel hızlanmanın en az 12 hafta süren bir etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir.

2.2.4. Mikro-osteoperforasyonun Diş Hareket Hızına Olan Etkisi

Ortodontik diş hareket hızı temel olarak osteoklast aktivitesi tarafından kontrol edilen kemik rezorpsiyon hızı ile ilişkili bulunmuştur.¹⁰⁹ Bu nedenle, osteoklast öncü hücrelerinin faaliyetlerini ve osteoklastlara dönüşümlerini etkileyen herhangi bir faktörün ortodontik diş hareketi üzerinde önemli etkileri olduğu varsayılabilir. Kemokinler ve sitokinler gibi inflamatuvar indikatörlerin aktivitesinin ortodontik kuvvet yanıtı olarak arttığını bildiren araştırmalar mevcuttur.^{10,99,110} TNF α , IL-1 ve IL-6 gibi osteoklast oluşumu ve aktivitesinde rol oynayan çeşitli sitokinlerin ortodontik

diş hareketi sırasında dişeti oluşu sıvısında bulunduğu bildirilmektedir.⁹⁹ Kemokinlerin ve sitokinlerin ortodontik tedavi sırasındaki rolleri net olarak bilinmemekle birlikte, osteoklast hücrelerinin farklılaşması ve aktivitesi üzerindeki önemli rolleri açısından ortodontik diş hareketi için temel araçlar olarak değerlendirilmektedir.^{111,112} Bu indikatörlerin etkilerinin anti-inflamatuar ilaçlar veya genetik manipülasyon gibi farklı tekniklerle engellendiği çalışmalarda ortodontik diş hareket hızında belirgin azalma görülmesi, bu faktörlerin ortodontik diş hareket hızı üzerinde son derece etkili olduğunun bir kanıtı olarak kabul edilebilir.¹¹³⁻¹¹⁵

Ortodontik diş hareketi sırasında alveoler kemik üzerinde MOP uygulanması, bu inflammatuar indikatörlerin ekspresyonunu uyararak osteoklast aktivitesinde ve diş hareket hızında artışa yol açmaktadır.⁹⁹

Diş hareketini hızlandırmaya yönelik MOP yöntemi organizmanın fiziksel travmaya karşı gösterdiği doğal inflammatuar yanıtı dayanmaktadır. Bu yöntem, ortodontik tedavi esnasında salınan inflammatuar indikatörlerin ifadesini güçlendirmektedir. Bu güçlendirilmiş yanıt kemik rezorbsiyonunu ve diş hareket hızını arttırmaktadır.⁵

Teixeria ve ark.⁹⁹ sıçanlarda yaptığı çalışmada 28 günlük takip sonucu birinci maksiller molar kronun mezial hareketini MOP uygulanan grupta daha fazla bulmuşlardır.

Alikhani ve ark.¹⁰ 2013 yılında yaptığı klinik çalışmada MOP uygulamasının osteoklastların farklılaşmasını uyaran sitokin ve kemokinlerin salınımını yüksek oranda arttırdığını bulmuşlardır. MOP uygulamasının kanin distalizasyonu oranını 2,3 kat arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Attri ve ark.⁹ yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonunda MOP etkinliğini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MOP grubunda hareketin daha hızlı gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

Feizbakhsh ve ark.⁷ çalışmasında hem alt hem üst çenede MOP etkinliğini değerlendirmişlerdir. Dört haftalık takip sonucu MOP grubunda kanin distalizasyonu hızının 2 kat daha fazla olduğu bulunmuştur.

Aksakallı ve ark.¹¹⁶ kanin distalizasyon döneminden hemen önce kanin dişlerin distaline minividalar ile 3 adet MOP uygulamışlardır. Bu vaka raporunda, sınıf II maloklüzyona sahip 14 yaşındaki erkek hastada minivida ile uygulanan MOP'ların kanin distalizasyonunu yaklaşık 1,5 kat hızlandırdığı, ayrıca kök ve periodontal yapılar üzerinde zararlı etkileri olmadığı bildirilmiştir.

2.2.5. Mikro-osteoperforasyonun Ağrı, Kök Rezorbsiyonu ve Periodontal Sağlık Üzerine Olan Etkileri

MOP'larla ilgili iki ana endişe ağrı ve kök rezorbsiyonudur. Alikhani ve ark.⁵ tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada MOP uygulanan hastalar, sadece ortodontik tedavi uygulanan hastalarla karşılaştırıldığında ek ağrı veya rahatsızlık göstermemişler ve ek ağrı kesici ilaçlara veya düzenli ağız hijyeni dışında ek bakıma ihtiyaç duymamışlardır. Yine aynı çalışmada eksternal apikal kök rezorbsiyonu (EAKR) MOP uygulamasını takiben artmamıştır.⁵

Ortodontik olarak indüklenen EAKR ortodontik diş hareketinin olumsuz yan etkileri arasında sıkça araştırılan bir konu olarak yer almaktadır. Etiyolojisi ve belirleyicileri tam olarak anlaşılammış olsa da bireysel hassasiyet, uygulanan mekanik ve spesifik dental yatkınlığın karmaşık etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.¹¹⁷⁻¹²⁰

EAKR'nin, diş hareketi sırasında diş köküne uygulanan basınç ve travma sonrası hyalinize nekrotik dokuların uzaklaştırılması sonucu oluşan PDL remodelingi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. PDL'de iskemik nekroza neden olan aşırı basınç ve ortodontik diş hareketine bağlı kök rezorbsiyonunun PDL'de aşırı basınç uygulanan bölgelerde sıklıkla görüldüğü bildirilmektedir.^{121,122} Bu bölgelerde, osteoklastlar çevredeki PDL ve endosteal yüzeylerden toplanmaktadır. Osteoklast sayısından ziyade osteoklastların uzun süreli varlığı EAKR'ye neden olmaktadır. MOP uygulaması osteoklast sayısını önemli ölçüde arttırmaktadır. Ancak artan osteoklastlar PDL'de değil komşu kemik yüzeyinde gözlenmektedir. Ayrıca, bu yöntemle komşu alveoler kemiğin yoğunluğu azaldığından hücresiz bölge daha küçüktür ve daha hızlı uzaklaştırılmaktadır. Bu da diş köklerinin çevresinde uzun süreli osteoklast aktivitesini önlemektedir. Böylece, uzun mesafelerde diş hareketi sırasında bile MOP uygulaması EAKR riskini önemli ölçüde azaltmaktadır.⁵

Sivarajan ve ark.¹⁹ tarafından sekiz randomize kontrollü çalışma dahil edilerek yapılan sistematik derlemede sadece iki randomize kontrollü çalışmada MOP'ların kanin distalizasyonu üzerindeki etkileri değerlendirilirken ikincil sonuç olarak EAKR'ye bakılmıştır. Yazarlar, MOP ve kontrol grupları arasında kök rezorbsiyonu açısından fark olmadığını bildirmişlerdir.^{4,16} Aboalnaga ve ark.¹⁶ kanin distalizasyonundan sonra hem deney hem de kontrol grupları için kök rezorbsiyonunda anlamlı bir fark bulamamışlardır. Ancak Alkebsi ve ark.⁴ tarafından yapılan 3 ay takip süreli çalışmada anlamlı bir farklılık bildirilmiş olsa da bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Sekiz çalışmadan beşi MOP'larla ilişkili ağrıyı değerlendirmiştir; Alkebsi ve ark.,⁴ Attri ve ark.⁹ ve Alikhani ve ark.¹⁰ tarafından gruplar arasında ağrı algısı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sivarajan ve ark.¹⁴ deney ve kontrol grupları arasında genel aktiviteler üzerindeki ağrı etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını bildirirlerken Aboalnaga ve ark.¹⁶ MOP işlemlerinden 1 hafta sonra neredeyse kaybolan hafif-orta şiddette geçici ağrı yaşandığını bildirmişlerdir.

Agrawal ve ark.¹²³ 2019 yılında yaptığı split-mouth çalışmada hastalara kortikotimi ve MOP uygulanmışlardır. Her iki tarafta da belirgin kök rezorbsiyonu ve ameliyat sonrası rahatsızlık gözlenmediği bildirilmiştir. Bu durum, MOP'lardan sonra postoperatif ağrı ve EAKR olmadığını bildiren Alikhani ve ark.⁵ bulgularıyla uyumlu bulunmaktadır.

Shahrin ve ark.¹²⁴ tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada MOP grubunda daha az EAKR gözlenmiştir. Araştırmacılar bunun nedeninin, alveoler kemikte MOP uygulaması ile indüklenen osteoklastik aktivitenin yoğunlaşmasına ve kemik yoğunluğunun azalmasına neden olan bölgesel hızlandırıcı fenomen aktivitesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Böyle bir reaksiyon oluşabilecek hyalinizasyon nekrozu ve diş kökünün rezorbsiyon olasılığını azaltmaktadır. Ek olarak, artan kortikal kemik porozitesi aynı zamanda ortodontik diş hareketi ve EAKR için mekanik direnci azaltır.¹²⁵

MOP uygulamasının periodontal sağlığa etkisini araştıran literatürde az sayıda çalışma vardır.^{4,12,123} Alkebsi ve ark.⁴ tarafından yapılan çalışmada MOP uygulamasının maksiller kanin distalizasyonu hızına etkisinin yanında kanin distalizasyonu başlangıcında ve 3 ay sonunda plak indeksi ve gingival indeks de

değerlendirilmiştir. Araştırmacılar MOP uygulamasının periodontal sağlık üzerine olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Güldüren ve ark.¹² MOP uygulamasının minivida destekli maksiller molar distalizasyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri split-mouth çalışmalarında plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliğini de araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda MOP uygulamasının periodontal sağlığı etkilemediği gösterilmiştir. Agrawal ve ark.¹²³ tarafından yapılan çalışmada kanin distalizasyonu aşamasında yapılan kortikotomi ve MOP işlemlerinin periodontal dokulara zararı olmadığı belirtilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Çalışmamız için Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 25.05.2021 tarih ve 10 sayılı karar ile etik kurul onayı alınmıştır (Ek 1). Hastalara ve velilerine çalışma hakkında bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul edenlere bilgilendirilmiş gönüllü olur belgesi imzalatılmıştır (Ek 2).

3.2. Çalışma Dizaynı

Çalışmamız tek merkezli, prospektif, randomize, kontrollü ve split-mouth dizayn edilen klinik bir araştırmadır.

3.3. Çalışmaya Dahil Edilecek Hasta Sayısının Belirlenmesi

Asif ve ark.¹⁵ tarafından gerçekleştirilen çalışma referans alındığında, G*Power yazılımı (ver. 3.0.10, Franz Faul, Universitat Kiel, Almanya) kullanılarak $f=0,73$ etki büyüklüğü ve $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde çalışmaya en az 24 kişi (her grup için en az 8 kişi) alındığında %95 güven düzeyinde %80 güç elde edilebileceği hesaplanmıştır. Oluşabilecek veri kaybı göz önünde bulundurularak her bir gruba 11 hasta dahil edilmiştir.

3.4. Çalışma Grupları

Çalışmamıza Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi gereksinimi nedeniyle başvuruda bulunan maksiller birinci premolarların çekim endikasyonuna sahip 33 hasta dahil edilmiştir.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. Sistemik açıdan sağlıklı olması
2. Oral hijyenin yeterli olması
3. Daimi dişlenme döneminde olması
4. Maksimuma yakın moderate ankraja gereksinim olması

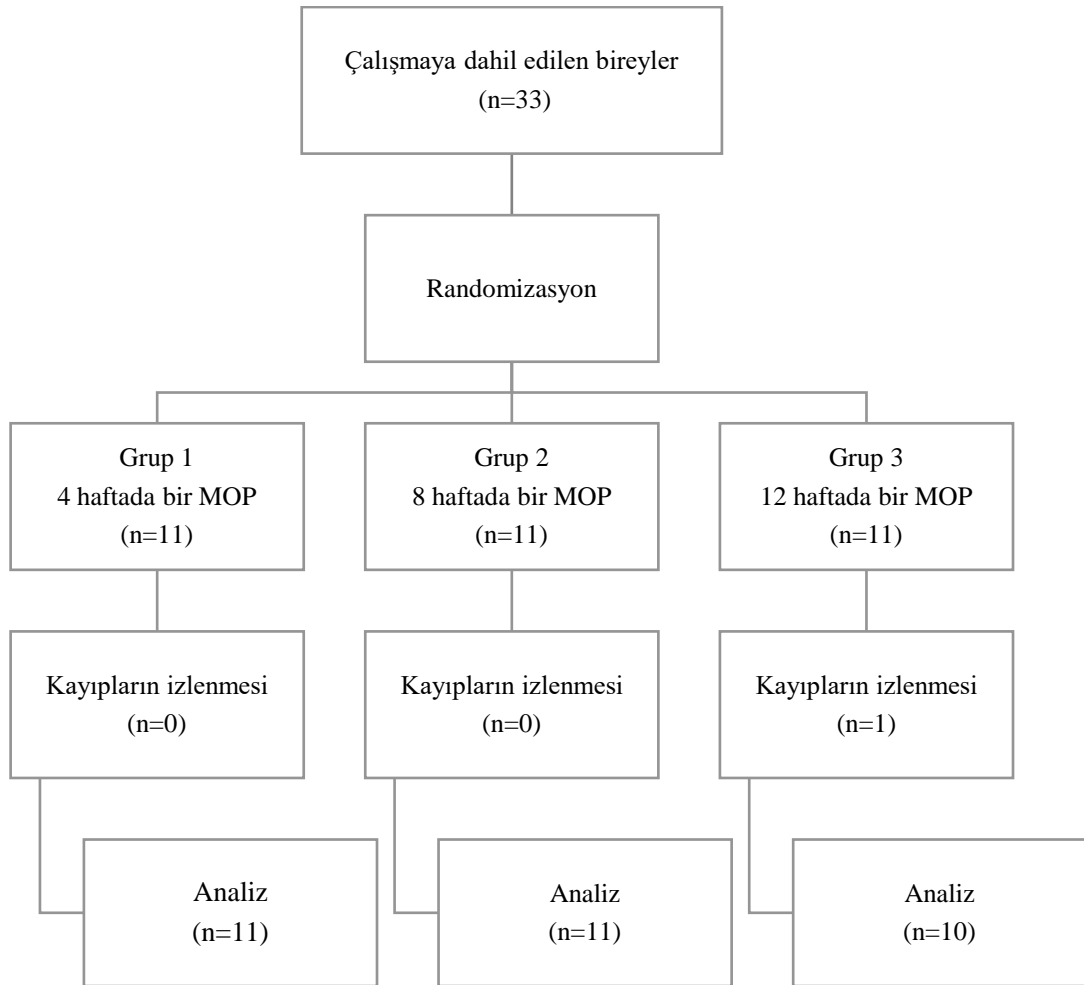
Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

1. Sistemik rahatsızlığının bulunması
2. Kemik biyolojisini etkileyen ilaç kullanımı
3. Daha önce ortodontik tedavi görmüş olması
4. Periodontal hastalığının olması

Çalışmamız dahil edilme kriterlerine uyan hastalar kanin distalizasyonu aşamasında farklı sıklıklarda MOP uygulanacak şekilde rastgele 3 gruba ayrılmıştır:

- Grup 1: 4 haftada bir MOP uygulaması
- Grup 2: 8 haftada bir MOP uygulaması
- Grup 3: 12 haftada bir MOP uygulaması

Her bir grupta maksiller sağ ve sol segment basit randomizasyon tekniği kullanılarak MOP ve kontrol tarafı (MOP uygulanmayan) olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma grupları Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma akış şeması

3.5. Tedavi Protokolü

Çalışmamıza dahil edilen hastalardan ilk olarak başlangıç kayıtları (ağız içi ve dışı fotoğraflar, dijital model, panoramik ve lateral sefalometrik filmler) alınmıştır. Her bir grupta 0.022x0.028 inç slota sahip MBT sistem braketler (Mini Master Brackets, American Orthodontics, ABD) kullanılarak braketleme işlemi yapılmıştır. Üst sağ ve sol birinci molar dişlere aynı firmaya ait sheat içeren molar bantlar, ikinci molar dişlere 0.022x0.028 inç slota sahip tüpler uygulanmıştır.

