

T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**SEVİYELEME AŞAMASINDA YAPILAN MİKRO-
OSTEOPERFORASYON UYGULAMASININ ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ
Dt. Mücahid Faik ŞAHİN

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Aslı BAYSAL

HAZİRAN 2019
İZMİR

T.C.
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**SEVİYELEME AŞAMASINDA YAPILAN MİKRO-
OSTEOPERFORASYON UYGULAMASININ
ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Mücahid Faik ŞAHİN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Aslı BAYSAL

**Bu tez İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 2016 –TDR-SABE-0026 Proje numarası ile
desteklenmiştir.**

HAZİRAN 2019

İZMİR

KABUL VE ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından “Diş Hekimliğinde Doktora Tezi” olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2019

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Aslı Baysal

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Ortodonti A.D.

Üye : Prof. Dr. Münire Ece Sabah

Ege Üniversitesi Ortodonti A.D.

Üye : Doç. Dr. Emine Uluğ Kaygısız

Gazi Üniversitesi Ortodonti A.D.

Üye : Dr.Öğr. Üyesi Betül Yüzbaşıoğlu Ertuğrul

İzmir Demokrasi Üniversitesi Ortodonti A.D.

Üye : Dr.Öğr. Üyesi Burçin Akan

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Ortodonti A.D.

ONAY: Bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'na belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KOYU
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Q Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir. (Bu seçenekte teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etseniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

Q Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını istemiyorum. (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) (Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.)

Q Tezimin/Raporumun..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

Q Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

24/06/19
Mücahid Faik Şahin

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Tez Danışmanım Doç. Dr. Aslı BAYSAL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve İzmır Kâtip elebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

24/06/19

Mücahid Faik şahin

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, yardımını ve desteğini hiç esirgemeyen, anlayış ve hoşgörüsüyle karşıma çıkan tüm zorlukları aşmamı sağlayan tez danışmanım ve çok değerli hocam Doç. Dr. Aslı BAYSAL'a,

Doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli öğretim üyeleri; Prof. Dr. Dr. M. İrfan KARADEDE, Doç. Dr. İlknur VELİ, Dr. Öğr. Üyesi Burçin AKAN, Dr. Öğr. Üyesi Beyza KARADEDE ÜNAL'a,

İstatistiksel analiz aşamasındaki büyük katkılarından dolayı Doç. Dr. Ferhan Elmalı'ya ve Arş.Gör. Büşra Emir'e,

Doktora eğitimim boyunca birlikte çalıştığım, destekleri, yardımları ve harika arkadaşlıkları ile yanımda olan Ortodonti Anabilim Dalı asistanlarına, personeline ve özellikle ek desteklerinden dolayı Dr. Dt. Fevzi Kavrak'a,

Hayatı boyunca şefkati ve sonsuz sevgisini esirgmeden beni yetiştiren manevi varlığını her daim yanımda hissettiğim merhum anneme; çalışkanlığı, bilgi ve tecrübesiyle hayatıma yön çizen, sabır ve sevgisiyle desteğini esirgemeyen babama; hayatıma renk katan, yaşadığım zorluklarda yanımda olan geniş gönüllü ablalarım,

Manevi güç kaynaklarım ve yaşama sevincim sevgili eşim N.Nur Şahin ve kızım Rüveyda Şahin'e,

Doktora eğitimimde bana destek sağlayan Tübitak Bilim İnsanı Yetiştirme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

HAZİRAN 2019
Dt. Mücahid Faik ŞAHİN

ÖZET

SEVİYELEME AŞAMASINDA YAPILAN MİKRO-OSTEOPERFORASYON UYGULAMASININ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş-Amaç: Ortodontik tedavi uzun süren ve hasta iş birliği gerektiren bir tedavidir. Uzun süren tedavilerde çürük, periodontal problem, kök rezorpsiyonu gelişme riski artmakta ve hasta iş birliğinde sorunlar baş göstermektedir. Bugüne kadar tedavi sürecini kısaltabilecek birçok teknik geliştirilmiştir. Bu çalışmada, seviyeleme aşamasında uygulanan mikro-osteoperforasyon (MOP) yönteminin etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya alt arkta çapraşıklığı bulunan 28 birey dâhil edilmiştir. Birinci grup (4 erkek ve 10 kız, ortalama yaş=17,21±3,76 yıl) MOP uygulaması yapılarak (MOP+), ikinci grup (8 erkek ve 6 kız, ortalama yaş=15,29±1,77 yıl) MOP uygulaması yapılmadan (MOP-) tedavi edilmiştir. Sefalometrik değişkenler, periodontal parametreler, Little çapraşıklık indeksi, seviyeleme süresi, hasta memnuniyeti ve işlem kolaylığı değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve istatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlenmiştir.

Bulgular: MOP+ grupta, ilk ayda Little çapraşıklık indeksindeki (LÇİ) azalma MOP- grubu göre daha fazla bulunurken ($p=0,019$), diğer aylarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. MOP+ grupta seviyeleme süresi (105,57±18,34 gün) MOP- grubu göre (135,86±15,12 gün) daha kısa bulunmuştur ($p=0,000$). MOP+ grupta, ilk seansta ağrı seviyesi daha yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). Sefalometrik değişkenler açısından gruplar arası anlamlı fark bulunmamıştır. MOP- grubunda, tedavi sonunda gingival indeks ($p=0,008$) ve sondlamada kanama indeksi ($p=0,039$) MOP+ grubu göre daha fazla artış göstermiştir.

Sonuç: MOP uygulaması, seviyeleme süresini kısaltmıştır. Gruplar arasında hasta memnuniyetinde ve ağrı düzeyinde ilk seans dışında fark bulunmamıştır. Sefalometrik değerlerde gruplar arası fark gözlenmemiş, periodontal dokularda klinik olarak anlamlı inflamasyon tablosu oluşmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikro-Osteoperforasyon, Bölgesel Hızlanma Fenomeni, Ortodontik Seviyeleme

ABSTRACT

THE EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF MICRO-OSTEOPERFORATION DURING THE ALIGNMENT STAGE

Introduction-Aim: Orthodontic treatment is a long treatment that requires patient cooperation. The risk of caries occurrence, periodontal problems, root resorption development increases and problems arise in patient cooperation with longer treatments. Up to present, several different techniques were developed that may shorten the treatment time. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of micro-osteoperforations (MOP) performed in the alignment stage.

Materials and Methods: Twenty eight subjects who had crowding in the mandibular arch were included in the study. The first group (4 boys and 10 girls, mean age = 17.21 ± 3.76 years) was treated with MOP (MOP+) and the second group (8 boys and 6 girls, mean age = 15.29 ± 1.77 years) was treated without MOP (MOP-). Cephalometric variables, periodontal parameters, Little irregularity index, alignment duration, patient satisfaction and ease of operation were evaluated. The data was analyzed statistically and the level of statistical significance was determined as $p \leq .05$.

Results: In the MOP+ group, the decrease in Little irregularity index (LII) was more compared to the MOP- group in the first month ($p = .019$), but no statistically significant difference was found in the other months. Alignment duration was shorter in the MOP+ group (105.57 ± 18.34 days) compared to MOP- group (135.86 ± 15.12 days) ($p = .000$). The pain level in the MOP+ group in the first appointment was higher compared to other group ($p = .002$). There was no significant difference between the groups in cephalometric parameters. Higher increases were found for gingival index ($p = .008$) and bleeding index ($p = .039$) in the MOP- group compared to MOP+ group at the end of treatment.

Conclusion: Alignment stage was shortened with MOP application. There was no difference between groups in patient satisfaction and pain level except for the first session. No difference was observed between the groups in cephalometric values and no clinically significant inflammation was observed in periodontal tissues.

Key Words: Micro-Osteoperforation, Regional Acceleration Phenomenon, Orthodontic Alignment

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	ii
ETİK BEYAN	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLOLAR	xiv
RESİMLER.....	xvi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ortodontik Diş Hareketi.....	3
2.1.1. Ortodontik Diş Hareketi Evreleri	3
2.1.2. Ortodontik Diş Hareketi Teorileri	4
2.2. Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF)	8
2.3. Ortodontik Diş Hareketi Hızlandırma Yöntemleri	8

2.3.1. Farmakolojik Yöntemler	9
2.3.2. Fiziksel/ Mekanik Stimulasyon Yöntemleri	12
2.3.3. Cerrahi Yöntemler	14
2.4. <i>Periodontal Değerlendirme</i>	20
2.4.1. Diş Eti Kalınlığını Değerlendirme Yöntemleri	21
2.5. <i>Dijital Model Değerlendirmeleri</i>	22
3.GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. <i>Gereç</i>	25
3.1.1. Hasta Sayısının Belirlenmesi	25
3.1.2. Hastaların Seçim Kriterleri	25
3.1.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	26
3.2. <i>Yöntem</i>	27
3.2.1 Ağız Hijyeni Eğitimi	27
3.2.2 Tedavi Başlangıç Kayıtlarının Alınması	27
3.2.3 Ortodontik Tedavi Başlangıç Safhası	28
3.2.4. Braketleme, Seviyeleme ve MOP Uygulaması	28
3.2.5. Sert ve Yumuşak Doku Değişikliklerinin Değerlendirilmesi	31
3.2.6. Periodontal Dokuların Değerlendirilmesi	37

3.2.7. Seviyelenme Sürelerinin Değerlendirilmesi	45
3.2.8. Tedavi Süresince Oluşan Ağrının ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirilmesi	45
3.2.9. İstatistiksel Yöntem	46
4. BULGULAR	47
<i>4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi</i>	<i>47</i>
<i>4.2. Sefalometrik Bulguların Değerlendirilmesi</i>	<i>48</i>
<i>4.3. Periodontal Parametre Bulgularının Değerlendirilmesi</i>	<i>50</i>
4.3.1. Gingival İndeks	50
4.3.2. Plak İndeksi	51
4.3.3. Sondlamada Kanama İndeksi (SKİ)	52
4.3.4. Cep Derinliği (CD)	52
4.3.5. Diş Eti Kalınlığı	53
<i>4.4. Dijital Model Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi</i>	<i>55</i>
<i>4.5. Tedavi Süresince Oluşan Ağrının ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirildiği Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi</i>	<i>57</i>
5.TARTIŞMA	60
6. SONUÇLAR	79

KAYNAKLAR.....	80
EKLER.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	103

SİMGELER VE KISALTMALAR

BHF:	Bölgesel Hızlanma Fenomeni
RANKL:	Nükleer faktör kappa-ligant reseptör aktivatörü
IL:	İnterlökin
TNF α :	Tümör Nekroz Faktör α
ATP:	Adenozin Trifosfat
MOP:	Mikro-osteoperforasyon
KIBT:	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
Gİ:	Gingival İndeks
Pİ:	Plak İndeksi
SK:	Sondlamada Kanama Varlığı
CD:	Cep Derinliği
DEK:	Diş Eti Kalınlığı
A6F :	Alt molar dişlerin merkez fossaları
A3T :	Alt kanin dişlerin tüberkül tepeleri
A6MKN :	Alt molar dişlerin mezial kontakt noktaları
A1-1KN:	Alt santral kesici dişlerin kontakt noktaları kesişimi
A1MKN:	Alt santral, lateral ve kanin dişin mezial kontakt noktaları
A2MKN:	Alt lateral ve kanin dişin mezial kontakt noktaları
A3MKN:	Alt kanin dişin mezial kontakt noktaları
A1DKN:	Alt santral dişin distal anatomik noktaları
A2DKN:	Alt lateral dişin distal anatomik noktaları

ŞEKİLLER

Şekil 1: Lateral sefalometrik radyografilerde kullanılan iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku noktaları. 32

Şekil 2: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen sefalometrik düzlemler..... 34

Şekil 3: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen iskeletsel ve yumuşak doku ölçümleri. 35

Şekil 4: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen dişsel ölçümler.
..... 36

TABLULAR

Tablo 1: Gruplara göre cinsiyet dağılımı, ortalama yaş ve çapraşıklık miktarları.....	26
Tablo 2: Hastaların gruplara göre başlangıç periodontal değerleri.....	27
Tablo 3: Model ölçümlerine (T0) ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı.....	47
Tablo 4: Model ölçümlerine (T1) ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı.....	47
Tablo 5: Little çapraşıklık indeksi ölçümlerine ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı.....	47
Tablo 6: Sefalometrik değerlendirme iskeletsel ölçümler için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	48
Tablo 7: Sefalometrik değerlendirme dişsel ölçümler için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	49
Tablo 8: Sefalometrik değerlendirme yumuşak doku ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	50
Tablo 9: Gİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	51
Tablo 10: Pİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	51
Tablo 11: SKİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	52
Tablo 12: CD için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz.....	53

Tablo 13: Diş numaralarına göre diş eti kalınlığı ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz 54

Tablo 14: Dijital model analizinde yapılan interkanin mesafe, intermolar mesafe, ark derinliği ve ark uzunluğu ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz 55

Tablo 15: Dijital model analizinde yapılan Little çapraşıklık indeksi ölçümleri ve seviyelenme süreleri (gün) için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz..... 57

Tablo 16: Ağrı skorlarının (VAS) gruplar arası istatistiksel değerlendirmesi 58

Tablo 17: Hasta memnuniyetinin değerlendirildiği anket çalışması için gruplar arası istatistiksel analiz..... 59

RESİMLER

Resim 1: Braketleme işlemi a) Asit uygulaması b) Mat görüntünün elde edilmesi c) Primer uygulanması d-e) Braketin yerleştirilmesi.....	29
Resim 2: Propel ortodontik drive.	30
Resim 3: a) Anterior bölgede MOP uygulanması, b) Posterior bölgede MOP uygulanması c) MOP uygulanması sonrası ağız içi cephe görüntüsü.....	30
Resim 4: Williams periodontal sondu.	38
Resim 5: Pirop® Ultrasonic Biyometre, A- Scan, Echo-Son, Krancowa, Polonya.....	40
Resim 6: a) Ultrasonik ölçüm cihazı ekranı b) Ultrasonik ölçüm cihazının konik uçlu başlığı c) Diş eti kalınlığı ölçümü.	41
Resim 7: A6F noktası ve İntermolar mesafe.	43
Resim 8: A3T noktası ve İnterkanin mesafe.	43
Resim 9: A6MKN, A1-1KN noktaları ve Alt ark uzunluğu ölçümü.	44
Resim 10: A6MKN, A1-1KN noktaları ve Alt ark derinliği ölçümü.....	44
Resim 11: Alt ön bölge 3-3 arası kontakt noktaları ve Little çapraşıklık indeksi.	45

1.GİRİŞ

Ortodontik tedavinin amacı dişleri ve çeneleri ideal pozisyonlarında konumlandırılarak, iyi bir fonksiyon ve estetik görünüm sağlamaktır. Ortodontik tedaviden maksimum faydanın elde edilmesi için tedavi kısa sürmeli, hafif kuvvetler uygulanmalı ve diş hareketleri iyi planlanmalıdır. Çünkü ortodontik hareketler sonrasında kök rezorpsiyonu, periodontal doku hasarı ve hasta uyumunun kaybedilmesi gibi sorunlar karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, ortodontistler mümkün olan en kısa sürede ideal tedavi sonuçlarını elde etmeye çalışmalıdır.

Tedavi sürecini kısaltmak amacıyla birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bunlar arasında, farmakolojik ajanlar, fiziksel/ mekanik stimülasyon yöntemleri ve cerrahi uygulamalar sayılabilir (1). Literatürde, en çok kullanılan ve klinik olarak anlamlı sonuçlar rapor edilen teknikler genellikle cerrahi yöntemlerdir (2). Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan bu cerrahi yöntemler bölgesel hızlanma fenomenine (BHF) dayandırılır. Frost (3), kemikte oluşturulan bir yaralanma ile birlikte ortaya hızlanmış yenilenme aktivitesinin çıktığını göstermiş ve bu fizyolojik iyileşme sürecini BHF olarak isimlendirmiştir.

Ancak bu yöntemlerin en önemli dezavantajı prosedürlerin invaziv olması, operasyon sonrası rahatsızlık vermesi ve komplikasyon gelişme riskinin olmasıdır (1). Bu nedenle, diş hareketi hızının artırılması için uygulanan tekniklerden en az girişimsel olanının tercih edilmesi ayrı bir önem arz etmektedir (4). Cerrahi yöntemler arasında mikro-osteoperforasyon yöntemi, uygulama kolaylığı ve hasta konforu açısından diğer tekniklere göre üstünlük göstermektedir.

Mikro-osteoperforasyon yöntemi New York Üniversitesi araştırmacılarının çalışmaları ile 2010 yılında geliştirilmiştir (5). Hareketi istenilen dişin etrafındaki kemikte yaralanma gerçekleştirilir. Bu yöntem ile keratinize diş etini veya hareketli mukozayı doğrudan, travma oluşturmadan perfore ederek, alveolar kemikte küçük yaralanma bölgeleri oluşturulmaktadır. Bu işlem neticesinde sitokin kaskadı aktive olmaktadır ve kemiğin remodelasyon oranı artmaktadır (6). Kemikte oluşturulan yaralanma, osteoblastların yüzeyinde nükleer faktör-kappa ligand (RANKL) reseptör gen ekspresyonunun aktivasyonu ile sonuçlanır (7). Bu kuvvet uygulanan dişin

periodontal ligamentinin basınç tarafında osteoklast oluşumunu arttırır, kemiğin remodelasyon süreci başlar ve sonucunda diş hareketi hızlanır (5).

Diş hareketini hızlandırmak için uygulanan diğer yöntemlerle (osteotomi, kortikotomi, piezosizyon vb.) karşılaştırıldığında, mikro-osteoperforasyon uygulaması en az invaziv olan uygulamadır (4). Normal klinik şartlarında çok kısa sürede uygulanabilir, komplikasyon riski düşüktür ve hasta konforunu en az etkiler (8). Tekniğin birçok avantajı bulunmasına rağmen henüz literatürde etkinliği ile ilgili yeterli bilgi mevcut değildir.

Çalışma kapsamında mikro-osteoperforasyon tekniğinin diş hareketi hızına, periodontal dokulara, hasta memnuniyetine ve ağrı düzeyine etkisininin kapsamlı olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın sıfır hipotezi “Mikro-osteoperforasyon uygulamasının ortodontik diş hareketi hızına etkisi yoktur” olarak belirlenmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, mekanik bir kuvvet sonucu kemiğin ve periodontal ligamentin remodelasyonu ile oluşan, biyolojik tepkinin yanında genetik ve çevresel faktörlerin de etkili olduğu karmaşık bir durumdur (9). Ortodontik diş hareketi, diş ve çevre dokularında, dişin fizyolojik hareketi ve erüpsiyonundan farklı olarak ortodontik apareylerin aracılığıyla uygulanan mekanik kuvvetin büyüklüğüne, frekansına ve uygulama süresine göre değişiklik gösteren fiziksel ve kimyasal olaylar neticesinde gerçekleşir (10, 11).

Ortodontik diş hareketi, dişin erüpsiyon mekanizmasını andırır. Her iki durumda da periodontal ligamentin ve alveolar kemiğin remodelasyonu söz konusudur; ancak kemiğin remodelasyon sürecinde gerçekleşen reaksiyonlar iki durumda birbirinden farklılık gösterir (12). Dişler mekanik kuvvete maruz kaldığında, kökleri periodontal ligament içerisinde hareket eder ve basınç-gerilme bölgeleri oluşur. Dişte ve çevre dokularda en az hasarı oluşturan optimum kuvvetler uygulandığında, basınç bölgelerinde periodontal ligament öncü hücrelerinin osteoklastlara dönüşmesi sonucu alveolar kemik rezorpsiyonu meydana gelirken, gerilim bölgesinde periodontal ligament öncü hücrelerinin osteoblastlara dönüşmesi ile alveolar kemik yüzeylerinde yeni kemik apozisyonu gerçekleşir (13). Mekanik kuvvet uygulaması sonucu oluşan bu biyolojik olaylar neticesinde, dişin alveolar kemik içerisinde bir noktadan başka bir noktaya yer değiştirmesiyle ortodontik diş hareketi gerçekleşir .

Ortodontik diş hareketi sırasında meydana gelen biyolojik tepkinin ve hücrelerin rollerinin daha iyi anlaşılması için araştırmalar genişletilmiş, çeşitli evreler ve teoriler öne sürülmüştür.

2.1.1. Ortodontik Diş Hareketi Evreleri

Optimum kuvvet uygulaması sonucu, diş çevre dokularında gerçekleşen hücresel ve moleküler düzeydeki reaksiyonlar 19. ve 20. yüzyılda yapılan birçok araştırmada belgelenmiştir. Dokuların önemi ve her dokunun oynadığı rol

incelenmiştir (14). Burstone (7), ortodontik diş hareketini başlangıç evresi, gecikme evresi ve gecikme sonrası evresi olmak üzere 3 safhada incelemeyi önermiştir.

Burstone'a göre (7) başlangıç evresi, diş kuvvet uygulanmasından hemen sonra oluşan hızlı hareket ile ayırt edilir. Hareket miktarı, dişin periodontal ligament aralığında yer değiştirmesiyle ilişkilendirilebilir. Başlangıç evresinden hemen sonra gelişen, daha az diş hareketi olan veya hiç diş hareketi olmayan bir gecikme evresi vardır. Bu gecikmenin, periodontal ligamentin basınç bölgelerinde hyalinizasyon oluşmasına bağlı olduğu ileri sürülmektedir. Hücreler tüm nekrotik dokuları rezorbe edene kadar diş hareketi gerçekleşmez (15). Bu aşamaları diş hareket hızının kademeli olarak ya da aniden arttığı gecikme sonrası evresi izlemektedir (16, 17).

Daha sonraki yıllarda köpeklerde yapılan bir çalışma ortodontik diş hareketini 4 evreye ayırmayı önermiştir (18). İlk evrede, diş alveol soket içerisinde hareket eder. Vakaların %75'inde, bu evrenin 7 günü geçmediği, 3-4 gün veya daha az sürdüğü belirtilmiştir (18). Periodontal ligamentte basınç ve gerilim bölgeleri oluşur, osteoblast ve osteoklast hücrelerinin salınımı gerçekleşir ve inflamatuvar tepki meydana gelir (19). İkinci evre diş hareketinin duraklama fazıdır ve ortalama 7 gün sürdüğü bildirilmiştir (18). Hyalinizasyon bölgesi oluşur, indirekt rezorpsiyon ve fagositik hücrelerin salınımı başlar (19). Üçüncü evrede nekrotik doku uzaklaştırılır ve diş hareketi hızı artar. Hyalinize doku altında kemik rezorpsiyonu başlar ve basınç bölgesinde kemiğe gelen kuvvet artar. Bu hızlanma aşaması, periodontal ligament ve alveoler kemiğin remodelasyonu ile ilgili biyolojik işlemlerin maksimum kapasitelerine ulaştığı bir dönem olarak yorumlanabilir. Dördüncü evrede diş hareketi ve remodelasyon süreci sürekli olarak devam eder. Araştırmacılar bu evreleri insanlarda açıklanan, Burstone'ın üç aşamalı evreleri ile uyumlu olduğunu belirtmiştir (18, 19).

2.1.2. Ortodontik Diş Hareketi Teorileri

Ortodontik diş hareketinin biyolojik mekanizmasını açıklamak üzere araştırmalar yapılmıştır ve ortodontik diş hareketinde bir çok faktörün etkili olduğunu belirten çeşitli teoriler ortaya atılmıştır.

Basınç-Gerilim Teorisi

Basınç-gerilim teorisinde, periodontal ligamentte basınç ve gerilim taraflarının oluştuğu ve alveoler kemikte değişiklikler meydana geldiği bildirilmektedir. Periodontal ligamentteki kolajen lifler ve vasküler değişiklikler bu sistemin çalışması için önem arz etmektedir (20-22). Bu teoriye göre, basınç tarafında periodontal ligamentte lif üretiminde azalma olur ve vasküler daralmaya bağlı hücre çoğalması azalır. Gerilim tarafında ise periodontal ligament liflerinin gerilmesiyle oluşan uyarı sonucunda hücre çoğalmasında artış olması, lif üretiminde de artış meydana gelmesine neden olur (23).

Periodontal ligamentin genişliğindeki değişikliklerin, hücre popülasyonunda değişikliklere yol açtığı ve hücresel aktivitede artışa neden olduğu ileri sürülmüştür. Periodontal ligamentte hücre ve doku hasarıyla birlikte kolajen lif bozulması gözlenmiştir. İlk hyalinizasyon belirtisi olarak hücrelerde piknotik çekirdek oluşmuştur, ardından hücresiz bölgeler gözlenmiştir. Komşu hasarsız bölgelerdeki makrofajlar, dev hücreler ve osteoklastlar gibi hücresel elementler nekrotik dokuyu uzaklaştırır. Bu hücreler aynı zamanda nekrotik periodontal ligamente komşu kemiğin altında da yıkıma neden olmaktadır ve nekrotik doku ile birlikte kemikte de rezorpsiyon gerçekleşir (24, 25).

Reitan (26), ortodontik kuvvet uygulamasından sonra oluşan histolojik değişiklikleri incelemiştir. Hyalinizasyon alanlarının, periodontal ligamentin normal doku yapısını kaybetmesi sonucu kollajen liflerinin histolojik olarak boyanmaması nedeniyle hücre içermeyen alanlar olarak görüldüğünü bildirmiştir. Reitan, doku değişikliklerinin birim alana düşen kuvvete bağlı olduğunu bildirmiştir (26, 27). Schwarz (22), ortodontik tedavide uygulanan kuvvetlerin, kapiler kan basıncını aşmaması (20-25 g/cm²) gerektiğini belirtmiştir.

Basınç-gerilim hipotezinin ana teması periodontal ligamentte basınç alanlarında kemik kaybı ve gerilme alanlarında kemik yapımı olmasıdır (28). Ancak Baumrind (23), periodontal ligament aralığında hidrostatik sistem olduğunu, bu nedenle basıncın her bölgeye eşit olarak dağıtıldığını, basınç-gerilim teorisinin periodontal ligament için geçerli olamayacağını belirtmiştir. Kemiğin ortodontik diş hareketi sırasında büküldüğünü, periodontal ligamentteki değişikliklerin buna eşlik ettiğini öne sürmüştür.

ve 1969'da basınç-gerilim teorisine alternatif olarak kemik eğilme teorisini ortaya atmıştır (23).

Kemik Eğilme Teorisi

Farrar (29) bir dişe ortodontik kuvvet uygulandığında, kuvvetin uygulama alanının yakınındaki tüm dokulara iletildiğini ve alveoler kemiğin eğilmesinin ortodontik diş hareketinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu teori sonrasında Baumrind (23) ve Grimm (30) tarafından yapılan araştırmalar ile desteklenmiştir. Bu kuvvetler kemik, diş ve periodontal ligamentte eğilmeye sebep olmaktadır (31). Kemik diğer yapılardan daha elastik olduğu için kolayca eğilir ve diş hareketi süreci hızlanır. Kemiğin eğilmesini takiben, hücresel ve inorganik yapılarının tamiri ve kemik *turnover*'ını içeren aktif biyolojik olaylar gelişir (23).

Kemik mekanik kuvvete maruz kaldığında, remodelasyon ve yeniden düzenlenme sadece lamina durada değil kemik korpusundaki her bir trabekülün yüzeyinde gerçekleşmektedir (23). Ayrıca, etki eden dış kuvvetleri tolere etmek için kemiğin şekli ve iç organizasyonu değişmektedir (23). Zengo ve ark, (32) köpeklerde kanin dişinin devrilme hareketi sonucu alveoler kemiğinin büküldüğünü, bunun üzerinde iç bükey ve dış bükey yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Periodontal ligamentin gerilim bölgesindeki kemik yüzeyinde, iç bükey bir alan oluşur ve apozisyon meydana gelir. Periodontal ligamentin basınç bölgesindeki alveoler kemik yüzeyinde, dış bükey bir alan oluşur ve rezorpsiyon gerçekleşir (32). Bu teorinin, çekim bölgelerinde ve kemiğin daha esnek olduğu ve kalsifikasyonunun tamamlanmadığı pediatrik hastalarda meydana gelen hızlı diş hareketini de açıkladığı bildirilmektedir (23).

Piezoelektrik Teori

Bassett ve Becker (33) mekanik kuvvet uygulandığında basınç altındaki dokularda elektrik potansiyelinin oluştuğunu öne sürmüştür. Elektrik potansiyeli, hücre membranındaki belirli bölgelerle etkileşen makromolekülleri şarj edebilir veya iyonları hücre membranı boyunca hareket ettirebilir. Basıncın etkisiyle oluşan bu hareketlilik sonucu meydana gelen elektrik potansiyeline 'piezoelektrik' denir.

Zengo ve ark. (34) köpeklerde alveoler kemiğine mekanik basınç uygulayarak elektrik potansiyelini ölçmüşlerdir. Kemiğin iç bükey yüzeyinin elektronegatif olduğunu ve osteoblastik aktiviteyi desteklediğini; dış bükey yüzeylerin pozitiflik veya elektriksel nötralite gösterdiğini ve yüksek osteoklastik aktivite oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Davidovitch ve ark.'na (35) göre ortodontik kuvvetlerle birlikte eksojen elektrik akımı ortodontik diş hareketini hızlandırmaktadır. Bunun sonucunda, kemik bükülmesinden kaynaklanan piezoelektrik cevabın “hücrel ilk haberci” olarak işlev görebileceği bildirilmektedir (36).