Braketleme işleminin ardından üst birinci premolarların çekimi yapılarak maksiller ikinci premolar ve birinci molar dişlerin kökleri arasına ankraj amacıyla 1,5 mm çap ve 8 mm uzunluktaki minivida (The Aarhus System, American Orthodontics, ABD) yerleştirilmiştir. Hastalar 4 hafta aralıklarla kontrol randevularına çağırılmıştır. Sıralama ve seviyeleme aşaması tamamlandıktan sonra 0.019x0.025 inç paslanmaz çelik ark teli uygulanarak kanin distalizasyonu aşamasına geçilmiştir.

3.6. Mikro-osteoperforasyon İşlemi

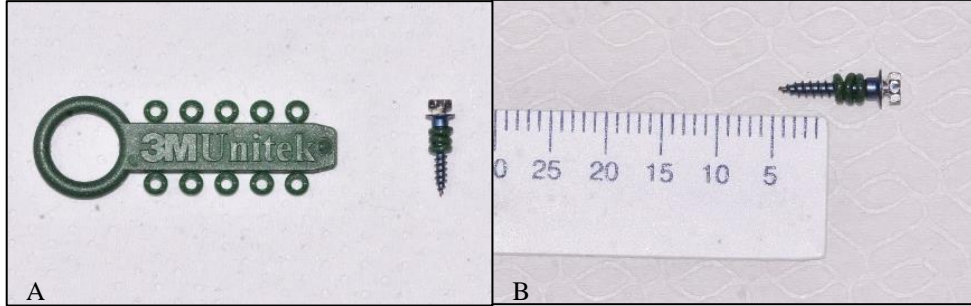
İşlem öncesinde hastalardan panoramik ve kanin dişler bölgesinden periapikal filmler alınmıştır. Alınan filmler üzerinde MOP uygulanacak bölgedeki kanin dişe komşu kök ve anatomik yapılar incelenmiştir. Ardından MOP bölgesine infiltratif anestezi (Ultracain DS ampul-Sanofi Aventis, Fransa) uygulanmıştır.

Ankraj amacıyla yerleştirilen aynı tip ve marka minivida MOP işleminde de kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Perforasyonların oluşturulmasında kullanılan driver ve minivida

Perforasyon derinliği 5 mm olacak şekilde minividaların uzunluğu elastomerik ligatür (3M Unitek, Kaliforniya, ABD) kullanılarak ayarlanmıştır (şekil 3.3). Minividalar elastomerik ligatürler takıldıktan sonra sterilize edilerek MOP işlemi için hazır hale getirilmiştir.



şekil 3.3. Perforasyonların oluşturulması A. Kullanılan elastomerik ligatür, B. Minivida perforasyon derinliğinin belirlenmesi

Randomizasyon sonucu belirlenmiş olan MOP bölgesine uygulamaya rehberlik etmesi için öncelikle mukozada sond yardımıyla işaretleme yapılmıştır. Kanin ve ikinci premolar arasındaki bölgeye vertikal olarak eşit mesafede yapışık dişetinden başlayan ve mümkün olduğunca apikalde sonlanan 3 adet MOP uygulanmıştır (şekil 3.4). Ardından steril bir gazlı bez yardımıyla işlem bölgesine bası yapılmıştır. Uygulama sonrası hastalara herhangi bir ilaç reğete edilmemiştir. Ayrıca hastalara diş hareket hızını etkileyebilecek analjezik kullanımından kağınmaları konusunda bilgi verilmiştir.



şekil 3.4. MOP tekniğinin uygulanması (1,2,3: Sırasıyla MOP işlem bölgeleri)

Kanin distalizasyonu için her iki tarafta da dişin braketini ile minivida arasına yerleştirilen NiTi kapalı yaylar (G&H Wire Company, Franklin, ABD) ile 150 gr kuvvet uygulanmıştır (şekil 3.5).

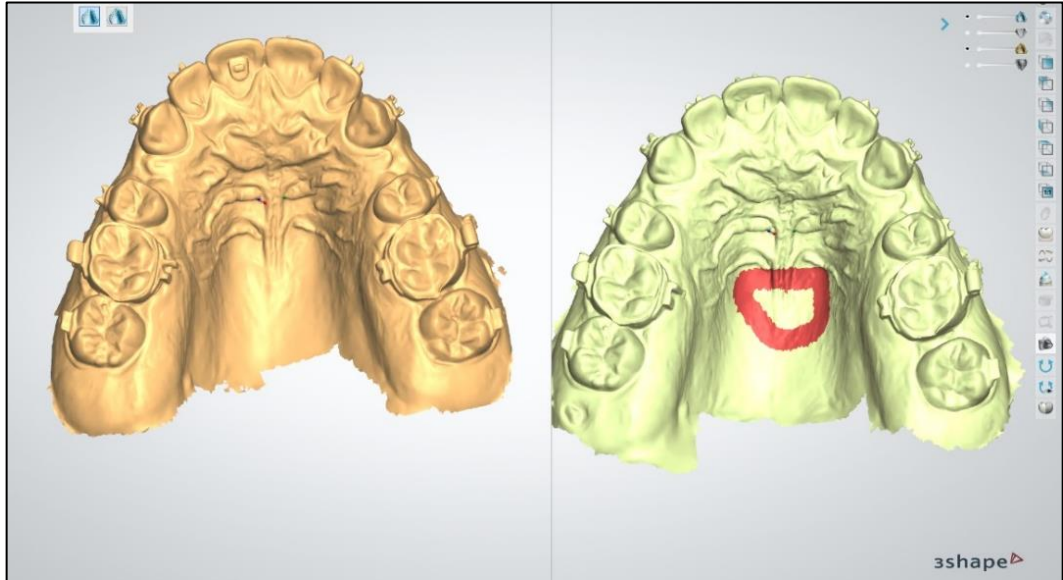


Şekil 3.5. NiTi kapalı yaylar kullanılarak yapılan kanin distalizasyonu

Kanin distalizasyonu tamamlanıncaya kadar çalışma gruplarında 4, 8 ve 12 haftada bir MOP işlemi tekrarlanmıştır.

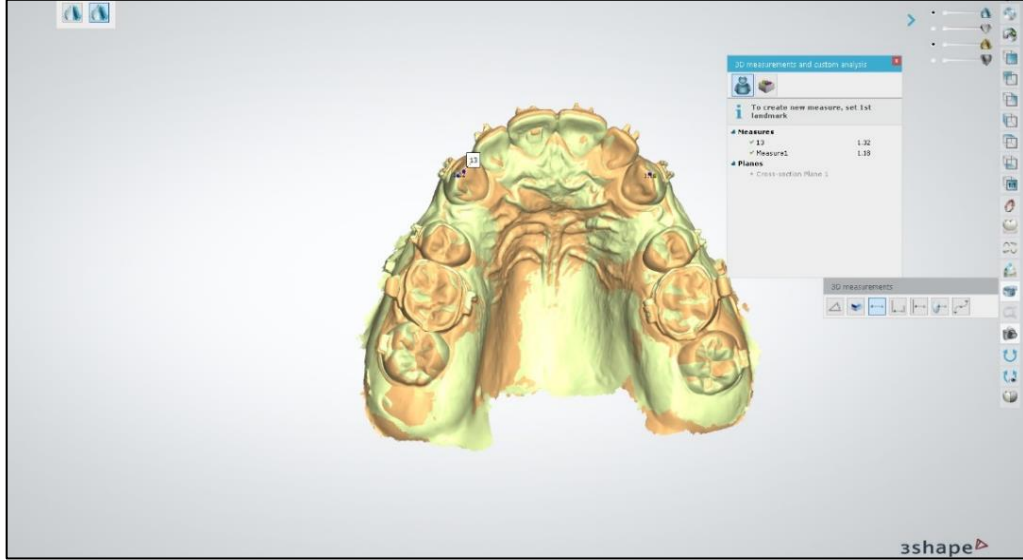
3.7. Kanin Distalizasyon Miktarının Değerlendirilmesi

Tüm hastalardan kanin distalizasyonu boyunca her ay ağız içi tarayıcısı yardımıyla (Trios, 3 Shape, Danimarka) üç boyutlu dijital modeller elde edilmiştir. Yazılım (Ortho Analyzer, 3 Shape, Danimarka) yardımıyla dijital model üzerinde sağ ve sol üçüncü palatal ruganın medialinde üç nokta işaretlenmesinin ardından palatal yüzey seçilerek çakıştırma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Çakıştırma öncesi üç nokta işaretlemesi ve yüzey seçimi

Aylık kanin distalizasyonu miktarı, karşılaştırılan modellerde her segment için kanin dişlerin tüberkül tepeleri işaretlendikten sonra iki tüberkül tepesi arasındaki mesafe milimetre (mm) cinsinden ölçülerek hesaplanmıştır (Şekil 3.7).

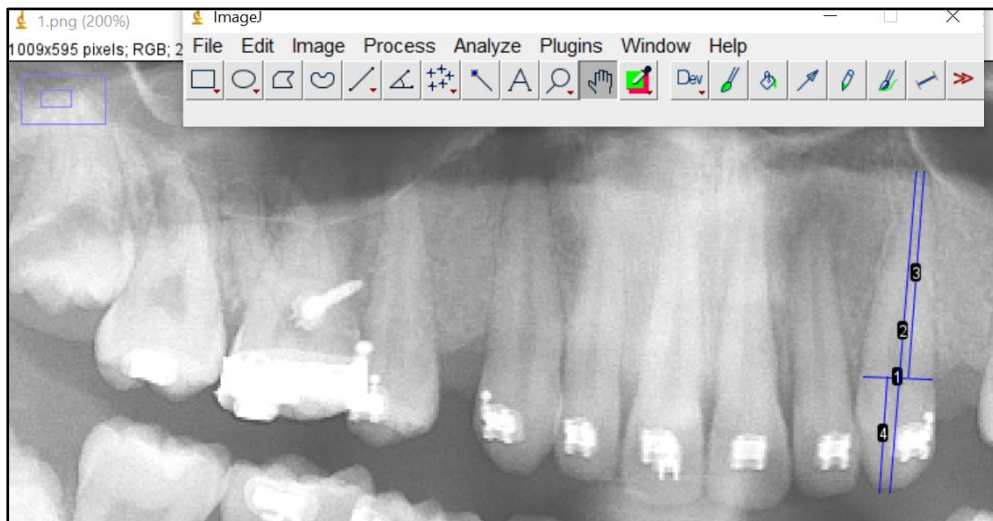


Şekil 3.7. Dijital modeller üzerinde kanin tüberkül tepeleri arasındaki mesafenin ölçülmesi

Aynı araştırmacı tarafından dijital modeller üzerinde 15 gün sonra kanin distalizasyon miktarı ölçümleri tekrarlanmıştır.

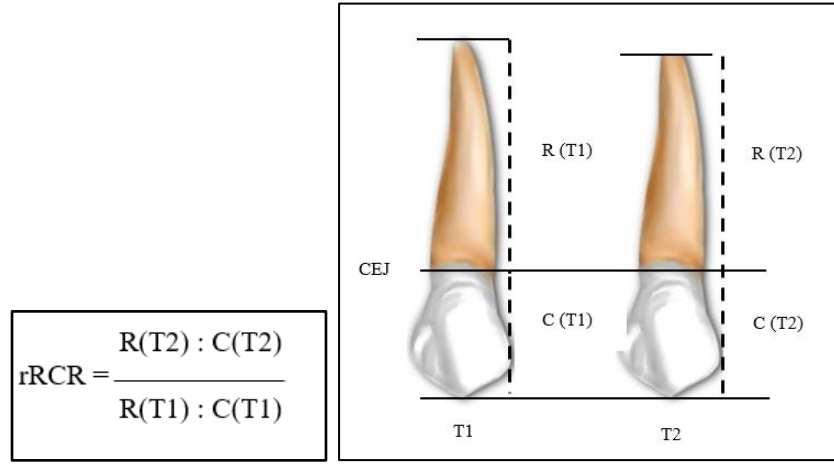
3.8. Kök Rezorbsiyonunun Değerlendirilmesi

Çalışmamızda eksternal apikal kök rezorbsiyonu (EAKR) kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda alınan panoramik radyografiler yardımıyla değerlendirilmiştir. Radyografiler bilgisayar destekli çizim programı (ImageJ, ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri, Maryland, ABD) ile işlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Panoramik radyografi üzerinde ölçümlerin yapılması

Apikal kök kısalması oranı Gay ve ark.¹²⁶ tarafından gerçekleştirilen çalışma referans alınarak şekildeki formüle göre hesaplanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. T1: Tedavi öncesi, T2: Tedavi sonrası, C(T1): Tedavi öncesi kron uzunluğu, C(T2): Tedavi sonrası kron uzunluğu, R(T1): Tedavi öncesi kök uzunluğu, R(T2): Tedavi sonrası kök uzunluğu, CEJ: Mine-sement bileşimi, rRCR: Kök-kron oranındaki göreceli değişiklikler

Maksiller kanin dişlerin rezorbsiyon oranını belirlemede ilk olarak dişin uzun eksenine ile mezial ve distal mine-sement birleşiminin bağlantısı, ardından kron ve kök uzunlukları belirlenmiştir.

Kanin distalizasyonu başlangıcı ve sonundaki kron ve kök uzunluğu için bireysel kök/kron oranı (RCR) ve RCR'nin göreceli değişimleri (rRCR) hesaplanmıştır. rRCR değerinin azalması, uygulama sırasında kök uzunluğunun dikey yönde azaldığını gösterir ve yüzde olarak ifade edilir.

Çalışmamızda Gay ve ark.¹²⁶ tarafından geliştirilen RCR ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçeğe göre EAKR şu şekilde ifade edilmiştir:

- Skor 0 ($rRCR \geq \%100$): EAKR yok
- Skor 1 ($rRCR = \%90-100$): Hafif EAKR
- Skor 2 ($rRCR = \%80-90$): Orta derecede EAKR
- Skor 3 ($rRCR \leq \%80$): Şiddetli EAKR

Kök/kron oranındaki göreceli değişiklikler aynı araştırmacı tarafından 15 gün sonra yeniden hesaplanmış ve kök rezorbsiyon skorları değerlendirilerek kayıt altına alınmıştır.

3.9. Ağrı Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda "ağrı yok-dayanılmaz ağrı" bilgilerinin yazılı olduğu horizontal olarak 10 cm uzunluğunda görsel analog skala (Visual Analog Scale-VAS) hastaların ağrı düzeylerini değerlendirmek için kullanılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çalışmamızda kullanılan VAS skalası

Hastalardan kanin distalizasyonu tamamlanıncaya kadar 4 haftada bir işlem günü, 1., 7., 14. ve 28. günlerde maksiller sağ ve sol bölgelerde hissettikleri ağrıyı en doğru biçimde tanımlayan VAS skorunu işaretlemeleri istenmiştir.

3.10. Periodontal Sağlık Değerlendirilmesi

Tüm hastalarda kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliği ölçümleri yapılmıştır. Periodontal ölçümler maksiller sağ ve sol kanin dişlerden alınmıştır.

3.10.1. Plak İndeksi

Silness ve Löe¹²⁷ tarafından 1964 yılında geliştirilen plak indeksi, oral hijyen açısından plak seviyesinin belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır. Bu kapsamda maksiller sağ ve sol kanin dişlerin mezial, distal, vestibül ve lingual yüzeylerindeki plak varlığı sond yardımı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler toplanıp ortalaması alınarak kanin dişe ait plak indeks skoru belirlenmiştir. İndeks skorları ve kriterleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Plak indeksi skorları ve kriterleri¹²⁷

Skor	Plak İndeksi Kriterleri
0	Plak yok
1	Serbest dişeti kenarı ve komşu diş yüzeyine tutunmuş film şeklinde sondla tespit edilebilen plak varlığı
2	Dişeti cebi içerisinde ve komşu diş yüzeyinde çıplak gözle görülebilen orta derecede yumuşak eklenti varlığı
3	Dişeti cebi içerisinde ve komşu diş yüzeyinde yoğun yumuşak eklenti varlığı

Hastanın oral hijyen durumu iyi (0,1-0,9 arası plak indeks değeri), zayıf (1,0-1,9 arası plak indeks değeri) ve kötü (2,0-3,0 arası plak indeks değeri) şeklinde değerlendirilmiştir.

3.10.2. Gingival İndeks

Löe ve Silness¹²⁸ tarafından 1963 yılında geliştirilen gingival indeks, dişeti inflamasyonunu değerlendirmek için kullanılmıştır. Maksiller kanin dişlerin mezial, distal, vestibül ve lingual yüzeylerinden periodontal sond ile belirlenen gingival indeks değerlerinin ortalaması alınarak kanin dişe ait gingival indeks skoru belirlenmiştir. Gingival indeks skorları ve kriterleri Tablo 3.2’te gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Gingival indeks skorları ve kriterleri¹²⁸

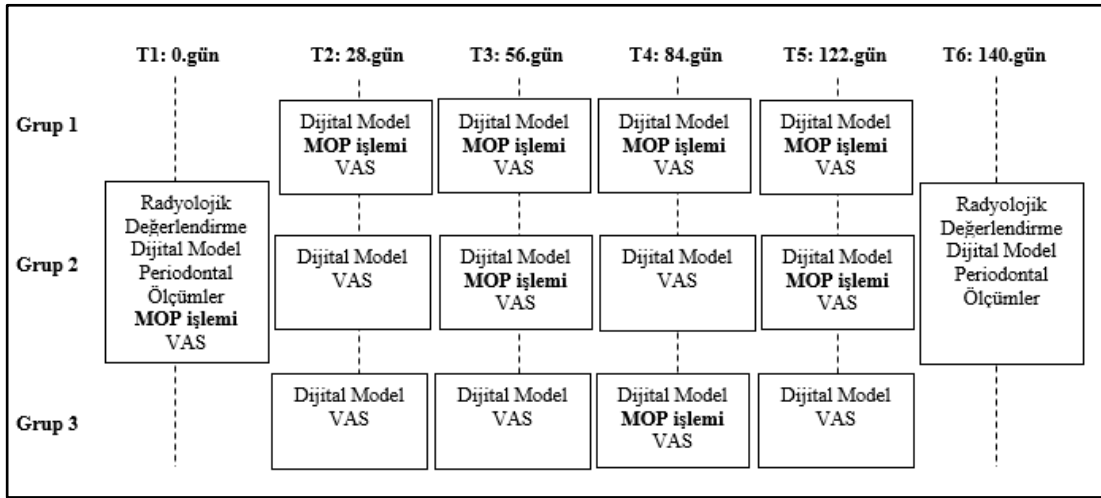
Skor	Gingival İndeks Kriterleri
0	İnflamasyon yok
1	Hafif inflamasyon, hafif renk değişikliği ve çok az doku değişikliği
2	Orta dereceli inflamasyon, dişeti parlak, kırmızı ve ödemli, sondlamada kanama
3	İleri derecede inflamasyon, dişetinde belirgin kızarıklık, ödem, ülserasyon ve spontan kanama

Gingival inflamasyon hafif (0,1-1,0 arası gingival indeks değeri), orta (1,1- 2,0 arası gingival indeks değeri) ve şiddetli (2,1-3,0 arası gingival indeks değeri) olacak şekilde değerlendirilmiştir.

3.10.3. Cep Derinliği

Cep derinliği periodontal sond aracılığı ile basınç uygulamadan maksiller kanin dişlerin 6 noktasından (meziobukkal, midbukkal, distobukkal, meziolingual, midlingual, distolingual) ölçülmüştür. Elde edilen toplam değer, ölçüm yapılan yüzey sayısına bölünerek kanin dişe ait ortalama cep derinliği hesaplanmıştır.

Çalışmamız süresince farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplara yapılan işlemler Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplara çalışma süresi boyunca yapılan işlemler

3.11. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 24.0 programı (IBM Corp, Armonk, NY, ABD) kullanılmıştır. Ölçümlerin güvenilirlik düzeyleri sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) kullanılarak hesaplanmıştır. Sınıf içi korelasyon katsayısı değerlerinin 0,5'ten küçük olması zayıf, 0,5-0,75 orta, 0,75-0,9 iyi ve 0,9'dan büyük olması yüksek güvenilirliğin göstergesidir.¹²⁹

Kanin distalizasyon miktarı, kök rezorbsiyonu, VAS değerleri ve periodontal ölçümlere ait veriler normal dağılım göstermediği için non-parametrik testler kullanılmıştır. Sürekli değişkenler medyan, kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir.

Grupların yaş dağılımları Kruskal Wallis testi ve cinsiyet dağılımları Ki-kare testi kullanılarak incelenmiştir. Aylık ve çalışma süresi boyunca ortalama kanin distalizasyonu miktarının grup içi karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, gruplar arası karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Kanin distalizasyonu miktarının zaman içindeki değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanılmıştır.

Kök rezorbsiyonu açısından meydana gelen değişikliklerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır.

Ağrı düzeyi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Kruskall Wallis testi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonrası anlamlılık tespit edilmesi durumunda ikili karşılaştırmalar Mann Whitney U testi ile incelenmiştir. Periodontal ölçümlerin grup içi karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, gruplar arası karşılaştırılmasında Kruskall Wallis testi kullanılmıştır.

Çalışmamızda yapılan tüm istatistiksel analizlerde $p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Verilere Ait Bulgular

Çalışmamıza 33 hasta dahil edilmiştir. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların yaş dağılımları Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların yaş dağılımları

Çalışma grupları	Median	Q1-Q3	p ^a
Grup 1	15	14-16	0,736
Grup 2	15	14-17	
Grup 3	15	14-16	

Q₁: Birinci çeyrek, Q₃: İkinci çeyrek

^aKruskall Wallis Testi

Yaş medyan değerleri tüm gruplarda 15 yıl olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında yaş dağılımları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların cinsiyet dağılımları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların cinsiyet dağılımları

Çalışma grupları	Cinsiyet						p ^b
	Erkek		Kız		Toplam		
	n	%	n	%	n	%	
Grup 1	4	30,8	7	35	11	33,3	0,411
Grup 2	6	46,2	5	25	11	33,3	
Grup 3	3	23,1	8	40	11	33,3	

^bKi-kare

Cinsiyet dağılımlarına bakıldığında grup 1 ve 3’te kızlar, grup 2’de ise erkekler daha fazladır. Ancak gruplar arasında cinsiyet dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

4.2. Ölçümlerin Güvenilirliği

Ölçüm güvenilirliği değerlendirildiğinde, kanin distalizasyonu ölçümlerine ait sınıf içi korelasyon katsayısı Tablo 4.3’te gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Kanin distalizasyonu ölçümlerine ait sınıf içi korelasyon katsayısı

	MOP	Kontrol
	SKK	SKK
Grup 1	0,989	0,978
	0,994	0,971
	0,989	0,994
	0,990	0,982
	0,986	0,994
Grup 2	0,954	0,980
	0,996	0,947
	0,811	0,984
	0,988	0,994
	0,990	0,987
Grup 3	0,953	0,973
	0,996	0,969
	0,990	0,984
	0,853	0,993
	0,936	0,994

SKK: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

Kanin distalizasyonu ölçümlerinde grup 2 ve 3'te MOP tarafında hesaplanan iki sınıf içi korelasyon katsayısı (0,811 ve 0,853) haricinde diğer ölçümlerin sınıf içi korelasyon katsayısının 0,936-0,996 aralığında değiştiği ve gözlemci-içi güvenilirliğin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Ölçüm güvenilirliği değerlendirildiğinde, kök rezorbsiyon skorlarına ait sınıf içi korelasyon katsayısı Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Kök rezorbsiyon skorlarına ait sınıf içi korelasyon katsayısı

	Grup 1	Grup2	Grup3
	SKK	SKK	SKK
MOP	0,720	0,899	0,920
Kontrol	0,973	0,888	0,942

SKK: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı

Kök rezorbsiyon skorlarına ait sınıf içi korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde, grup 1'in MOP tarafında gözlenen orta düzeyde güvenilirliği gösteren katsayı (0,72) haricinde, diğer sınıf içi korelasyon katsayılarının 0,888-0,973 aralığında değiştiği ve gözlemci-içi güvenilirliğin yüksek olduğu bulunmuştur.

4.3. Kanin Distalizasyon Miktarına Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Her ay alınan dijital modeller üzerinde yapılan ölçümlere göre kanin distalizasyon miktarının grup içi karşılaştırılması Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) grup içi karşılaştırılması

	MOP		Kontrol		p ^c	
	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3		
Grup 1	T1-T2	0,64	0,42-0,81	0,84	0,79-1,05	0,061
	T2-T3	0,46	0,27-0,78	0,71	0,36-0,82	0,469
	T3-T4	0,62	0,42-1,04	0,60	0,42-0,79	0,490
	T4-T5	0,69	0,49-0,90	0,66	0,49-1,08	0,650
	T5-T6	0,84	0,67-0,94	1,20	0,81-1,37	0,093
Grup 2	T1-T2	0,91	0,82-1,11	0,68	0,60-1,22	0,189
	T2-T3	0,79	0,47-1,44	0,98	0,48-1,23	0,577
	T3-T4	0,68	0,64-1,09	0,62	0,43-0,97	0,293
	T4-T5	0,67	0,59-1,18	0,79	0,43-1,47	0,894
	T5-T6	1,00	0,49-1,99	0,93	0,45-1,94	0,995
Grup 3	T1-T2	0,95	0,70-1,12	1,02	0,75-1,19	0,705
	T2-T3	0,84	0,67-0,90	0,98	0,67-1,27	0,325
	T3-T4	0,86	0,41-1,11	0,69	0,43-1,38	0,734
	T4-T5	0,90	0,83-1,64	0,97	0,74-1,31	0,880
	T5-T6	0,83	0,72-0,88	0,81	0,45-0,94	0,884

Q1: Birinci çeyreklik, Q3: Üçüncü çeyreklik

^cMann Whitney U Testi

T1-T2: 1.ay, T2-T3: 2.ay, T3-T4: 3.ay, T4-T5: 4.ay, T5-T6: 5.ay

Aylık kanin distalizasyon miktarına ait bulgular incelendiğinde, grup 1'de 1., 2. ve 5. ay kontrol tarafında, 3. ve 4. ay MOP tarafında; grup 2'de 1., 3. ve 5. ay MOP tarafında, 2. ve 4. ay kontrol tarafında; grup 3'te 1., 2. ve 4. ay kontrol tarafında, 3. ve 5. ay MOP tarafında daha yüksek medyan değerleri bulunmuştur. Ancak her üç grupta da MOP ve kontrol tarafları arasında aylık kanin distalizasyon miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kanin distalizasyon miktarına ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	p^a
	Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	
T1-T2	0,64 (0,42-0,81)	0,91 (0,82-1,11)	0,95 (0,7-1,12)	0,84 (0,65-1,11)	0,123
T2-T3	0,46 (0,27-0,78)	0,79 (0,47-1,44)	0,84 (0,67-0,9)	0,89 (0,55-1,04)	0,108
T3-T4	0,62 (0,42-1,04)	0,68 (0,64-1,09)	0,86 (0,41-1,11)	0,61 (0,43-0,9)	0,879
T4-T5	0,69 (0,49-0,9)	0,67 (0,59-1,18)	0,90 (0,83-1,64)	0,83 (0,57-1,08)	0,570
T5-T6	0,84 (0,67-0,94)	1,00 (0,49-1,99)	0,83 (0,72-0,88)	0,94 (0,7-1,29)	0,698

Q₁: Birinci çeyreklik, Q₃: Üçüncü çeyreklik

^aKruskall Wallis Test

T1-T2: 1.ay, T2-T3: 2.ay, T3-T4: 3.ay, T4-T5: 4.ay, T5-T6: 5.ay

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyon miktarı 1., 2., 3. ve 4. ayda en yüksek grup 3'te (sırasıyla 0,95 mm, 0,84 mm, 0,86 mm, 0,90 mm), 5. ayda ise en yüksek grup 2'de (1 mm) tespit edilmiştir. Ancak kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyon miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) grup içi karşılaştırılması Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) grup içi karşılaştırılması

Gruplar		Median	Q1-Q3	p^c
Grup 1	MOP	0,67	0,57-0,91	
	Kontrol	0,75	0,67-0,87	
Grup 2	MOP	0,83	0,69-1,15	0,577
	Kontrol	0,61	0,59-1,30	
Grup 3	MOP	0,92	0,74-1,22	0,971
	Kontrol	0,94	0,74-1,06	

Q₁: Birinci çeyreklik, Q₃: Üçüncü çeyreklik

^cMann Whitney U Testi

Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarı açısından bakıldığında, grup 1 ve 3'te kontrol tarafında MOP tarafına göre, grup 2'de ise MOP tarafında kontrol tarafına göre daha yüksek medyan değeri gözlenmiştir. Fakat her üç grupta da MOP ve kontrol tarafları arasında çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar	Median	Q1-Q3	p ^a
Grup 1	0,67	0,57-0,91	0,146
Grup 2	0,83	0,69-1,15	
Grup 3	0,92	0,74-1,22	
Kontrol	0,78	0,64-1,05	

Q₁: Birinci çeyreklik, Q₃: Üçüncü çeyreklik

^aKruskall Wallis Testi

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarı en yüksek grup 3’te (0,92 mm) en düşük grup 1’de (0,67 mm) bulunmuştur. Ancak farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında çalışma süresi boyunca kanin distalizasyon miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) zaman içindeki değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.9’da gösterilmiştir.

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında en fazla hareket grup 3’te (1,10 mm) kanin distalizasyonu başlangıcının 4. ayından itibaren iki aylık süreçte meydana gelmiştir.