Ortodontik diş hareketi uygulanan kuvvetin büyüklüğüne, frekansına ve süresine bağlı olarak değişir (9, 37). Ortodontik tedavinin amacı, dişlerde ve diş destek dokularında minimal yan etki oluşturarak dişleri mümkün olan en kısa sürede hareket ettirmektir. Ortodontik tedavi süresi ise ortodontistler ve hastalar için oldukça önemlidir. Proffit ve Miguel ortalama ortodontik tedavi süresinin tedavi şekline ve yapıldığı kliniğe (üniversite veya üniversite dışı) bağlı olarak 18–28 ay arasında değiştiğini belirtmiştir (38).

Tedavi süresi tahmin edilenden daha fazla olursa hastanın koperasyonunda sorunlar baş gösterebilir. Bunun yanında uzun süren tedavilerde çürük, periodontal problem ve diş köklerinde rezorpsiyon gelişme riski artmaktadır. Dişleri daha hızlı hareket ettirmek için, rezorpsiyon ve apozisyon arasındaki dengenin değiştirilmesi gerekir. Bugüne kadar tedavi sürecini kısaltabilecek çok farklı teknikler geliştirilmiştir.

Tüm bu tekniklerde temel prensip, dişleri daha hızlı hareket ettirmeye çalışırken periodonsiyumda geri dönüşümsüz hasara yol açmamaktır. Hızlandırılmış diş hareketine yol açan güçlü ve erken bir osteoklastik rezorpsiyonu uyarmak için kortikal kemiğin kasıtlı yaralanması, en öngörülebilir ve başarılı tekniklerden biri olmuştur. Bu sayede oluşan hızlandırılmış diş hareketinin, Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF) olarak bilinen bir demineralizasyon-remineralizasyon işlemine bağlı olabileceği öne sürülmüştür (3).

2.2. Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF)

Ortopedist ve kemik araştırmacısı olan Frost (1983), kemikte yaralanma ile birlikte ortaya hızlanmış bir reorganizasyon aktivitesinin çıktığını göstermiş ve bu fizyolojik iyileşme sürecini bölgesel hızlanma fenomeni (BHF) olarak adlandırmıştır. Bölgesel hızlanma fenomeni genellikle bir kırık, artrodez, osteotomi veya kemik greftleme işleminden sonra ortaya çıkmaktadır ve yara iyileşmesi için gerekli olan öncü hücrelerin yara bölgesinde sayılarının artması ve aktivasyonu ile sonuçlanmaktadır (3, 39). Shih ve Norrdin (40) intraoral kortikal kemiğe kortiktomi uyguladıklarında, yumuşak ve sert doku yeniden yapılanmasının geçici bir atılım ile normal bölgesel iyileşme sürecini hızlandırdığını bildirmişlerdir. Bölgesel hızlanma fenomeni ayrı bir iyileşme olayı değildir, ancak yumuşak ya da sert doku iyileşme oranlarını iki ile on kat aralığında hızlandırabilmektedir (40).

Bölgesel hızlanma fenomeninde kemiğin iyileşme sürecinin iki ana özelliği olan, bölgesel kemik yoğunluğunun azalması ve hızlanmış kemik döngüsü sayesinde ortodontik diş hareketinin hızlandığı düşünölmektedir (41). Goldie ve King, emziren sıçanlarda kalsiyum alımını azaltarak osteoporoz durumunu tetiklemiş ve ortodontik diş hareketinde bir artış, kök rezorbsiyonunda azalma bulmuşlardır (42). Wilcko ve ark. (43), BHF'de görölen bir özellik olan osteoporoz durumunu, kortikotomi uyguladıkları alveol kemikteki değişikliklerle radyografik verilerle göstermişlerdir. Araştırmacılar, belirgin apikal kök rezorpsiyonu olmadan oluşun hızlı diş hareketlerini, bölgesel hızlanma fenomenin osteoklastik veya katabolik fazına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir (43). Bölgesel hızlanma fenomeni, bir kaç gün içerisinde başlar, genellikle 1-2 ayda zirve yapar, genellikle kemikte 4 ay sürer ve bitmesi 6 ila 24 aydan fazla sürebilir (41, 43). Bu bulgular ışığında, BHF'nin hızlı ortodontik diş hareketinden sorumlu olduğu desteklenmektedir.

2.3. Ortodontik Diş Hareketi Hızlandırma Yöntemleri

Ortodontik diş hareketini hızlandırma yöntemleri aşağıdaki kategoriler altında incelenmektedir:

- 1) Farmakolojik yöntemler
- 2) Fiziksel / Mekanik stimulasyon yöntemleri
- 3) Cerrahi yöntemler

2.3.1. Farmakolojik Yöntemler

Dişlere uygulanan kuvvetin etkisiyle, kan akışında değişiklikler meydana gelir ve sonucunda periodontal ligament çevresinde biyolojik hareketlilik başlamaktadır. Bu hareketlilik neticesinde, kemiğin remodelasyonunda etkili olan sitokinler, prostoglandin, büyüme faktörleri, nörotransmitterler, koloni uyarıcı faktörler ve araşidonik asit metabolitleri gibi farklı inflamatuvar mediatörler salınır (17, 44). Araştırmacılar, bu faktörlerin salınmasını ve kemik remodelasyonunu arttırarak ortodontik diş hareketi hızını da arttırmaya yönlenmişlerdir.

Sitokinler

Ortodontik diş hareketinde, interlökinler (IL-1, IL-2, IL-3, IL-6, IL-8) ve tümör nekroz faktörü alfa (TNF α) gibi sitokinlerin konsantrasyonunun önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Ortodontik diş hareketinin hızı, alveoler kemiğin remodelasyonu ile ilişkilidir. Ayrıca interlökin-1 osteoklastlar üzerindeki reseptörü sayesinde osteoklast fonksiyonunu stimüle etmektedir (44).

Saito ve ark. (45) kediler üzerinde yaptıkları immünohistokimyasal ve mikro fotometrik araştırmalarında ortodontik kuvvet uygulanan dişin basınç bölgelerinde prostoglandin ve IL-1 beta düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yoshimatsu ve ark. (46) TNF α reseptörü azaltılmış olan fareler üzerinde yaptıkları çalışmada ortodontik kuvvetlere cevap olarak daha yavaş diş hareketi olduğunu bildirmişlerdir. Teixeira ve ark. (6) fareler üzerinde yaptıkları çalışmada ortodontik kuvvet ile birlikte kemikte perforasyon yaparak sitokin oluşumunu arttırdıklarını ve ortodontik diş hareketini hızlandırdıklarını belirtmişlerdir. Arias ve Marquez-Orozco (47) ise anti-inflamatuvar ilaçların ortodontik diş hareket hızını azaltabileceğini göstermişlerdir.

Prostaglandinler

Prostaglandinler, inflamatuvar mediatörlerdir ve çevresindeki hücreler üzerinde etkili olan bir parakrin hormonudur. Doğrudan osteoklast sayısını artırarak kemik rezorpsiyonunu uyarırlar. Ortodontik diş hareketi kemik rezorpsiyonuna bağlı gerçekleştiği için araştırmacıların ilgisini çekmiştir (48). Davidovitch ve ark. (49) kediler üzerinde yaptıkları araştırmada ortodontik kuvvet sonucu prostaglandin E2'nin, kemik remodelasyon sürecine dahil olduğunu ve alveoler kemikteki seviyelerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Chumbley ve ark. (50) prostoglandin sentez inhibitörü endometazin kullanarak ortodontik diş hareketinin yavaşladığını göstermişlerdir.

Yamasaki ve ark. (51) fare dişlerinde yaptıkları bir dizi deneyde prostaglandin enjeksiyonunun osteoklast sayısını arttırdığını göstermiştir. Bu çalışmanın ardından maymunlar üzerinde prostaglandin enjeksiyonu yaptıkları araştırmada ortodontik diş hareketi hızının neredeyse iki kat arttığını, diş etinde ve çevre dokularda herhangi bir yan etki oluşturmadığını bildirmişlerdir (52). Son olarak insanlar üzerinde yaptıkları çalışmada, kanin dişin distalizasyonunda prostoglandin enjeksiyonunun diş hareketini 1,6 kat daha hızlandırdığını ve yan etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (53). Leiker ve ark. (54) farelerde yaptıkları araştırmada düşük doz ve tek seferlik prostoglandin enjeksiyonunun ortodontik diş hareketini hızlandırdığını; ancak yüksek doz ve çoklu enjeksiyonların kök rezorpsiyonuna neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Parathormon

Parathormon osteoblast hücrelerinin metabolik aktivitesini, gen transkripsiyonunu ve çoklu proteaz salgılarını etkilemektedir. Parathormonun osteoklastlar üzerindeki etkileri ise, osteoklast oluşumunda ve aktivitesinde kritik öneme sahip olan RANKL proteinin üretilmesine bağlıdır (55). Uygulama sıklığına bağlı olarak parathormon kemik oluşumunu veya yıkımını uyarabilmektedir (56). Sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, parathormonun sistemik, ancak aralıklı infüzyonunun ortodontik diş hareketinde hızlanmaya neden olmazken, sistemik sürekli infüzyonunun ortodontik diş hareketini hızlandırdığı bildirilmiştir (57). Yine aynı araştırmacılar, metil selüloz içinde çözünmüş parathormonun lokal enjeksiyonu ile farelerde 1,6 kat daha hızlı ortodontik diş hareketi elde ettiklerini belirtmişlerdir

(58). Fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada, kısa süreli parathormon enjeksiyonunun, alveoler kemik *turn-over* hızını artırarak ortodontik diş hareketini de hızlandırabilecek potansiyel bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (59).

D vitamini

D vitamini bir steroid hormondur ve kalsiyum homeostazında temel bir role sahiptir. Hedef hücre içindeki DNA ve RNA ekspresyonunu aktive eder ve kemik emilimine katılan proteinlerin ve enzimlerin oluşumuna katkı sağlar (60). Kedilerin periodontal ligamentine D vitamini enjekte edildiğinde, basınç bölgesindeki osteoklastların artması sonucu kontrol grubuna göre diş hareketi hızınının % 60 oranında arttığı bildirilmiştir (61). Bir başka araştırmada, D vitamini ve prostoglandinin ortodontik diş hareketi hızına etkisi araştırılmıştır ve her iki yöntemin etkisinin benzer olduğu belirtilmiştir. Ancak basınç tarafındaki alveoler kemiğinin dış yüzeyindeki osteoblast sayısı, D vitamini grubunda anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur. Bu nedenle, ortodontik diş hareketi sırasında kemik yapımı ve yıkımı üzerindeki etkileri dengeli olduğu için D vitaminin daha etkili olduğu rapor edilmiştir (62).

Relaksin

Relaksin, doğum sırasında pelvik ligamanlarının genişlemesine yardımcı olan, kranial suture ve periodontal ligamentte de mevcut olduğu öngörülen bir hormondur (63). Ortodontik hareket sırasında, relaksin hormonunun gerilim bölgesinde kollajeni arttırdığı, basınç bölgesinde ise azalttığı gösterilmiştir (64). Liu ve ark. (65) insan relaksin hormonunun farelere verilmesi sonucu ortodontik diş hareketinin erken aşamalarının hızlanabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte relaksin hormonunun farelerde ortodontik diş hareketini hızlandırmadığını, ancak periodontal ligamentin organizasyonu değiştirebileceğini, bu nedenle dişin hareketliliğini artırabileceğini bildirmişlerdir (66). McGorray ve ark. (67) relaksin uygulamasının insanlarda ortodontik diş hareketi ve nüks miktarlarına etkisi olmadığını, ancak bunun verilen dozun düşük olmasına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Kortikosteroidler

Bu ilaçlar kronik hastalıkların tedavisinde antiinflamatuvar ve immünsüpresif ajanlar olarak kullanılırlar (68). Kortikosteroidler, gen ekspresyonunu aktive ederek veya baskılayarak ya da büyüme faktörlerinin ekspresyonunu veya aktivitesini değiştirerek osteoblastlar üzerinde etkili olabilirler (69). Kalia ve ark. (70) kısa ve uzun süreli kortikosteroid uygulamalarının ortodontik diş hareketine etkisini değerlendirdikleri çalışmada, akut uygulamaların kemik remodelasyonunu yavaşlattığını ve kronik uygulamaların diş hareketini arttırdığını belirtmişlerdir. Akut kortikosteroid tedavisi gören hastalarda kemik *turn-over*'i azaldığı için ortodontik tedavinin ertelenmesini, kronik steroid tedavisi gören hastalarda ise kuvvetin düşük tutulup daha sık aralıklarla hastanın kontrol edilmesini önermişlerdir (70).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla, farmakolojik yöntemlerin kullanımı ile ilgili sorunlar mevcuttur. İlk olarak, tüm farmakolojik yöntemlerin klinik uygulama sırasında sistemik etkileri ile ilgili belirsizlikler bulunmaktadır. İkinci durum uygulanan farmakolojik ajanların yarı ömrünün kısa olması nedeniyle, klinik olarak pratik olmayan tekrar uygulama gerekliliğinin doğmasıdır. Ayrıca ajanın uygulandığı bölgede eşit olarak dağılmasını sağlamak güçtür. Dağılımın eşit olmaması, ajanların emilimini ve dolayısıyla ortodontik diş hareketinin biyomekaniğini etkilemektedir. Bu nedenle bu alanda daha fazla araştırmaya gereksinim duyulmaktadır (71).

2.3.2. Fiziksel/ Mekanik Stimulasyon Yöntemleri

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kullanılan bir başka yöntem de fiziksel ve mekanik stimulasyon uygulamalarıdır. Cerrahi yöntemlere göre daha az invaziv olan bu yöntemler; doğrudan elektrik akımları, darbeli elektromanyetik alan, statik manyetik alan, rezonans titreşimi ve düşük seviyeli lazeri içermektedir (2, 72). Fiziksel/ mekanik yöntemleri kullanma düşüncesi, ortodontik kuvvet uygulaması sonucu oluşan mekanizmaların açıklandığı kemik-eğilme teorisinden ve dentoalveoler kompleksin bioelektrik potansiyelinden temel almaktadır. Bu yöntemlerin kullanılması sonucu oluşan periyodik uyarıların aynı bioelektrik potansiyeli oluşturduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak, iç bükey bölge osteoblastları çekmek için

negatif olarak yüklenmekte ve dış bükey bölge osteoklastları çekmek için pozitif olarak yüklenmektedir (2, 34).

Düşük Seviyeli Lazer Terapisi

Lazer ışığı; osteoklast, osteoblast ve fibroblastların proliferasyonuna neden olmaktadır. Bu sayede kemiğin remodelasyonu ve diş hareketini hızlandırdığı bildirilmektedir. Spesifik dalga boyu aralığını, yoğunluğunu ve ışık penetrasyonunu tanımlamak için düşük seviyeli lazer terapisi veya fotobiyomodülasyon terimleri birbirlerinin yerine kullanılabilir (73). Diş hareketinde, adenozin trifosfat (ATP) üretilmesi ve sitokrom C'nin aktive edilmesi mekanizmaları rol oynamaktadır. Düşük seviyeli lazer terapisi; RANK/ RANKL, makrofaj koloni uyarıcı faktör ve reseptör ekspresyonu yoluyla diş hareketinin hızını arttırmaktadır (74). Düşük seviye lazer terapisinin, farelerde yapılan hızlı palatal genişletme sırasında midpalatal sutürde kemik rejenerasyonu üzerinde bir biyostimülant etkisi olduğu bildirilmiştir (75).

Düşük seviyeli lazer terapisinin insanlarda diş hareketi hızını arttırdığı, bu nedenle toplam tedavi süresini önemli ölçüde kısaltabileceği belirtilmiştir (76). Benzer bir çalışmada, düşük seviyeli lazer terapisinin ortodontik tedavi sırasında diş hareketini hızlandırabildiği ve ayrıca ağrı seviyesini azaltabileceği gösterilmiştir (77). Ancak, düşük seviyeli lazer terapisinin ortodontik diş hareketinde anlamlı bir etkisinin olmadığı da bildirilmiştir (78). Kau ve ark. (73) seviyeleme aşamasında, düşük seviyeli lazer terapisinin maksiller ve mandibular arktan bağımsız olarak ortodontik diş hareketini hızlandırdığını bildirmiştir.

Titreşim

Kemik yapısının mekanik stresler ile değiştirilebileceği konusunda uzun zamandır fikir birliği mevcuttur (79). Mekanik titreşimin, katabolik işlemlerin istenmeyen etkilerini azaltmasının yanı sıra kemik iyileşmesini ve dayanıklılığını artırabildiği bildirilmiştir (80). Mekanik titreşimin kemik iyileşmesini arttırdığı, periodontal ligamentte artan RANKL ekspresyonu yoluyla kök rezorpsiyonu oluşturmadan ve periodontal dokulara hasar vermeden ortodontik diş hareketini hızlandırdığı gösterilmiştir (81, 82).

Mekanik titreşim oluşturan cihazlar, titreşim darbelerini dişlere ileten bir ağızlık içermektedir. Mekanik titreşim uygulanarak yapılan çeşitli vaka çalışmaları, tedavi sürelerinin % 30-40'a kadar azaltılabileceğini göstermiştir (83).

Elektromanyetik Alanlar

Elektromanyetik alanların hücre zarı geçirgenliği üzerinde etkinlikleri kanıtlanmıştır (84). Cerrahi müdahale veya implantasyondan sonra elektromanyetik alanın, kemik mineral yoğunluğunun azalmasını önlediği görülmüştür ve sonuç olarak ortodontik diş hareketiyle birlikte kemik yapım hızını arttırmanın mümkün olduğu düşünülmüştür (85, 86).

Elektromanyetik alan tedavisinin ortodontik diş hareketi sırasında gecikme fazını kısaltarak (hyalinize dokunun daha erken oluşması ve uzaklaştırılması nedeniyle) tedaviyi hızlandırabileceği hipotezi savunulmaktadır. Bununla birlikte, insan vücudunun boyutu ve fizyolojisindeki farklılıklar nedeniyle, öngörülen sonuçların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (87, 88).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan fiziksel yöntemler ile ilgili yeterli kanıt olmaması ve etki mekanizmasının tam olarak açıklanamaması bu yöntemlerin dezavantajıdır. Etkinliğinin değerlendirilmesi açısından araştırılma potansiyeline sahip bir konudur (71).

2.3.3. Cerrahi Yöntemler

Ortodontik diş hareketini hızlandırma adına denenmiş çeşitli cerrahi yaklaşımlar mevcuttur. Bölgesel hızlanma fenomenine dayanan bu yöntemler, normal fizyolojik sürece göre iyileşme sürecinin kısılmasına neden olmaktadır (2).

Distraksiyon Osteogenezisi

Distraksiyon osteogenezisi, kemik dokusunun mekanik olarak gerilmesiyle yeni kemik oluşturma işlemidir. Periodontal ligament distraksiyonu ve dentoalveoler distraksiyon olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Liou ve Huang (89) periodontal ligament distraksiyonu ile kanin retraksiyonunu hızlandıran bir yöntem tanıtmışlardır. İlk olarak, 1. Premolar dişin çekilmesinin ardından kanin dişinin distalinde, bukkal ve lingual kısımlarda kemik frezi ile dikey kesiler oluşturulmuştur. Bukkal ve lingualdeki kesiler çekim soketine doğru eğimli yapılmış ve birleştirilmiştir. Kanin ve molar dişlere yerleştirilen bantlar üzerine ağız içi distraktör lehimlenmiştir. Ağız içi distraktörün aktivasyonu haftada 0,5- 1 mm olacak şekilde yapılmıştır ve hasta haftada bir kontrol edilmiştir. Araştırmacılar, herhangi bir komplikasyon oluşmadan kanin dişi üç haftada 6,5 mm distalize ettiklerini bildirmişlerdir (89). Hızlı diş hareketinin başlangıç fazında, özellikle ilk haftada gerçekleştiği gösterilmiştir (90).

Dentoalveoler distraksiyon yönteminin periodontal ligament distraksiyonundan farkı, kanin dişini çevreleyen dentoalveoler segmentte osteotomiler yapılarak diş segmentinin mobil hale getirilmesidir. İşeri ve ark. (91) bu yöntemle ortodontik tedavi süresinin yaklaşık % 50 oranında azaldığını ve çevre yapılar üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Kortikotomi

Kortikotomi, medüller kemiğe dokunulmadan sadece kesilerle veya perforasyonlarla kortikal kemiğin direncinin lokal geçici osteopeni oluşturmak suretiyle azaltıldığı, ortodontik diş hareketi üzerine hızlandırıcı etkisi olan cerrahi bir işlemdir. 1959'da bu yöntemi uygulayan Köle, kortikotominin öncüsü olarak kabul edilir (92, 93). Köle (92), kortikal kemiğin ortodontik diş hareketinin önündeki en büyük engel olduğunu ifade etmiştir. Köle bu yöntemin, kemik rezorpsiyonunu ve pekiştirme süresini en aza indirerek, kemik içerisinde tek diş hareketi yerine, kemik bloklarının dişlerle birlikte hareket etmesine izin verdiğine inanmaktadır (92).

Generson ve ark. (94) kortikotomi yöntemi ile iki açık kapanış vakasını kısa sürede tedavi ettiklerini bildirmişlerdir. Gantes ve ark. (95) kortikotomi ile beş vakada ortodontik tedavi süresinin kısaldığını, ve periodontal yan etkilerin klinik olarak göze çarpmadığını belirtmişlerdir. İnvaziv bir girişim olması, operasyon sonrası ödem oluşması ve enfeksiyon riski taşıması dolayısıyla hastalar tarafından daha az kabul gördüğü rapor edilmiştir (96).

Kortisizyon

Park ve ark. (97) minimal invaziv bir yöntem olan kortisizyon tekniğini tanıtmışlardır. Bu teknik flep kaldırmadan yapılmaktadır ve diş eti boyunca bistüri ve çekiç yardımı ile kemikte cerrahi yaralanma oluşturulur. Kim ve ark. (1) bu teknikle oluşturulan cerrahi yaralanmanın BHF aktivitesini başlatılması ve ortodontik diş hareketinin hızlandırılması için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak tekrarlayan uygulamaların, iyi huylu paroksizmal vertigo riskini artırabileceği belirtilmiştir (98).

Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti

Wilcko ve ark. (43) tarafından periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodonti (PAOO) olarak adlandırılan bu teknik, konvansiyonel kortikotomi ile kemik grefti materyali uygulamasının kombinasyonudur.

Wilcko ve ark. (99) tedavi öncesinde ve sonrasında elde edilen yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi görüntülerini karşılaştırmışlardır. Dişlerin hareket ettiği alveoler kemik bölgesinde, değişik oranlarda deminerilizasyon-reminerilizasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle hızlı diş hareketinin kemik bloğu hareketi şeklinde olmadığını ve BHF ile ilişkilendirilebileceğini belirtmişlerdir (43, 99).

Araştırmacılar, alveoler kemik grefti uygulaması ile birlikte dekortikasyon uygulamasının kemik hacmini arttırdığını, böylece dehisens ve fenestrasyon oluşmadığını iddia etmişlerdir (43, 99). Bu teknik kullanıldığında, diş hareketinin %300-400 kat daha hızlı olduğu, alveoler kemik genişliğinin arttığı, tedavi sonrası nüksün ve apikal kök rezorpsiyonunun azaldığı bildirilmiştir (99).

Piezosizyon

Dibart ve ark., (96) konvansiyonel kortikotominin yan etkilerini azaltmak amacıyla piezocerrahi ile flepsiz kortikotomi yaparak minimal invaziv bir seçenek olan piezosizyon yöntemini tanıtmışlardır. Piezosizyon, ortodontik apareylerin (sabit veya hareketli) yerleştirilmesinden 1 hafta sonra gerçekleştirilmektedir. Bukkal ve interproksimal bölgede dikey kesiler yapılmaktadır (96, 100).

Dişlerin kökleri arasında yapılan bu kesiler, piezoelektrik bıçağın yerleştirilmesine izin vermektedir. Piezosizyon uygulandığı bölgenin çevresinde etkili olmaktadır, bu nedenle hareket ettirilecek dişe mümkün olduğunca yakın yapılması gerekmektedir. Cerrahi işlem yapılmayan alanlar, piezosizyondan sonraki demineralizasyon işleminden etkilenmediklerinden daha yüksek ankraj değerine sahip olurlar. Piezoelektrik bıçağı, önceden yapılmış olan diş eti kesilerine yerleştirilir ve 3 mm derinliğinde uygulama yapılır (101, 102). Dekortikasyon, kortikal tabakayı geçmeli ve BHF'nin etkisini göstermesi için medüller kemiğe kadar ulaşmalıdır (101).

Diş etinin çekilmiş olduğu, ince ya da kortikal bukkal kemiğin olmadığı (dehisens ve fenestrasyon) bölgelerde sert ve/ veya yumuşak doku greftleri kullanılabilir ve greftler tünel yöntemi ile uygulanabilir. Hasta, ameliyat sonrası her hafta veya her 2 haftada bir aparey ya da telleri değiştirmek ve piezosizyon sayesinde oluşan geçici demineralizasyon fazından yararlanmak için görülmelidir. Bu sayede daha hızlı diş hareketi olmaktadır ve tedavinin erken tamamlanması sağlanmaktadır (100, 101).

Mikro-Osteoperforasyon (MOP)

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kullanılan bu yöntem vücudun fiziksel travmaya karşı verdiği doğal inflamatuvar tepkiye dayanmaktadır. Mikro-osteoperforasyonlar (MOP) şeklinde gerçekleştirilen kontrollü mikro-travmaların diş hareketi sırasında ortaya çıkan inflamatuvar hücrelerin salınımını arttıracığı ve sonucunda hem kemik rezorpsiyonunu, hem de diş hareketini hızlandıracağı bildirilmektedir (6, 8).

MOP uygulaması, kemik rezorpsiyonunu hızlandırmak için, ilgili bölgede osteoklast dönüşümünü arttıran sitokinlerin salınımını aktive etmektedir. Osteoklastların aktivasyonu ve kemik yoğunluğunun geçici olarak azalması nedeniyle bu uygulama sadece hızlandırılmış ortodontik diş hareketiyle sınırlandırılmamıştır. Kortikal kemiğin yoğun olması nedeniyle ortodontik diş hareketlerinin zor olduğu veya optimal sonuç vermediği durumlarda kullanılmaktadır. Bu uygulama yetişkin tedavilerinin farklı aşamalarında diş hareketini hızlandırmak amacıyla da kullanılmaktadır. Kök torku, dikleştirme, intruziyon, ekstruziyon ve paralel diş hareketi gerektiren geniş boşlukların kapatılmasını kolaylaştırmaktadır. Eski çekim boşluğu

varlığında, hareket ettirilecek dişin etrafındaki kemik yoğunluğu azaltılarak, ankraj ünitelerinin sabit kalması sağlanır. Kemik yoğunluğunun ve osteoklastlara maruz kalma süresinin azaltılması ile kök rezorpsiyonu olasılığını da azaltmaktadır. Aynı zamanda yetişkinlerde genişletmeyi kolaylaştırır ve nüks oranını azaltır. Bu yöntem; sabit ortodontik tedavi, şeffaf plaklar ve çeşitli hareketli apareyler dahil olmak üzere herhangi bir ortodontik apareye destek olmak üzere tasarlanmıştır (103).

MOP uygulamasının etkinliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli hayvan çalışmaları ve klinik çalışmalar yapılmıştır. Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada; MOP uygulamasının konvansiyonel ortodontik diş hareketine kıyasla iki kat daha hızlı diş hareketine neden olduğu bildirilmiştir. MOP uygulanan grupta periodontal ligament kalınlığında artış, daha fazla alveoler kemik rezorpsiyonu ile birlikte osteoklast sayısının üç kat daha fazla olduğu rapor edilmiştir (6). Fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada kortisizyon ve MOP uygulaması yapılan gruplar karşılaştırılmış, her iki grupta da kemik remodelasyonu ve osteoklast aktivasyonunda artış bildirilmiş, ortodontik diş hareketinin her iki grupta da benzer oranda hızlandığı belirtilmiştir (104). Cheung ve ark. (105) fareler üzerinde yaptıkları çalışmada, uygulama bölgesinin çevresinde kemik yoğunluğu ve kemik hacminin azaldığını ve MOP uygulanan tarafta, kontrol tarafına göre ortodontik diş hareketi hızının 1,86 kat artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yine fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada MOP uygulaması ile kemik hacim ve yoğunluğunun belirgin olarak azaldığı, 4. günden 14. güne kadar ortodontik diş hareketinin daha hızlı olduğu belirtilmiştir. MOP uygulamasının hücre proliferasyonunun aktivasyonu ve periodontal ligament hücrelerinin apoptozisi yoluyla diş hareketini hızlandırabileceği rapor edilmiştir (106).

Alikhani ve ark. (5) Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu 20 yetişkin hastada kanin distalizasyonu sırasında diş hareketi hızını değerlendirmiştir. Bir tarafta 1,5 mm çapında 2-3 mm derinliğinde MOP uygulamasıyla birlikte distalizasyon yaparken, diğer tarafta MOP uygulaması yapılmadan distalizasyon yapmışlardır. Dört haftalık takiplerinin sonucunda MOP uygulamasının ortodontik diş hareketi hızını 2,3 kat artırmasıyla birlikte, inflamatuvar hücrelerin seviyelerinde de anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Hastaların işlem sırasında veya sonrasında önemli bir ağrı veya rahatsızlık bildirmediğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, MOP uygulamasının diş hareketini hızlandırmak ve ortodontik tedavi süresini azaltmak için etkili, konforlu ve

güvenli bir prosedür olduğunu rapor etmişlerdir (5). Mikro-osteoperforasyon uygulaması ile 20 yetişkin hasta üzerinde kanin distalizasyonunun yapıldığı benzer bir çalışmada, 28 günlük takip sonucunda ortodontik diş hareketinin 2,03 kat daha hızlı olduğu bildirilmiştir (107). Attri ve ark. (108) 60 hastada, MOP uygulamasının, maksilla ve mandibulada *en masse* retraksiyon üzerindeki etkinliğini 28 gün süreyle değerlendirmişlerdir. Birinci gruba 1,5 mm genişliğinde, 2-3 mm derinliğinde MOP yapmışlardır, ikinci grupta MOP uygulamamışlardır. Uygulamanın yapıldığı hastalarda 28 günlük takip sonunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla ortodontik diş hareketi olduğunu bildirmişlerdir. Maksilla ve mandibulada ortodontik diş hareketi miktarlarında grup içi istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını rapor etmişler ve gruplar arasında ağrı düzeylerinde bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Sınıf I ve II malokluzyona sahip, 10 yetişkin hasta üzerinde, rastgele bir bölgeye kortikotomi, diğer bölgeye MOP uygulanacak şekilde, maksillada kanin distalizasyonunun değerlendirildiği başka bir çalışmada, uygulamalardan 2 hafta sonra kuvvet uygulanmış ve 2 haftalık kontrollerle 3 ay takip yapılmıştır. Tedavi sonrası kanin premolar arası mesafenin, tedavi öncesine göre kortikotomi grubunda daha fazla olmak üzere her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Operasyonu takiben ilk hafta bazı hastalarda, özellikle kortikotomi tarafında hafif rahatsızlık yaşandığı bildirilmiştir (109).

MOP yöntemi, diğer cerrahi yaklaşımlara göre birçok avantaja sahiptir. Bunlar;

1. Rutin ortodonti mekanikleri ve tedavinin farklı aşamalarında kullanılabilir,
2. Uygulaması kolaydır,
3. Seviyeleme ve kök hareketini kolaylaştırır,
4. Kök rezorpsiyon olasılığını azaltır,
5. Alveoler kemiğin yetersiz olduğu alanlarda kemiğin remodelasyonunu uyarır,
6. Ankraj üniteleri üzerindeki stresi azaltır.

MOP uygulaması; ortodontik kuvvetlere biyolojik yanıtı en üst düzeye çıkarmak için gerektiğinde tekrarlanabilen, pratik, minimal invaziv ve güvenli bir prosedür olarak tanımlanmıştır (8).

2.4. Periodontal Değerlendirme

Periodontal dokuların sağlığı; genetik ve sistemik faktörler, psikososyal faktörler, dişlerin çapraşıklık seviyeleri, plak ve plağın mikrobiyal bileşimi olmak üzere çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (110). Araştırmalara göre plak, periodontal dokuların sağlığını olumsuz yönde etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (111, 112). Sabit ortodontik apareyler plak birikimine uygun alanlar oluşturarak ağız hijyenini sağlamayı güçleştirmektedir (113).

Periodontal dokuların sağlığı, ortodontik tedavilerin etkinliğinde önem taşımaktadır (114). Ortodontik tedavi öncesinde varolan periodontal problemler (gingivitis, periodontitis) veya ortodontik tedavi sırasında ataçmanlara bağlı (braket, bant vs.) ağız hijyeninin sağlanamaması sonucunda gelişen periodontal problemler, ortodontik diş hareketini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (114, 115). Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada, diş eti iltihabının ortodontik diş hareketini azalttığı bildirilmiştir (116). Bunun yanında ağız hijyeninin sağlanamadığı durumlarda, diş eti iltihabına bağlı diş eti büyümesi, çevre dokularda ataçman kaybı, cep derinliğinde artış ve diş eti çekilmeleri meydana gelebilmektedir (115, 117). Ortodontik tedavi sırasında, plak kontrolü sağlandığında, periodontal dokularda kalıcı bir hasar meydana gelmeyeceği belirtilmektedir (118, 119). Bu nedenle ağız hijyenine önem verilmesi zorunludur.

Sabit ortodontik tedavi sırasında periodontal problemlerin oluşmaması için önemli olan başka bir faktör de yumuşak doku kalınlığıdır. Periodonsiyumun yumuşak doku kalınlığı, dişeti kalınlığı olarak adlandırılmaktadır ve periodontal biyotip değerlendirmesinde rol alan önemli bir faktördür (120). Bazı araştırmacılar, ortodontik diş hareketi alveoler kemiğin anatomik sınırları içerisinde gerçekleştirildiğinde, diş eti kalınlığı az olsa bile, periodontal problem oluşmayacağını bildirmektedir. Ortodontik tedavi öncesinde diş eti kalınlığının değerlendirilmesi, oluşabilecek diş eti problemlerinin önlenmesi açısından önemlidir (121, 122).

Diş eti kalınlığı bukko-lingual olarak ölçülür, 1 mm' den az ise ince ve 1 mm'den fazla ise kalın olarak tanımlanır (123). Diş eti kalınlığı genelde genetik faktörlere bağlı olsa da, dişlerin konum ve morfolojisinden de etkilenmektedir (124). Bukkalde

konumlanan dişlerin bukkal diş eti ve kemik kalınlığı daha az iken, palatinal dişeti ve kemik kalınlığı daha fazladır (125).

Diş eti kalınlığını ölçmek üzere invaziv ve invaziv olmayan girişimler olmak üzere çeşitli yöntemler mevcuttur (123).

2.4.1. Diş Eti Kalınlığını Değerlendirme Yöntemleri

İnvaziv Yöntemler

Diş eti kalınlığını ölçmek üzere kullanılan invaziv yöntemler, periodontal sond (126), enjeksiyon iğnesi (127) veya endodontik kanal eğesi (128) kullanılarak gerçekleştirilir. Lokal anestezi altında dişeti doğrudan delinip kemik teması alınır. Kullanılan alet her ne olursa olsun silikon bir rehber olmalıdır. Silikon rehber ile aletin uç kısmı arası mesafe ölçülerek diş eti kalınlığı ölçülür. Uygulaması ucuz ve kolaydır. Gerçeğe yakın sonuçlar vermesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (129). Dezavantajları; invaziv olması, ölçüm sırasında doku sıkışması ve aletin tutuş açısına bağlı olarak ölçümlerin etkilenmesidir (130).

Sonraki yıllarda yapılan araştırmalarda, atravmatik bir yaklaşım olan; ancak radyasyon içermesi nedeniyle invaziv kabul edilen konik ışınlı tomografi tekniği tanıtılmıştır (130). Ueno ve ark. (131) endodontik eğe ve konik ışınlı tomografiyi ile yapılan ölçümleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, diş eti kalınlığı ölçümleri arasında korelasyon bulduklarını belirterek, konik ışınlı tomografi yönteminin etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak araştırmacılar bu yöntemi yüksek doz radyasyon uygulaması nedeniyle implant cerrahisi gibi kemiğin üç boyutlu görüntülenmesinin ve yumuşak doku kalınlığının belirlenmesinin zorunlu olduğu durumlarda kullanılmasını önermektedirler (131).

İnvaziv Olmayan Yöntemler

İnvaziv olmayan yöntemler; görsel değerlendirme (132), periodontal sondlama ile diş eti biyotipinin belirlenmesi (133) ve ultrasonik cihazlar ile diş eti kalınlığının ölçülmesi (120) şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Görsel değerlendirmede ağız içi fotoğraflar kullanılmaktadır. Basit bir yöntem olmasına karşın, klinik tecrübe gerektiren bir yöntemdir. Bu nedenle standardizasyonu zordur ve bazı araştırmacılar tarafından güvenilir bulunmamaktadır (123, 132). Periodontal sondlama yönteminde ise diş eti oluğuna yerleştirilen sondun diş eti altından ne kadar fark edilebildiği incelenmektedir. Sondun net görünmesi diş etinin ince olduğuna, az görünmesi diş etinin kalın olduğuna işaret etmektedir (134). Araştırmacılar periodontal sondlama yönteminin güvenilir ve başarılı sonuçlar verdiğini belirtmektedir (133). Ancak bazı araştırmacılar net bir sayısal değer vermediği için diş eti kalınlığını belirlemek amacıyla, diş eti biyotipinin değerlendirilmesini etkili bulmamaktadır (135).

Ultrasonik cihazlar kullanılarak gerçekleştirilen diş eti kalınlığı ölçümü güvenilir ve ağrısız bir yöntemdir (136). Diş eti yüzeyinden gönderilen, 1540 m/s hızındaki ultrasonik iletilerin, kemik üzerinden geri yansıması sırasında geçen sürenin hızla çarpılması ile aradaki mesafe hesaplanır (137). Gönderilen ultrasonik iletinin geri yansıması *pulse-echo* terimiyle ifade edilmektedir (138).

Ultrasonik cihazlar kullanılarak yapılan diş eti kalınlığı ölçümlerinin endodontik kanal eğesiyle yapılan dişeti kalınlığı ölçümlerine göre daha güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu belirtilmektedir (136). Bednarz ve Zielinska (128) invaziv yöntemlerde aletin yanlış açıda tutulmasının sonuçları etkileyebileceği gibi dezavantajların göz önünde bulundurulduğunda, ultrasonik cihazlar ile yapılan ölçümlerin daha kesin olduğunu bildirmektedir. Slak ve ark. (139), diş eti dokularına ve alveolar kemiğe benzer fantom model üzerinde ultrasonik cihazlarla elde ettikleri ölçümleri, endodontik kanal eğesi ve diş eti dokusundan kesit olarak akustik tarama mikroskobu ile yaptıkları ölçümlerle karşılaştırmışlardır. Ultrasonik cihazlarla yapılan diş eti kalınlığı ölçümlerinin diğer ölçümlerle eşdeğer olduğu ve tekrarlanabilirliğinin ise endodontik kanal eğesiyle yapılan ölçümlere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (139).

2.5. Dijital Model Değerlendirmeleri

Ortodontik modeller; ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında kullanılan en önemli kayıt araçlarındandır. Ortodontik alçı modeller; kolay elde edilebilmeleri, ucuz olmaları, oğaltılabilmeleri ve üç boyutlu değerlendirmeye olanak sağlamaları gibi

avantajlara sahiptir. Bu nedenle teşhis ve tedavi planlamasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanında; kırılma, çatlama, hasar görme gibi risklerinin olması ve arşivlemek için fiziki bir alana ihtiyaç duyulması gibi dezavantajlara sahiptir (140). Bu dezavantajları elimine etmek ve ortodontik modelleri dijital ortama aktarmak için birçok çalışma yapılmıştır.

Günümüzde arşivleme ve veri paylaşım kolaylığı, üç boyutlu doğru teşhis ve planlamaya olanak sağlaması, dental analizlerin yazılımlar aracılığıyla kolaylıkla yapılması gibi avantajlarından dolayı birçok ortodontist tarafından dijital modeller tercih edilmektedir (141). Dijital modeller; alçı modellerin veya ölçülerin model tarayıcılarla taranması, konik ışınli bilgisiyarlı tomografi (KIBT) verileri, alçı modellerin ya da ölçülerin KIBT ile taranması ya da diş arkının direkt olarak ağız içi tarama cihazları ile kaydedilmesi yoluyla elde edilebilmektedir (141-143). Dijital modellerin güvenilirliklerini test etmek adına birçok araştırma yapılmış ve araştırmaların sonucunda dijital modellerin alçı modeller kadar güvenilir olduğu, diş arki ölçümlerinin doğruluğunun ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir (144-147).

Ortodontik tedavi süresini; hasta kooperasyonu, periodonsiyumun sağlığı, teşhis ve tedavi planlamasının doğru yapılması gibi birçok faktör etkilemektedir. Tedavi süresi hem ortodontist hem de hasta için oldukça önemlidir. Uzun süren tedavilerde hasta kooperasyonu bozulabilmekte, bunun yanında diş çürüğü, periodontal problemler ve kök rezorpsiyonu gibi risklerin ortaya çıkma olasılığını arttırmaktadır. Bu nedenle ortodontik diş hareketini hızlandırma yöntemleri oldukça ilgi görmektedir.

Literatürde, MOP uygulamaları ile köpek dişinde distalizasyon hareketinin hızlandığını belirten çalışmalar mevcuttur (5, 107-109); ancak seviyeleme aşamasında etkinliğini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır.

Ortodontik tedavi süresi birçok dış faktörden etkilenebilmektedir. Hastanın randevularına düzenli gelmemesi, braket kırması, lastik kullanmaması örnek olarak verilebilir. Yeni bir uygulamanın değerlendirilmesi için bu dış faktörlerden daha az etkilenen bir model kullanılmalıdır. Bu nedenle bu çalışmada hasta kooperasyonuna bağlı faktörlerin en aza indirildiği, mandibular çapraşık dişlerin seviyelenmesinin Little çapraşıklık indeksi ile değerlendirildiği ve literatürde sıklıkla kullanılan bir tedavi modeli kullanılmıştır (148-152). Ortodontik diş hareketini hızlandırma

yöntemini değerlendiren bazı çalışmalarda da alt ark apraşıklığının seviyelenmesi değerlendirilmiştir (150-153).

Bu alışma kapsamında, seviyeleme aşamasında yapılan mikro-osteoperforasyonun tedavi suresine, diş arkı boyutuna, ağrı algısına ve periodontal parametrelere etkisi değerlendirilmiştir. Yöntemin hastalar tarafından kabul edilebilirliğini değerlendirmek amacıyla anket uygulanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, seviyeleme aşamasında gerçekleştirilen mikro-osteoperforasyon uygulamasının seviyeleme hızına etkisinin değerlendirilmesidir.

Bu bilgiler doğrultusunda “Mikro-osteoperforasyon uygulamasının ortodontik diş hareketi hızına etkisi yoktur” sıfır hipotezi test edilecektir.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışma protokolü, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 18.05.2016 tarihli (no: 94) ve T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'nun 09.09.2016 tarihli (evrak no: 228418) kararı ile onaylanmıştır(Ek 1 ve Ek 2).

3.1.1. Hasta Sayısının Belirlenmesi

Mehr'in (154) çalışması referans alınarak, G*Power 3.1 (Franz Faul, Universität Kiel, Almanya) yazılım programı kullanılarak bağımlı örneklem t testi sonucuna göre, $d=1,05$ etki genişliğinde ve $\alpha=0,05$ anlamlılık seviyesinde 24 hastadan oluşan örneklem sayısının %80 güç oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan çıkarılma oranının %15 olduğu varsayılarak her iki gruba 14 hasta olmak üzere toplam 28 hastanın çalışmaya dahil edilmesi uygun görülmüştür.

3.1.2. Hastaların Seçim Kriterleri

Çalışma kapsamına tedavi edilecek hastaların seçiminde aşağıdaki dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri göz önünde bulunduruldu:

Dahil Edilme Kriterleri:

- Tüm daimi dişlerinin sürmüş olması (3. molarlar hariç)
- Alt arkta Little çapraşıklık indeksine göre 5 mm'den fazla çapraşıklık bulunması (154)
- Gingival ve periodontal indekslerin 1'den az olması
- Ağız hijyeninin iyi olması
- Hasta ve/veya velisinin çalışmaya katılmaya gönüllü olması

Hariç Tutulma Kriterleri:

- Konjenital eksik ya da çekilmiş diş olması
- Şiddetli iskeletsel maloklüzyon varlığı
- Sistemik hastalık olması
- Periodontal hastalık varlığı
- Radyografik olarak kemik kaybının belirlenmesi
- Gingival cep derinliğinin 4 mm'den fazla olması
- Daha önce ortodontik tedavi görmüş olması

3.1.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi isteği ile başvuran ve çalışma kriterlerine uygun görülen hastalar araştırma amacı ve yöntemi hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden hasta ve ebeveynlerinden yazılı aydınlatılmış onam alındı. Yaşları 12-27 arasında değişen, Little çapraşıklık indeksine göre 5 mm' den fazla çapraşıklığı olan, 12 erkek ve 16 kız toplam 28 hasta çalışmaya dahil edildi. Çalışma grupları, MOP uygulanan (MOP+) grupta 14 hasta (4 erkek, 10 kız), MOP uygulanmayan (MOP-) grupta 14 hasta (8 erkek, 6 kız) olacak şekilde oluşturuldu.

Hastaların gruplara göre cinsiyet, yaş dağılımı ve başlangıç Little çapraşıklık indeksi verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Gruplara göre cinsiyet dağılımı, ortalama yaş ve çapraşıklık miktarları.

GRUP	MOP+		MOP-		TOPLAM		p
	n	%	n	%	n	%	
kız	10	71,4	6	42,9	16	57,10	0,252
erkek	4	28,6	8	57,1	12	42,90	
toplam	14	100	14	100	28	100	
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	p
çapraşıklık	9,99	2,63	8,87	1,50	9,42	2,17	0,179
yaş (yıl)	17,21	3,76	15,29	1,77	16,25	3,05	0,095

n: birey sayısı \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

3.2. Yöntem

3.2.1 Ağız Hijyeni Eğitimi

Tüm hastalara, tedavi öncesi ve braketlerin uygulandığı seansta ağız hijyen prosedürleri görsel olarak videolarla, uygulamalı olarak model üzerinde anlatıldı. Dişlerini günde en az 3 kez fırçalamaları, sonrasında ara yüz fırçası kullanmaları, çürüğe neden olacak besinlere dikkat etmeleri ve asitli içeceklerden kaçınmaları gerektiği anlatıldı. Çalışmaya dahil edilen bireylerin tedaviye başlamadan önce periodontal durumları, periodontal ölçümler yardımıyla değerlendirildi. Bu ölçümler, gingival indeks (Gİ), plak indeksi (Pİ), sondlamada kanama (SK) ve cep derinliği (CD) ölçümlerini içermektedir. Değerlendirmeler sonucunda tedavi başında hastaların periodontal olarak sağlıklı olduğu ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü (Tablo 2). Çalışmaya dahil edilen bireylerin ağız hijyenleri her seansta kontrol edildi ve gerekli telkinler yapıldı.

Tablo 2: Hastaların gruplara göre başlangıç periodontal değerleri.

GRUP	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		P
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
Gİ	0,34	0,10	0,41	0,14	0,134
Pİ	0,07	0,05	0,07	0,04	0,944
SK	7,78	3,75	10,97	6,57	0,127
CD	1,86	0,12	1,89	0,12	0,503

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

3.2.2 Tedavi Başlangıç Kayıtlarının Alınması

Çalışmaya dahil edilen bireylerden tedavi öncesi rutin ortodontik kayıt olarak alçı model, ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar, panoromik ve lateral sefalometrik radyografiler alınarak dahil edilme kriterlerine göre değerlendirilmeler yapıldı.

3.2.3 Ortodontik Tedavi Başlangıç Safhası

Çalışmamızda yer alan her bireyde tedaviye başlamadan hemen önce (T0) ve seviyeleme aşamasından sonra (T1) klinik periodontal parametrelerin ölçümü periodontal sond ile yapıldı. Diş eti kalınlığı ölçümleri, ultrasonik bir cihaz ile (Pirop® Ultrasonic Biometer A- Scan, Echo-Son, Krancowa, Polanya) gerçekleştirildi.

Seviyeleme aşaması tamamlanana kadar diş arkındaki değişimleri değerlendirmek amacıyla alt çeneden her seans ölçü alındı ve alçı modeller elde edildi. Sonrasında alçı modellerden, 3 boyutlu tarama cihazı kullanılarak (3Shape R700™ Scanner, Kopenhag, Danimarka) dijital modeller oluşturuldu.

3.2.4. Braketleme, Seviyeleme ve MOP Uygulaması

Çalışmamızda her iki gruptaki bireylerde 0,022x0,028 inç slota sahip MBT sistem braketler (Mini Master Series® 2, American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) kullanılarak braketleme işlemi yapıldı.

Braketleme işlemine başlamadan önce dişler, diş etine zarar vermeden lastik ve pomza yardımı ile temizlendi. İzolasyon sağlandıktan sonra her bir dişin mine yüzeyine 15 saniye süre ile % 37'lik fosforik asit (Etch Royale®, Pulpdent, Watertown, MA, ABD) uygulandı. Asit bol su ile yıkandı ve diş yüzeylerinden uzaklaştırıldı. Mine yüzeyi hava-su spreyi yardımıyla donuk ve mat, tebeşirimsi beyaz görüntü oluşana kadar kurutuldu. Transbond XT® primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) mine yüzeylerine ince bir tabaka halinde sürüldü ve 1-2 sn hafifçe hava sıkılarak inceltildi. Işıkla sertleşen kompozit yapıştırıcı Transbond XT® (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak braketler diş yüzeylerinde ideal konumlarına yerleştirildi (Resim 1). Braketler yerleştirildikten sonra, 420-480 nm dalga boyunda mavi ışık üreten LED-G (Guilin Woodpecker® Medical Instrument, Guangxi, Çin) ışık cihazı ile mezial ve distal yönden onar saniye süre ile ışık uygulandı.



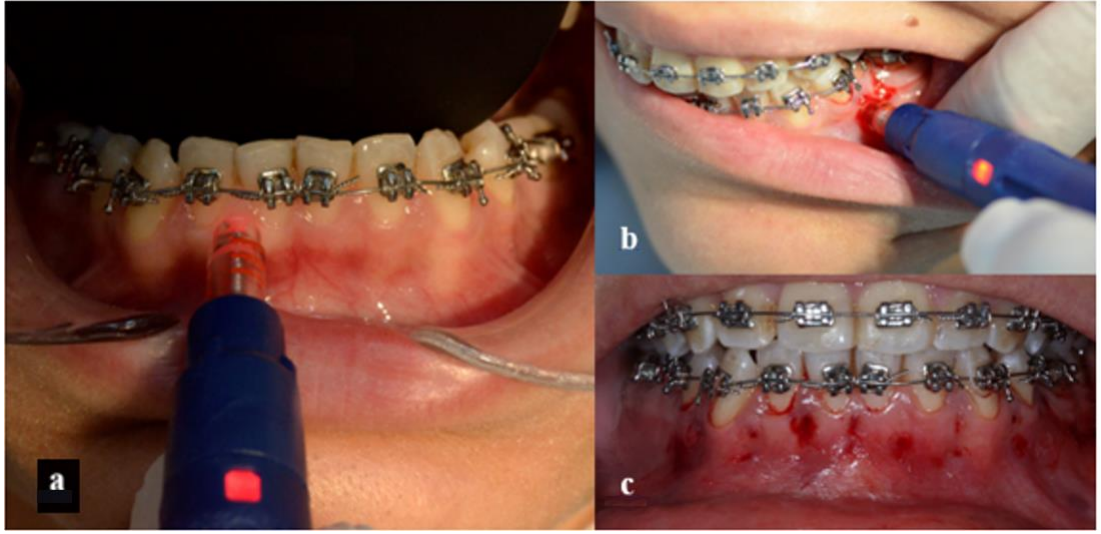
Resim 1: Braketleme işlemi a) Asit uygulaması b) Mat görüntünün elde edilmesi c) Primer uygulanması d-e) Braketin yerleştirilmesi.

Braketleme işleminden sonra ve MOP uygulanmadan önce hastaların ağızını klorheksidin gargara ile her biri 1 dakika sürecek şekilde iki kez çalkalamaları istendi. MOP uygulaması, ilk seansta üreticinin talimatlarına uygun olarak diş hareketinin istendiği çapraşıklık bölgelerinde, lokal anestezi altında Propel® (Ossining, NY, ABD) isimli driver (Resim 2) ile yapıldı.

Propel®, mikro-osteoperforasyon yapmak için özel olarak üretilmiş tek kullanımlık bir cihazdır. Cihaz, 1,5 mm kalınlığında perforasyon ucu içermektedir. Üzerinde 3, 5 ve 7 mm'lik derinlik ayarı bulunmaktadır ve istenilen derinliğe ulaşıldığında LED derinlik belirteci uyarı vermektedir. Cihaz steril ambalajından çıkartıldı ve istenen derinlik ayarlandıktan sonra nazikçe diş etine yerleştirildikten sonra hafif bir basınçla saat yönünde çevrildi. İstenilen derinliğe ulaşıldığında LED belirtecinin yanması ile birlikte saat yönünün tersine çevrilerek çıkartıldı. Mikro-osteoperforasyonlar keratinize diş etinde doğrudan ve atravmatik olarak, iki ya da üç noktadan, kanin kanin arası 3 mm, kanin molar arası 5mm, ve arka bölgede 7 mm derinliğinde ve alveolar kemiğinde 1,5 mm çapında olacak şekilde yapıldı (Resim 3) (155).



Resim 2: Propel ortodontik drive.



Resim 3: a) Anterior bölgede MOP uygulanması, b) Posterior bölgede MOP uygulaması c) MOP uygulaması sonrası ağız içi cephe görüntüsü.

Geleneksel sabit ortodontik braket kullanılan her gruptaki hastalarda 0,014 inç nikel titanyum (Ni-Ti, American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) ark teli ile seviyelemeye başlandı. Tüm hastalar ayda bir kontrollere çağrıldı ve seviyeleme aşaması tamamlanana kadar her seans ölçü alımp alçı model oluşturuldu. Seviyelenme durumuna göre sırasıyla 0,014 inç, 0,016 inç, 0,016x0,022 inç ve son olarak 0,019x0,025 inç Ni-Ti (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) teller kullanıldı. Her iki grupta da ark telleri slotlara prefabrike çelik tel ligatürler ile

bağlandı.

Mikro-osteoperforasyon uygulamasının klinik etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla tedavi başında ve seviyelenme tamamlandıktan sonra her iki grupta da aşağıda değişkenler değerlendirilmiştir:

- Sefalometrik ölçümler
- Periodontal ölçümler
- Çapraşıklık miktarı ve diş arkı genişlikleri
- Seviyelenme süresi
- Ağrı değerleri ve hasta memnuniyeti

3.2.5. Sert ve Yumuşak Doku Değişikliklerinin Değerlendirilmesi

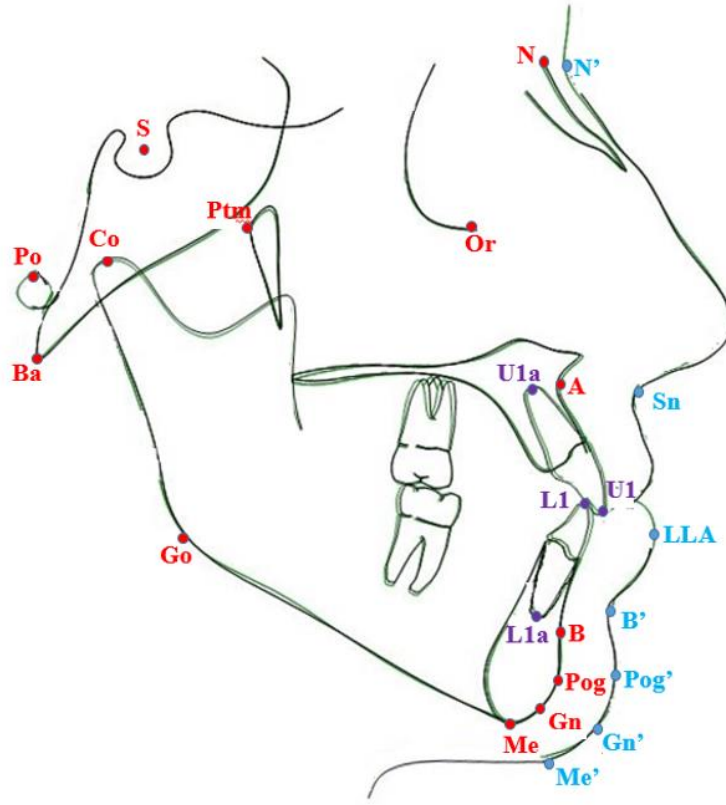
Tedavi başında ve seviyelenme sonrasında alınan lateral sefalometrik filmler üzerinde açısal ve doğrusal ölçümler yapıldı.

Lateral Sefalometrik Radyografi

Çalışmada kullanılan lateral sefalometrik radyografiler, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Ana Bilim Dalı'nda bulunan sefalometrik röntgen cihazı (Orthopantomograph, OP300, Scanora/Instrumentarium, Tuusula, Finland) ile çekildi. Lateral sefalometrik radyografiler; doğal baş pozisyonunda, dişler sentrik oklüzyonda ve dudaklar istirahat pozisyonunda iken elde edildi. Sefalometrik analiz yapmak amacıyla 24 adet nokta belirlendi ve 9 sefalometrik düzlem oluşturuldu. Dolphin Imaging yazılımı (versiyon 11,8, Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, ABD) kullanılarak 4 iskeletsel, 6 dişsel ve 3 yumuşak doku olmak üzere toplam 13 adet ölçüm yapıldı.