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyon miktarının farklı zaman aralıklarındaki değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Tablo 4.9. Kanin distalizasyon miktarının (mm/ay) zaman içindeki değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Kontrol		p ^a
	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	
T1-T2	0,64	0,42-0,81	0,91	0,82-1,11	0,95	0,70-1,12	0,84	0,65-1,11	0,125
T1-T3	0,60	0,33-0,75	0,88	0,63-1,19	0,94	0,79-1,14	0,83	0,67-1,05	0,065
T1-T4	0,68	0,39-0,91	0,82	0,67-1,27	0,81	0,72-1,13	0,78	0,63-0,92	0,298
T1-T5	0,59	0,55-0,75	0,80	0,69-1,05	0,96	0,74-1,10	0,77	0,60-1,03	0,097
T1-T6	0,66	0,59-0,77	0,77	0,54-1,20	0,86	0,76-0,96	0,72	0,64-1,06	0,440
T2-T3	0,46	0,27-0,78	0,79	0,47-1,44	0,84	0,67-0,90	0,89	0,55-1,04	0,108
T2-T4	0,66	0,44-0,87	0,69	0,56-1,11	0,91	0,52-0,99	0,70	0,57-0,90	0,672
T2-T5	0,60	0,53-0,74	0,76	0,59-0,95	0,93	0,65-1,05	0,72	0,59-1,04	0,317
T2-T6	0,69	0,61-0,78	0,80	0,51-1,19	0,81	0,68-1,03	0,67	0,62-1,13	0,822
T3-T4	0,62	0,42-1,04	0,68	0,64-1,09	0,86	0,41-1,11	0,61	0,43-0,90	0,879
T3-T5	0,69	0,57-0,97	0,65	0,53-1,01	0,89	0,66-1,23	0,76	0,53-1,08	0,708
T3-T6	0,73	0,67-0,91	0,88	0,54-1,22	0,84	0,62-1,15	0,78	0,60-1,18	0,978
T4-T5	0,69	0,49-0,90	0,67	0,59-1,18	0,90	0,83-1,64	0,83	0,57-1,08	0,570
T4-T6	0,77	0,65-0,88	1,00	0,45-1,51	1,10	0,77-1,34	0,91	0,66-1,28	0,692
T5-T6	0,84	0,67-0,94	1,00	0,49-1,99	0,83	0,72-0,88	0,94	0,70-1,29	0,698

Q₁: Birinci çeyreklik, Q₃: Üçüncü çeyreklik

^aKruskall Wallis Testi

T1-T2: Kanin distalizasyonu başlangıcından itibaren ilk ay, T1-T3: Kanin distalizasyonu başlangıcından itibaren ilk 2 ay, T1-T4: Kanin distalizasyonu başlangıcından itibaren ilk 3 ay, T1-T5: Kanin distalizasyonu başlangıcından itibaren ilk 4 ay, T1-T6: Kanin distalizasyonu başlangıcından itibaren ilk 5 ay, T2-T3: Kanin distalizasyonunun 2. ayından itibaren ilk ay, T2-T4: Kanin distalizasyonunun 2. ayından itibaren ilk 2 ay, T2-T5: Kanin distalizasyonunun 2. ayından itibaren ilk 3 ay, T2-T6: Kanin distalizasyonu 2. ayından itibaren ilk 4 ay, T3-T4: Kanin distalizasyonunun 3. ayından itibaren ilk ay, T3-T5: Kanin distalizasyonunun 3. ayından itibaren ilk 2 ay, T3-T6: Kanin distalizasyonunun 3. ayından itibaren ilk 3 ay, T4-T5: Kanin distalizasyonunun 4. ayından itibaren ilk ay, T4-T6: Kanin distalizasyonunun 4. ayından itibaren ilk 2 ay, T5-T6: Kanin distalizasyonunun 5. ayından itibaren ilk ay

4.4. Kök Rezorbsiyonuna Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Kanın distalizasyonu sonunda kök rezorbsiyon skorlarının grup içi karşılaştırılması Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Kök rezorbsiyon skorlarının grup içi karşılaştırılması

		MOP		Kontrol		p ^b	
		n	%	n	%		
Grup 1	Skor	0	4	36,4	7	63,6	0,181
		1	7	63,6	3	27,3	
		2	0	0	1	9,1	
		3	0	0	0	0	
Grup 2	Skor	0	3	27,3	4	36,4	0,490
		1	8	72,7	6	54,5	
		2	0	0	1	9,1	
		3	0	0	0	0	
Grup 3	Skor	0	5	50	1	10	0,131
		1	4	40	6	60	
		2	1	10	3	30	
		3	0	0	0	0	

^bKi-kare

Grup 1'de MOP tarafında en fazla %63,6 oranında skor 1, kontrol tarafında ise yine aynı oranda en fazla skor 0 bulunmuştur. Grup 2'de MOP tarafında %72,7 oranında, kontrol tarafında ise %54,5 oranında en fazla skor 1 gözlenmiştir. Grup 3'te MOP tarafında en fazla %50 oranında skor 0, kontrol tarafında ise %60 oranında skor 1 bulunmuştur. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların hiçbirinde skor 3 tespit edilmemiştir. Her üç grupta da MOP ve kontrol taraflarında kanin distalizasyonu sonunda kök rezorbsiyon skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Kanın distalizasyonu sonunda kök rezorbsiyon skorlarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Kök rezorbsiyon skorlarının gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Kontrol		p ^b	
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Skor	0	4	36,4	3	27,3	5	50	12	37,5	0,476
	1	7	63,6	8	72,7	4	40	15	46,9	
	2	0	0	0	0	1	10	5	15,6	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	

^bKi-kare

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında grup 1, 2 ve kontrol tarafında en fazla oranda skor 1 ve grup 3'te en fazla oranda skor 0 görülmüştür. Kanin distalizasyonu sonunda kök rezorbsiyon skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.5. Ağrı Düzeylerine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma süresi boyunca VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.12'de gösterilmiştir. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan hastalarda 7., 14. ve 28. gün VAS medyan değerleri 0 (Q_1-Q_3 : 0-0) olduğundan, işlem günü ve 1. gün VAS değerleri ile aylık değişime ait bulgular tabloda sunulmuştur.

Her bir grubun MOP ve kontrol taraflarındaki ağrı düzeyleri incelendiğinde, kontrol tarafında VAS medyan değerlerinin 0 (Q_1-Q_3 : 0-0) olduğu görülmüştür. Hastalar kanin distalizasyonu boyunca tüm zaman aralıklarında 0'ı işaretleyerek kontrol tarafında hiç ağrısı olmadığını ifade etmişlerdir.

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında 1., 2., 3. ve 4. ay işlem günü ve 3. ay birinci gün VAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.12. Çalışma süresi boyunca VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1		Grup 2		Grup 3		Kontrol		p ^a
		Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3	
T1-T2	İşlem Günü	0 ^A	0-0	0 ^B	0-55	0 ^A	0-6	0 ^A	0-0	0,006**
	1.Gün	0	0-12	4	0-42	7	0-20	0	0-0	0,220
	1-28 Gün Değişim	0	0-0	0	0-55	0	0-6	0	0-0	0,122
T2-T3	İşlem Günü	0 ^A	0-3	0 ^B	0-0	0 ^B	0-0	0 ^B	0-0	0,007**
	1.Gün	0	0-9	0	0-0	0	0-0	0	0-0	0,094
	1-28 Gün Değişim	0	0-3	0	0-0	0	0-0	0	0-0	0,140
T3-T4	İşlem Günü	0 ^A	0-1	5 ^B	0-46	0 ^A	0-0	0 ^A	0-0	0,001**
	1.Gün	0 ^A	0-0	4 ^B	0-15	0 ^A	0-0	0 ^A	0-0	0,005**
	1-28 Gün Değişim	0	0-1	0	0-46	0	0-0	0	0-0	0,397
T4-T5	İşlem Günü	0 ^A	0-15	0 ^B	0-0	0 ^B	0-8	0 ^B	0-0	0,025*
	1.Gün	0	0-20	0	0-3	0	0-29	0	0-0	0,064
	1-28 Gün Değişim	0	0-5	0	0-0	0	0-8	0	0-0	0,131
T5-T6	İşlem Günü	0	0-2	0	0-8	0	0-0	0	0-0	0,114
	1.Gün	0	0-8	0	0-0	0	0-0	0	0-0	0,237
	1-28 Gün Değişim	0	0-2	0	0-8	0	0-0	0	0-0	0,802

Q1: Birinci çeyreklik, Q3: Üçüncü çeyreklik

^aKruskall Wallis Testi

*p<0,05

**p<0,01

A, B: Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir

T1-T2: 1.ay, T2-T3: 2.ay, T3-T4: 3.ay, T4-T5: 4.ay, T5-T6: 5.ay

4.6. Periodontal Sağlığa Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Periodontal ölçümlerin (plak indeksi, gingival indeks ve periodontal cep derinliği) grup içi karşılaştırılması Tablo 4.13'te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Periodontal ölçümlerin grup içi karşılaştırılması

		MOP		Kontrol		p ^c	
		Median	Q1-Q3	Median	Q1-Q3		
Grup 1	PI	T1	0,25	0,00-0,50	0,50	0,00-0,75	0,336
		Tson	0,50	0,50-0,50	0,50	0,25-0,50	0,967
	GI	T1	1,00	0,75-1,25	1,00	1,00-1,25	0,783
		Tson	1,25	1,00-1,25	1,25	1,00-1,25	0,836
	PCD	T1	2,00	2,00-2,50	2,00	1,75-2,25	0,279
		Tson	1,66	1,33-2,00	2,00	1,33-2,16	0,596
Grup 2	PI	T1	0,25	0,00-0,75	0,50	0,00-0,75	0,436
		Tson	0,50	0,25-0,50	0,50	0,25-0,50	0,972
	GI	T1	0,75	0,50-1,50	1,25	0,50-1,50	0,714
		Tson	1,25	1,00-1,25	1,00	1,00-1,25	0,804
	PCD	T1	2,25	2,00-2,50	2,00	1,50-2,25	0,237
		Tson	1,83	1,33-2,50	1,75	1,66-2,16	0,921
Grup 3	PI	T1	0,25	0,25-0,50	0,13	0,00-0,50	0,453
		Tson	0,38	0,00-0,75	0,25	0,00-0,50	0,651
	GI	T1	0,88	0,50-1,25	1,13	0,50-1,25	0,509
		Tson	1,25	1,00-1,50	1,25	1,00-1,50	0,812
	PCD	T1	2,50	2,00-2,75	2,38	1,75-2,75	0,759
		Tson	2,25	2,00-2,66	2,42	1,83-2,5	0,849

Q₁: Birinci çeyreklik, Q₃: Üçüncü çeyreklik

^cMann Whitney U Testi

PI: Plak indeksi, GI: Gingival indeks, PCD: Periodontal cep derinliği

T1: Kanin distalizasyonu başlangıcı, Tson: Kanin distalizasyonu sonu

Grup 1'de plak indeksi değeri, kanin distalizasyonu başlangıcında kontrol tarafında MOP tarafına göre daha yüksek, kanin distalizasyonu sonunda ise MOP ve kontrol taraflarında aynı bulunmuştur. Gingival indeks değerlerinin kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda MOP ve kontrol taraflarında aynı olduğu görülmüştür. Periodontal cep derinliği değerleri kanin distalizasyonu başlangıcında MOP ve kontrol taraflarında aynı, kanin distalizasyonu sonunda ise kontrol tarafında MOP tarafına göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Grup 2'de plak indeksi bulguları grup 1'e benzerdir. Gingival indeks değeri kanin distalizasyonu başlangıcında kontrol tarafında MOP tarafına göre daha yüksek, kanin distalizasyonu sonunda ise MOP tarafında kontrol tarafına göre daha yüksek bulunmuştur. Periodontal cep derinliği değerleri, kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda MOP tarafında kontrol tarafına göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur (p>0,05).

Grup 3'te plak indeksi değerleri kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda MOP tarafında kontrol tarafına göre daha yüksek gözlenmiştir. Gingival indeks değeri kanin distalizasyonu başlangıcında kontrol tarafında MOP tarafına göre daha yüksek, kanin distalizasyonu sonunda ise MOP ve kontrol taraflarında aynı olduğu grlmştir. Periodontal cep derinliği değerleri kanin distalizasyonu başlangıcında MOP tarafında kontrol tarafına göre, kanin distalizasyonu sonunda ise kontrol tarafında MOP tarafına göre daha yüksektir. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Periodontal ölçümlerin (plak indeksi, gingival indeks ve periodontal cep derinliği) gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Periodontal ölçümlerin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	
		Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	Median (Q1-Q3)	p ^a
PI	T1	0,25 (0-0,5)	0,25 (0-0,75)	0,25 (0,25-0,5)	0,50 (0-0,63)	0,859
	Tson	0,50 (0,5-0,5)	0,50 (0,25-0,5)	0,38 (0-0,75)	0,50 (0,25-0,5)	0,899
GI	T1	1,00 (0,75-1,25)	0,75 (0,5-1,5)	0,88 (0,5-1,25)	1,13 (0,88-1,25)	0,619
	Tson	1,25 (1-1,25)	1,25 (1-1,25)	1,25 (1-1,5)	1,25 (1-1,38)	0,838
PCD	T1	2,00 (2-2,5)	2,25 (2-2,5)	2,50 (2-2,75)	2,00 (1,75-2,5)	0,493
	Tson	1,66 (1,33-2)	1,83 (1,33-2,5)	2,25 (2-2,66)	2,00 (1,66-2,42)	0,157

Q₁: Birinci eyreklik, Q₃: nc eyreklik

^aKruskall Wallis Testi

PI: Plak indeksi, GI: Gingival indeks, PCD: Periodontal cep derinliği

T1: Kanin distalizasyonu başlangıcı, Tson: Kanin distalizasyonu sonu

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyonu başlangıcında plak indeksi değeri en yüksek kontrol tarafında izlenmiştir. Kanin distalizasyonu sonunda plak indeksi değeri grup 1, 2 ve kontrol tarafında aynı ve en yüksek bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyonu başlangıcında gingival indeks değeri en yüksek kontrol tarafında bulunmuştur. Her üç grubun da gingival indeks değerlerinin benzer ve düşük

olduğu gözlenmiştir. Kanin distalizasyonu sonunda gingival indeks değerleri her üç grupta ve kontrol tarafında aynı bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda periodontal cep derinliği değeri en yüksek grup 3'te bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmamızın Amacı

Ortodontik tedaviye olan talebin giderek artması ile birlikte araştırmacılar diş hareketini hızlandırarak tedavi süresini kısaltmaya yönelik çalışmalara ve yöntemlere yönelmiştir.² En güncel yöntemlerden biri mikro-osteoperforasyon (MOP) uygulamasıdır.¹³⁰ Literatür taraması yapıldığında MOP'un diş hareketini hızlandırmada etkili olduğu bildirilmiş olmasına rağmen uygulama sıklığına yönelik net bir bilgi bulunmamaktadır.^{5-11,14} Çalışmamızla literatürdeki bu eksikliği gidermek amaçlanmıştır.

Çalışmamızın ilk amacı kanin distalizasyonu boyunca MOP yönteminin ve farklı uygulama sıklıklarının ortodontik diş hareketi üzerine etkinliğini araştırmaktır. İkinci amacımız ise MOP uygulamasının kök rezorbsiyonunu nasıl etkilediğini, ağrı hassasiyeti ve periodontal dokular üzerine etkisini incelemektir.

5.2. Birey Seçimi

Mikro-osteoperforasyon uygulama sıklığının kanin distalizasyonu aşamasında etkinliğini değerlendirdiğimiz çalışmamıza 33 birey dahil edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen bireylerde diş hareketini etkileyecek sistemik bir rahatsızlığın bulunmamasına, oral hijyenin yeterli ve çekim boşluğunu kapatırken maksimuma yakın moderate ankraj ihtiyacı olmasına dikkat edilmiştir. Hasta dahil edilme kriterlerimiz MOP ile diş hareket hızını değerlendiren çalışmalar ile uyumludur.^{4,10,11,13-15}

Çalışmamızda hastalar basit randomizasyon yöntemi ile üç gruba ayrılmıştır. Son grupta bir hasta kooperasyon sıkıntısından dolayı çalışma dışı bırakılmıştır. MOP uygulamasının kanin distalizasyonu hızına etkisini araştıran literatürdeki çalışmalara benzer olarak, çalışmamızda MOP ile kontrol tarafı arasındaki biyolojik değişkenleri azaltan split-mouth çalışma tasarımı kullanılmıştır. Böylelikle her birey kendisinin kontrolü olmuştur.^{11,14,15,105,131}

5.3. Yöntemin Seçimi

Ortodontik diş hareketi hızlandırma yöntemleri kimyasal yöntemler, mekanik-fiziksel stimülasyonlar ve cerrahi yöntemler olarak üç kategoriye ayrılmaktadır.³

Kimyasal yöntemlerin uygulanan alan ile sınırlı kalmayıp sistemik etki göstermesi sık görülen bir yan etkidir.⁴⁵ Bu nedenle diş hareketini güvenli bir şekilde hızlandıran bir kimyasal yöntem bulunmamaktadır.⁴⁶ Diş hareket hızını arttırmak için fiziksel uyaranlardan herhangi birini uygulamak kanıt eksikliği ve tam olarak bilinmeyen etki mekanizması nedeniyle sıklıkla tercih edilmemektedir.⁵⁸ Diş hareketini hızlandırmada cerrahi yöntemler ise uzun bir klinik deneyime sahiptir. Sonuçları daha net öngörülebilir ve tutarlıdır.⁸⁹ Mikro-osteoperforasyon basit, güvenli ve minimal invaziv bir yöntemdir.⁴ Bu nedenle çalışmamızda diş hareketini hızlandırmak amacıyla MOP yöntemi tercih edilmiştir.

Literatür taraması yapıldığında çoğu çalışmada MOP yönteminin diş hareketi miktarını arttırmada etkili olduğu, ancak uygulama sıklığı ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.⁵⁻¹¹ Bazı çalışmalarda ise MOP yönteminin diş hareketini hızlandırmadığı sonucuna varılmıştır.^{16,17} Fakat bu çalışmalarda MOP sadece bir kere uygulanmış ve takip süresi kısa tutularak diş hareketi tamamlanana kadar işlem yapılmamıştır. Sivarajan ve ark.¹⁹ tarafından yapılan sistematik derlemede tek bir MOP uygulamasının ortodontik diş hareketini hızlandırmadığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar tüm tedavi süresi boyunca tekrarlanan MOP'ların etkisinin değerlendirilmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

MOP uygulanması sonucu inflamatuvar indikatörlerin salınımındaki artışın uzun sürmediği ve işlemden 2 ila 3 ay sonra sitokin aktivitesinde önemli bir düşüş meydana geldiği bildirilmiştir.⁵ Buna bağlı olarak ortodontik tedavi süresince MOP uygulamasının tekrarlanması gerektiği düşünülmektedir. Literatürde MOP uygulama sıklığıyla ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Sivarajan ve ark.¹⁴ MOP uygulama sıklığını araştırdıkları çalışmalarında hastalara 4, 8 ve 12 hafta sıklıklarda MOP uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda MOP uygulamasının neden olduğu herhangi bir bölgesel hızlanmanın en az 12 hafta süren bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu çalışmadan yola çıkılarak çalışmamızda 4, 8 ve 12 hafta sıklıklarda MOP işlemi uygulanmıştır.

MOP uygulamasının diş hareketi üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği klinik çalışmalarda MOP için işleme özel geliştirilmiş cihaz (Propel) veya minivida kullanıldığı ve her iki teknik arasında etkinlik açısından anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.^{7-9,14,105,106} Minivida, klinik rutine dahil olmaları, ortodontistler

tarafından farklı amaçlar için sıklıkla kullanılmaları ve hastalar tarafından kolay tolere edilebilmeleri nedeniyle diğer yöntemlere göre daha avantajlıdır.¹⁰⁷ Bu nedenle çalışmamızda MOP işlemi için minivida kullanımını tercih edilmiştir.

Sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemler olmak üzere iki tür boşluk kapatma yöntemi bulunmaktadır. Sürtünmeli sistemler klinik pratiğinde en yaygın kullanılan kuvvet sistemleridir. Çünkü uygulanması kolaydır, daha az koltuk zamanı gerektirirler ve hasta rahatsızlığı (hijyen sorunları ve yumuşak doku irritasyonu) looplu arklara kıyasla daha az görülür. Ayrıca tüm dental arkın kontrolü tek bir ark teli ile sağlanmaktadır.¹³² Benzer çalışmalar da dikkate alınarak çalışmamızda sürtünmeli sistem kullanılmıştır.^{4,7,10,11,13,15}

Sürtünmeli sistemde yaylar ve elastikler boşluk kapatmada en yaygın kullanılan aktif elemanlardır.¹³² Samuels ve ark.¹³³ yaptıkları çalışmada NiTi yayların elastik kullanımına kıyasla biyolojik dokular tarafından daha iyi tolere edilebilen çok daha sabit bir kuvvet sağladığını gözlemlemişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda NiTi kapalı yaylar kullanılmıştır.

Burstone ve ark.¹³⁴ kanin distalizasyonu için 200 gr kuvvetin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Lee ve ark.¹³⁵ kanin distalizasyonu için 150-260 gr kuvvet uygulanmasını önermişlerdir. Yapılan sistematik bir derlemede kanin distalizasyonu sırasında paralel hareket için ortalama 100-200 gr kuvvet uygulamasının yeterli olduğu belirtilmiştir.¹³⁶ Literatürde kanin distalizasyonu için gereken optimum kuvvet miktarı hakkında tam olarak fikir birliğine varılamadığı gözlenmiştir. Çalışmamızda kanin distalizasyonu aşamasında MOP etkisini değerlendiren araştırmalar dikkate alınarak 150 gr kuvvet uygulanmıştır.^{4,11,13-16}

Dijital ortodontik modeller erişim kolaylığı, yedekleme, tanı ve tedavi planlamasındaki süreyi kısaltarak öngörülebilirliğin artması gibi avantajlarından ötürü alçı modellere göre sıklıkla tercih edilmektedir.¹³⁷ Literatür taraması yapıldığında dijital ve alçı modellerin her ikisinin de güvenilir olduğu, ancak dijital modellerde yapılan ölçümlerin daha az tutarsızlığa neden olduğu bildirilmiştir.^{138,139} Çalışmamızda bu nedenle dijital modeller tercih edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen dijital modeller çakıştırılarak aylık kanin distalizasyon miktarı hesaplanmıştır. Dijital model üzerinde palatal yüzeyde

yapılabilecek üç farklı karşılaştırma yöntemi bulunmaktadır. Üç nokta ve yüzey seçimi ile karşılaştırma diğer yöntemlere göre daha iyi bir yüzey karşılaştırmasına olanak sağlamaktadır.¹⁴⁰⁻¹⁴² Bu nedenle çalışmamızda kanin distalizasyon miktarı hesaplanırken üç nokta ve yüzey seçimi ile karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

Ortodontik tedavi sırasında eksternal apikal kök rezorbsiyonunu tespit etmede panoramik radyografi ile karşılaştırıldığında, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) güçlü bir teşhis aracı olmasına rağmen tıbbi açıdan büyük bir riske sahiptir.¹⁴³ Jha ve ark.¹⁴⁴ tarafından yapılan çalışmanın sonucuna göre çocuk ve kadın hastalarda tanısal KIBT ile ilişkili kanser gelişme riskinin prosedürlerin sıklığı ile artış gösterdiği bildirilmiştir. Dudic ve ark.¹⁴³ tarafından KIBT'nin rutinde değil, sadece ortodontik diş hareketi sırasında ciddi kök rezorbsiyonu gelişme riski olan hastaların izlenmesine yardımcı olarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Panoramik radyografilerin standardizasyon eksikliği ve/veya farklı büyütme oranlarına rağmen göreceli değişimleri belirlemede kron-kök uzunluğu oranı farklı X ışını projeksiyonlarında sabit kalmaktadır.¹⁴⁵ Bu nedenle çalışmamızda panoramik radyografiler alınarak kök/kron oranı hesaplanmış ve kök rezorbsiyonu değerlendirilmiştir.

Günümüzde ağrı düzeylerinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden olan VAS'ın avantajlarından biri basit ve yedi yaş üzerindeki çoğu hasta tarafından kolayca anlaşılır olmasıdır.^{146,147} Ayrıca tekrarlanabilirlik ve ölçüm kolaylığı açısından VAS, sözel ve sayısal değerlendirme skalalarından üstün bulunmuştur.¹⁴⁸ Bu nedenle çalışmamızda ağrı düzeylerinin değerlendirilmesi için VAS kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalar ortodontik diş hareket hızında yaşın önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.¹⁴⁹⁻¹⁵³ Literatür bilgilerinden yola çıkılarak çalışma gruplarımızdaki bireylerin yaş dağılımlarının homojen olmasına dikkat edilmiştir. Dudic ve ark.¹⁵³ tarafından cinsiyet ve diş hareket hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda grup 1'de 7 kız, 4 erkek, grup 2'de 5 kız, 6 erkek ve grup 3'te 8 kız, 3 erkek yer almaktadır. Grupların cinsiyet bakımından homojen dağıldığı belirlenmiştir.

5.4. Kanin Distalizasyon Miktarına Ait Bulguların Tartışılması

Çalışmamızda aylık kanin distalizasyon miktarına bakıldığında 4 ve 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan gruplarda uygulama sıklığı ile orantılı olarak MOP tarafında diş hareket miktarında artış gözlenmemiştir. Bunun aksine 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta en fazla diş hareket miktarı MOP uygulamasından sonra bulunmuştur. Ancak her üç grupta da MOP ve kontrol tarafları arasındaki bu farklılık anlamlı bulunmamıştır.

Teixeria ve ark.⁹⁹ 2010 yılında MOP uygulamasının etkisini değerlendirdiği hayvan deneyi çalışmasında bulgularımızdan farklı olarak bir aylık takip sonucu birinci maksiller molar mezial hareket miktarını MOP uygulanan grupta daha yüksek bulmuşlardır. Bu farklılığın sebebi Teixeria ve ark.⁹⁹ tarafından yapılan çalışmada takip süresinin kısa tutulmuş olması ve flep kaldırılarak MOP uygulanması nedeniyle biyolojik yanıtın etkilenmesidir. Çalışmamızda ise kanin distalizasyonu tamamlanıncaya kadar hastalar takip edilmiş ve MOP uygulaması flep kaldırılmadan yapılmıştır. Hayvan deneyleri klinik çalışmaları taklit etse de hayvanların biyolojik yanıtları insanlarınkinden farklı olabileceğinden çelişkili sonuçlar elde edilmiştir.

Bulgularımızdan farklı olarak Alikhani ve ark.¹⁰ bir aylık sürede MOP uygulamasının diş hareketi üzerine etkisini inceledikleri ilk klinik çalışmada, kanin distalizasyon miktarını MOP tarafında anlamlı derecede daha yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda ise ilk ay 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta kanin distalizasyon miktarı MOP tarafında, 4 ve 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ise kontrol tarafında daha yüksek bulunmuştur. Ancak her üç grupta da MOP ve kontrol tarafları arasındaki bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Alikhani ve ark.¹⁰ tarafından yapılan çalışmada diş hareket miktarını belirlemede maksiller lateral kesicilerin referans alınması, kısa takip süresi ve 0.022 inç slota sahip braket sistemi ile 0.016x0.022 inç paslanmaz çelik tel kullanılması sonuçlarımız arasında farklılıklara sebep olmuş olabilir.

Babanouri ve ark.¹¹ tarafından gerçekleştirilen üç ay takip süreli çalışmada vestibülden 3 adet MOP uygulanan grupta birinci, ikinci ve üçüncü ayda kontrol tarafına kıyasla MOP tarafında daha fazla kanin distalizasyonu meydana gelmiştir. Ancak araştırmacılar tarafından MOP uygulamasını takiben artan diş hareket miktarı klinik olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda araştırmacıların uygulama

sıklığına benzer olan 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan grubumuzda birinci ve ikinci ay kontrol tarafında, üçüncü ay ise MOP tarafında daha fazla kanin distalizasyonu gerçekleşmiştir. Babanouri ve ark.¹¹ kullanılan ark teli ve diş hareketi ölçüm yöntemi bakımından Alikhani ve ark.¹⁰ ile benzer materyal ve metotla çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Farklı metodolojik yaklaşım sonuçlarımız arasındaki farklılığa neden olmuştur.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre MOP uygulamasının kanin distalizasyon miktarını arttırmada etkili olmadığı söylenebilir. Benzer şekilde Alkebsi ve ark.⁴ ile Aboalnaga ve ark.¹⁶ çalışmalarında MOP ve kontrol tarafları arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Alqadasi ve ark.¹⁷ tarafından tek seferde MOP uygulanarak hastalar üç ay süreyle takip edilmiş ve çalışmanın sonucunda birinci ve üçüncü ay MOP tarafında, ikinci ay ise kontrol tarafında daha fazla diş hareketi olduğu bildirilmiştir. Sadece üçüncü aydaki diş hareketi açısından anlamlı farklılık bulunmuştur. Ancak MOP uygulamasının kanin distalizasyon miktarını arttırmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda ise ilk üç aylık dönemde benzer bulgulara 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta rastlanmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu noktada MOP uygulamasının etkili olmadığı söylenebilir.

Haliloğlu-Özkan ve ark.¹³ tarafından 4 hafta sıklıkla MOP uygulanarak iki ay süreyle takip edilen hastalarda maksiller kanin distalizasyon miktarı birinci ve ikinci ayda MOP grubunda kontrol grubundan daha fazla bulunmuştur. Fakat sadece birinci ayda gruplar arasındaki farklılık anlamlı görülmüştür. Çalışmamızda ise 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta kanin distalizasyon miktarı birinci ve ikinci ay kontrol tarafında daha fazla bulunmuştur. Ancak MOP ve kontrol tarafları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Buna göre 4 hafta sıklıkla MOP uygulamasının diş hareketi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Literatürde MOP'un etkinliği kanin distalizasyonu aşamasından farklı olarak en-masse retraksiyon esnasında da incelenmiştir.^{9,18} Attri ve ark.⁹ retraksiyon tamamlanıncaya kadar 4 hafta sıklıkla MOP uygulamış ve çalışmanın sonunda MOP grubunda retraksiyon miktarı, kontrol grubundan anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Kanin distalizasyonu aşamasında MOP etkinliğini değerlendirdiğimiz

çalışmamızda distalizasyon tamamlanıncaya kadarki sürede diş hareket miktarı 4 ve 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan gruplarda kontrol tarafında, 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ise MOP tarafında daha yüksek bulunmuştur. Ancak üç grupta da MOP ve kontrol tarafları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Attri ve ark.⁹ tarafından gerçekleştirilen çalışmada farklı aşamalarda farklı ankraj sistemlerinden destek alınarak MOP etkinliğinin değerlendirilmiş olması sonuçları etkilemiş olabilir.