Çalışmada Değerlendirilen Sefalometrik Noktalar

Sefalometrik analiz için kullanılacak noktalar iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku noktaları olmak üzere 3 grupta toplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Lateral sefalometrik radyografilerde kullanılan iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku noktaları.

İskeletsel Noktalar

- 1) Porion (Po): Kemik dış kulak yolunun üst kenarının orta noktasıdır.
- 2) Orbitale (Or): Göz çukuru alt kenarının en derin noktasıdır.
- 3) Pterygoid nokta (Ptm): Pterygomaksiller fissürün en üst en arka noktasıdır.
- 4) Sella (S): Sella Turcica'nın orta noktasıdır.
- 5) Nasion (N): Frontonasal suturun ortaoksal düzlemle kesiştiği orta noktadır.
- 6) Basion (Ba): Foramen oksipitale magnumun ön kenarının en ön noktasıdır.
- 7) Condylion (Co): Mandibular kondilin en tepe noktasıdır.
- 8) A noktası (A): Maksillada spina nasalis anterior ve Prosthion arasında kalan alveolar çıkıntının orta konturu üzerindeki en derin noktadır.

9) B noktası (B): Mandibulada infradentale ve Pogonion arasında kalan alveolar kontur üzerindeki en derin noktadır.

10) Gonion (Go): Mandibular ramusun arka kenarına çizilen teğet ile mandibulanın alt kenarına çizilen teğetin oluşturduğu açının açısı ortayının mandibula üzerindeki izdüşüm noktasıdır.

11) Pogonion (Pog): Mandibular simfizisin dış konturu üzerinde yer alan en ileri noktadır.

12) Gnathion (Gn): Mandibular simfizisin en ön ve en alt noktaları arasında kalan orta noktadır.

13) Menton (Me): Mandibular simfizisin dış sınırının en alt noktasıdır.

Dişsel Noktalar

1) Üst 1 kesici kenar noktası (U1): En önde konumlanan maksiller santral kesici dişin kesici uç noktasıdır.

2) Üst 1 kök ucu noktası (U1a): En önde konumlanan maksiller santral kesici dişin kök ucu noktasıdır.

3) Alt 1 kesici kenar noktası (L1): En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin kesici uç noktasıdır.

4) Alt 1 kök ucu kenar noktası (L1a): En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin kök ucu noktasıdır.

Yumuşak Doku Noktaları

1) Subnasale (Sn): Kolumellanın üst dudak ile birleştiği noktadır.

2) Alt dudak anterior (LLA): Alt dudağın en ön noktasıdır.

3) Yumuşak doku Pogonion (Pog'): Yumuşak doku çene ucunun en ön noktasıdır.

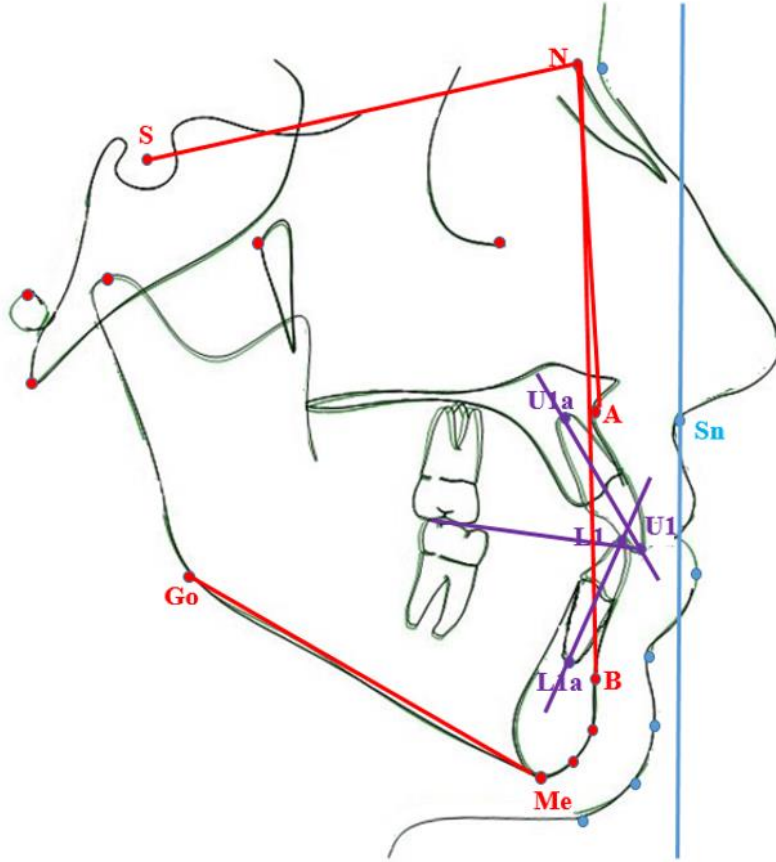
4) Yumuşak doku Gnathion (Gn'): Anatomik Gnathion noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.

5) Yumuşak doku Menton (Me'): Anatomik Menton noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.

6) Yumuşak doku B noktası (B'): Yumuşak doku çene ucu ile alt dudak noktası arasında kalan en derin noktadır.

7) Yumuşak doku Nasion (N'): Anatomik Nasion noktasının yumuşak doku iz düşümüdür.

Çalışmada Değerlendirilen Sefalometrik Düzlemler (Şekil 2)

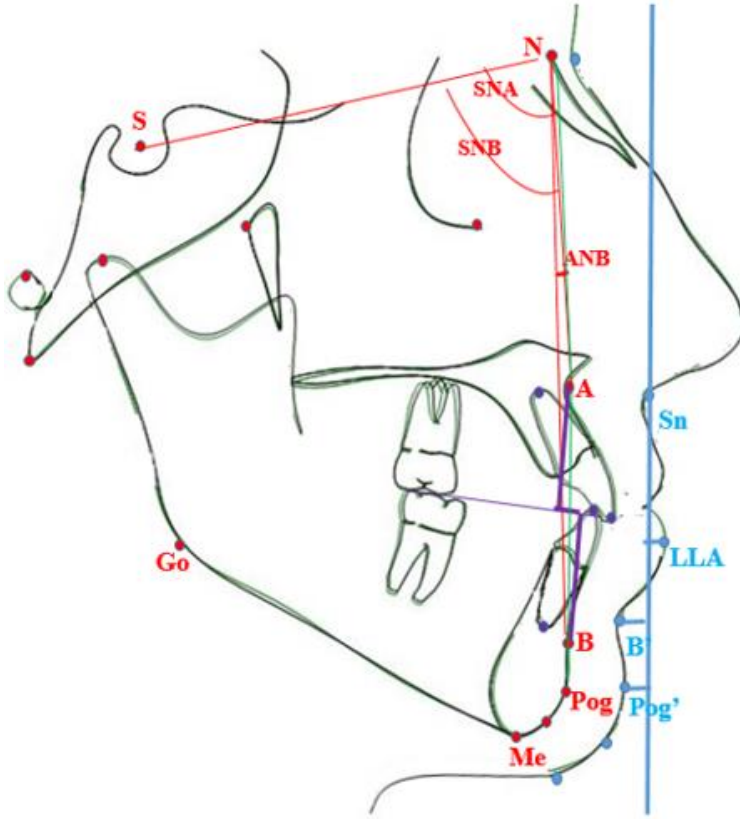


Şekil 2: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen sefalometrik düzlemler

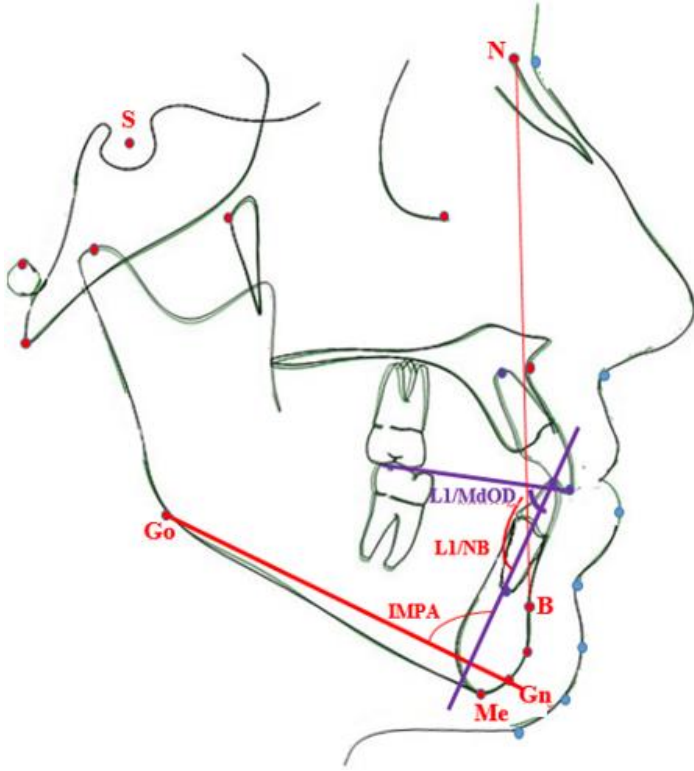
- 1) Ön kafa kaidesi düzlemi (SN): Sella ve Nasion noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 2) Oklüzal düzlem (OD): U1 ve L1 noktalarının orta noktası ile U6 ve L6 noktalarının orta noktasını birleştiren düzlemdir.
- 3) Mandibular oklüzal düzlem (Md6-OD): Alt 1. molar dişin mesial tüberkülünden alt keser dişin insizal kenarına uzanan doğrudur.
- 4) Mandibular düzlem (MD): Menton ve Gonion noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 5) Gerçek dikey çizgi (GDC): Doğal baş pozisyonunda sefalometrik film üzerinde subnazal noktadan geçen dikey çizgidir.
- 6) Üst keser aksı (U1-P): Üst keser dişin kesici ucu ile kök ucu noktalarından geçen ve üst keser dişin uzun eksenini belirten düzlemdir.

- 7) Alt keser aksı (L1-P): Alt keser dişin kesici ucu ile kök ucu noktalarından geçen ve alt keser dişin uzun eksenini belirten düzlemdir.
- 8) N-A: Nasion ve A noktalarını birleştiren düzlemdir.
- 9) N-B: Nasion ve B noktalarını birleştiren düzlemdir.

Çalışmada Değerlendirilen Sefalometrik Ölçümler (Şekil 3, Şekil 4)



Şekil 3: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen iskeletsel ve yumuşak doku ölçümleri.



Şekil 4: Lateral sefalometrik radyografilerde değerlendirilen dişsel ölçümler.

İskeletsel Ölçümler

Maksillaya Ait İskeletsel Ölçümler

1) SNA açısı: S-N ile N-A doğruları arasında kalan açıdır. Maksiller apikal kaidenin kranyuma göre sagittal yönde konumunu belirler.

Mandibulaya Ait İskeletsel Ölçümler

1) SNB açısı: S-N ile N-B doğruları arasında kalan açıdır. Mandibular apikal kaidenin kranyuma göre sagittal yönde konumunu belirler.

Maksillo-Mandibular İlişkilere Ait Ölçümler

1) ANB açısı: N-A ile N-B doğruları arasında kalan açıdır. Çenelerin birbirlerine göre sagittal yönde konumunu belirler.

2) Witts değeri: A noktasının oklüzal düzlem üzerindeki iz düşümü ile B noktasının oklüzal düzlem üzerindeki iz düşümü arasındaki mesafedir.

Dişsel Ölçümler

- 1) IMPA açısı: En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin uzun eksenini ile GoGn doğrusu arasında kalan açıdır.
- 2) L1/NB açısı: En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin uzun eksenini ile NB doğrusu arasında kalan açıdır.
- 3) L1-NB mesafesi: En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin kesici uç noktasının NB doğrusuna olan dik mesafesidir.
- 4) L1-MdOD: En önde konumlanan mandibular santral kesici dişin uzun aksının mandibular oklüzal düzlemlerle yaptığı açıdır.
- 5) Overjet: Oklüzal düzlem üzerinde alt ve üst kesici dişlerin kesici kenarları arasında sagittal yöndeki mesafedir.
- 6) Overbite: Üst ve alt kesici dişlerin kesici kenarları arasındaki dik yöndeki kapanış miktarıdır.

Yumuşak Doku Ölçümleri

- 1) Alt dudak-GDÇ mesafesi: Li noktasının GDÇ'ye olan uzaklığıdır.
- 2) Yumuşak doku B noktası-GDÇ mesafesi: B' noktasının GDÇ'ye olan uzaklığıdır.
- 3) Yumuşak doku pogonion noktası- GDÇ mesafesi: Pog' noktasının GDÇ'ye olan uzaklığıdır.

3.2.6. Periodontal Dokuların Değerlendirilmesi

Çalışmada yer alan tüm hastalarda braket yerleştirmeden hemen önce (T0), ve seviyeleme işlemi tamamlandıktan sonra (T1) olmak üzere gingivalindeki (Gİ), plak indeksi (Pİ), cep derinliği (CD), sondlamada kanama (SK) ve diş eti kalınlığı ölçümünü (DEK) içeren klinik periodontal parametreler ölçüldü.

Çalışmada standardizasyon sağlamak amacıyla periodontal ölçümler tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Sondlama, çapı 0,5 mm olan ve üzerinde ölçümü kolaylaştırmak adına 1-2-3-5-7-8-9-10 mm'de rehber çizgiler bulunan Williams periodontal sondu (Hu Friedy®, Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı (Resim 5). Elde edilen ölçümler her hastaya ait klinik formlara kaydedildi (EK 3).



Resim 4: Williams periodontal sondu.

Gingival İndeksi (Gİ)

Diş eti inflamasyonunu değerlendirmek için kullanılır. Her bir dişin vestibül, palatinal, mesial ve distal yüzeylerinden periodontal sondun diş eti oluşunun yumuşak doku duvarı boyunca gezdirilmesiyle belirlendi. Elde edilen değerlerin toplanıp dörde bölünmesiyle her bir dişe ait Gİ skoru tespit edildi. Elde edilen bu ölçümler toplanıp, ölçüm yapılan toplam diş sayısına (14) bölünerek her hastaya ait ortalama Gİ skoru kaydedildi (156). Skorlama şu şekilde yapıldı:

0: Sağlıklı diş eti.

1: Hafif enflamasyon, hafif renk değişikliği ve ödem var ama sondalama işleminde kanama yok.

2: Orta dereceli enflamasyon, ödem, kızarıklık ve parlaklık, sondalamada kanama var.

3: Şiddetli enflamasyon ve kızarıklık, ödem, ülserasyon ve spontan kanamaya eğilim var.

Plak indeksi (Pİ)

Plak indeksi ile doğrudan marjinal dişeti kenarı ile temasta olan bakteri plağı ve plak kalınlığı değerlendirilmektedir. Plak varlığı dişlerin 4 yüzeyinden (mesial, distal, vestibül, palatinal) değerlendirildi. Değerlerin ortalaması alınarak her bir dişe ait Pİ skoru saptandı. Daha sonra hesaplanan tüm değerler toplanıp ölçülen toplam diş sayısına (14) bölündü ve her hastaya ait ortalama Pİ skoru kaydedildi (157).

Skorlama şu şekilde yapıldı:

0: Diş yüzeyinin diş etine komşu kısmında hiç bakteri plağı yoktur.

1: Diş yüzeyinde bakteri plağı bulunmamakta; fakat sondun ucunda bakteri plağı izlenmektedir.

- 2: Diş eti bölgesi ince ve orta düzeyde bakteri plağı ile kaplıdır.
- 3: Diş eti oluşunu ve dişler arası bölgeyi dolduracak kadar fazla miktarda yumuşak birikinti vardır.

Sondlamada Kanama Varlığı (SK)

Sondlamada kanama varlığı dişlerin 4 yüzeyinden (mezial, distal, vestibül, palatinal) değerlendirildi. Periodontal sond, diş eti oluşu içerisinde dikkatlice gezdirildi, kanama varlığına göre negatif“-” ya da pozitif“+” olacak şekilde skorlama yapıldı. İncelenen yüzeylerde pozitif “+” skorlama alan bölgelerin sayısı toplam incelenen bölge sayısına oranlanarak, ortalama SK değeri yüzde olarak hesaplandı (158).

Cep Derinliği (CD)

Periodontal sond ile diş eti kenarı sulkus/ cep tabanı arası mesafe, dişlerin 6 yüzeyinde (meziobukkal, midbukkal, distobukkal, meziolingual, midlingual, distolingual) ölçüldü. Her bir dişe ait ölçümler toplanıp altıya bölündü ve dişlerde ölçülen CD miktarı milimetre cinsinden hesaplandı. Daha sonra hesaplanan değerler toplandı ve toplam diş sayısına (14) bölündü. Her hastaya ait ortalama CD miktarı kaydedildi (159).

Diş Eti Kalınlığı (DEK)

Diş eti kalınlığı, dişin orta yüzünün hizasında, dişe dik olacak şekilde, keratinize diş eti genişliğinin tam ortasından olmak üzere ultrasonik ölçüm cihazı (Pirop® Ultrasonic Biyometre, A- Scan, Echo-Son, Krancowa, Polonya) kullanılarak ölçüldü (120) (Resim 5).

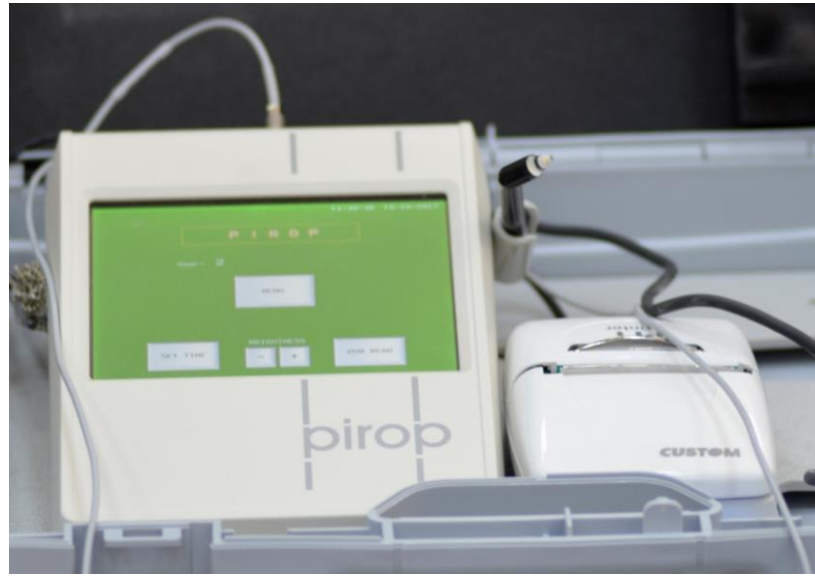
Pirop® Biyometre Cihazının Özellikleri:

1. Cihaz 0,25 ila 6 mm aralığında ölçüm yapmaktadır.
2. 0,01 mm' ye kadar hassasiyet göstermektedir.
3. 20 MHz frekansında A-tarama ucu içermektedir (128).
4. Uygulama bölgesine 10 ultrasonik dalga göndermekte ve ultrasonik dalgaların sert

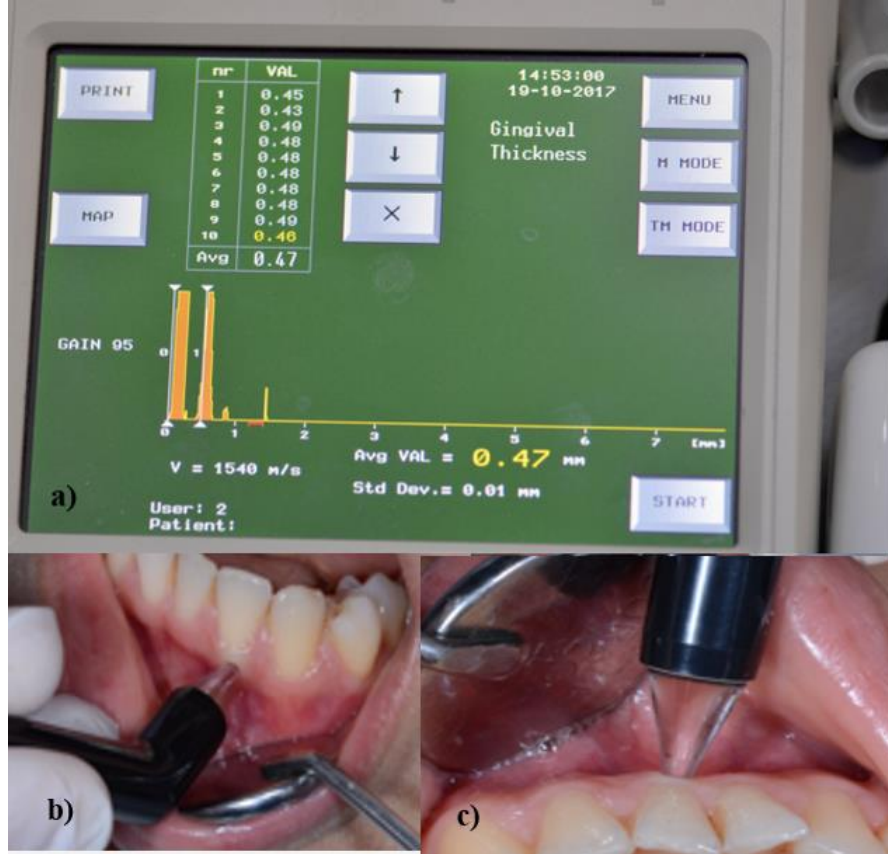
dokudan yansıması sonucu kat edilen mesafenin otomatik olarak mm cinsinden hesaplanması ile 10 adet diş eti kalınlığı ölçümü vermesi prensibiyle çalışmaktadır.

5. Otomatik olarak 10 ölçümden ortalama değer çıkarmakta ve standart sapmasıyla birlikte 5,7 inç boyutundaki LCD dokunmatik ekrana sonuçları yansıtmaktadır.

Cihazın tutma kısmı ile ucu arasındaki 45 derecelik açı sayesinde, 1,7 mm çapındaki konik uç kısmı dişe dik olarak, yumuşak dokulara baskı yapmadan, mukoza dış yüzeyine uygulanarak ölçüm gerçekleştirildi. Elde edilen 10 otomatik ortalama değerın standart sapmasınının 0,05 mm' yi aştığı ekranda görülürse, diş eti kalınlığı ölçümü tekrarlandı (Resim 6).



Resim 5: Pirop® Ultrasonic Biyometre, A- Scan, Echo-Son, Krancowa, Polonya.



Resim 6: a) Ultrasonik ölçüm cihazı ekranı b) Ultrasonik ölçüm cihazının konik uçlu başlığı c) Diş eti kalınlığı ölçümü.

3.2.6. Dijital Model Değerlendirilmesi

Çalışmamızda hastalara mevcut duruma göre randevularda sırasıyla 0,014 inç, 0,016 inç, 0,016x 0,022 inç ve son olarak 0,019x00,25 inç nikel titanyum (Ni-Ti, American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) teller bağlandı. Her seans mevcut durumu kayıt altına almak amacıyla 0,019x00,25 inç Ni-Ti telin takıldığı seansa kadar; T0 (başlangıç, n=28), T1 (ikinci seans, n=28), T2 (üçüncü seans, n= 28), T3 (dördüncü seans, n=28), T4 (beşinci seans, n= 28), T5 (altıncı seans, n (MOP+)= 7, n (MOP-)= 9) olmak üzere hastalardan alçı model elde edildi. Her iki grupta da hastaların bir kısmında 0,019x00,25 inç Ni-Ti tel daha erken takıldığı için T5’de daha az sayıda model elde edildi.

Alçı modeller, tarama cihazı (3Shape R700™ Scanner, Kopenhag, Danimarka) kullanılarak dijital modellere dönüştürüldü. Dijital modeller üzerinde yazılım programı (OrthoAnalyzer™ ,Kopenhag, Danimarka) ile dişsel ölçümler yapıldı.

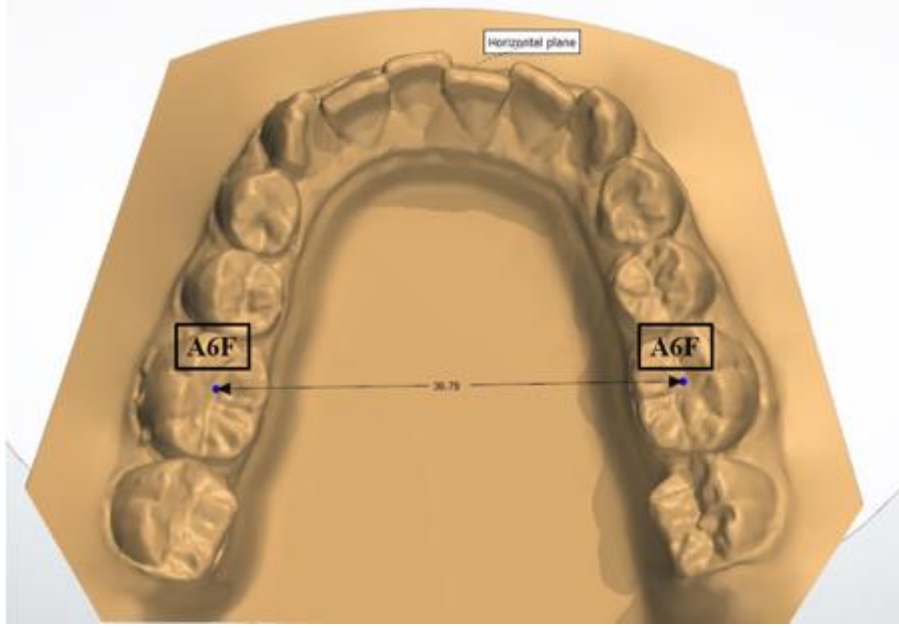
Diş arklarındaki değişimleri analiz etmek amacıyla; intermolar mesafe, interkanin mesafe, ark uzunluğu, ark derinliği ve Little çapraşıklık indeksi ölçümleri horizontal düzlemde yapıldı.