Benzer şekilde en-masse retraksiyon aşamasında MOP etkinliğini değerlendiren Fattori ve ark.¹⁸ diş hareket miktarını MOP tarafında kontrol tarafından daha fazla bulmuşlardır. Ancak Attri ve ark.⁹ tarafından bildirilenin aksine farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamız kapsamında kanin distalizasyonu aşamasında MOP etkinliği değerlendirilmiş olmasına rağmen tedavinin hangi aşamasında olursa olsun MOP uygulamasının diş hareket miktarını arttırmadığı düşünülmüştür.

Literatürde çalışmamızla benzer sıklıklarda MOP uygulayan yalnızca iki çalışma bulunmaktadır.^{14,15} Sivaraajan ve ark.¹⁴ maksiller kanin distalizasyon miktarını dört aylık çalışma süresi boyunca en fazla 12 hafta sıklıkla, en az ise 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta bulmuşlardır. Çalışmamızın aksine araştırmacılar MOP uygulamasının diş hareket miktarını arttırdığını, ancak sonuçlarımıza benzer şekilde uygulama sıklığı açısından anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda farklı olarak daha düzenli kuvvet uygulayan NiTi kapalı yaylar kullanılmış olmasına rağmen MOP uygulamasının diş hareket miktarını arttırıcı etkisi olmadığı bulunmuştur.

Asif ve ark.¹⁵ tarafından yapılan üç ay takip süreli çalışmada mandibulada kanin distalizasyon miktarı en fazla 4 hafta sıklıkla, en az ise 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta gözlenmiştir. Ancak gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızda ise maksiller kanin distalizasyonu boyunca diş hareket miktarı en fazla 12 hafta, en az ise 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta bulunmuştur. Ancak kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Çalışmamız kapsamında işlemin maksillada yapılmasına ve daha sabit kuvvet

uygulayan NiTi kapalı yaylar kullanılmasına rağmen farklı MOP uygulama sıklıklarının kanin distalizasyon miktarını etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Optimum ortodontik kuvvet uygulandığında aylık diş hareket miktarının yaklaşık 1 mm olduğu bilinmektedir.¹⁵⁴ Çalışmamız süresi boyunca kontrol tarafı ile kıyaslandığında diş hareket miktarının çoğunlukla 1 mm'den az olduğu tespit edilmiştir. En fazla hareket 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta kanin distalizasyonu tamamlanmadan önceki son iki aylık süreçte 1,1 mm olarak bulunmuştur. Yani çalışmamız süresince en az sıklıkta MOP uygulanan grupta en fazla kanin distalizasyonu meydana gelmiştir. Bu nedenle sıklıkla MOP uygulamasının diş hareket miktarında artışa yol açmadığı sonucuna varılmıştır.

5.5. Kök Rezorbsiyonuna Ait Bulguların Tartışılması

Çalışmamızda farklı sıklıklarda MOP uygulanması sonucunda kontrol tarafı ile kıyaslandığında eşit oranda (%37,5) dişte kök rezorbsiyonu olmadığı gözlenmiştir. MOP işlemi farklı sıklıklarla uygulandığında çoğunlukla hafif ve orta derecede kök rezorbsiyonu meydana gelmiştir. Kanin distalizasyonu süresince hiçbir dişte şiddetli kök rezorbsiyonu bulgusuna rastlanmamıştır. Çalışmamız sonuçlarına göre kök rezorbsiyon skorları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde farklı sıklıklarda MOP uygulanmasının kök rezorbsiyonu üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Literatürdeki MOP etkinliğini değerlendiren diğer çalışmalarla kök rezorbsiyonu açısından sonuçlarımızın benzer olduğu görülmüştür.^{4,16,17}

Cheung ve ark.¹⁰⁴ tarafından yapılan çalışmada altı sıçanın sol maksiller birinci molar bölgesine beş adet MOP uygulanarak 21 gün süreyle takip gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda mikro-CT analizi kullanarak birinci molar dişlerin kök hacimleri incelenmiş ve anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir. Hayvan deneyi olarak planlanmış olsa da MOP uygulamasının kök rezorbsiyon riskini arttırmadığını söyleyen Cheung ve ark.¹⁰⁴ ile sonuçlarımız uyumaktadır.

Agrawal ve ark.¹²³ tarafından yapılan split-mouth çalışma sonucunda kortikotomi ve MOP uygulanan taraflarda KIBT üzerinde yapılan analizlerde belirgin bir kök rezorbsiyonuna rastlanmamıştır. Fakat bu çalışmada kontrol grubunun olmaması MOP uygulamasının kök rezorbsiyonu üzerindeki etkisini tam olarak

açıklamakta yetersiz kalmıştır. Çalışmamızda ise farklı sıklıklarda MOP uygulaması kontrol tarafı ile karşılaştırılmış ve kök rezorbsiyonu açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Literatürde sonuçlarımızdan farklı olarak MOP ile ilişkili anlamlı kök rezorbsiyonu bulan bir çalışma da mevcuttur.¹⁵⁵ Chan ve ark.¹⁵⁵ maksiller birinci premolar dişlere bir ay süresince bukkal devrilme kuvveti uyguladıktan sonra çekilmiş dişler üzerinden yapılan mikro-CT analizi sonucunda MOP uygulanan tarafta daha fazla kök rezorbsiyonu olduğunu bildirmişlerdir. Chan ve ark.¹⁵⁵ tarafından kök rezorbsiyonunun mikro-CT ile hacimsel olarak değerlendirilmesi sonuçlarımız açısından farklılığa yol açmış olabilir.

5.6. Ağrı Düzeylerine Ait Bulguların Tartışılması

Ağrı, bireysel farklılıklar gösteren öznel bir tepkidir. Yaş, cinsiyet, mevcut duygu-durum, stres, kültürel farklılıklar, uygulanan kuvvetin büyüklüğü, ağrı eşiği ve önceki ağrı deneyimi gibi faktörlere bağlıdır.^{147,156-158} Literatür incelendiğinde çelişkili sonuçlara rastlanmıştır. Bazı çalışmalar ağrı algısında cinsiyet açısından farklılık olduğunu gösterirken,^{147,159} cinsiyetler arası fark olmadığını belirten çalışmalar da vardır.^{160,161} Çalışmamızda ağrı sonuçları açısından yanlılığı engellemek için farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplarda cinsiyet dağılımının homojen olmasına dikkat edilmiştir.

Bulgularımız değerlendirildiğinde, farklı sıklıklarda MOP uygulanan grupların kontrol taraflarında hiç ağrı olmadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni MOP tarafına minimal invaziv de olsa bir işlem yapılmasına karşın kontrol tarafına girişimsel bir işlem yapılmamasıdır.

Çalışmamızda birinci ayda üç gruba da MOP uygulaması yapılmışken işlem günü 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ağrı düzeyi anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni mevcut duygu-durum değişiklikleri ve stres kaynaklı olabilir. Bu grupta en az bir kişinin şiddetli ağrı hissetmesi sonuçlarımız üzerinde etkili olmuştur.

İkinci ayda işlem günü 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ağrı düzeyi anlamlı derecede daha yüksek gözlenmiştir. Bu durumun nedeni sadece 4 hafta sıklıkla

MOP uygulanan grup haricindeki diğer gruplara herhangi bir girişimsel işlem yapılmamasıdır.

Üçüncü ayda işlem günü ve birinci gün 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ağrı düzeyi anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Üçüncü ayda 4 ve 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan gruplara girişimsel işlem yapılmıştır. İki grup arasındaki farklılık birinci ayda olduğu gibi 8 hafta sıklıkla MOP alan hastaların bireysel duygu-durum değişiklikleri ve stres ile ilişkilendirilebilir.

Dördüncü ayda işlem günü 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta ağrı düzeyi anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Dördüncü ayda 4 ve 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan gruplara minimal invaziv bir işlem yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın birinci ve üçüncü ayda olduğu gibi bireysel duygu-durum değişiklikleri ve stres ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Bulgularımıza göre MOP uygulamasının ilk günlerde hafif ağrıya yol açtığı, ancak hızla azaldığı hatta birinci günün sonunda tamamen kaybolduğu görülmüştür. Ayrıca ağrı düzeyindeki aylık değişimler açısından kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Literatür taraması yapıldığında Alkepsi ve ark.,⁴ Kundi ve ark.⁸ ile Güldüren ve ark.¹² da çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Alikhani ve ark.¹⁰ tarafından yapılan çalışmada işlem günü, 1. ve 7. gün MOP grubunun ağrı düzeyi daha yüksek bulunmuştur, fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Hastalar 14. ve 28. günde çok az ağrı veya hiç ağrı duymadıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise ilk ay hastalar işlem günü ve 1. gün hafif ağrı hissederken 7., 14. ve 28. gün çok az ağrı veya hiç ağrı duymadıklarını bildirmişlerdir. Farklı olarak çalışmamızda birinci ay işlem günü hissedilen ağrı anlamlı bulunmuştur. Bu sonucun hastaların ağrıyı algılamalarındaki bireysel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bulgularımızla benzer olarak Attri ve ark.⁹ MOP işleminin birinci gününde hastaların hafif ağrı hissettiğini ve bu ağrının giderek azaldığını bildirmişlerdir. Ancak kontrol grubunun ağrı sonuçları bildirilmemiştir. Çalışmamızda kontrol tarafı ağrı düzeyleri de değerlendirilmiş ve hastalar tüm zaman aralıklarında hiç ağrı hissetmediklerini bildirmişlerdir.

Aboalnaga ve ark.¹⁶ MOP uygulaması sonrası hastaların hafif ve orta şiddette ağrı hissettiğini ve bu ağrının bir hafta içinde zamanla azaldığını bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada kontrol grubuna ait ağrı düzeyleri dikkate alınmamıştır. Çalışmamızda ise kontrol tarafı değerlendirilmiş olup hiç ağrı gözlenmemiştir. Farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplarımız da ise Aboalnaga ve ark.¹⁶ ile benzer şekilde ilk günlerde hafif ağrı gözlenirse de bu ağrı hızla azalmıştır.

Çalışmamızdan farklı olarak Sivarajan ve ark.¹⁴ 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta, 8 ve 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan gruplara göre daha fazla ağrı hissedildiğini bildirmişlerdir. Sonuçlarımız ile benzer şekilde kontrol tarafında hiç ağrı bildirilmemiştir. Çalışmamızda aylık ağrı değişim değerlerine bakıldığında, farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Sonuçlarımız arasında farklılığa çalışmamız süresince ağrı düzeylerinin aylık olarak değerlendirilmesi, Sivarajan ve ark.¹⁴ tarafından ağrı verilerinin yalnızca çalışmanın sonunda toplanması neden olmuştur.

5.7. Periodontal Sağlığa Ait Bulguların Tartışılması

Çalışmamız kapsamında grup içi periodontal ölçümler değerlendirildiğinde 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta her iki tarafta da kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda oral hijyenin iyi olduğu gözlenirken, distalizasyon başlangıcında hafif olan gingival inflamasyonun distalizasyon sonunda arttığı gözlenmiştir. Periodontal cep derinliği distalizasyon başlangıcında her iki tarafta benzer olup, distalizasyon sonunda kontrol tarafında aynı kalırken, MOP tarafında ise azalmıştır.

Dört hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta olduğu gibi kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta her iki tarafta da oral hijyenin iyi olduğu gözlenmiştir. Ancak gingival inflamasyonun MOP tarafında arttığı, kontrol tarafında ise azaldığı görülmüştür. Ağrı düzeyi sonuçlarını destekler şekilde hastaların MOP tarafında hissettikleri rahatsızlığa bağlı olarak daha az diş fırçalamaları bu farklılığın nedeni olabilir. Cep derinliğinin ise distalizasyon başlangıcıyla kıyaslandığında, distalizasyon sonunda her iki tarafta da azaldığı gözlenmiştir.

Çalışmamızda diğer iki grupla benzer olarak kanin distalizasyonu başlangıcında ve sonunda 12 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta her iki tarafta da oral hijyenin iyi olduğu tespit edilmiştir. Distalizasyon başlangıcında MOP tarafında hafif, kontrol tarafında ise orta düzeyde gingival inflamasyon gözlenirken, distalizasyon sonunda her iki tarafta da orta düzeyde gingival inflamasyon gözlenmiştir. Periodontal cep derinliği ise distalizasyon başlangıcıyla kıyaslandığında gingival inflamasyon artışını destekler şekilde kontrol tarafında artmış, MOP tarafında ise azalmıştır.

Farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplarda gözlenen cep derinliğindeki azalmanın kesin olarak nedeni belirlenememiştir. Bu noktada periodontal cep derinliği ölçümlerinin tekrarlanmaması MOP ve kontrol tarafları arasındaki farklılıkların tam olarak açıklanamamasına neden olmuştur. Bu husus çalışmamızın bir limitasyonu olarak değerlendirilmelidir. İleriki çalışmalarda kalibre araştırmacılar tarafından periodontal ölçümlerin tekrarlanması gerekmektedir.

Periodontal sağlığa ilişkin gruplar arası sonuçlarımız değerlendirildiğinde, kanin distalizasyonu başlangıcında kontrol tarafına benzer şekilde periodontal ölçümler açısından anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu istenen bir sonuçtur. Nitekim olası bir farklılık distalizasyon sonunda istenmeyen farklılıklara sebep olabilir.

Plak indeksi bulgularımız değerlendirildiğinde, farklı sıklıklarda MOP uygulandığında kanin distalizasyonu sonunda kontrol tarafına benzer şekilde MOP taraflarında iyi oral hijyen göstergesi bulunmuştur. Sık MOP uygulaması sonucunda bile hastalar oral hijyen alışkanlıklarını aynı şekilde devam ettirmek için çaba göstermişlerdir.

Gingival indeks sonuçlarımız değerlendirildiğinde, kontrol tarafına benzer olarak farklı sıklıklarda MOP uygulanan taraflarda orta düzeyde gingival inflamasyona rastlanmıştır. Beş aylık takip süresinin sonunda sabit ortodontik tedavi gören çoğu hastada olduğu gibi hastalarımızda farklı sıklıklarda MOP uygulamasından bağımsız olarak gingival inflamasyon artışı gözlenmiştir.¹⁶² Bulgularımızı destekler şekilde Alkebsi ve ark.⁴ tarafından yapılan splith-mouth çalışmada kanin distalizasyonu başladıktan üç ay sonra her iki tarafta da zayıf oral hijyene bağlı olarak

orta düzeyde gingival inflamasyon gözlenmiştir. Ayrıca çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde MOP ve kontrol tarafları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Periodontal cep derinliğine ait bulgularımız kanin distalizasyonu sonunda tüm grupların MOP uygulanan taraflarında azalma olduğunu göstermiştir. Kontrol tarafında ise cep derinliği değişmeden kalmıştır. Gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmamış olsa da azalmanın cep derinliği ölçümü esnasında standardizasyonun sağlanmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Çalışmamızdan elde edilen tüm periodontal sonuçlar incelendiğinde, kanin distalizasyonu aşamasında farklı sıklıklarda MOP uygulamasının periodontal sağlığı negatif yönde etkilemediği görülmüştür. Başka bir çalışmada MOP uygulamasının molar distalizasyonu aşamasındaki etkileri incelenerek çalışmamıza benzer periodontal parametreler açısından MOP ve kontrol tarafları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.¹² MOP uygulamasının periodontal sağlık üzerinde etkilerini değerlendiren az sayıdaki çalışmaya rağmen hangi aşamada olursa olsun MOP uygulamasının periodontal sağlık üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Ağrı düzeyi bulguları açısından anlamlı farklılıklar gözlenmesi nedeniyle başlangıç hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.
- Diş hareket miktarı açısından, kanin distalizasyonu boyunca kontrol tarafı ile kıyaslandığında farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.
- Kök rezorbsiyonu açısından kontrol tarafı ile farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
- MOP uygulaması ilk günlerde hafif ağrıya yol açmıştır. Fakat bu ağrının hızla azaldığı ve birinci günün sonrasında neredeyse tamamen kaybolduğu görülmüştür.
- Ağrı düzeyi birinci ve üçüncü ay işlem günü ile üçüncü ay birinci gün 8 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta, ikinci ve dördüncü ay işlem günü 4 hafta sıklıkla MOP uygulanan grupta anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.
- Ağrı düzeyindeki aylık değişimlere bakıldığında kontrol tarafı ile farklı sıklıklarda MOP uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.
- Farklı sıklıklarda MOP uygulamasının periodontal sağlık üzerine olumsuz bir etkisi bulunmamıştır.

Çalışmamızda MOP işlemi kanin distalizasyonu tamamlanıncaya kadar farklı sıklıklarda uygulanarak incelenmiş ve diş hareketini olumlu yönde etkilemediği sonucuna varılmıştır. MOP etkinliğinin sıklıkla artmadığı sonucundan yola çıkılarak, ileriki çalışmalarda diş hareketini hızlandırmak için 12 hafta sıklıkla MOP uygulaması diş hareketini hızlandıran farklı tekniklerle desteklenerek uygulanabilir. Ayrıca farklı sıklıklarda MOP uygulamasının kök rezorbsiyonuna etkisini üç boyutlu değerlendiren yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014; 145(4): 65-73.
2. Jing D, Xiao J, Li X, Li Y, Zhao Z. The effectiveness of vibrational stimulus to accelerate orthodontic tooth movement: A systematic review. *BMC Oral Health* 2017; 17(1): 143.
3. 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 Dentofac Orthop* 2007; 131(2): 160.e1-10.
4. Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Abu Alhaija E. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2018; 153(6): 771-85.
5. Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Alikhani M, Chou MY, Alyami B, Nervina JM, Teixeira C. Micro-osteoperforations: Minimally invasive accelerated tooth movement. *Semin Orthod* 2015; 21(3): 162-9.
6. Lee JW, Cha JY, Park KH, Kang YG, Kim SJ. Effect of flapless osteoperforation-assisted tooth movement on atrophic alveolar ridge: Histomorphometric and gene-enrichment analysis. *Angle Orthod* 2018; 88(1): 82-90.
7. Feizbakhsh M, Zandian D, Heidarpour M, Farhad SZ, Fallahi HR. The use of micro-osteoperforation concept for accelerating differential tooth movement. *J World Fed Orthod* 2018; 7(2): 56-60.
8. Kundi I, Alam MK, Shaheed S. Micro-osteoperforation effects as an intervention on canine retraction. *Saudi Dent J* 2020; 32(1): 15-20.
9. Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S, Rai KS. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations-A randomised controlled trial. *J Orthod* 2018; 45(4): 225-33.

10. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Corpodian C, Barrera LM, Alansari S, Khoo E, Teixeira C. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013; 144(5): 639-48.
11. Babanouri N, Ajami S, Salehi P. Effect of mini-screw-facilitated micro-osteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement: A single-center, split-mouth, randomized, controlled trial. *Prog Orthod* 2020; 21(1): 7.
12. Gulduren K, Tumer H, Oz U. Effects of micro-osteoperforations on intraoral miniscrew anchored maxillary molar distalization: A randomized clinical trial. *J Orofac Orthop* 2020; 81(2): 126-41.
13. Haliloglu-Ozkan T, Arici N, Arici S. In-vivo effects of flapless osteopuncture-facilitated tooth movement in the maxilla and the mandible. *J Clin Exp Dent* 2018; 10(8): e761-7.
14. Sivarajan S, Doss JG, Papageorgiou SN, Cobourne MT, Wey MC. Mini-implant supported canine retraction with micro-osteoperforation: A split-mouth randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2019; 89(2): 183-9.
15. Asif MK, Ibrahim N, Sivarajan S, Heng Khiang Teh N, Chek Wey M. Osseous evidence behind micro-osteoperforation technique in accelerating orthodontic tooth movement: A 3-month study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2020; 158(4): 579-86.
16. Aboalnaga AA, Salah Fayed MM, El-Ashmawi NA, Soliman SA. Effect of micro-osteoperforation on the rate of canine retraction: A split-mouth randomized controlled trial. *Prog Orthod* 2019; 20(1): 1-9.
17. Alqadasi B, Aldhorae K, Halboub E, Mahgoub N, Alnasri A, Assiry A, Xia HY. The Effectiveness of micro-osteoperforations during canine retraction: A three-dimensional randomized clinical trial. *J Int Soc Prev Community Dent* 2019; 9(6): 637-45.
18. Fattori L, Sendyk M, de Paiva JB, Normando D, Neto JR. Micro-osteoperforation effectiveness on tooth movement rate and impact on oral health related quality of life: A randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2020; 90(5): 640-7.
19. Sivarajan S, Ringgingon LP, Fayed MMS, Wey MC. The effect of micro-osteoperforations on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic

- review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2020; 157(3): 290-304.
20. Proffit WR. The biologic basis of orthodontic therapy. In: Proffit WR, Fields H, Larson B, Sarver DM, editors. *Contemporary orthodontics*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier, 2019; 248-75.
 21. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1960; 46(12): 881-900.
 22. Wise G, King G. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 2008; 87(5): 414-34.
 23. Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am* 1988; 32(3): 411-35.
 24. Davidovitch Z. Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med* 1991; 2(4): 411-50.
 25. Burston CJ, Choy K. The biomechanics of altering tooth position. In: Huffman L, editor. *The biomechanical foundation of clinical orthodontics*. 1st ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, 2015; 157-90.
 26. Krishnan V, Davidovitch Ze, Kuijpers-Jagtman AM. *Biological mechanisms of tooth movement*. 3rd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell; 2021.
 27. van Leeuwen EJ, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *Eur J Pharm Sci* 1999; 107(6): 468-74.
 28. von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 125(5): 615-23.
 29. Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. *Saudi J Biol Sci*. 2018; 25(6): 1027-32.
 30. Farrar JN. *A treatise on the irregularities of the teeth and their correction*. Vol 2. New York: De Vinne Press, 1888; 757-74.
 31. Baumrind S. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. *Am J Orthod* 1969; 55(1): 12-22.
 32. Grimm FM. Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1972; 62(4): 384-93.
 33. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006; 129(4): 461-9

34. Zengo AN, Bassett CA, Pawluk RJ, Prountzos G. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Am J Orthod* 1974; 66(2): 130-9.
35. Bassett CAL, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science* 1962; 137(3535): 1063-4.
36. Pollack S, Salzstein R, Pienkowski D. The electric double layer in bone and its influence on stress-generated potentials. *Calcif Tissue Int* 1984; 36(1): 77-81.
37. Sabane A, Patil A, Swami V, Nagarajan P. Biology of tooth movement. *Br J Med Med Res* 2016; 16(12): 1-10.
38. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod* 1980; 77(1): 14-32.
39. 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* 1980; 77(1): 33-47.
40. Toms SR, Lemons JE, Bartolucci AA, Eberhardt AW. Nonlinear stress-strain behavior of periodontal ligament under orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122(2): 174-9.
41. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthod Oral Surg Radiogr* 1932; 18(4): 331-52.
42. 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.
43. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009; 135(1): 16-26.
44. Sekhavat AR, Mousavizadeh K, Pakshir HR, Aslani FS. Effect of misoprostol, a prostaglandin E1 analog, on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122(5): 542-7.
45. Tuncer NI, Yilmaz A. Tooth movement acceleration techniques. *Turk J Orthod* 2012; 25(1): 76-91.

46. Shenava S, Nayak K, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated orthodontics-A review. *Int J Sci Study* 2014; 1(5): 35-9.
47. Klein DC, Raisz LG. Prostaglandins: Stimulation of bone resorption in tissue culture. *Endocrinology* 1970; 86(6): 1436-40.
48. Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *J Dent Res* 1980; 59(10): 1635-42.
49. Yamasaki K, Shibata Y, Fukuhara T. The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys (*macaca fuscata*). *J Dent Res* 1982; 61(12): 1444-6.
50. 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
51. Patil AK, Keluskar K, Gaitonde S. The clinical application of prostaglandin E1 on orthodontic tooth movement-A clinical trial. *J Indian Orthod Soc* 2005; 39(2): 91-8.
52. Spoerri A, Koletsi D, Eliades T. Intrinsic hormone-like molecules and external root resorption during orthodontic tooth movement. A systematic review and meta-analysis in preclinical in-vivo research. *Front Physiol* 2018; 9: 303.
53. Eltimamy A, El-Sharaby FA, Eid FH, El-Dakrory AE. The effect of local pharmacological agents in acceleration of orthodontic tooth movement: A systematic review. *Maced J Medical Sci* 2019; 7(5): 882-6.
54. Merke J, Klaus G, Hügel U, Waldherr R, Ritz E. No 1,25-dihydroxyvitamin D3 receptors on osteoclasts of calcium-deficient chicken despite demonstrable receptors on circulating monocytes. *J Clin Investig* 1986; 77(1): 312-4.
55. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988; 94(4): 278-84.
56. Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Kobayashi Y, Yamashiro T, Sakuda M. The effect of local application of 1,25-dihydroxycholecalciferol on osteoclast numbers in orthodontically treated rats. *J Dent Res* 1992; 71(1): 53-9.
57. Al-Hasani NR, Al-Bustani A, Ghareeb MM, Hussain AA. Clinical efficacy of locally injected calcitriol in orthodontic tooth movement. *Int J Pharm Pharm Sci* 2011; 3(5): 139-43.

58. Teixeira CC, Khoo E, Alikhani M. Different methods of accelerating tooth movement. In: Alikhani M, editor. *Clinical guide to accelerated orthodontics: With a focus on micro-osteoperforations*. 1st ed. Cham: Springer International Publishing, 2017; 19-31.
59. Kamata M. Effect of parathyroid hormone on tooth movement in rats. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1972; 19(4): 411-25.
60. Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *J Bone Miner Res* 1999; 14(4): 546-54.
61. Davidovitch Z, Musich D, Doyle M. Hormonal effects on orthodontic tooth movement in cats-a pilot study. *Am J Orthod* 1972; 62(1): 95-6.
62. Stewart DR, Sherick P, Kramer S, Breining P. Use of relaxin in orthodontics. *Ann N Y Acad Sci* 2005; 1041(1): 379-87.
63. Liu ZJ, King GJ, Gu GM, Shin JY, Stewart DR. Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Ann N Y Acad Sci* 2005; 1041(1): 388-94.
64. Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007; 131(1): 8.e1-10
65. 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 Dentofac Orthop* 2012; 141(2): 196-203.
66. Ashcraft MB, Southard KA, Tolley EA. The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 102(4): 310-9.
67. Angeli A, Dovic A, Sartori ML, Masera RG, Ceoloni B, Prolo P, Racca S, Chiappelli F. Interactions between glucocorticoids and cytokines in the bone microenvironment. *Ann N Y Acad Sci* 2002; 966(1): 97-107.
68. Ong CK, Walsh LJ, Harbrow D, Taverne AA, Symons AL. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *Angle Orthod* 2000; 70(2): 118-25.
69. Kalia S, Melsen B, Verna C. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment. *Orthod Craniofac Res* 2004; 7(1): 26-34.

70. Storey E. The influence of cortisone and ACTH on bone subjected to mechanical stress (tooth movement). *J Bone Joint Surg* 1958; 40(3): 558-73.
71. Weinreb M, Shinar D, Rodan GA. Different pattern of alkaline phosphatase, osteopontin, and osteocalcin expression in developing rat bone visualized by in situ hybridization. *J Bone Miner Res* 1990; 5(8): 831-42.
72. Ducy P, Desbois C, Boyce B, Pinero G, Story B, Dunstan C, Smith E, Bonadio J, Goldstein S, Gundberg C, Bradley A, Karsenty G. Increased bone formation in osteocalcin-deficient mice. *Nature* 1996; 382(6590): 448-52.
73. Hashimoto F, Kobayashi Y, Matakai S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod* 2001; 23(5): 535-45.
74. Alderton WK, Cooper CE, Knowles RG. Nitric oxide synthases: Structure, function and inhibition. *Biochem J* 2001; 357(3): 593-615.
75. van't Hof R, Ralston SH. Nitric oxide and bone. *Immunology* 2001; 103(3): 255-61.
76. Hayashi K, Igarashi K, Miyoshi K, Shinoda H, Mitani H. Involvement of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002; 122(3): 306-9.
77. Akın E, Gurton AU, Ölmez H. Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126(5): 608-14.
78. Gadakh SB, Gulve N, Patani S, Nehete A, Aphale H, Patil H. Methods of accelerating orthodontic treatment-A review. *J Appl Dent Med Sci* 2016; 2(1): 176-82.
79. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res* 2008; 11(3): 143-55.
80. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study. *Lasers Surg Med* 2004; 35(2): 117-20.
81. Beeson D, Johnston L, Wisotzky J. Effect of constant currents on orthodontic tooth movement in the cat. *J Dent Res* 1975; 54(2): 251-4.
82. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 91(2): 91-104.

83. Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod* 2013; 83(1): 164-71.
84. Leethanakul C, Suamphan S, Jitpukdeebodintra S, Thongudomporn U, Charoemratrote C. Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2016; 86(1): 74-80.
85. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, Mitani H. Periodontal tissue activation by vibration: Intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2008; 133(4): 572-83.
86. Miles P, Smith H, Weyant R, Rinchuse DJ. The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: A prospective randomised clinical trial. *Aust Orthod J* 2012; 28(2): 213-8.
87. Chatmahamongkol C, Pravitharangul A, Suttapreyasri S, Leethanakul C. The effect of compressive force combined with mechanical vibration on human alveolar bone osteoblasts. *J Oral Biol Craniofac Res* 2019; 9(1): 81-5.
88. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: A review. *Henry Ford Hosp Med J* 1983; 31(1): 3-9.
89. 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): 1-8.
90. Ileri Z, Akin M, Erdur EA, Dagi HT, Findik D. Bacteremia after piezocision. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2014; 146(4): 430-6.
91. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959; 12(5): 515-29.
92. Dab S, Chen K, Flores-Mir C. Short-and long-term potential effects of accelerated osteogenic orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 2019; 22(2): 61-8.
93. Shahabee M, Shafae H, Abtahi M, Rangrazi A, Bardideh E. Effect of micro-osteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement-A systematic review and a meta-analysis. *Eur J Orthod* 2020; 42(2): 211-21.
94. Dibart S, Keser EI. Piezocision: Minimally invasive periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. In: Brugnamì F, Caiazzo A, editors. *Orthodontically driven corticotomy: Tissue engineering to enhance*

- orthodontic and multidisciplinary treatment. 1st ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2014; 119-44.
95. Mittal S, Sharma R, Singla A. Piezocision assisted orthodontics: A new approach to accelerated orthodontic tooth movement. *J Innov Dent* 2011; 1(1): 1-4.
 96. Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compend Contin Educ Dent* 2011; 32(2): 46-51.
 97. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114(4): 372-82.
 98. Nicozisis J. Accelerated orthodontics with alveocentesis. *J Clin Orthod* 2012; 19: 1-4.
 99. Teixeira CC, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant LM, Khabensky I, Gart LP, Cisneros G, Alikhani M. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res* 2010; 89(10): 1135-41.
 100. Berra Y. Propel: The fourth order of orthodontics. *Pract Orthod* 2014; 5(3): 24-9.
 101. Sangsuwon C, Alansari S, Lee Yb, Nervina J, Alikhani M. Step-by-step guide for performing micro-osteoperforations. In: Alikhani M, editor. *Clinical guide to accelerated orthodontics: With a focus on micro-osteoperforations*. 1st ed. Cham: Springer International Publishing, 2017; 99-116.
 102. Sangsuwon C, Alansari S, Nervina J, Teixeira CC, Alikhani M. Micro-osteoperforations in accelerated orthodontics. *Clin Dent Rev* 2018; 2: 4.
 103. 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* 2016; 86(4): 558-64.
 104. Cheung T, Park J, Lee D, Kim C, Olson J, Javadi S, Lawson G, McCabe J, Moon W, Ting K, Hong C. Ability of mini-implant-facilitated micro-osteoperforations to accelerate tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2016; 150(6): 958-67.
 105. Abdelhameed AN, Refai WMM. Evaluation of the effect of combined low energy laser application and micro-osteoperforations versus the effect of application of each technique separately on the rate of orthodontic tooth movement. *Maced J Medical Sci* 2018; 6(11): 2180-5.

106. Dos Santos CCO, Mecenas P, de Castro Aragón MLS, Normando D. Effects of micro-osteoperforations performed with Propel system on tooth movement, pain/quality of life, anchorage loss, and root resorption: A systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod* 2020; 21(1): 27.
107. Bolat E. Micro-osteoperforations. In: Aslan BI, Uzuner, FD, editors. *Current approaches in orthodontics*. 1st ed. London: IntechOpen, 2019; 73-94.
108. Cohen G, Campbell PM, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of increased surgical trauma on rates of tooth movement and apical root resorption in foxhound dogs. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13(3): 179-90.
109. Henneman S, Von den Hoff J, Maltha J. Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod* 2008; 30(3): 299-306.
110. Garlet TP, Coelho U, Silva JS, Garlet GP. Cytokine expression pattern in compression and tension sides of the periodontal ligament during orthodontic tooth movement in humans. *Eur J Oral Sci* 2007; 115(5): 355-62.
111. Fuller K, Kirstein B, Chambers TJ. Murine osteoclast formation and function: Differential regulation by humoral agents. *Endocrinology* 2006; 147(4): 1979-85.
112. Jimi E, Ikebe T, Takahashi N, Hirata M, Suda T, Koga T. Interleukin-1 alpha activates an NF-kappaB-like factor in osteoclast-like cells. *J Biol Chem* 1996; 271(9): 4605-8.
113. Taddei SR, Andrade I Jr, Queiroz-Junior CM, Garlet TP, Garlet GP, Cunha Fde Q, Teixeira MM, da Silva TA. Role of CCR2 in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2012; 141(2): 153-60.
114. Iwasaki LR, Haack JE, Nickel JC, Reinhardt RA, Petro TM. Human interleukin-1 beta and interleukin-1 receptor antagonist secretion and velocity of tooth movement. *Arch Oral Biol* 2001; 46(2): 185-9.
115. Knop LA, Shintcovsk RL, Retamoso LB, Ribeiro JS, Tanaka OM. Non-steroidal and steroidal anti-inflammatory use in the context of orthodontic movement. *Eur J Orthod* 2012; 34(5): 531-5.
116. Aksakalli S, Balaban A, Nazaroglu K, Saglam E. Accelerated tooth movement with orthodontic mini-screws. *Case Rep Dent* 2017; 2017: 2327591.
117. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997; 111(3): 301-9.

118. Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2015; 147(5): 610-26.
119. Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010; 137(4): 462-76.
120. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: Periapical vs panoramic films. *Angle Orthod* 2001; 71(3): 185-9.
121. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod* 2002; 72(2): 175-9.
122. Brudvik P, Rygh P. Root resorption after local injection of prostaglandin E2 during experimental tooth movement. *Eur J Orthod* 1991; 13(4): 255-63.
123. Agrawal AA, Kolte AP, Kolte RA, Vaswani V, Shenoy U, Rathi P. Comparative CBCT analysis of the changes in buccal bone morphology after corticotomy and micro-osteoperforations assisted orthodontic treatment-Case series with a split mouth design. *Saudi Dent J* 2019; 31(1): 58-65.
124. Shahrin AA, Ghani SHA, Norman NH. Effect of micro-osteoperforations on external apical root resorption: A randomized controlled trial. *Korean J Orthod* 2021; 51(2): 86-94.
125. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2016; 149(4): 473-80.
126. Gay G, Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Rossini G, Parrini S, Cugliari G, Deregibus A. Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign: A radiometric study. *Prog Orthod* 2017; 18(1): 1-6.
127. Silness J, L oe H. Periodontal disease in pregnancy II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 1964; 22(1): 121-35.
128. L oe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963; 21(6): 533-51.
129. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 2016; 15(2): 155-63.
130. G uld uren K,  z U. Gemişten g n m ze ortodontik diş hareketini hızlandırma y ntemleri. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2021; 27(1): 138-48.

131. Ozkan TH, Arici S. The effect of different micro-osteoperforation depths on the rate of orthodontic tooth movement: A single-center, single-blind, randomized clinical trial. *Korean J Orthod* 2021; 51(3): 157-65.
132. Nanda RS, Tosun YS. Frictional and frictionless systems. In: Nanda RS, Tosun YS , editors. *Biomechanics in orthodontics: Principles and practice*. 1st ed. Hanover Park IL: Quintessence Publishing Co, 2010; 71-81.
133. Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: A clinical study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 103(5): 464-7.
134. Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. *Am J Orthod* 1976; 70(1): 1-19.
135. Lee BW. Relationship between tooth-movement rate and estimated pressure applied. *J Dent Res* 1965; 44(5): 1053.
136. Kulshrestha RS, Tandon R, Chandra P. Canine retraction: A systematic review of different methods used. *J Orthod Sci* 2015; 4(1): 1-8.
137. Fleming PS, 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.
138. 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.
139. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003; 124(1): 101-5.
140. Cho MY, Choi JH, Lee SP, Baek SH. 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.
141. Cha BK, Lee JY, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N. Analysis of tooth movement in extraction cases using three-dimensional reverse engineering technology. *Eur J Orthod* 2007; 29(4): 325-31.
142. Choi DS, Jeong YM, Jang I, Jost-Brinkmann PG, Cha BK. Accuracy and reliability of palatal superimposition of three-dimensional digital models. *Angle Orthod* 2010; 80(4): 497-503.

143. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009; 135(4): 434-7.
144. Jha N, Kim YJ, Lee Y, Lee JY, Lee WJ, Sung SJ. Projected lifetime cancer risk from cone-beam computed tomography for orthodontic treatment. *Korean J Orthod* 2021; 51(3): 189-98.
145. Pamukçu H, Polat-Özsoy Ö, Gülşahi A, Özemre MÖ. External apical root resorption after nonextraction orthodontic treatment with labial vs. lingual fixed appliances. *J Orofac Orthop* 2020; 81(1): 41-51.
146. Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics. A review and discussion of the literature. *J Orofac Orthop* 2000; 61(2): 125-37.
147. Ong K, Seymour R. Pain measurement in humans. *Surgeon*. 2004; 2(1): 15-27.
148. Seymour RA, Simpson JM, Charlton JE, Phillips ME. An evaluation of length and end-phases of visual analogue scales in dental pain. *Pain* 1985; 21(2): 177-85.
149. 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.
150. Ren Y, Maltha JC, Van 't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Age effect on orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res* 2003; 82(1): 38-42.
151. 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.
152. Li X, Li M, Lu J, Hu Y, Cui L, Zhang D, Yang Y. Age-related effects on osteoclastic activities after orthodontic tooth movement. *Bone Jt Res* 2016; 5(10): 492-9.
153. Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013; 143(5): 616-21.
154. McLaughlin RP, Bennett JC, Trevisi HJ. Space closure and sliding mechanics. *Systemized orthodontic treatment mechanics*. 1st ed. Edinburgh: Mosby, 2001; 249-77.

155. Chan E, Dalci O, Petocz P, Papadopoulou AK, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 26. Effects of micro-osteoperforations on orthodontic root resorption: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2018; 153(2): 204-13.
156. Ngan P, Kess B, Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989; 96(1): 47-53.
157. Brown DF, Moerenhout RG. The pain experience and psychological adjustment to orthodontic treatment of preadolescents, adolescents, and adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 100(4): 349-56.
158. Firestone AR, Scheurer PA, Bürgin WB. Patients' anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod* 1999; 21(4): 387-96.
159. Krishnan V. Orthodontic pain: From causes to management-A review. *Eur J Orthod* 2007; 29(2): 170-9.
160. Ertan Erdiñç AM, Diñçer B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod* 2004; 26(1): 79-85.
161. Fernandes LM, Ogaard B, Skoglund L. Pain and discomfort experienced after placement of a conventional or a superelastic NiTi aligning archwire. A randomized clinical trial. *J Orofac Orthop* 1998; 59(6): 331-9.
162. Pinto AS, Alves LS, Zenkner JEDA, Zanatta FB, Maltz M. Gingival enlargement in orthodontic patients: Effect of treatment duration. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2017; 152(4): 477-82.

EKLER

Ek 1. ETİK KURUL ONAY FORMU

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.05.2021-E.56306



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-56306
Konu : Başvurunuz Hk.

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi : 18/05/2021 tarihli dilekçeniz. 10.150.1.29
42080

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Mikro-Osteoperforasyon Uygulama Sıklığının Kanin Distalizasyonu Aşamasında Etkinliğinin Değerlendirilmesi " konulu çalışmanız 25.05.2021 tarih ve 10 sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN
Başkan

Belge Doğrulama Kodu :BSU6MVV52F Pin Kodu :68662

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/pau-ebys>

Adres: Tıp Fakültesi Dekanlığı Kınıklı/Denizli
Telefon: 0 258 296 16 04 Faks: 0 (258) 296 17 65
e-Posta: tibbietik@pau.edu.tr Elektronik Ağ: <http://www.pau.edu.tr>
Kep Adresi: paurektorluk@hs01.kep.tr

Bilgi için: Ayşe UYSAL
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni



Ek 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR BELGESİ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR BELGESİ

(Çalışma grubu için)

'Mikro-Osteoperforasyon Uygulama Sıklığının Kanin Distalizasyonu Aşamasında Etkinliğinin Değerlendirilmesi' isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve sorularınıza açık yanıtlar isteyin. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

- **Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?**

Kliniğimizde diş hareketini hızlandırmak ve tedavi süresini kısaltmak amacıyla bir çalışma başlatmış bulunuyoruz. Bu çalışmanın amacı üst 1. küçük azı dişlerinin çekimi yapılarak tedavi edilecek bireylerde güncel diş hareketi hızlandırma yöntemlerinden biri olan mikro-osteoperforasyon (MOP) uygulamasının ve farklı uygulama sıklıklarının ortodontik diş hareketi hızına etkisini araştırmaktır.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda MOP uygulama sıklığını değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalarda takip süresi kısa tutulmuştur. Çalışmamızda ise hastalar köpek dişi hareketi tamamlanuncaya kadar takip edilerek literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmada yer alması için ön görülen süre 1 yıldır.

Tek merkezli yapılacak olan çalışmaya 33 bireyin alınması planlanmaktadır.

- **Bu çalışmaya katılmamalı mıyım?**

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalamanız için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğinizi herhangi bir zamanda bir neden göstermesizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

- **Bu çalışmaya katılırsam beni neler bekliyor?**

Rutininde yapılan çekimli sabit ortodontik tedaviden farklı olarak köpek dişinin çekim boşluğuna hareket ettirileceği seans üst çenede rastgele seçilecek tarafa mikro-osteoperforasyon (MOP) olarak bilinen uygulama yapılacak, diğer tarafa ise MOP uygulanmadan diş hareketi gerçekleştirilecektir. MOP uygulaması lokal anestezi altında rutin ortodontik tedavide kullanılan minivida aracılığıyla kemik üzerinde küçük delikler açmayı sağlayan bir işlemdir. Bu uygulamada diş etinde herhangi bir kesi işlemi yapılmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireyler 3 gruba ayrılacaktır. Her bir gruptaki hastalara sırasıyla 4, 8 ve 12 haftada bir MOP işlemi uygulanacaktır. Bireyin hangi grupta olacağı rastgele seçilecektir.

MOP tekniğinin ağrı düzeyine etkisini değerlendirmek için görsel analog skalası doldurmanız istenecektir. Ayrıca köpek dişinin çekim boşluğuna hareketinin başladığı ve sonlandığı seans periodontal dokuların sağlığını değerlendirmek için plak indeksi, gingival indeks ve cep derinliği ölçümü yapılacaktır.

- **Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?**

MOP uygulamasının ve farklı uygulama sıklıklarının diş hareket hızına etkisi incelenecektir. Bu araştırma sonucunda elde edilen bilgilerle ortodontik tedavi süresinin uygun sıklıkta yapılan MOP uygulaması ile daha kısa sürede tamamlanması amaçlanmaktadır.

- **Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir?**

Çalışmaya katılmakla herhangi bir parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

- **Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?**

Araştırmamız kişisel bilgilerinizi; araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ve kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmamız tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, araştırma sonucu ile ilgili olarak bilgi istemeye hakkınız vardır. Yazılı izniniz olmadan, sizinle ilgili bilgiler başka kimse tarafından

görülemez ve açıklanamaz. Çalışma sonuçları çalışma tamamlandığında bilimsel yayınlarda kullanılabilir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

• **Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?**

Çalışma ile ilgili bir sorunuz ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Serpil Çokakoğlu
GÖREVİ : Dr. Öğr. Üyesi
TELEFON :

(Gönüllünün/Hastanın Beyanı)

Ortodonti Anabilim Dalında / Kliniğinde, Dr. Serpil Çokakoğlu tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili **yukarıdaki bilgiler** bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

- Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi. Bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.
- Sorumlu araştırmacı/hekime haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim. Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmeyeceğimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim).*
- Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı/hekim, çalışma programının gereklerini yerine getirme konusundaki ihmali nedeniyle tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabilir.
- Çalışmanın sonuçları bilimsel toplantılar ya da yayınlarda sunulabilir. Ancak, bu tür durumlarda kimliğim kesin olarak gizli tutulacaktır.
- Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili olarak herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.
- Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Velisi/Vasisi

Adı soyadı, unvanı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Bilgilendiren Araştırmacı

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Ek 3. ÖZGEÇMİŞ