Model Analizinde Kullanılan Noktalar

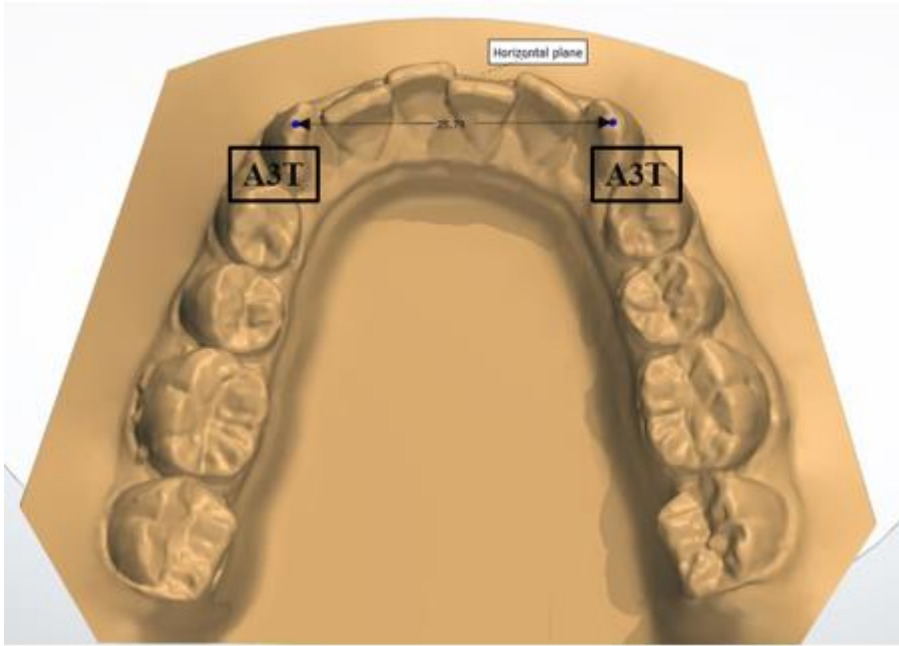
- 1) A6F (sağ ve sol): Alt molar dişlerin merkez fossaları (Resim 7)
- 2) A3T (sağ ve sol): Alt kanin dişlerin tüberkül tepeleri (Resim 8)
- 3) A6MKN (sağ ve sol): Alt molar dişlerin mezial kontakt noktaları (Resim 9-10)
- 4) A1-1KN: Alt santral kesici dişlerin kontakt noktaları kesişimi (Resim 9-10)
- 5) A1MKN, A2MKN, A3MKN: Alt santral, lateral ve kanin dişin mezial kontakt noktaları (Resim 11)
- 6) A1DKN, A2DKN: Alt santral ve lateral dişin distal anatomik noktaları (Resim11)

Model Analizinde Yapılan Ölçümler

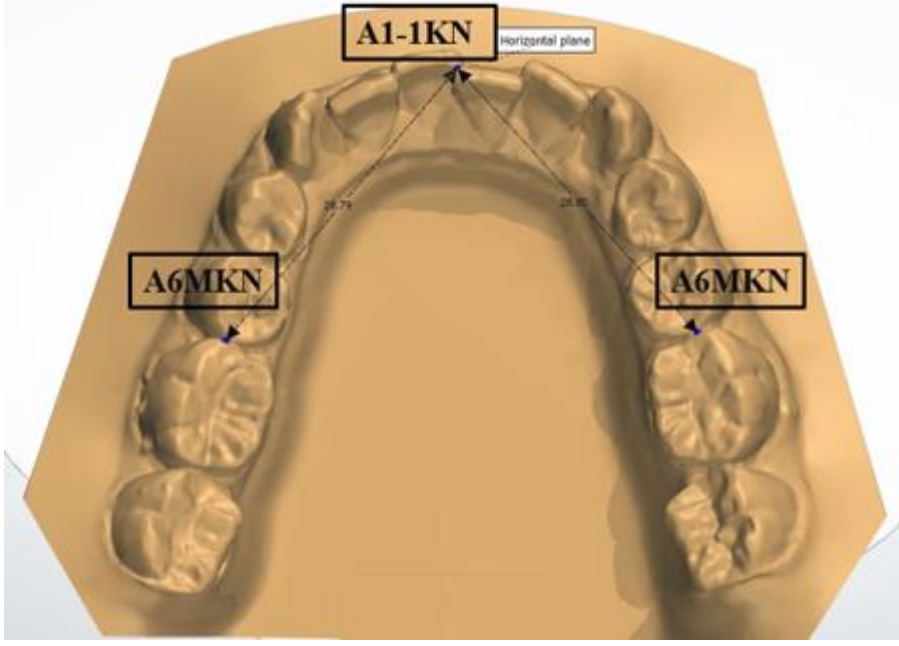
- 1) İntermolar mesafe: Sağ ve sol A6F arasındaki uzaklık (Resim 7)
- 2) İnterkanin mesafe: Sağ ve sol A3T arasındaki uzaklık (Resim 8)
- 3) Alt ark uzunluğu: Alt keserlerin kontakt noktaları kesişimiyle (A1-1KN), sağ ve sol alt molarların mesial kontakt noktaları (A6MKN) arası mesafenin toplamı (Resim 9)
- 4) Alt ark derinliği: Alt keserlerin kontakt noktaları kesişimiyle (A1-1KN), sağ ve sol alt molarların mezial kontakt noktalarını (A6MKN) birbirine bağlayan çizgi arasındaki mesafe (Resim 10)
- 5) Little çapraşıklık indeksi: Kanin dişin mezialinden (A3MKN), diğer taraftaki kaninin mezialine (A3MKN) kadar mandibular ön bölgedeki dişlerin, kendi anatomik kontak noktaları ile komşu anatomik kontak noktaları (A1MKN, A2MKN, A1DKN, A2DKN) arasında kalan mesafenin horizontal düzlemde ölçülmesi ve beş ölçüm değerinin toplanması ile elde edilir (160) (Resim 11)



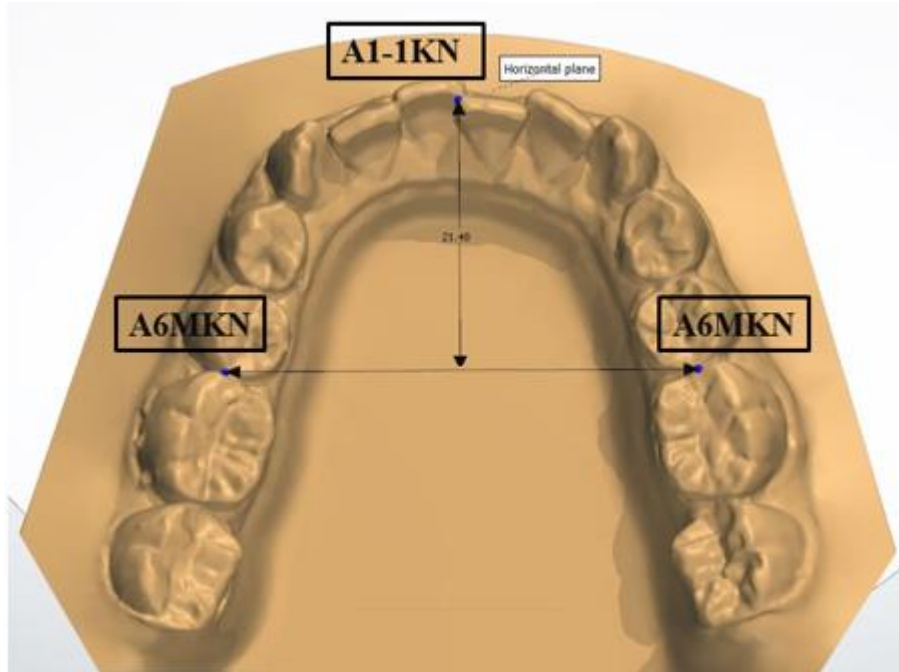
Resim 7: A6F noktası ve İntermolar mesafe.



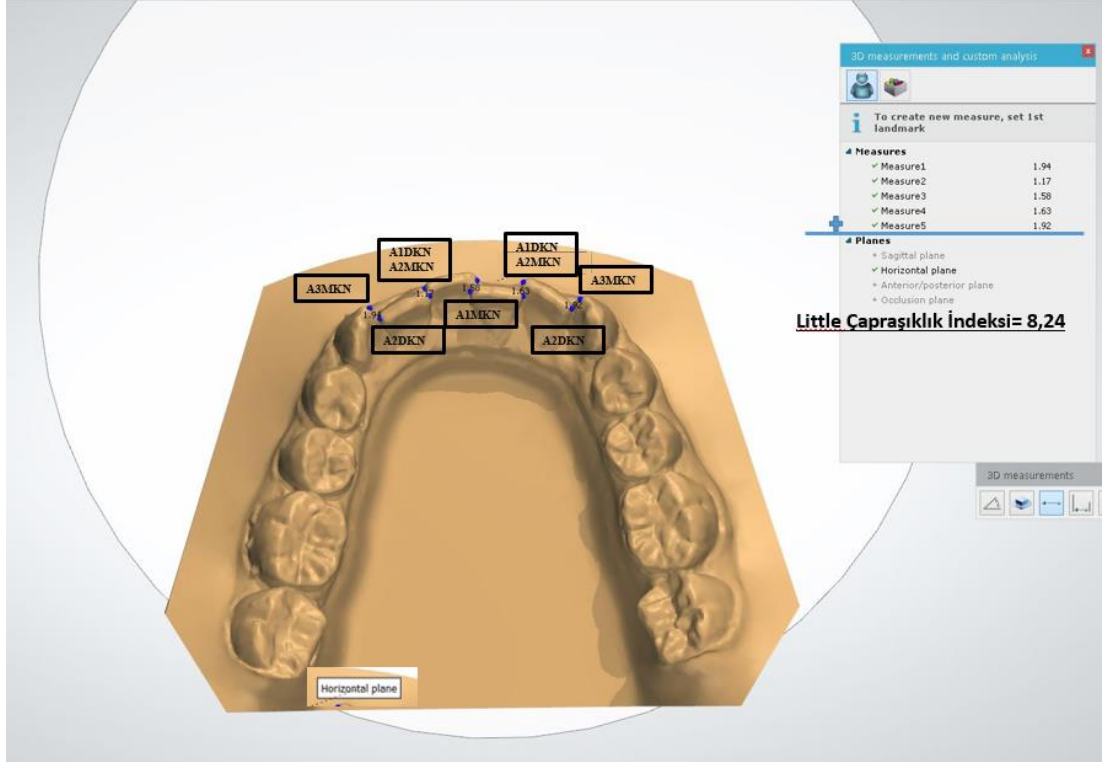
Resim 8: A3T noktası ve İnterkanin mesafe.



Resim 9: A6MKN, A1-1KN noktaları ve Alt ark uzunluğu ölçümü.



Resim 10: A6MKN, A1-1KN noktaları ve Alt ark derinliği ölçümü.



Resim 11: Alt ön bölge 3-3 arası kontakt noktaları ve Little çapraşıklık indeksi.

3.2.7. Seviyelenme Sürelerinin Değerlendirilmesi

Alt çenede seviyelenme süresi değerlendirilirken Little çapraşıklık indeksi dikkate alınmıştır (160). Tedavi başlangıcından (T0), seviyelenme tamamlanana (T1: Little çapraşıklık indeksinin 1 mm' nin altına düşmesi) kadar geçen süre gün olarak hesaplandı (154).

3.2.8. Tedavi Süresince Oluşan Ağrının ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirilmesi

Hastalara tedavi başlangıcında (T0), 1 saat sonra (T1), 12 saat sonra (T2), 7. (T3), 14. (T4) ve 28. (T5) günlerde ağrı ve hasta memnuniyetini değerlendirme amacıyla anket yapıldı (5) (EK 4). Ağrı skorlamasında “ağrı yok-dayanılmaz ağrı” bilgilerini simgeleyen sırasıyla 0–10 aralığındaki VAS (Visual analog scale) yöntemi kullanıldı.

3.2.9. İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS (versiyon:25.0, IBM Corp., Armonk, New York, ABD) istatistik paket programında değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistiksel veriler olarak birim sayısı (n), yüzde (%), ortalama \pm standart sapma ($\bar{x} \pm ss$) değerleri verildi.

Ölçümler arası uyum (metot hatası) sınıf içi korelasyon katsayısı ile değerlendirildi. Model ve Little çapraşıklık indeksi ölçümlerinin uyumluluklarının değerlendirilmesinde sınıf içi korelasyon katsayısı %95 güven aralığı ile birlikte belirtildi.

Sayısal değişkenlere ait verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilks normalite testi ve Q-Q grafikleri ile değerlendirildi. Sürekli ölçümlere ait iki bağımsız grup arasındaki ortalamaların karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi, bağımlı iki grubun karşılaştırılmasında bağımlı örneklem t testi kullanıldı. Gruplar arası cinsiyet dağılımı ki-kare testi kullanılarak değerlendirildi.

Grupların zamana göre karşılaştırmaları tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi ve genelleştirilmiş doğrusal modeller yardımıyla yapıldı. Çoklu karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Metot hatasının değerlendirilmesi için rastgele sekiz hastaya ait modeller seçildi ve dijital model analizinde yapılan tüm ölçümler tekrarlandı. Dijital model ölçümleri için, sınıf içi korelasyon katsayıları ve %95 güven aralıkları hesaplandı. Elde edilen bulgulara göre, ölçümlerin güvenilir ve kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu kaydedildi (Tablo 4-6).

Tablo 3: Model ölçümlerine (T0) ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı

T0	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	%95 Güven Aralığı
İnterkanin mesafe	0,991	0,957-0,998
İntermolar mesafe	0,998	0,991-1,000
Alt ark derinliği	0,975	0,874-0,995
Alt ark uzunluğu	0,997	0,985-0,999

Tablo 4: Model ölçümlerine (T1) ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı

T1	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	%95 Güven Aralığı
İnterkanin mesafe	0,955	0,775-0,991
İntermolar mesafe	0,997	0,984-0,999
Alt ark derinliği	0,996	0,982-0,999
Alt ark uzunluğu	0,999	0,995-1,000

Tablo 5: Little çapraşıklık indeksi ölçümlerine ait sınıf içi korelasyon katsayısı ve güven aralığı

Little çapraşıklık indeksi	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı	%95 Güven Aralığı
T0	0,990	0,958-0,997
T1	0,989	0,954-0,997
T2	0,988	0,952-0,997
T3	0,995	0,975-0,999
T4	0,991	0,955-0,998
T5	0,978	0,911-0,995

4.2. Sefalometrik Bulguların Değerlendirilmesi

İskeletsel sefalometrik ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 7' de sunulmuştur. Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda SNA ve Witts değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

MOP uygulanan grupta, tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde SNB açısındaki artış ve ANB açısındaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gruplar arasında hiçbir değerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Tablo 6: Sefalometrik değerlendirme iskeletsel ölçümler için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
SNA (T0)	82,20	2,16	80,58	2,31	0,213
SNA (T1)	82,79	2,24	80,95	2,81	0,187
<i>p</i>	0,166		0,381		
SNB (T0)	78,84	3,72	77,53	3,04	0,316
SNB (T1)	79,81	3,67	77,87	3,18	0,148
<i>p</i>	0,008		0,314		
ANB (T0)	3,38	1,76	3,08	2,05	0,681
ANB (T1)	2,97	1,89	3,06	2,08	0,910
<i>p</i>	0,047		0,913		
Witts (T0)	1,61	1,37	1,51	3,23	0,916
Witts (T1)	0,83	1,72	1,76	1,40	0,129
<i>p</i>	0,156		0,643		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

Dişsel sefalometrik ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 8' de sunulmuştur. Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmemiştir.

Her iki grupta da, tedavi sonunda alt keser dişlerin öne hareket ettiği ve eğimlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Alt keser konumundaki ve açısındaki bu değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği bulunmuştur. Seviyeleme sonunda overjet her iki grupta da azalmıştır; ancak yalnızca MOP uygulanmayan

gruptaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Overbite'daki azalma ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir ($p=0,000$). Gruplar arasında overjet T1' de MOP uygulanmayan grupta istatistiksel olarak daha fazla azalmıştır. Gruplar arasında overjet dışında hiçbir değerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 7: Sefalometrik değerlendirme dişsel ölçümler için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
IMPA (T0)	90,43	5,63	91,04	4,90	0,648
IMPA (T1)	93,94	5,78	95,00	4,39	0,590
<i>p</i>	0,000		0,000		
L1-NB° (T0)	21,39	5,52	20,98	4,39	0,828
L1-NB° (T1)	26,04	4,68	27,66	4,07	0,337
<i>p</i>	0,000		0,000		
L1-NB mm (T0)	4,91	2,53	4,85	1,81	0,939
L1-NB mm (T1)	6,68	2,17	7,47	2,09	0,334
<i>p</i>	0,000		0,000		
L1-MdOD (T0)	66,72	4,32	67,21	6,22	0,812
L1-MdOD (T1)	64,31	4,09	61,67	2,93	0,060
<i>p</i>	0,049		0,000		
Overjet (T0)	4,46	0,80	5,23	1,56	0,116
Overjet (T1)	3,75	0,92	2,79	0,82	0,007
<i>p</i>	0,076		0,000		
Overbite (T0)	3,19	1,27	2,81	1,02	0,402
Overbite (T1)	1,94	0,90	1,67	0,99	0,466
<i>p</i>	0,002		0,005		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p<0,05$

Sefalometrik değerlendirme yumuşak doku ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 9' da sunulmuştur. Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. MOP uygulanan grupta,

tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde alt dudak ve yumuşak doku B noktasının geręek dikey çizgiye olan uzaklığında azalma gözlenmiştir ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırasıyla, $p=0,005$ ve $p=0,049$). Gruplar arasında hiçbir değerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 8: Sefalometrik değerlendirme yumuşak doku ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
LLA-GDÇ (T0)	-2,98	3,76	-1,26	4,23	0,266
LLA-GDÇ (T1)	-1,01	3,28	-0,60	4,65	0,791
<i>p</i>	0,005		0,317		
B'-GDÇ (T0)	-10,84	4,08	-10,86	4,94	0,993
B'-GDÇ (T1)	-9,62	4,62	-10,56	5,52	0,628
<i>p</i>	0,049		0,625		
Pog'-GDÇ (T0)	-8,14	4,73	-8,77	6,55	0,771
Pog'-GDÇ (T1)	-7,73	6,02	-9,06	6,62	0,581
<i>p</i>	0,597		0,703		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p<0,05$

4.3. Periodontal Parametre Bulgularının Değerlendirilmesi

4.3.1. Gingival İndeks

Gİ ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 10' da belirtilmiştir. Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Her iki grupta da, tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde Gİ ölçümlerinin, T1– T0 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği bulunmuştur. MOP uygulanmayan grupta daha yüksek olan

gingival indeks değerlerinin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği gözlenmiştir ($p=0,008$).

Tablo 9: Gİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
Gİ (T0)	0,34	0,10	0,41	0,14	0,134
Gİ (T1)	0,44	0,08	0,54	0,11	0,008
<i>p</i>	0,000		0,000		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p<0,05$

4.3.2. Plak İndeksi

Pİ ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 11’ de belirtilmiştir. Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Her iki grupta da, tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde Pİ ölçümlerinin, T1–T0 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 10: Pİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
Pİ (T0)	0,07	0,05	0,07	0,04	0,944
Pİ (T1)	0,11	0,09	0,15	0,08	0,217
<i>p</i>	0,015		0,000		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p<0,05$

4.3.3. Sondlamada Kanama İndeksi (SKİ)

SKİ ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 12’ sunulmuştur. Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Her iki grupta da, tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde SKİ ölçümlerinin, T1–T0 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği bulunmuştur. Gruplar arası SKİ ölçümleri değerlendirildiğinde T0’ da fark gözlenmezken, T1’de istatistiksel olarak anlamlı fark kaydedilmiştir. MOP uygulanmayan grupta SKİ değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 11: SKİ için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
SKİ (T0)	7,78	3,75	10,97	6,57	0,127
SKİ (T1)	12,76	4,95	18,37	8,30	0,039
<i>p</i>	0,001		0,000		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

4.3.4. Cep Derinliği (CD)

CD ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 13’ de belirtilmiştir.

Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Her iki grupta da, tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde CD ölçümlerinin, T1–T0 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermediği bulunmuştur. Gruplar arası değerlendirmede istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 12: CD için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
CD (T0)	1,86	0,12	1,89	0,12	0,503
CD (T1)	1,91	0,10	1,88	0,50	0,811
<i>p</i>	0,574		0,897		

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

4.3.5. Diş Eti Kalınlığı

Diş eti kalınlığı ölçümleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 14' de sunulmuştur. Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda 41-31-33-44-34-45-35 numaralı diş bölgelerinde diş eti kalınlığı değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Grup içi karşılaştırmalarda 42-32 numaralı diş bölgelerinde, MOP uygulanmayan grupta ek olarak 43 numaralı diş bölgelerinde diş eti kalınlığı değerlendirildiğinde, T1-T0 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Gruplar arası 42-32 numaralı diş bölgelerinde diş eti kalınlığı değerlendirildiğinde T0 ve T1' de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, 43 numaralı diş bölgesinde T0'da istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir.

Tablo 13: Diş numaralarına göre diş eti kalınlığı ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		<i>p</i>
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
41 (T0)	0,81	0,25	0,87	0,25	0,476
41 (T1)	0,71	0,20	0,82	0,16	0,121
<i>p</i>	0,146		0,553		
41 (T0-T1) fark	-0,10	0,25	-0,05	0,31	0,596
42 (T0)	1,01	0,43	1,04	0,24	0,833
42 (T1)	0,79	0,20	0,82	0,17	0,633
<i>p</i>	0,037		0,006		
42 (T0-T1) fark	-0,22	0,35	-0,22	0,25	0,996
43 (T0)	0,64	0,18	0,89	0,17	0,000
43 (T1)	0,68	0,19	0,74	0,23	0,576
<i>p</i>	0,498		0,029		
43 (T0-T1) fark	0,04	0,23	-0,15	0,23	0,039
31 (T0)	0,73	0,18	0,78	0,21	0,226
31 (T1)	0,70	0,18	0,74	0,15	0,414
<i>p</i>	0,578		0,435		
31 (T0-T1) fark	-0,03	0,20	-0,04	0,18	0,886
32 (T0)	1,14	0,47	0,99	0,29	0,374
32 (T1)	0,75	0,22	0,84	0,15	0,199
<i>p</i>	0,007		0,033		
32 (T0-T1) fark	-0,39	0,46	-0,15	0,24	0,081
33 (T0)	0,77	0,23	0,87	0,22	0,221
33 (T1)	0,68	0,23	0,77	0,18	0,334
<i>p</i>	0,061		0,161		
33 (T0-T1) fark	-0,09	0,16	-0,10	0,26	0,888
44 (T0)	0,72	0,24	0,82	0,19	0,371
44 (T1)	0,69	0,21	0,79	0,19	0,148
<i>p</i>	0,566		0,703		
44 (T0-T1) fark	-0,03	0,18	-0,02	0,23	0,960
34 (T0)	0,77	0,17	0,84	0,21	0,336
34 (T1)	0,74	0,17	0,81	0,17	0,217
<i>p</i>	0,697		0,640		
34 (T0-T1) fark	-0,02	0,21	-0,03	0,25	0,917
45 (T0)	0,81	0,19	0,91	0,13	0,124
45 (T1)	0,86	0,25	0,84	0,13	
<i>p</i>	0,390		0,161		
45 (T0-T1) fark	0,05	0,22	-0,07	0,18	0,191
35 (T0)	0,92	0,14	0,91	0,12	0,792
35 (T1)	0,95	0,21	0,93	0,14	0,702
<i>p</i>	0,474		0,640		
35 (T0-T1) fark	0,03	0,16	0,02	0,18	0,895

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

4.4. Dijital Model Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Dijital model analizinde yapılan interkanin mesafe, intermolar mesafe, ark derinliği ve ark uzunluğu ölçümleri için grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 15’de verilmiştir.

Tedavi başlangıcında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Tedavi ile elde edilen değişiklikler değerlendirildiğinde, her iki grupta ve tüm ölçümlerde (T1–T0) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Tablo 14: Dijital model analizinde yapılan interkanin mesafe, intermolar mesafe, ark derinliği ve ark uzunluğu ölçümleri için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		p
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	
interkanin mesafe (T0)	25,03	1,58	25,83	1,82	0,215
interkanin mesafe (T1)	27,00	0,83	27,12	1,53	0,812
p	0,000		0,001		
interkanin mesafe (T0-T1) fark	1,96	1,39	1,29	1,06	0,215
intermolar mesafe (T0)	40,31	1,91	40,42	3,78	0,929
intermolar mesafe (T1)	41,05	1,80	40,69	3,78	0,770
p	0,022		0,033		
intermolar mesafe (T0-T1) fark	0,74	1,07	0,27	0,43	0,178
ark derinliği (T0)	22,16	1,37	21,76	1,34	0,447
ark derinliği (T1)	24,13	1,51	24,13	1,17	0,988
p	0,000		0,000		
ark derinliği (T0-T1) fark	1,98	1,11	2,37	1,42	0,412
ark uzunluğu (T0)	59,17	2,03	58,88	2,54	0,758
ark uzunluğu (T1)	62,67	1,80	62,79	3,21	0,917
p	0,000		0,000		
ark uzunluğu (T0-T1) fark	3,51	1,40	3,91	2,12	0,556

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

Dijital model analizinde tedavi öncesinde (T0), birinci seansta (T1), ikinci seansta (T2), üçüncü seansta (T3), dördüncü seansta (T4) ve beşinci seansta (T5) yapılan Little çapraşıklık indeksi ölçümleri ve seviyeleme süreleri (gün) için grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 16’da verilmiştir.

MOP uygulanan grup ile MOP uygulanmayan grupta; T0, T1, T2, T3, T5 zamanlarında, gruplar arası Little çapraşıklık indeksi karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Dördüncü seansta (T4) MOP uygulanan

grupta, Little apraşıklık indeksi daha düşük bulunmuş ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir.

Gruplar arası; T1-T2, T0-T2, T2-T3, T0-T3, T3-T4, T0-T4, T4-T5, T0-T5 zaman dilimleri aralıklarında Little apraşıklık indeksindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Yalnızca tedavi başlangıcı ile ilk seans aralığını belirten T0-T1 arası zaman diliminde Little apraşıklık indeksindeki değişim; MOP uygulanan grupta, MOP uygulanmayan gruba göre daha fazladır ve gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tedavi başlangıcından Little apraşıklık indeksinin 1 mm'nin altında değer aldığı seansa kadar geçen zamanın hesaplanması ile belirlenen seviyeleme süreleri (gün) karşılaştırıldığında, MOP uygulanan grupta seviyeleme süresi daha azdır ve gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 15: Dijital model analizinde yapılan Little çapraşıklık indeksi ölçümleri ve seviyelenme süreleri (gün) için grup içi ve gruplar arası istatistiksel analiz

	MOP +			MOP -			Gruplar arası
	n	\bar{x}	ss	n	\bar{x}	ss	p
LÇİ (T0)	14	9,99	2,63	14	8,87	1,50	0,250
LÇİ (T1)	14	5,72	2,00	14	6,05	1,40	0,679
LÇİ (T2)	14	3,64	1,71	14	3,74	1,24	0,885
LÇİ (T3)	14	1,70	1,16	14	2,19	0,78	0,299
LÇİ (T4)	14	0,86	0,48	14	1,31	0,60	0,047
LÇİ (T5)	7	0,72	0,13	9	0,76	0,14	0,607
SM (T0-T1)	14	4,27	1,75	14	2,82	0,87	0,019
SM (T1-T2)	14	2,08	0,91	14	2,31	1,29	0,578
SM (T0-T2)	14	6,35	2,24	14	5,13	1,57	0,119
SM (T2-T3)	14	1,94	0,99	14	1,54	0,65	0,306
SM (T0-T3)	14	8,28	2,51	14	6,68	1,62	0,086
SM (T3-T4)	14	0,84	0,95	14	0,89	0,49	0,895
SM (T0-T4)	14	9,13	2,53	14	7,56	1,46	0,103
SM (T4-T5)	7	0,34	0,57	9	0,93	0,70	0,714
SM (T0-T5)	7	10,85	1,88	9	7,93	1,78	0,157
SS(gün)	14	105,57	18,34	14	135,86	15,12	0,000

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$ *little çapraşıklık indeksi=LÇİ, seviyelenme miktarı=SM, seviyelenme süresi (gün)= SS

4.5. Tedavi Süresince Oluşan Ağrının ve Hasta Memnuniyetinin Değerlendirildiği Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi

Hastalara yapılan anket çalışmasında ağrı skalasının değerlendirilmesi; ilk ark teli yerleştirildikten hemen sonra (T0), 1 saat sonra (T1), 12 saat sonra (T2), 7 gün sonra (T3), 14 gün sonra (T4), 28 gün sonra (T5) zaman dilimlerinde yapılmış olup gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 17’de verilmiştir.

MOP uygulanan grupta T0’da, MOP uygulanmayan gruba göre daha yüksek ağrı değeri belirtilmiştir ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. MOP uygulanmayan grupta T2’de MOP uygulanan gruba göre daha yüksek ağrı değeri belirtilmiştir ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1, T3, T4, T5 zaman dilimleri değerlendirildiğinde gruplar arası anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 16: Ağrı skorlarının (VAS) gruplar arası istatistiksel değerlendirmesi

	MOP+ (n=14)		MOP- (n=14)		Gruplar arası
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	<i>p</i>
T0	5,96	2,93	2,64	1,98	0,002
T1	5,32	2,51	4,14	2,14	0,193
T2	4,25	2,01	6,25	2,33	0,022
T3	1,57	1,55	1,82	1,50	0,669
T4	0,64	1,15	0,96	1,31	0,496
T5	0,14	0,36	0,36	0,60	0,265

n: birey sayısı, \bar{x} : ortalama, ss: standart sapma, $p < 0,05$

Hastalara yapılan anket çalışmasında; “Tedaviden memnun kaldınız mı?, İşlem size kolay geldi mi?, Bu işlemi tekrar uygulatır mısınız?, Bu işlemi başka bir arkadaşınıza önerir misiniz?, Ağrı kesici kullandınız mı?” sorularının yanıtları değerlendirilmiştir.

Hasta memnuniyetinin değerlendirildiği anket çalışmasında gruplar arası veriler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 18).

Tablo 17: Hasta memnuniyetinin değerlendirildiği anket çalışması için gruplar arası istatistiksel analiz

			MOP +	MOP -	p
Tedaviden memnun kaldınız mı?	evet	n	13	13	1
		%	92,9%	92,9%	
	hayır	n	1	1	
		%	7,1%	7,1%	
	toplam	n	14	14	
		%	100,0%	100,0%	
İşlem size kolay geldi mi?	evet	n	7	10	0,498
		%	50,0%	71,4%	
	orta	n	3	2	
		%	21,4%	14,3%	
	hayır	n	4	2	
		%	28,6%	14,3%	
	toplam	n	14	14	
		%	100,0%	100,0%	
Bu işlemi tekrar uygulatır mısınız?	evet	n	11	13	0,596
		%	78,6%	92,9%	
	hayır	n	3	1	
		%	21,4%	7,1%	
	toplam	n	14	14	
		%	100,0%	100,0%	
Bu işlemi başka bir arkadaşınıza önerir misiniz?	evet	n	10	13	0,326
		%	71,4%	92,9%	
	hayır	n	4	1	
		%	28,6%	7,1%	
	toplam	n	14	14	
		%	100,0%	100,0%	
Ağrı kesici kullandınız mı?	evet	n	9	8	1
		%	64,3%	57,1%	
	hayır	n	5	6	
		%	35,7%	42,9%	
	toplam	n	14	14	
		%	100,0%	100,0%	

n: birey sayısı ss: standart sapma p<0,05

Çalışmamızda gruplar arası seviyelenme süreleri ve T0-T1 zaman dilimindeki Little çapraşıklık indeksi seviyelenme miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken, diğer zaman dilimlerinde Little çapraşıklık indeksi seviyelenme miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 16). Bu sonuçlar doğrultusunda çalışmamızın hipotezi kısmen reddedilmiştir.

5.TARTIŞMA

Ortodontik tedavi uzun süren ve hasta iş birliği gerektiren bir tedavidir. Maloklüzyonun şiddetine ve uygulama pratiğine göre ortodontik tedavi, ortalama 18-28 ay aralığında sürebilir (38). Tedavi süresi tahmin edilenden daha fazla olursa, hasta uyumunda sorunlar ortaya çıkar. Ayrıca; çürük, diş eti problemleri ve diş köklerinde rezorpsiyon gelişme riski artmaktadır. Bu nedenlerle, araştırmacılar ortodontik tedavi sürecini kısaltacak çalışmalara ve yöntemlere yönelmişlerdir.

Ortodontik diş hareketi, mekanik bir kuvvet sonucu alveolar kemiğin ve periodontal ligamentin yeniden şekillenmesi sonucu oluşan biyolojik tepki ile gerçekleşir (2). Ortodontik diş hareketinde; kuvvetin büyüklüğü, frekansı ve uygulama süresinin etkili olmasının yansira biyolojik tepkinin hızı da önemli bir faktördür (10). Biyolojik tepkinin bir sonucu olarak; diş ve kemik çevresinde sitokinler, büyüme faktörleri, nörotransmitterler gibi inflamasyon uyarıcıları salınmaktadır ve kan akış hızında da değişiklikler meydana gelmektedir (2). Biyolojik tepki hızını arttırmak için; hyalinizasyonun neden olduğu ortodontik diş hareketinin gecikme evresini kısaltmanın yanında, kemik döngüsünü hızlandırmak da amaçlanmıştır (14).

Frost (1983) kemikte oluşturulan yaralanmanın kemik remodelasyonunu hızlandırdığını ve yaralanma bölgesinde kemik yoğunluğunun azaldığını bildirmiştir. Yaralanma sonrası geçici olarak kemik yoğunluğunun azalmasıyla gerçekleşen fizyolojik iyileşme süreci bölgesel hızlanma fenomeni olarak adlandırılmaktadır (161). Kemik döngüsünün hızlanması ve kemik yoğunluğunun azalması sonucu ortodontik diş hareketinin hızlandığı düşünülmektedir (14, 41). Ortodontik diş hareketini arttırmaya yönelik, farmakolojik ve fiziksel/mekanik stimülasyon yöntemleri üzerinde yapılan çalışma sayısı gün geçtikçe artmasına rağmen, klinik olarak en çok kullanılan ve tahmin edilebilir sonuçları olan yöntemler cerrahi yöntemlerdir (2).

Cerrahi yöntemler, diğer yöntemlere göre invaziv girişimler olmalarına karşın etki alanları daha geniştir. Cerrahi yöntemlerin hastalar tarafından tolere edilebilirliğinin az olmasının yanı sıra bu yöntemlerin uygulanması sonrası; ağrı, ödem, enfeksiyon ve avasküler nekroz gibi komplikasyonlar oluşabilmektedir (43, 162). Piezoinsizyon uygulaması diş hareketini hızlandırmak üzere geliştirilen diğer

cerrahi uygulamalara göre daha az invaziv bir işlemdir; ancak flep kaldırılmadığı için kök çevresini incelemek amacıyla üç boyutlu değerlendirme gerektirir. Bunun yanında uygulama sırasında bir periodontoloji ya da ağız diş çene cerrahisi uzmanından destek almak gerekmektedir. Bunlar da hastaya ve ortodontiste ek yük ve ek maliyet olarak yansımaktadır (163).

Cerrahi yöntemlerden bir diğeri olan mikro-osteoperforasyon (MOP); gerektiğinde kolaylıkla tekrarlanabilmesi, flepsiz uygulanabilmesi ve daha az invaziv bir yöntem olması nedeniyle ortodontistler tarafından güvenle kullanılabilir. Mikro-osteoperforasyon yöntemi, vücudun fiziksel travmaya karşı verdiği doğal inflamatuvar tepkiyi kullanarak etki göstermektedir. Kemikte perforasyonlar oluşturularak elde edilen kontrollü mikro-travmaların (sert ve yumuşak doku bütünlüğü ve yapısı bozulmadan) ortodontik tedavide diş hareketi sırasında ortaya çıkan inflamatuvar hücrelerin salınımını arttıracak ve sonucunda hem kemik rezorpsiyonunu, hem de diş hareketini hızlandıracak bildirilmektedir (6, 8). Bununla birlikte, MOP uygulamasının hastalar tarafından kolay tolere edildiği ve ağrıya neden olmadığını gösteren çalışmalar yöntemin klinik pratiğinde rahatlıkla kullanılabileceğini ortaya çıkarmıştır (5). Bu yöntem sabit ortodontik apareyler, şeffaf plaklar ve çeşitli hareketli apareyler ile gerçekleştirilen ortodontik tedavilere destek olmak üzere tasarlanmıştır (103).

Mikro-osteoperforasyon uygulaması, ilgili bölgede osteoklast dönüşümünü arttıran sitokinlerin salınımını aktive etmektedir ve kemik rezorpsiyonunu hızlandırmaktadır. Osteoklast sayısının artmasıyla birlikte bölgesel olarak kemik yoğunluğu azalmakta, kemiğin remodelasyonu ve ortodontik diş hareketi hızı artmaktadır (6). Mikro-osteoperforasyon uygulaması sonucu gerçekleşen bölgesel hızlanma fenomeninin (BHF), bir kaç gün içerisinde başladığı ve genellikle 1-2 ayda etkisinin en üst seviyeye ulaştığı belirtilmektedir (41, 43). Ancak inflamatuvar mediatörlerin salınımındaki artış uzun bir süre devam etmediği ve 2-3 ay sonra yöntemden ve yaralanmanın şiddetinden bağımsız olarak sitokin aktivitesinde önemli bir azalma meydana geldiği bildirilmiştir (8). Bu nedenle ortodontik tedavi süresince uygulamanın tekrarlanması gerekebilir. Uygulamanın pratik olarak tekrarlanabilmesine karşın, tam bir etkinlik elde edebilmek için ne sıklıkta uygulanacağına yönelik literatürde net bir bilgi yoktur.

Uygulamanın etkinliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli hayvan çalışmaları ve klinik çalışmalar yapılmıştır. Teixeira ve ark. (6) fareler üzerinde yaptıkları çalışmada dört farklı grup oluşturmuşlardır. İlk grupta, maksiller 1. molar diş sadece 50-cN kuvvet uygulanmış, ikinci grupta ek olarak flep kaldırılmış, üçüncü grupta flep kaldırıp yuvarlak frez yardımıyla moların dişlerin mezialine eşit aralıklar ile 0,25 mm derinliğinde ve çapında üç adet perforasyon uygulanmıştır. Dördüncü grup ise kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Yirmi sekiz gün sonra, mikro-bilgisayarlı tomografi, immünohistokimya, ışık ve floresan mikroskopi kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Perforasyon uygulanan grupta daha fazla sayıda osteoklast aktivitesi ve kemik remodelasyonu gördüklerini bildirmişlerdir. Maksiller 1. Molar diş kuvvet uygulanan 1. grup ve ek olarak flep kaldırılmış 2. gruba göre (her iki grupta da 0,29 mm diş hareketi gözlenmiş) ortodontik diş hareketinin de 2,13 kat daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir (0,62 mm diş hareketi gözlenmiş). Tsai ve ark. (104) 45 fare üzerinde yaptıkları çalışmada sol maksiller 1. molarlara 50 gr kuvvet uygulamışlardır ve denekleri flepsiz MOP uygulanan, flepsiz kortisizyon uygulanan ve sadece ortodontik kuvvet uygulanan grup olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Yuvarlak frez yardımıyla 1. moların mezialine eşit aralıklarla 0,25 mm çapında ve derinliğinde olmak üzere 3 adet MOP uygularken, kortisizyon grubunda 4 mm derinliğinde ve 0,4 mm genişliğinde kesi hattı oluşturmuşlardır. Altı hafta süresince ortodontik diş hareketi hızı her hafta değerlendirilmiştir. Alveoler kemik yoğunluğu mikro bilgisayarlı tomografi ile, osteoklast sayısı ise histolojik olarak 3. ve 6. haftalarda değerlendirilmiştir. Her iki grupta da kemik ve mineral yoğunluğunun azaldığı ve osteoklast sayısında kontrol grubuna göre artış olduğu bildirilmiştir. Ortodontik diş hareketi miktarındaki anlamlı artışın her iki grupta da kontrol grubuna göre 2. haftada başladığı, 3. ve 6. haftalarda; MOP uygulanan grupta sırasıyla 1,49 ve 1,14 kat ve kortisizyon grubunda sırasıyla 1,54 ve 1,11 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. MOP ve kortisizyon grupları arasında ise anlamlı fark bulunmadığı rapor edilmiştir. Cheung ve ark. (105) altı fare üzerinde yaptıkları çalışmada, maksiller 1. molarlara 25 gr kuvvet uygulamışlardır. Sol 1. moların mesial ve palatinaline 1,2 mm çapındaki mini vida ile 1 mm derinliğinde 5 adet perforasyon uygulamışlar, sağ segmenti kontrol olarak kullanmışlardır. Yirmi bir günlük takiplerinin sonunda denekleri radyolojik ve histolojik olarak incelemişlerdir. Sonuç olarak 1. molar çevresinde kemik

yoğunluğunun ve kemik hacminin azaldığını ve MOP uygulanan tarafta ($0,54 \pm 0,13$ mm), kontrol tarafına ($0,29 \pm 0,15$ mm) göre ortodontik diş hareketi hızının 1,86 kat artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Üç boyutlu hacim analizlerinin sonucu olarak MOP uygulamasının kök hacimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir. Sugimori ve ark. (106) 50 adet fare üzerinde yaptıkları çalışmada maksiller 1. molarlara 10 gr kuvvet uygulamışlardır. İki grup oluşturulmuş; 1. grupta flep kaldırdıktan sonra yuvarlak frez ile 0,25 mm derinlik ve çapta 3 adet MOP uygulaması yapılmış, 2. gruba sadece ortodontik kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet uygulanmasından 1, 4, 7, 10 ve 14 gün sonra mikro bilgisayarlı tomografi ve immünohistokimyasal yöntemlerle değerlendirme yapılmıştır. Kemik hacim ve yoğunluğunun azaldığını ve 4. günden 14. güne kadar ortodontik diş hareketinin daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir. Mikro-osteoperforasyon uygulamasının hücre proliferasyonu aktivasyonu ve periodontal ligament hücre apoptozisi yoluyla diş hareketini hızlandırabileceğini bildirmişlerdir. Konu ile ilgili hayvan çalışmaları değerlendirildiğinde, MOP uygulamasının farelerde diş hareketini hızlandığı ifade edilebilir.

Alikhani ve ark. (5) üst 1. premolar çekimi ile tedavi edilen Sınıf II, bölüm 1 malokluzyona sahip 20 yetişkin hastada MOP uygulamışlardır. Seviyeleme aşaması tamamlandıktan sonra 6. ayda 100 gr kuvvet ile kanin distalizasyonuna başlanmıştır. Diş hareketini hızlandırmak amacıyla rastgele seçilen bir tarafta çekim bölgesinde Propel® cihazı ile 2-3 mm derinliğinde ve 1,5 mm genişliğinde 3 adet MOP uygulamışlardır. Diğer tarafı kontrol grubu olarak kullanmışlar ve 28 günlük takip yapmışlardır. Ortodontik diş hareketini değerlendirmek için kanin distalizasyonundan önce ve sonra (28. gün) ölçü almışlardır. İnflamatuar yanıt seviyesini değerlendirmek için her denekten distalizasyondan önce ve distalizasyon süresince diş eti oluğu sıvısı örnekleri toplanmıştır. Hastalar, ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla ağrı skorlaması yapmışlardır. Yirmi sekiz günlük takip sonucunda osteoklast farklılaşmasını ve gelişmesini uyardığı bilinen sitokin ve kemokin seviyelerinde de anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Mikro-osteoperforasyon uygulamasının, diş hareketini hızlandırmak ve ortodontik tedavi süresini önemli ölçüde azaltmak için etkili, konforlu ve güvenli bir prosedür olduğunu ifade etmişlerdir ve ortodontik tedavi süresini % 62 oranında azaltabileceğini bildirmişlerdir. Feizbakhsh ve ark. (107) ise

dişsel Sınıf I malokluzyona sahip 20 yetişkin hastada tedavi başlangıcında 4 adet 1. premolar çekimi yapmışlar ve tedavinin 6. ayında 200 gr kuvvetle alt ve üst çenede kanin distalizasyonuna başlamışlardır. Distalizasyona başlamadan önce bir mini vida ile çekim bölgesine 1,6 mm çapında ve 3 mm derinliğinde 2 adet MOP uygulamışlardır. Başlangıçta ve 28. günde alınan ölçüleri dijital ortamda analiz etmişlerdir. MOP uygulamasının basit, düşük maliyetli, etkili ve zaman kazandıran bir tedavi yöntemi olduğunu rapor etmişlerdir.

Attri ve ark. (108) 13-20 yaş aralığındaki 60 hastada, dört 1.premolar çekimli vakada, 150 gr kuvvetle, MOP uygulamasının *en masse* retraksiyon üzerindeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. Otuz hastadan oluşan birinci grupta Propel® isimli cihaz aracılığıyla çekim boşluğuna 1,5 mm genişliğinde ve 2-3 mm derinliğinde 3 adet MOP uygulamışlardır. İkinci gruba MOP uygulamamışlardır. Çekim boşluğu kapanana kadar 28 günde bir MOP uygulamasını tekrarladıklarını; ancak çalışmada ilk 28 günlük değişimleri değerlendirdiklerini bildirmişlerdir. Hastaların ağrı düzeyini 24 saat, 7 gün ve 28 gün aralıklarında değerlendirmişlerdir. Hastalarda yapılan 28 günlük takip sonunda, MOP grubunda maksillada ve mandibulada kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla ortodontik diş hareketi olduğunu bildirmişlerdir. Maksilla ve mandibulada ortodontik diş hareketi miktarlarında grup içi istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. Gruplar arasında ağrı düzeylerinde bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Agrawal ve ark. (109) tedavi planı 1.premoların çekimini içeren Sınıf I ve Sınıf II malokluzyona sahip 10 yetişkin hastada kortikotomi ve MOP uygulamışlardır. Kortikotomi grubunda, 2 numaralı cerrahi karbid frez ile kret tepesinin 2-3 mm altından başlayarak apeks seviyesinin 4 mm üzerine uzanan kesi hattı oluşturmuşlardır. Kortikotomi kesileri arasına, grefte tutuculuk sağlamak için yaklaşık 2 mm çaplı yuvarlak delikler yapılmıştır. Diğer tarafta, 3-4 mm derinliğinde, 1,5 mm genişliğinde, 6-7 ya da 8 mm uzunluğunda mini vidalar kullanılarak kanin dişin distaline MOP uygulaması yapmışlardır. Perforasyon uygulanırken kanamanın daha az olması için 3 mini vida tek tek yerleştirilmiş, sonra çıkartılmıştır. Kanin dişin mezialine yapılan MOP sayısına, ilgili alanın genişliğine bağlı olarak karar verilmiştir. Operasyondan 2 hafta sonra kuvvet uygulanmış ve 2 haftalık kontrollerle 3 ay takip yapılmıştır. Tedavi başında ve sonunda cep derinliği ve diş eti miktarı ölçülmüş, radyografik inceleme ve model değerlendirmeleri yapılmıştır. İşlem sonrası hasta

memnuniyetini değerlendirmek için ağrı skorlaması yapılmıştır. Tedavi sonrası kanin premolar arası mesafenin tedavi öncesine göre, kortikotomi grubunda daha fazla olmak üzere, her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Operasyonu takiben ilk hafta bazı hastalarda özellikle kortikotomi tarafında hafif rahatsızlık yaşandığı bildirilmiştir. Tekniklerin avantajları, kortikotominin bukkal kemik kalınlığında artışa neden olması ve MOP uygulamasının flepsiz olması olarak belirtilmiştir.

Alkebsi ve ark. (164) Sınıf II, bölüm 1 malokluzyona sahip 31 hastada maksiller 1. premolar çekimli vakalarda 150 gr kuvvetle kanin distalizasyonu yapmışlardır. Kanin distalizasyonuna, birinci premolar çekiminden 6 ay sonra başlanmıştır. Çekim bölgesine, 6 mm uzunluğundaki mini vida ile 1,5 mm çapında ve 3-4 mm derinliğinde MOP uygulanmış ve 3 aylık takip yapılmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü aylarda dijital model elde edilmiş ve ruga bölgesinde karşılaştırılarak kanin distalizasyonu değerlendirilmiştir. Ayrıca, her hafta dijital kumpas ile ölçüm yapılmıştır. Ankraj kaybı, kök rezorpsiyonu, kanin dışında devrilme ve rotasyon değerlendirilmiştir. Gingival indeks ve plak indeksi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İşlemden 1 saat, 12 saat, 1 gün, 3 gün, 5 gün ve 7 gün sonra ağrı ve memnuniyet düzeyleri değerlendirilmiştir. Mikro-osteoperforasyon ve kontrol tarafları arasında diş hareketlerinde, aylık kontrollerde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir. Mikro-osteoperforasyon ve kontrol tarafları arasında herhangi bir zaman noktasında (1.-2.-3. aylarda) ankraj kaybı, rotasyon, devrilme, kök rezorpsiyonu, gingival indeks, plak indeksi, ve ağrı algısı açısından da hiçbir fark olmadığı bildirilmiştir. Mikro-osteoperforasyon tarafında, 1. günde ki şişlik hissi dışında, MOP ile kontrol tarafları arasında fark olmadığı, hastaların MOP prosedüründen memnun kaldıkları bildirilmiştir. Sivarajan ve ark. (165) MOP uygulamasının etkinliğini dört adet 1. premolar çekimi ile tedavi edilen 30 yetişkin hastayı 16 hafta takip ederek değerlendirmişlerdir. Alt ve üst çenede rastgele bir tarafa MOP uygulanmış, diğer taraf kontrol olarak değerlendirilmiştir. Çekim bölgesinde 1,6 mm çapında ve 6 mm uzunluğunda mini vida ile 3 mm derinliğinde 3 adet MOP yapılmıştır. Kanin dişlerine distalizasyon için 140-200 gr arası kuvvet uygulanmış ve 4 haftalık kontrollerle kuvvet kontrol edilmiştir. Mikro-osteoperforasyon uygulanan grupta, kanin distalizasyonu miktarının farklı çenelerde yapılmasından belirgin şekilde etkilendiği belirtilmiş ve 16

haftalık takip sonunda üst köpek dişinin 0,94 mm daha fazla distalize olduğu bildirilmiştir. Dört haftalık kontrolde orta düzeyde ağrı, 8 haftalık ve 12 haftalık kontrollerde yalnızca hafif ağrı algılandığını belirtmişlerdir. On altı haftanın sonunda kontrol grubuna göre MOP uygulanan gruptaki 1,1 mm olan diş hareketi miktarı farkını klinik olarak anlamlı bulmadıklarını rapor etmişlerdir.

Literatürde MOP uygulamasının diş hareketi hızına etkisini değerlendiren çalışmalar bulunmasına karşın tedavi etkileri ile ilgili fikir birliği mevcut değildir. Ayrıca yapılan çalışmalar genellikle bireysel diş hareketi hızını (kanin distalizasyonu) değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Proffit ve ark. (166) kortikotomi gibi kemikte yaralanmaya bağlı tekniklerin temel faydasının, çekim yapılmaksızın çapraşıklık gözlenen arklarda seviyeleme süresinin kısaltılması olduğunu belirtmiştir. Herhangi bir yöntemde olduğu gibi, bu fayda maliyet ve risk açısından değerlendirilmelidir. Mikro-osteoperforasyon yöntemi ise bu yöntemler arasında fayda-maliyet veya fayda-risk açısından avantajlı bir yöntemdir (166). Kortikotomilerin riskleri arasında alveolar kemik yüksekliğinin azalması, flep işlemi sonucu dişetin görünümünün değişmesi ve diş eti çekilmesi gösterilmektedir. Mikro-osteoperforasyon uygulamaları ile morbidite, maliyet ve riskler diğer tekniklere göre azalmıştır. Bu tekniklerle ilgili seviyeleme aşamasının ve toplam tedavi süresinin hesaplandığı, kontrol ve tedavi gruplarında ağrı verilerinin sağlandığı ve komplikasyonların prevalansının belirtildiği çalışmalara gerek duyulmaktadır (166). Bu nedenle bu çalışmanın amacı; seviyeleme aşamasında gerçekleştirilen MOP uygulamasının periodontal dokulara, alt arkın seviyelenme süresine ve diş arki boyutlarına etkisinin değerlendirilmesi ve hasta tarafından kabul edilebilirliğinin konvansiyonel tedaviyle karşılaştırarak incelenmesidir.

Mikro-osteoperforasyon uygulaması literatürde farklı şekillerde sağlanmıştır. Hayvan çalışmalarında, yuvarlak frez (6, 104, 106), ortodontik mini vida (105) ve dril (167) ile MOP uygulaması yapılmıştır. Klinik çalışmalarda ise, 3 mm (107) ve 6 mm (164) uzunluğunda mini vida kullanarak MOP uygulanmıştır. Propel® (Ossining, NY, ABD) isimli driver kullanarak MOP uygulanan çalışma sayısı kısıtlıdır (5, 108). Standart perforasyon genişliği ve derinliği sağlamak güç olacağından MOP uygulamalarında yuvarlak frez ya da dril tercih edilmemiştir. Ortodontik mini vida ile MOP uygulaması, daha ucuz ve pratiktir. Ancak çalışmaların bir çoğunda

standardizasyon yöntemi belirtilmemiştir ve farklı çapta mini vidalar kullanılmıştır. Çalışmamızda, MOP uygulaması için spesifik olarak üretilmiş patentli Propel® (Ossining, NY, ABD) isimli driver kullanılmıştır. Cihazın 3-5-7 mm derinliğe ulaşıldığında LED ışığı ile uyarı vermesi ve istenilenden daha derine ilerlenmesini engelleyen dış kapağı sayesinde standardizasyon sağlanmıştır (155).

Literatürde MOP uygulaması farklı derinliklerde ve genişliklerde yapılmıştır. Feizbakhsh ve ark. (107) 1,6 mm çapında, 3 mm derinliğinde MOP uygulamışlardır. İki çalışmada 1,5 mm çapında ve 3-4 mm derinliğinde MOP uygulamışlardır; ancak nasıl ölçüm yapıldığı belirtilmemiştir (109, 164). Sivarajan ve ark. (165) 1,6 mm çapında, kauçuk bir rehber yardımı ile 3 mm uzunluk belirleyerek 3 mm derinliğinde MOP uygulamışlardır. İki çalışmada ise 1,5 mm çapında 2-3 mm derinliğinde MOP uygulamışlardır (5, 108). Bununla birlikte birçok araştırmada kanin dişin distaline eşit aralıklar ile 3 adet MOP uygularken (5, 108, 109, 164, 165). Feizbakhsh ve ark. (107) 2 adet MOP uygulamıştır. Agrawal ve ark. (109) ek olarak kanin dişin mezialine kökler arası mesafenin uygunluğuna göre MOP sayısı belirlediklerini belirtmiştir. Dibart ve ark. (101) dekortikasyonun kortikal tabakayı geçmesi ve BHF' nin tam etkisini elde etmek için medüller kemiğe kadar ulaşması gerektiğini belirtmişlerdir ve piezotome kortikotomi uygulamasını 3 mm derinlikte yaptıklarını bildirmişlerdir. Tsai ve ark. (104) travma miktarı ile kemik remodelasyon miktarı arasında doğru orantı olabileceğini bildirmiştir. Buna göre; farklı sayıda, derinlikte ve çapta oluşturulan mikro-osteoperforasyonların çalışmanın sonuçlarını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda Dibart ve ark. (101) tarafından önerilen ve üreticinin talimatlarına uygun olarak, Propel® (Ossining, NY, ABD) isimli driver ile diş eti kalınlığı da hesaba katılarak kanin-kanin arası 3 mm, kanin-molar arası 5 mm derinliklerinde ve 1,5 mm çapında 2 ya da 3 adet çizgisel ya da üçgen şeklinde MOP uygulaması yapılmıştır (155). Çalışmamızda, ön bölge dişlerinin kökleri birbirine yakın olduğu ve kemik miktarı sınırlı olduğu için daha çok 2 adet MOP uygulaması tercih edilmiştir. Kanin bölgesinde ise mezial ve distaline olmak üzere üçer adet MOP uygulaması yapılmıştır.

MOP uygulamasının etkinliğini değerlendiren çalışmalarda farklı sürelerde takipler yapılmıştır. Yirmi sekiz gün (5, 107, 108), 3 ay (164), 16 hafta (165) ve 6 ay (109) takip süreleri rapor edilmiştir. Kısa süreli takiplerin nedeni, bölgesel hızlanma

fenomeninin geçici olması ve zamanla etkinliğinin azalması ilkesine bağlı olabilir (96). Ancak kuvvet uygulamasının, hiç kuvvet uygulanmamasına kıyasla, hızlandırma yönteminin aktive ettiği osteopenik (kemik yoğunluğunun azalması) etkinin süresinin uzamasına neden olabileceği bildirilmektedir (100). Bu çalışmada, seviyeleme aşaması tamamlanana kadar yaklaşık 5 aylık süre ile takip yapılmıştır.

Proffit ve ark. (166) ortodontik tedavide genellikle seans aralıklarının 4, 6 ve 8 hafta şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. İndirek rezorbsiyonun 7-14 gün arasında sürdüğünü, ilk 10 gün içerisinde diş hareketinin olduğunu belirtmiştir. Ancak yeniden kuvvet uygulamadan önce periodontal ligamentin tamiri için aynı veya daha fazla süre beklenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Tamir sürecinin kısa tutulması kemik ve diş zarar verebileceğinden, seansların 3 haftadan daha sık yapılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak hızlandırma tekniklerinde farklı aktivasyon aralıkları, dolayısıyla farklı randevu sıklığı bildirilmektedir. Keser ve Dibart (168) ise bölgesel hızlanma fenomenin etkisinin bir sonucu olarak piezosizyondan sonra meydana gelen hızlı ve geçici demineralizasyon fazı nedeniyle, tedavi randevularının 4 hafta yerine 2 haftada bir planlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Literatürde seviyeleme aşamasında MOP uygulamasının etkinliğini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Kanin distalizasyonu yapılan çalışmaların birçoğunda aktivasyonun hangi aralıklarla yapıldığından açıkça bahsedilmemiş olup (5, 108, 164), bir çalışmada 2 hafta (109), bir diğer çalışmada (107) ise 3 hafta aralıklarla seansların yapıldığı belirtilmiştir. Ancak seans aralıkları bildiren çalışmalarda da sürenin neye göre belirlendiğini belirten bir kaynaktan bahsedilmemiştir. Bu nedenle çalışmamızda, MOP uygulaması için kullanılan *driver*'ın üretici talimatlarına uygun olarak (155) ve piezotome-kortisizyon uygulamasının seviyeleme aşamasındaki etkinliğini değerlendiren benzer bir çalışma (152) göz önünde bulundurularak seans aralıkları 4 haftada bir yapılmıştır.

Çalışmamıza yaşları 12-27 arasında değişen ve şiddetli çapraşıklığa sahip 28 hasta (11 erkek 17 kız) dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 16 yıl 3 ay olarak hesaplandı. Cinsiyet dağılımı açısından gruplar arasında fark gözlenmedi. Literatürde, cinsiyetler arasında ortodontik diş hareketi miktarı açısından fark olmadığı bildirilmiş ve bu nedenle cinsiyet farklılıkları değerlendirilmemiştir (164, 169). Diş hareketi etkilenebileceğinden ağız hijyeni iyi olmayan, periodontal problemi olan (114, 115)

ve sistemik hastalığa bağlı ilaç kullanan (170) bireyler çalışmamıza dahil edilmemiştir. Çalışmamızda dahil edilme kriterleri benzer çalışmalar ile uyumludur (151-153).

Ortodontik tedavilerde periodontal dokuların sağlığı önem taşımaktadır (114). Ortodontik tedavi öncesinde mevcut periodontal problemler (gingivitis, periodontitis) veya sonrasında kullanılan ataçmanlara bağlı (braket, bant vs.) olarak ağız hijyeninin bozulması sonucunda gelişen periodontal problemler ortodontik diş hareketini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (114, 115). Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada, diş eti iltihabının ortodontik diş hareketini azalttığı bildirilmiştir (116). Ağız hijyeninin düzeltilmediği durumlarda, diş eti iltihabına bağlı diş eti büyümesi, çevre dokularda ataçman kaybı, cep derinliğinde artış ve diş eti çekilmesi meydana gelebilmektedir (115, 117). Ancak ortodontik tedavi sırasında, ağız hijyeni sağlandığında, periodontal dokularda kalıcı bir hasar meydana gelmeyeceği belirtilmektedir (118, 119). Bu nedenle, çalışmaya ağız hijyeni iyi olan ve periodontal problemi olmayan hastalar dâhil edilmiştir. Tedavi başında ağız hijyenini sağlama hususunda hastalar görsel yöntemler aracılığıyla bilgilendirilmiştir ve her seans ağız hijyenini korumaları gerektiğine dair telkinlerde bulunulmuştur.

Sabit ortodontik tedavi sırasında periodontal problemlerin oluşmaması için önemli olan başka bir faktör de yumuşak doku kalınlığıdır. Periodonsiyumdaki yumuşak doku kalınlığı, dişeti kalınlığı olarak adlandırılmaktadır ve periodontal biyotip değerlendirmesi üzerinde etkili olan önemli bir faktördür (120). Bazı araştırmacılar, diş eti kalınlığından bağımsız olarak ortodontik diş hareketleri alveoler kemiğin anatomik sınırları içerisinde gerçekleştiğinde, periodontal problemin en az düzeyde olacağını bildirmektedir. Bununla birlikte, diş eti kalınlığının ortodontik diş hareketi sırasında periodontal sağlık açısından önemli olduğu ve diş hareketi öncesinde dikkatle değerlendirilmesi gerektiği de belirtilmektedir (121, 122).

Sabit ortodontik tedavinin yanında diş hareketi hızlandırma yöntemlerinin de periodontal dokulara olan etkisi tartışma konusudur. Bu nedenle çalışmamızda periodontal parametreler de değerlendirilmiştir. Diş etinin iltihabi durumunu ve semptomlarını değerlendirmek için güvenilir yöntemler olan Loe-Silness gingival indeksi (156) ve Silness-Loe plak indeksleri (157) kullanılmıştır (171). Sondlamada kanama, Ainoma'nın (158) uygulaması ve değerlendirmesi kolay olan, kanama

varlığını “var” veya “yok” olarak skorlayan indeksi ile değerlendirilmiştir. Cep derinliği, Williams sondu ile “mm” cinsinden ölçülmüştür (159).

Diş eti kalınlığını değerlendirmek amacıyla ultrasonik ölçüm cihazı (Pirop® Ultrasonic Biometer A- Scan, Echo-Son, Krancowa, Poland) kullanılmıştır. Cihaz otomatik olarak, 10 ölçümden ortalama değer çıkarmakta ve standart sapmasıyla birlikte sonucu bildirmektedir. Bu sayede güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir. Ultrasonik cihazlar kullanılarak yapılan diş eti kalınlığı ölçüm araştırmalarında sonuçların, endodontik kanal eğesiyle yapılan dişeti kalınlığı ölçümlerine göre daha güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu belirtilmektedir (128, 136, 139). Bu nedenle çalışmamızda diş eti kalınlığını değerlendirmek amacıyla ultrasonik yöntem kullanılarak analiz yapılmıştır.

Ortodontik tedavi süresi birçok dış faktörden etkilenebilmektedir. Hastanın randevularına düzenli gelmemesi, braket kırması ve elastik kullanmaması örnek olarak verilebilir. Yeni bir uygulamanın değerlendirilmesi için bu dış faktörlerden daha az etkilenen bir model kullanılmalıdır. Bu nedenle bu çalışmada hasta kooperasyonuna bağlı faktörlerin en aza indirildiği, mandibular çapraşık dişlerin seviyelenmesinin Little çapraşıklık indeksi ile değerlendirildiği ve literatürde sıklıkla kullanılan bir tedavi modeli kullanılmıştır (148-152). Mandibular kesici dişlerin seviyelenmesi basit, etkinliği kanıtlanmış bir yöntem olan Little çapraşıklık indeksi ile değerlendirilebilmektedir. Literatürde de, seviyeleme aşamasında farklı tedavi yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla sıklıkla Little çapraşıklık indeksi kullanılmıştır (148-152).

Çalışmamıza, Little çapraşıklık indeksine göre 5 mm’den fazla çapraşıklığa sahip, daimi diş çekimi yapılmadan tedavi edilebilecek hastalar dâhil edilmiş ve alt keser dişlerin seviyeleme aşamasında çapraşıklık miktarındaki değişimler takip edilmiştir. Eksik ya da fazla dişi bulunan hastalar, seviyeleme sürecini olumlu ya da olumsuz etkileyeceğinden dolayı çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Literatürde MOP uygulamasının etkinliğini, 1.premolar çekimli vakalarda kanin distalizasyonunun miktarı ile değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır Ancak bu tarz çalışmalarda kaninin distalizasyonu sırasında oluşabilecek rotasyonlar ve açı değişiklikleri değerlendirmeyi etkileyebilmektedir (5, 107-109, 164, 165). Bu

çalışmada, dişlerin seviyelenmesi hedeflendiği için yukarıda bahsedilen faktörler söz konusu değildir.

Seviyeleme aşamasında farklı yöntemlerin etkinliği, bazı çalışmalarda (149) sekiz hafta gibi kısa süreli takiple değerlendirilirken, bazı çalışmalarda da seviyeleme aşaması tamamlanana kadar hastalar takip edilmiştir (73, 148, 150, 151). Bu çalışmada, tedavi başlangıcından 0,019x0,025 inç Ni-Ti (American Orthodontics, Sheboygan, WI, ABD) tel takılana kadar her seans (4 hafta aralıklarla) hastalardan model elde edilmiştir. Seviyeleme, dijital modeller üzerinde Little çapraşıklık indeksinin ölçülmesi ile değerlendirilmiştir. Little çapraşıklık indeksi değerlerinde başlangıçta gruplar arası fark bulunmamaktadır. Benzer çalışmalarda olduğu gibi, seviyelenme süresi başlangıçtan Little çapraşıklık indeksinin ≤ 1 mm olana kadar geçen süre gün olarak hesaplanarak elde edilmiştir (73, 150, 151).

Cerrahi hızlandırma yöntemlerinin hastalar tarafından tolere edilebilmesi de önem arz etmektedir. Çalışmamızda MOP uygulamasını yaptıran ve yaptırmayan hastalara; “Uygulamadan memnun kaldınız mı? İşlem kolay geldi mi? İşlemi tekrar uygulatır mısınız? Arkadaşlarınıza önerir misiniz?” soruları yöneltildi. Aynı zamanda ilk ark teli yerleştirildikten hemen sonra, 1 saat sonra, 12 saat sonra, 7 gün sonra, 14 gün sonra ve 28 gün sonra olmak üzere hastalardan birden ona kadar ağrılarını skorlamaları istenmiştir. Alikhani ve ark. (5) MOP uygulaması ile kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmada; işlem yapıldığı gün ve işlemden 1, 7, 14, 28 gün sonra ağrı skorlaması yapmışlardır. Attri ve ark. (108) ise 24 saat sonra, 7. ve 28. günler olmak üzere 3 farklı zaman diliminde ağrı skorlaması yapmışlardır. Alkepsi ve ark. (164) uygulamadan sonra çeşitli sürelerde ağrı skorlaması yapmış ve MOP girişiminden sonra, hastaların yemek yerken ve geceleri kendilerini uyandıran ağrıları olup olmadığını, cerrahi yapılan tarafta rahatsızlık ve şişlik hissi yaşayıp yaşamadıklarını değerlendirmişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızla benzer olarak, anket çalışması şeklinde; işlemi tekrar uygulatıp uygulatmayacakları ve arkadaşlarına önerip önermeyeceklerini sormuşlardır. Sivarajan ve ark. (165) ise 4, 8 ve 12 hafta aralıklarında hastalarına ağrı skorlaması yapmışlardır. Yukarıda bahsedilen çalışmalara benzer olarak bu çalışmada da ağrı değerlendirilmiş ve bu amaçla VAS skalası kullanılmıştır. Hasta deneyimlerinin paylaşılması, uygulamanın kullanılabilirliğini görmek açısından fayda sağlayacaktır.

Literatürde hızlandırma tekniklerinin seviyeleme aşamasında etkinliğinin değerlendirilirken sefalometrik değerlerin göz önünde bulundurulduğu çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda, iskeletsel Sınıf I (n=18) ve Sınıf II (n=10) malokluzyona sahip hastalar seçilmiştir. Çeneler arasında şiddetli iskeletsel uyumsuzluk olmamasına dikkat edilmiştir, böylece olası dişsel kompanzasyonların sonuçlar üzerine etkisi elimine edilmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda, keser açıları her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır. Bu bulgu, orta şiddette çapraşıklığa sahip ve çekimsiz tedavi edilen vakalarda beklediğimiz bir sonuçtur. Gruplar arası tedavi başlangıcı ve bitiminde açısal değerler arasındaki değişim oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışma başlangıcında sefalometrik değerler arasında fark olmaması, malokluzyon şiddetinin birbirine yakın olması ve gruplara eşit dağılması, MOP uygulamasının etkinliğinin değerlendirilmesinde karışıklığa neden olan faktörlerin (confounding factor) etkisini elimine etmemizi sağlamıştır. Dibart ve ark. (102) seviyeleme aşamasında ön bölgede alveoler dekortikasyon uygulanmış hastalarda, dekortikasyonun etkisiyle oluşan deminerilizasyon alanının dikkatli olunmazsa aşırı derecede proklinasyonla sonuçlanabileceğini, özellikle overbite kritik olan hastalarda dikkatli olunması gerektiğini bildirmiştir. Literatürde MOP uygulamasının seviyeleme etkinliğinin değerlendirilmesinde sefalometrik ölçümleri karşılaştıran çalışmaya rastlanmadığı için bu bulgular açısından karşılaştırma yapılamamaktadır.

Agrawal ve ark. (109) kortikotomi ve MOP uygulaması ile kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında her iki yöntemin de periodontal dokulara zarar vermediğini bildirmişlerdir. Alkepsi ve ark. (164) MOP uygulamasının kanin distalizasyonu üzerinde etkinliğini değerlendikleri çalışmalarında, 3 aylık takip sonucunda gingival indeks ve periodontal indeks değerlerinde gruplar arası istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmiştir. Aksakallı ve ark. (172) kanin distalizasyonu üzerinde piezosizyon uygulamasının etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada gruplar arasında gingival indeks değerlerinde fark olmadığını belirtmişlerdir. Abbas ve ark. (173), piezosizyon ve kortikotomi uygulamasının kanin distalizasyonu üzerindeki etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada gingival indeksi, plak indeksi, sondlamada kanama varlığı, ataçman seviyesi ve dişeti çekilmesini değerlendirmişlerdir ve gruplar arası klinik periodontal parametrelerde fark olmadığını bildirilmişlerdir. Charavet ve ark.

(174) piezosizyon uygulaması ile birlikte gerçekleştirilen çekimsiz ortodontik tedavilerin bitiminde konvansiyonel tedaviye göre plak indeksi, cep derinliği ve papilla kanama indeksi ölçümlerinde gruplar arasında fark olmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada MOP uygulanan ve uygulanmayan grupta seviyeleme öncesi ($MOP+=0,34 \pm 0,10$; $MOP-=0,41 \pm 0,14$) ve seviyeleme sonrası ($MOP+=0,44 \pm 0,08$; $MOP-=0,54 \pm 0,11$) gingival indeks değerlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış olsa da klinik olarak farkın anlamlı olmadığı düşünülmektedir. Plak indeksi ölçümlerinde seviyeleme öncesi ($MOP+=0,07 \pm 0,05$; $MOP-=0,07 \pm 0,04$) ve seviyeleme sonrası ($MOP+=0,11 \pm 0,09$; $MOP-=0,15 \pm 0,08$) gruplar arasında fark bulunmazken, grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur. Ancak bu farkın da klinik olarak anlamlı olmadığı düşünülmektedir. Seviyeleme öncesi ($MOP+=7,78 \pm 3,75$; $MOP-=10,97 \pm 6,57$) ve seviyeleme sonrası ($MOP+=12,76 \pm 4,95$; $MOP-=18,37 \pm 8,30$) sondlamada kanama indeksi grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermektedir. Seviyeleme sonrası gruplar karşılaştırıldığında, MOP uygulanmayan gruptaki artış istatistiksel olarak daha fazla bulunmuştur. Cep derinliği değerlendirildiğinde grup içi ve gruplar arası istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Sonuç olarak, her iki grupta da klinik periodontal parametrelerde artış gözlenmiş olsa da, klinik olarak anlamlı bir inflamasyon tablosu görülmemiştir. Literatürde ortodontik tedavinin periodontal problemlere yol açabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (175-177).

Literatürde ortodontik diş hareketi hızlandırma yöntemlerinin diş eti kalınlığına olan etkilerini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda tedavi sonrası diş eti kalınlıkları değerlendirildiğinde, gruplar arası fark gözlenmemiştir. Her iki grupta da 32 ve 42 numaralı dişlerin diş eti kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Bu durumun çapraşıklığın çözülmesi sırasında dişlerin öne eğiminin artmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Literatürde dişlerin öne açılmasına bağlı oluşan diş eti çekilmelerinin istatistiksel olarak anlamlı olsa da klinik olarak anlamsız olduğu ve bu hususta daha fazla çalışma yapılması gerektiği belirtilmektedir ve çalışmamızda benzer bulgular elde edilmiştir (178).

Cerrahi yöntemlerin diş hareketi üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar çoğunlukla maksillada yapılmıştır (5, 107, 109, 164). Attri ve ark. (108) maksilla ve mandibulada diş hareketi miktarlarında fark olmadığını belirtmiştir; ancak maksilla ve

mandibulanın ortodontik kuvvetlere farklı tepkiler gösterdiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (164, 179). Maksillanın daha ince kortikal kemiğe ve daha fazla trabeküler kemiğe sahip olması ve kemikte yapım yıkım olaylarının mandibulaya göre daha hızlı olması nedeniyle, maksiller dişlerin hareket hızının daha fazla olduğu belirtilmiştir. Buna bağlı olarak çeneler arasında diş hareketlerinde anlamlı bir farklılık oluşabilmektedir (179). Ayrıca, diş çekimi de o bölgede ek bir travma oluşturmaktadır. Çalışmalarda çekime bağlı travmanın sonuçları etkilememesi için distalizasyona çekimden 6 ay sonra başlanmıştır. Bölgesel hızlanma fenomeninin bir kaç gün içerisinde başladığı, genellikle 1-2 ayda zirve yaptığı, 4 ay sürdüğü ve bitmesinin 6 ila 24 aydan fazla sürebildiği bildirilmiştir (41, 43). Sonuç olarak, bahsedilen çalışmalar ile yapacağımız karşılaştırmaların yöntemin etkinliğini sorgulamada yanıltıcı olabileceği düşünülmektedir.

MOP uygulamasının yapıldığı grupta, ilk 4 hafta sonunda Little çapraşıklık indeksinde azalma miktarı $4,27 \pm 1,75$ iken uygulama yapılmayan grupta bu değer $2,82 \pm 0,87$ mm olarak bulunmuştur. Bu bulgular ışığında, MOP uygulaması yapılan grupta ilk 4 haftalık süreçte ortodontik diş hareketinin, yaklaşık 1,5 kat daha fazla olduğu sonucuna varılabilir. Literatürde seviyeleme aşamasında MOP uygulamasının etkinliğini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Alikhani ve ark. (5) 28 günlük takip sürecinde, MOP uygulamasının kanin distalizasyonunu 2,3 kat hızlandırdığını bildirirken, Feizbakhsh ve ark. (107) aynı takip süresinde, MOP uygulamasının kanin distalizasyonunu 2,03 kat hızlandırdığını belirtmişlerdir. Agrawal ve ark. (109) 6 aylık süreçte kortikotomi ve MOP uygulayarak kanin distalizasyonunu değerlendirmişler ve kortikotomi bölgesinde kanin premolar arası mesafenin $6,31 \pm 0,9$ mm'den $3,55 \pm 0,7$ mm'ye düştüğünü; MOP uygulanan tarafta ise kanin premolar arası mesafenin $6,21 \pm 0,8$ mm'den $3,84 \pm 0,7$ mm'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve her iki uygulamanın diş hareketini hızlandırdığını bildirmişlerdir. Attri ve ark. (108) MOP uygulamasının *en-masse* retraksiyon üzerindeki etkisini 28 gün süre ile değerlendirmiştir. Mikro-osteoperforasyon uygulanan hastalarda diş hareketi miktarının maksillada (sağda $0,89 \pm 0,17$ mm, solda $0,88 \pm 0,21$ mm) ve mandibulada (sağda $0,80 \pm 0,19$ mm, solda $0,73 \pm 0,1$ mm) kontrol grubuna göre (maksilla sağda $0,63 \pm 0,11$ mm ve solda $0,53 \pm 0,19$ mm; mandibula sağda $0,53 \pm 0,1$ mm ve solda $0,49 \pm 0,1$ mm) istatistiksel olarak daha fazla olduğunu

bildirmişlerdir. Alkepsi ve ark. (164) MOP uygulamasının kanin distalizasyonu üzerindeki etkilerini değerlendirdiklerinde, MOP ve kontrol tarafları arasında tüm zaman noktalarında diş hareketlerinde (1.ay = - 0,06, 2.ay = - 0,03, 3.ay = 0,07) istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. Sivarajan ve ark. (22) on altı haftalık takip sonunda ortalama kanin distalizasyonu miktarını MOP uygulanan grupta $4,16 \pm 1,62$ mm, kontrol grubunda $3,06 \pm 1,64$ mm olarak ölçmüştür. On altı haftanın sonunda kontrol grubuna göre MOP uygulanan gruptaki 1,1 mm olan diş hareketi miktarı farkını klinik olarak anlamlı bulmadıklarını rapor etmişlerdir. Çalışmamız, MOP uygulamasının etkinliğini değerlendiren araştırmalardan dizayn olarak farklı olsada ortak kanı olarak “ilk 4 haftalık süreçte, MOP uygulaması ortodontik diş hareketini hızlandırır” şeklinde yorum yapılabilir.

Çalışmamızda seviyeleme süresi gün olarak değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Literatürde çalışmamızla benzer dizaynda, ancak farklı yöntemlerin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Uribe ve ark, (152) piezotome-kortisizyon uygulamasının mandibular arkta seviyeleme süresi üzerine etkisini değerlendirmiş ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olmadığını bildirmiştir. Woodhouse ve ark. (150), dört adet 1.premolar diş çekimi yapılan vakada mandibular arkta seviyelenmeyi değerlendirmişler ve vibrasyon uygulamasının ortodontik diş hareketinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Kau ve ark. (73) fotobiyomodülasyon uygulamasının, maksilla ve mandibulada ortodontik tedavinin seviyeleme aşamasında diş hareketlerinde klinik olarak anlamlı değişiklikler ürettiğini belirtmişlerdir. Nahas ve ark. (151) ise, mandibular arkta seviyelenmeyi değerlendirdikleri çalışmada, 850 nm dalga boyunda günlük 20 dakika fotobiyomodülasyon uygulamasının mandibular arkta çapraşıklığın çözülmesi için gerekli süreyi azaltabileceğini bildirmişlerdir. Proffit ve ark. (166) seviyeleme aşamasının çapraşıklık miktarı ile ilişkili olduğunu ve şiddetli çapraşıklığın genellikle 5-6 aydan daha fazla sürede çözülebildiğini belirtmiştir. Kortikotomilerle seviyeleme süresi yarıya bile inse toplam tedavi süresinde 2-3 aylık bir kısalmanın tedavinin iki kat hızlandığı anlamına gelmeyeceğini, sadece seviyeleme aşamasının daha hızlı olacağını bildirmiştir. Bu çalışmada gruplar arasında yaklaşık 30 gün fark gözlenmiş olmasına rağmen, toplam tedavi süresindeki azalma dikkatle yorumlanmalıdır. Tüm bu bilgiler ışığında ortodontik diş hareketi hızlandırma

yöntemlerinden MOP uygulamasının tedavi süresini kısaltmada etkili olabileceği; ancak diğer yöntemlerle birlikte MOP uygulamasının seviyeleme aşamasındaki etkinliğini değerlendirmek amacıyla daha fazla araştırma yapılması gerektiği söylenebilir.

Çalışmamızda interkanin mesafe, intermolar mesafe, ark uzunluğu ve ark derinliği ölçümleri incelenmiştir. Tedavi başlangıcında ve tedavi sonunda gruplar arası farklılık gözlenmemiştir. Literatürde MOP uygulamasının seviyeleme aşamasında diş arkındaki değişimleri inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Ferguson ve ark. (180) dört farklı üniversite kliniğinde periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodontik (PAOO) tedavi uygulanarak (n=33) ve uygulanmadan (n=12) tedavi edilmiş 45 hastada mandibular arktaki seviyelemeyi tedavi öncesi, tedavi sonrası ve tedavi sonrası 5 yıllık takip olmak üzere 3 aşamada değerlendirmişlerdir. Tedavi sonrası PAOO uygulanan grupta interkanin ve intermolar mesafenin (sırasıyla; $26,2 \pm 1,8$ mm ve $40,2 \pm 3,2$ mm) kontrol grubuna göre (sırasıyla; $25,3 \pm 2,2$ mm ve $38,2 \pm 3,3$ mm) daha fazla arttığını ve farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak interkanin ve intermolar mesafedeki artışın dekortikasyon işlemi ile birlikte greft uygulanmış olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, seviyeleme aşamasının cerrahi yöntemle değerlendirildiği çalışmayla benzer olarak ilk aydan sonra MOP uygulamasının etkinliğinin azaldığı görülmüştür (152). Bu durum MOP uygulamasının oluşturduğu BHF etkisinin, kaç gün süre ile devam ettiğini düşündürmektedir. Bölgesel hızlanma fenomeninin bir kaç gün içerisinde başladığı, genellikle 1-2 ayda zirve yaptığı, genellikle kemikte 4 ay sürdüğü bildirilmektedir (43). Literatürde MOP uygulamasının etkinlik süresine bağlı olarak hangi sıklıkta yapılması gerektiğini belirten az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Attri ve ark. (108) *en masse* retraksiyon yaptıkları çalışmalarında tüm boşluk kapanana kadar 28 günde bir MOP uygulamasını tekrarladıklarını rapor etmişlerdir. Ancak sadece 28 günlük takip verisi bildirmiş ve uzun dönem etki belirtmemişlerdir. Özkan ve ark. (181) ise MOP uygulaması ile kanin distalizasyonu yaptıkları bir hastanın vaka raporunda, MOP uygulamasını 4. haftada yinelediklerini; ancak diş hareketinin hızlanmadığını bildirmişlerdir. Buna sebep olarak, BHF etkisinin belirli bir seviyede devam ederken, tekrar yapılan uygulamanın BHF etkisini artırmadığını, dolayısıyla

hareket hızını tetikleyemediğini belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan cihazın kullanım kılavuzunda ise 10-12 haftada bir tekrarlanabileceği belirtilmektedir (155). Bu çalışmada MOP uygulanan grupta 10-12 hafta içerisinde çapraşıklık önemli ölçüde azaldığı için uygulama sadece tedavi başlangıcında yapılmıştır. MOP uygulama sıklığını belirlemek için daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızda MOP uygulamasının hasta memnuniyeti üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla hastalara, ağrılarını skorlamaları (VAS) ve anket sorularına cevap vermeleri istenmiştir. Mikro-osteoperforasyon uygulanan grupta, ağrı düzeyi sadece ilk ark teli yerleştirildiğinde daha yüksek bulunurken, MOP uygulanmayan grupta ise 12 saat sonra daha yüksek bulunmuştur. Mikro-osteoperforasyon uygulanan hastalar, daha az invaziv de olsa cerrahi bir prosedür tecrübe ettikleri için, 12 saat sonra ki ağrı daha hafif hissedilmiş olabilir. Hasta memnuniyetini değerlendirmek için yapılan anket çalışmasında gruplar arasında fark bulunmamıştır. Mikro-osteoperforasyon uygulamasını yaptıran hastalar çoğunlukla uygulamadan memnun kaldıklarını, işlemin kolay olduğunu ve tekrar yaptırabileceklerini, aynı zamanda arkadaşlarına önerebileceklerini belirtmişlerdir. Alikhani ve ark. (5), hastaların MOP uygulamasının yapıldığı bölgede lokal olarak hafif rahatsızlık bildirdiğini, 14. ve 28. günlerde çok az ya da hiç ağrı duymadıklarını belirtmiştir. Araştırmacılar, MOP uygulamasının ortodontik tedavi sırasında diş hareketini hızlandırmak için etkili, konforlu ve güvenli bir prosedür olduğunu belirtmişlerdir. Attri ve ark. (108) MOP uygulamasının hastalarında sadece 1 gün sonra hafif rahatsızlık oluşturduğunu belirtmiş ve rahatlıkla uygulanabileceğini rapor etmişlerdir. Alkepsi ve ark. (164) MOP uygulanan bölgede, hastalarının 1. günde şişlik hissi dışında rahatsızlık duymadıklarını bildirmiş ve çalışmamızla benzer olarak hastaların MOP uygulamasından memnun kaldıklarını, birçoğunun MOP uygulamasını kolay bir prosedür olarak kabul ettiğini ve bunu tekrarlayıp arkadaşlarına tavsiye edebileceklerini bildirdiğini belirtmiştir. Sivarajan ve ark. (165) ise MOP uygulamasının ilk 4 haftalık süreçte orta derecede ağrıya neden olduğunu ve bu oranın hastalarda MOP uygulamasının tekrarlanmasında isteksizlik oluşturabileceğini bildirmiştir. Çalışmamızda bu çalışmalardan farklı olarak birden fazla bölgeye MOP uygulaması yapılmıştır. Ancak buna rağmen çalışmaların çoğuyla benzer olarak MOP uygulaması hastalarda aşırı bir rahatsızlık oluşturmamıştır.

Propel® cihazı, uç kısmında bulunuan istenilen derinlikten daha fazla perforasyon yapılmasını engelleyen şeffaf kapak kısmı nedeniyle tükürük veya kanlı ortamda hafif basınçla uygulama sırasında kayabilmektedir, bu nedenle konforlu bir işlem uygulanabilmesi için her perforasyon öncesi ve uygulama aralarında ilgili alan kurutulmalıdır. Propel® cihazının uç kısım dizaynı nedeniyle uygulama alanında hafif sapmalar olabilmekte, bu nedenle öncesinde, mikro-osteoperforasyon planlanan bölgelerde sondla hafif rehber oluklar oluşturmak faydalı olabilir. Cihazın maliyeti ve tek kullanımlık olması nedeniyle, sterilizasyonu sağlanabilir aynı çapta ve uzunlukta ortodontik mini vidalar ile karşılaştırma çalışmaları yapılabilir.

Literatürde MOP uygulamasının seviyeleme aşamasında; periodontal dokulara, alt arkın seviyelenme sürelerine, diş arkı boyutlarına etkisinin ve hasta tarafından kabul edilebilirliğinin konvansiyonel tedaviyle karşılaştırarak değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın, ilerde bu kapsamda yapılacak olan çalışmalara yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Mikro-osteoperforasyon uygulamasında belirsizliğini koruyan uygulama sıklığı ve seans aralıkları gibi durumların netleşmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

6. SONUÇLAR

- 1) Mikro-osteoperforasyon uygulanan grupta, seviyeleme aşamasında tedavi süresi anlamlı olarak daha az bulunmuştur.
- 2) Mikro-osteoperforasyon uygulanan grupta, mikro-osteoperforasyon uygulanmayan gruba göre ilk ay dışında Little çapraşıklık indeksinde seviyelenme oranında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.
- 3) Gruplarda interkanin mesafe, intermolar mesafe, ark derinliği ve ark uzunluğu ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir; ancak gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.
- 4) Hastaların ağrı skalası değerlendirildiğinde, ilk ark teli yerleştirildiğinde mikro-osteoperforasyon uygulanan grupta daha fazla ağrı olduğu gözlenmiştir, 12 saat sonra ise mikro-osteoperforasyon uygulanmayan grupta daha fazla ağrı olduğu tespit edilmiştir.
- 5) Hastaların memnuniyetleri değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.
- 6) Gruplar arasında sefalometrik değişkenler açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.
- 7) Klinik periodontal parametreler değerlendirildiğinde mikro-osteoperforasyon uygulanmayan grupta, gingival indeks ve sondlamada kanama ölçümleri mikro-osteoperforasyon uygulanan gruba göre daha fazla artış göstermiştir. Diğer periodontal parametrelerde anlamlı fark gözlenmemiştir.
- 8) Gruplarda klinik periodontal parametrelerde artış gözlenmiş olsa da, klinik olarak anlamlı bir inflamasyon tablosu görülmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(2):284-91.
2. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. *Progress in orthodontics*. 2013;14(1):42.
3. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*. 1983;31(1):3-9.
4. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Practical Osseous Surgery in Periodontics and Implant Dentistry*. 2011;195.
5. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(5):639-48.
6. Teixeira C, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant L, et al. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *Journal of dental research*. 2010;89(10):1135-41.
7. Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;145(4):S51-S64.
8. Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Alikhani M, Chou MY, Alyami B, et al., editors. *Micro-osteoperforations: minimally invasive accelerated tooth movement*. *Seminars in Orthodontics*; 2015: Elsevier.
9. Proffit W. *Biomechanics, mechanics and contemporary orthodontic appliances*. *Contemporary orthodontics*: Mosby, St Louis; 2007. p. 331-58.
10. Lindauer SJ, Britto AD, editors. *Biological response to biomechanical signals: Orthodontic mechanics to control tooth movement*. *Seminars in Orthodontics*; 2000: Elsevier.
11. Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(2):151-8.
12. Wise G, King G. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *Journal of dental research*. 2008;87(5):414-34.

13. Oppenheim A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. *European Journal of Orthodontics*. 2007;29(suppl_1):i2-i15.
14. Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *Journal of dental research*. 2009;88(7):597-608.
15. Brudvik P, Rygh P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16(4):265-73.
16. von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(5):615-23.
17. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(4):469. e1-. e32.
18. Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(1):16-23.
19. Von Böhl M, Maltha J, Von den Hoff H, Kuijpers-Jagtman AM. Changes in the periodontal ligament after experimental tooth movement using high and low continuous forces in beagle dogs. *The Angle Orthodontist*. 2004;74(1):16-25.
20. Sandstedt C. *Einige Beiträge zur Theorie der Zahnregulierung*. Nord. Tandilakere Tidsskr. 1904.
21. Oppenheim A. Tissue changes, Particularly in the bone incident to tooth movement. *Am J Orthod*. 1911;3:113-32.
22. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1932;18(4):331-52.
23. Baumrind S. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1969;55(1):12-22.
24. Yee J, Kimmel D, Jee W. Periodontal ligament cell kinetics following orthodontic tooth movement. *Cell Proliferation*. 1976;9(3):293-302.
25. Kardos TB, Simpson LO. A new periodontal membrane biology based upon thixotropic concepts. *American journal of orthodontics*. 1980;77(5):508-15.

26. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1960;46(12):881-900.
27. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*. 1957;43(1):32-45.
28. Mostafa YA, Weaks-Dybvig M, Osdoby P. Orchestration of tooth movement. *American journal of orthodontics*. 1983;83(3):245-50.
29. Farrar JN. *A Treatise on the Irregularities of the Teeth and Their Correction: Including, with the Author's Practice, Other Current Methods*: De Vinne Press; 1888.
30. Grimm FM. Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics*. 1972;62:384-93.
31. Kashyap S. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement: a brief overview. *NJDSR*. 2016;1(4):28-31.
32. Zengo A, Pawluk R, Bassett C. Stress-induced bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *American journal of orthodontics*. 1973;64(1):17-27.
33. Bassett CAL, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*. 1962;137(3535):1063-4.
34. Zengo A, Bassett C, Pawluk R, Prountzos G. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *American journal of orthodontics*. 1974;66(2):130-9.
35. 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. *American journal of orthodontics*. 1980;77(1):14-32.
36. Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. *Saudi journal of biological sciences*. 2018;25(6):1027-32.
37. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(1):86-92.
38. Proffit W, Miguel J. The duration and sequencing of surgical-orthodontic treatment. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*. 1995;10(1):35-42.

39. Frost H. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part II. *Clinical orthopaedics and related research*. 1989(248):294-309.
40. Shih M, Norrdin R. Regional acceleration of remodeling during healing of bone defects in beagles of various ages. *Bone*. 1985;6(5):377-9.
41. Schilling T, Müller M, Minne H, Ziegler R. Influence of inflammation-mediated osteopenia on the regional acceleratory phenomenon and the systemic acceleratory phenomenon during healing of a bone defect in the rat. *Calcified tissue international*. 1998;63(2):160-6.
42. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *American Journal of Orthodontics*. 1984;85(5):424-30.
43. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot J, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2001;21(1):9-20.
44. Davidovitch Z, Nicolay O, Ngan P, Shanfeld J. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dental Clinics of North America*. 1988;32(3):411-35.
45. Saito M, Saito S, Ngan PW, Shanfeld J, Davidovitch Z. Interleukin 1 beta and prostaglandin E are involved in the response of periodontal cells to mechanical stress in vivo and in vitro. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;99(3):226-40.
46. Yoshimatsu M, Shibata Y, Kitaura H, Chang X, Moriishi T, Hashimoto F, et al. Experimental model of tooth movement by orthodontic force in mice and its application to tumor necrosis factor receptor-deficient mice. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2006;24(1):20-7.
47. Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(3):364-70.
48. Valiathan A, Dhar S. Prostaglandins and enhanced orthodontic tooth movement: In search of the silver bullet. *Current science*. 2006:311-3.
49. Davidovitch Z, Shanfeld J, editors. Prostaglandin-E2 (Pge2) Levels In Alveolar Bone Of Orthodontically-Treated Cats. *Journal Of Dental Research*; 1980: Amer Assoc Dental Research 1619 Duke St, Alexandria, Va 22314.

50. Chumbley A, Tuncay O, editors. The effects of indomethacin on the rate of tooth movement in cats. *Journal Of Dental Research*; 1981: Amer Assoc Dental Research 1619 Duke St, Alexandria, Va 22314.
51. Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *Journal of dental research*. 1980;59(10):1635-42.
52. Yamasaki K, Shibata Y, Fukuhara T. The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys (*Macaca fuscata*). *Journal of dental research*. 1982;61(12):1444-6.
53. Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1984;85(6):508-18.
54. Leiker BJ, Nanda RS, Currier GF, Howes RI, Sinha PK. The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(4):380-8.
55. Dobnig H, Turner RT. Evidence that intermittent treatment with parathyroid hormone increases bone formation in adult rats by activation of bone lining cells. *Endocrinology*. 1995;136(8):3632-8.
56. Esbrit P, Alcaraz MJ. Current perspectives on parathyroid hormone (PTH) and PTH-related protein (PTHrP) as bone anabolic therapies. *Biochemical pharmacology*. 2013;85(10):1417-23.
57. Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *Journal of Bone and Mineral research*. 1999;14(4):546-54.
58. Soma S, Matsumoto S, Higuchi Y, Takano-Yamamoto T, Yamashita K, Kurisu K, et al. Local and chronic application of PTH accelerates tooth movement in rats. *Journal of dental research*. 2000;79(9):1717-24.
59. Li F, Li G, Hu H, Liu R, Chen J, Zou S. Effect of parathyroid hormone on experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(4):523-32.
60. Norman A. Vitamin D: the calcium homeostatic steroid hormone, chapt. 6. Academic Press, New York; 1979.

61. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94(4):278-84.
62. Kale S, Kocadereli II, Atilla P, Aşan E. Comparison of the effects of 1, 25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(5):607-14.
63. Nicozisis JL, Nah-Cederquist HD, Tuncay OC. Relaxin affects the dentofacial sutural tissues. *Clinical orthodontics and research*. 2000;3(4):192-201.
64. Bumann A, Carvalho R, Schwarzer C, Yen E. Collagen synthesis from human PDL cells following orthodontic tooth movement. *European journal of orthodontics*. 1997;19(1):29-37.
65. Liu ZJ, King GJ, Gu GM, Shin JY, Stewart DR. Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2005;1041(1):388-94.
66. Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2007;131(1):8. e1-8. e10.
67. McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;141(2):196-203.
68. Sabuncuoglu FA, Esenlik E. Influence of drugs on orthodontic tooth movement. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 2010;30(2).
69. Delany AM, Dong Y, Canalis E. Mechanisms of glucocorticoid action in bone cells. *Journal of cellular biochemistry*. 1994;56(3):295-302.
70. Kalia S, Melsen B, Verna C. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment. *Orthodontics & craniofacial research*. 2004;7(1):26-34.
71. Teixeira CC, Khoo E, Alikhani M. Different methods of accelerating tooth movement. *Clinical Guide to Accelerated Orthodontics*: Springer; 2017. p. 19-31.
72. Kau CH, Nguyen JT, English J. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice US*. 2010;1(1):10-5.

73. Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, de la Fuente A, et al. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Progress in orthodontics*. 2013;14(1):30.
74. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthodontics & craniofacial research*. 2008;11(3):143-55.
75. Saito S, Shimizu N, of Dentistry FNUS. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(5):525-32.
76. 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 in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2004;35(2):117-20.
77. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers in medical science*. 2008;23(1):27-33.
78. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthodontics & craniofacial research*. 2006;9(1):38-43.
79. Rubin C, Turner AS, Müller R, Mittra E, McLeod K, Lin W, et al. Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *Journal of bone and mineral research*. 2002;17(2):349-57.
80. Xie L, Rubin C, Judex S. Enhancement of the adolescent murine musculoskeletal system using low-level mechanical vibrations. *Journal of applied physiology*. 2008;104(4):1056-62.
81. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, et al. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):572-83.
82. Kopher RA, Mao JJ. Suture growth modulated by the oscillatory component of micromechanical strain. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2003;18(3):521-8.
83. Shenava S, Nayak K, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated orthodontics-a review. *International Journal of Scientific Study*. 2014;1(5):35-9.

84. Proffit WR FH, Sarver DM. The biologic basis of orthodontic therapy. Contemporary Orthodontics: Elsevier Urban Partner; 2016; (2). p. 7-9.
85. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1987;91(2):91-104.
86. Yan Q, Tomita N, Ikada Y. Effects of static magnetic field on bone formation of rat femurs. Medical engineering & physics. 1998;20(6):397-402.
87. Sakata M, Yamamoto Y, Imamura N, Nakata S, Nakasima A. The effects of a static magnetic field on orthodontic tooth movement. Journal of orthodontics. 2008;35(4):249-54.
88. Tengku B, Joseph B, Harbrow D, Taverne A, Symons A. Effect of a static magnetic field on orthodontic tooth movement in the rat. The European Journal of Orthodontics. 2000;22(5):475-87.
89. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1998;114(4):372-82.
90. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2007;131(2):160. e1-. e10.
91. İşeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2005;127(5):533-41.
92. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1959;12(5):515-29.
93. Kacprzak A, Strzecki A. Methods of accelerating orthodontic tooth movement: A review of contemporary literature Metody przyspieszania ortodontycznego przesuwania zębów–przegląd współczesnego piśmiennictwa. Dental. 2018:197.
94. Generson R, Porter J, Zell A, Stratigos G. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965). 1978;36(3):216-9.
95. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. Journal of periodontology. 1990;61(4):234-8.

96. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, NJ: 1995). 2009;30(6):342-4, 6, 8-50.
97. Park Y, Kang S, Kim S. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujiyutsu Taikai, Sokai*. 2006;48(6):6-15.
98. Peñarrocha-Diago M, Rambla-Ferrer J, Perez V, Pérez-Garrigues H. Benign paroxysmal vertigo secondary to placement of maxillary implants using the alveolar expansion technique with osteotomes: a study of 4 cases. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2008;23(1).
99. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF, editors. *An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives*. *Seminars in Orthodontics*; 2008: Elsevier.
100. Dibart S, Surmenian J, David Sebaoun J, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2010;30(5):487.
101. Dibart S, Keser E, Nelson D, editors. *Piezocision™-assisted orthodontics: Past, present, and future*. *Seminars in Orthodontics*; 2015: Elsevier.
102. Dibart S, Keser EI. *Piezocision™. Minimally invasive periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment* NJ (USA): Wiley-Blackwell. 2014:119.
103. Sangsuwon C, Alansari S, Nervina J, Teixeira C, Alikhani M. Micro-osteoperforations in accelerated orthodontics. *Clinical Dentistry Reviewed*. 2018;2(1):4.
104. 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. *The Angle Orthodontist*. 2015;86(4):558-64.
105. Cheung T, Park J, Lee D, Kim C, Olson J, Javadi S, et al. Ability of mini-implant-facilitated micro-osteoperforations to accelerate tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;150(6):958-67.
106. Sugimori T, Yamaguchi M, Shimizu M, Kikuta J, Hikida T, Hikida M, et al. Micro-osteoperforations accelerate orthodontic tooth movement by stimulating periodontal ligament cell cycles. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;154(6):788-96.

107. Feizbakhsh M, Zandian D, Heidarpour M, Farhad SZ, Fallahi HR. The use of micro-osteoperforation concept for accelerating differential tooth movement. *Journal of the World Federation of Orthodontists*. 2018;7(2):56-60.
108. Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S, et al. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations—a randomised controlled trial. *Journal of orthodontics*. 2018;45(4):225-33.
109. 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. *The Saudi dental journal*. 2019;31(1):58-65.
110. Nunn ME. Understanding the etiology of periodontitis: an overview of periodontal risk factors. *Periodontology 2000*. 2003;32(1):11-23.
111. Sanders NL. Evidence-based care in orthodontics and periodontics: a review of the literature. *The Journal of the American Dental Association*. 1999;130(4):521-7.
112. Cochran DL. Inflammation and bone loss in periodontal disease. *Journal of periodontology*. 2008;79:1569-76.
113. Pini Prato G, Baccetti T, Magnani C, Agudio G, Cortellini P. Mucogingival Interceptive Surgery of Buccally-Erupted Premolars in Patients Scheduled for Orthodontic Treatment I. A 7-Year Longitudinal Study. *Journal of Periodontology*. 2000;71(2):172-81.
114. Pender N, Samuels R, Last K. The monitoring of orthodontic tooth movement over a 2-year period by analysis of gingival crevicular fluid. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16(6):511-20.
115. Krishnan V, Ambili R, Davidovitch Ze, Murphy NC, editors. *Gingiva and orthodontic treatment*. *Seminars in Orthodontics*; 2007: Elsevier.
116. Okamoto A, Ohnishi T, Bandow K, Kakimoto K, Chiba N, Maeda A, et al. Reduction of orthodontic tooth movement by experimentally induced periodontal inflammation in mice. *European journal of oral sciences*. 2009;117(3):238-47.
117. Atack NE, Sandy JR, Addy M. Periodontal and microbiological changes associated with the placement of orthodontic appliances. A review. *Journal of Periodontology*. 1996;67(2):78-85.
118. Cardaropoli D, Gaveglio L, editors. *The influence of orthodontic movement on periodontal tissues level*. *Seminars in Orthodontics*; 2007: Elsevier.

119. Boke F, Gazioglu C, Akkaya S, Akkaya M. Relationship between orthodontic treatment and gingival health: A retrospective study. *European journal of dentistry*. 2014;8(3):373.
120. Bednarz W. The thickness of periodontal soft tissue ultrasonic examination—current possibilities and perspectives. *Dental and Medical Problems*. 2011;48(3):303-10.
121. Wennström JL, editor *Mucogingival considerations in orthodontic treatment*. *Seminars in Orthodontics*; 1996: Elsevier.
122. Kim S-H, Lee J-B, Kim M-J, Pang E-K. Combining virtual model and cone beam computed tomography to assess periodontal changes after anterior tooth movement. *BMC oral health*. 2018;18(1):180.
123. La Rocca AP, Alemany AS, Levi Jr P, Juan MV, Molina JN, Weisgold AS. Anterior maxillary and mandibular biotype: relationship between gingival thickness and width with respect to underlying bone thickness. *Implant dentistry*. 2012;21(6):507-15.
124. Zawawi KH, Al-Zahrani MS. Gingival biotype in relation to incisors' inclination and position. *Saudi medical journal*. 2014;35(11):1378.
125. Becker W, Ochsenein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls: Clinical ramifications. *Journal of clinical periodontology*. 1997;24(10):727-31.
126. Stipetić J, Hrala Z, Čelebić A. Thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity dependent on gender and body mass index. *Collegium antropologicum*. 2005;29(1):243-7.
127. Jepsen K, Jepsen S, Zucchelli G, Stefanini M, De Sanctis M, Baldini N, et al. Treatment of gingival recession defects with a coronally advanced flap and a xenogeneic collagen matrix: a multicenter randomized clinical trial. *Journal of clinical periodontology*. 2013;40(1):82-9.
128. Bednarz W, Zielinska A. Ultrasonic biometer and its usage in an assessment of periodontal soft tissue thickness and comparison of its measurement accuracy with a bone sounding method. *Dent Med Probl*. 2011;48(4):481-9.
129. Manjunath RS, Rana A, Sarkar A. Gingival biotype assessment in a healthy periodontium: transgingival probing method. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2015;9(5):ZC66.

130. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *Journal of periodontology*. 2010;81(4):569-74.
131. Ueno D, Sato J, Igarashi C, Ikeda S, Morita M, Shimoda S, et al. Accuracy of oral mucosal thickness measurements using spiral computed tomography. *Journal of periodontology*. 2011;82(6):829-36.
132. Eghbali A, De Rouck T, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype assessed by experienced and inexperienced clinicians. *Journal of clinical periodontology*. 2009;36(11):958-63.
133. De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *Journal of clinical periodontology*. 2009;36(5):428-33.
134. Cuny-Houchmand M, Renaudin S, Leroul M, Planche L, Le Guehennec L, Soueidan A. Gingival biotype assesment: visual inspection relevance and maxillary versus mandibular comparison. *The open dentistry journal*. 2013;7:1.
135. Frost NA, Mealey BL, Jones AA, Huynh-Ba G. Periodontal biotype: Gingival thickness as it relates to probe visibility and buccal plate thickness. *Journal of periodontology*. 2015;86(10):1141-9.
136. Eger T, Müller HP, Heinecke A. Ultrasonic determination of gingival thickness: subject variation and influence of tooth type and clinical features. *Journal of Clinical Periodontology*. 1996;23(9):839-45.
137. Ronay V, Sahrman P, Bindl A, Attin T, Schmidlin PR. Current status and perspectives of mucogingival soft tissue measurement methods. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2011;23(3):146-56.
138. Slak B, Ambroziak A, Strumban E, Maev RG. Enamel thickness measurement with a high frequency ultrasonic transducer-based hand-held probe for potential application in the dental veneer placing procedure. *Acta Bioeng Biomech*. 2011;13(1):65-70.
139. Slak B, Daabous A, Bednarz W, Strumban E, Maev RG. Assessment of gingival thickness using an ultrasonic dental system prototype: A comparison to traditional methods. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2015;199:98-103.
140. Rheude B, Lionel Sadowsky P, Ferriera A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(3):300-4.

141. Lighthouse KG, English JD, Kau CH, Akyalcin S, Bussa Jr HI, McGrory KR, et al. Surface analysis of study models generated from OrthoCAD and cone-beam computed tomography imaging. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;141(6):686-93.
142. Kau CH, Littlefield J, Rainy N, Nguyen JT, Creed B. Evaluation of CBCT digital models and traditional models using the Little's Index. *Angle Orthodontist*. 2010;80(3):435-9.
143. Fleming P, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*. 2011;14(1):1-16.
144. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2003;124(1):101-5.
145. Zilberman O, Huggare J, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(3):301-6.
146. Alcan T, Ceylanoğlu C, Baysal B. The relationship between digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions. *The Angle orthodontist*. 2009;79(1):30-6.
147. Sousa MVS, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;142(2):269-73.
148. Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(2):208-15.
149. Fleming PS, DiBiase AT, Sarri G, Lee RT. Efficiency of mandibular arch alignment with 2 preadjusted edgewise appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(5):597-602.
150. Woodhouse N, DiBiase A, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, et al. Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: a randomized trial. *Journal of dental research*. 2015;94(5):682-9.
151. Nahas AZ, Samara SA, Rastegar-Lari TA. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. *Lasers in medical science*. 2017;32(1):129-35.

152. Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YS, Almas K, Sobue T, et al. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding—a randomized clinical trial. *European journal of orthodontics*. 2017;39(6):595-600.
153. Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: a randomized controlled trial. *European journal of orthodontics*. 2018;41(2):188-95.
154. Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YSN, Almas K, Sobue T, et al. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized clinical trial. *European Journal of Orthodontics*. 2017;39(6):595-600.
155. Propel orthodontics products-Treatment guide <https://www.propelorthodontics.com/wp-content/uploads/2015/01/Treatment-Guide.pdf> [
156. Løe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1963;21(6):533-51.
157. Silness J, Løe H. Periodontal Disease in Pregnancy. Ii. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condtion. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1964(22):121-35.
158. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *International dental journal*. 1975;25(4):229-35.
159. Polson AM, Goodson JM. Periodontal diagnosis: current status and future needs. *Journal of periodontology*. 1985;56(1):25-34.
160. Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *American journal of orthodontics*. 1975;68(5):554-63.
161. Frost H. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hospital Medical Journal*. 1983;31(1):3.
162. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009;67(10):2160-6.
163. Alikhani M. Introduction to Micro-osteoperforations. *Clinical Guide to Accelerated Orthodontics: With a Focus on Micro-Osteoperforations*. 3: Springer; 2017. p. 34-41.

164. Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Alhaija EA. 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(6):771-85.
165. 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 Orthodontist*. 2019;89(2).
166. Proffit W, Fields H, Larson B, Sarver D. Biomechanics, mechanics and contemporary orthodontic appliances. *Contemporary orthodontics*: Elsevier; 2018. p. 247-75.
167. Lee J-W, Cha J-Y, Park K-H, Kang Y-G, Kim S-J. Effect of flapless osteoperforation-assisted tooth movement on atrophic alveolar ridge: Histomorphometric and gene-enrichment analysis. *The Angle Orthodontist*. 2017;88(1):82-90.
168. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(6):879-89.
169. Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;143(5):616-21.
170. Bartzela TN, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement. *Biology of Orthodontic Tooth Movement*: Springer; 2016. p. 133-59.
171. Fischman SL. Clinical index systems used to assess the efficacy of mouth-rinses on plaque and gingivitis. *Journal of clinical periodontology*. 1988;15(8):506-10.
172. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2015;86(1):59-65.
173. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;149(4):473-80.
174. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, et al. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: a randomized controlled trial. *Journal of dental research*. 2016;95(9):1003-9.

175. Dubey R, Jalili V, Garg S. Oral hygiene and gingival status in orthodontic patients. *Journal of Pierre Fauchard Academy (Pierre Fauchard Academy India Section)*. 1993;7(2):43-54.
176. Sköld-Larsson K, Yucel-Lindberg T, Twetman S, Modéer T. Effect of a triclosan-containing dental gel on the levels of prostaglandin I₂ and interleukin-1 β in gingival crevicular fluid from adolescents with fixed orthodontic appliances. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2003;61(4):193-6.
177. Gomes SC, Varela CC, Da Veiga SL, Rösing CK, Oppermann RV. Periodontal conditions in subjects following orthodontic therapy. A preliminary study. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(5):477-81.
178. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*. 2010;13(3):127-41.
179. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yabuuchi T, Ando R, Roberts WE, Garetto LP. Histomorphometric evaluation of alveolar bone turnover between the maxilla and the mandible during experimental tooth movement in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(6):889-97.
180. Ferguson DJ, Makki L, Stapelberg R, Wilcko MT, Wilcko WM, editors. *Stability of the mandibular dental arch following periodontally accelerated osteogenic orthodontics therapy: preliminary studies*. *Seminars in Orthodontics*; 2014: Elsevier.
181. Ozkan TH, Arıcı S, Arıcı N, Özkan E. Minivida Destekli Mikro-Osteoperforasyonlarla Yapılan Hizlandırılmış Kanin Distalizasyonu. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences*. 23(3):195-201.

EKLER

EK 1: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı.



İZMİR KATIP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Seviyeleme Aşamasında Yapılan Mikro-Osteoperforasyon Uygulamasının Etkinliğinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Poliklinik 1. Kat F2058 numaralı oda Karabağlar 35360 İZMİR.
	TELEFON	0232 245 04 38
	FAKS	0232 245 04 38
	E-POSTA	ikeetik@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Aslı BAYSAL			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı			
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	--			
	DESTEKLEYİCİ	--			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	--			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	--			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input checked="" type="checkbox"/>			
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma	<input type="checkbox"/>				
Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
Yrd. Doç. Dr. Barış KARADAŞ
İmza:

1/3







İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Seviyelendirme Aşamasında Yapılan Mikro-Osteoperforasyon Uygulamasının Etkinliğinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLU	28.04.2016	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	28.04.2016	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	28.04.2016	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	-	-	Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Açıklama					
	Belge Adı					
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>				
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	İLAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:94		Tarih: 18.05.2016			
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş uygun bulunmuş ve Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmeliğin madde 6-(1) e bendine göre çocuk sağlığı ve hastalıkları hekiminin çocuklarda bu çalışmanın yapılmasında sakınca olmadığı görüşü sonucu, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.					

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Yrd. Doç. Dr. Barış KARADAŞ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Yrd. Doç. Dr. Barış KARADAŞ / Başkan	Tıbbi Farmakoloji	İKÇÜTF	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Sibel AYIK (ÖKTEM)/Bildirimden Sorumlu Kişi	Göğüs Hastalıkları	İKÇÜTF	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet ÖZEREN	Kadın Hastalıkları ve Doğum	İKÇÜTEAH	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof. Dr. Servet AKAR	İç Hastalıkları/ Romatoloji	İKÇÜTF	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Abdül SAĞCAN	Kardiyoloji	Kent Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Doç. Dr. Muhammed İsa KARA	Ağız-Diş ve Çene Cerrahisi	İKÇÜDHF	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Doç. Dr. Nihal OLGAC DÜNDAR / Başkan Yardımcısı	Çocuk Nörolojisi	İKÇÜTF	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	





İZMİR KATİP ÇELEBİ
ÜNİVERSİTESİ

İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Seviyeme Aşamasında Yapılan Mikro-Osteoperforasyon Uygulamasının Etkinliğinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKÖL KODU	-

Yrd. Doç. Dr. Hatice Sabiha TÜRE	Nöroloji	İKÇÜTF	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Utku Kürşat ERCAN	Biyomedikal Mühendisliği	İKÇÜMMF	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Melih Kaan SÖZMEN	Halk Sağlığı	İKÇÜTF	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Av. Fatma GÜLMEZOĞLU	Hukuk	İKÇÜ	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Meral MEHREKULA	Sivil	İKÇÜ ATATÜRK EAH	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
Yrd. Doç. Dr. Barış KARADAŞ
İmza:



EK 2: T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurum Onayı.

HİZMETE ÖZEL



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

NORMAL

Sayı : 71146310-511.06-115858
Konu : 2016-102

09.09.2016

Doç. Dr. Aslı BAYSAL
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı / İZMİR

İlgi : 07.09.2016 tarihli başvurunuz. Kurumumuz evrak no:228418

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgi klinik araştırma başvuru dosyası ve belgeler; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince incelenmiş olup Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur.

Araştırmanın adı	: Seviyeleme Aşamasında Yapılan Mikro-Osteoperforasyon Uygulamasının Etkinliğinin Değerlendirilmesi
Koordinatör merkez	: İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Koordinatör / Sorumlu araştırmacı	: Doç. Dr. Aslı BAYSAL
Protokol tarihi / versiyon no	: 28.04.2016 V:1
Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu tarihi / versiyon no	: 28.04.2016 V:1
Olgu rapor formu tarihi / versiyon no	: 28.04.2016 V:1

- Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak:
- Araştırmanın başlamaması, iptali veya sonlandırılması halinde tarafımıza bilgi verilmesi,
 - Araştırma süresince ortaya çıkan advers olayların/etkilerin tarafımıza bildirilmesi,
 - Araştırmanın Helsinki Bildirgesi'nin son metni, İyi Klinik Uygulamalar İlkeleri ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,
 - Araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürünü ve ürünlerin kullanılmasına mahsus her türlü malzeme ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli için gönüllüden herhangi bir ücret talep edilmemesi,
 - Araştırmaya ait yıllık bildirim formunun düzenli olarak Kurumumuza gönderilmesi,



Sıhhiyet Mahallesi, 2176.Sokak No:1 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60 www.titck.gov.tr

Bilgi için: Elmas TURE
Uzman: Biyolog


Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman <http://ebs.titck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır. Dokümanın doğrulama kodu : YnUyM0Fyak1Uak1Uak1USHY3

- Sorumlu araştırmacı olarak yazımızın bir örneğinin koordinatör merkez ve ilgili etik kurula iletilmesi hususlarında;
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Ali Sait SEPTİOĞLU
Kurum Başkanı
Kurum Başkan Yardımcısı

Söğütözü Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00– Fax : (0 312) 218 34 60 www.titck.gov.tr

Bilgi için: Elmas TÜRE
Unvan: Biyolog

 Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman
<http://ebs.titck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır.
Dokümanın doğrulama kodu : YnUyM0Fyak1Uak1Uak1USHY3

EK 3: Klinik Periodontal Parametre İndeks Formu.

HASTA FORMU

Çalışmanın Adı: Sabit Ortodontik Tedavinin Periodontal Etkilerinin Klinik Ve Biyokimyasal Olarak Değerlendirilmesi

Hasta T.C. Kimlik No:

HASTA KODU:

Hasta Adı/Soyadı:

Sistemik Hastalık:

Cinsiyet:

Sürekli Medikasyon:

Yaş:

Sigara: Yok >10 <10

Telefon/Adres:

Teşhis: Sağlıklı Gingivitis K. P. A. P.

	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
GİNGİVAL İNDEKS																
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
SONDLAMADA KANAMA																
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
PLAK İNDEKSİ																
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

SOND. CEP DERİNLİĞİ	
DİŞ ETİ KALINLIĞI	

EK 4: Anket Formu.

ANKET FORMU

1. Tedavi seansı sonrası herhangi bir ağrı kesici aldınız mı? Evet ise ne zaman? Aşağıdaki ağrı kesicilerden hangisi belirtiniz.
 - Salisilat NSAID (Ör: Aspirin, Diflusal vb.)
 - Propionic NSAID (Ör: İbuprofen, Motrin, Advil, Naproxen vb.)
 - Aniline analjezik (Ör: Asetaminofen, Tylenol)
 - Opioidler (Ör: Codein, Hidrokodon, Morfin)
 - Kombine ilaçlar (Ör: Vicodin, Asetaminofen ve Hidrokodon)
 - Diğerleri (Lütfen ilacın ismini yana yazınız).....
2. Tedavinizden memnun kaldınız mı?
3. İşlem size kolay geldi mi?
4. Bu işlemi tekrar uygulatır mısınız?
5. Bu işlemi başka bir arkadaşınıza önerir misiniz?

Aşağıda verilen sürelerde ne kadar ağrı veya rahatsızlık hissettiniz.

1. ilk ark teli yerleştirildikten hemen sonra
2. ilk ark teli yerleştirildikten 1 saat sonra
3. ilk ark teli yerleştirildikten 12 saat sonra
4. ilk ark teli yerleştirildikten 7 gün sonra
5. ilk ark teli yerleştirildikten 14 gün sonra
6. ilk ark teli yerleştirildikten 28 gün sonra

GÖRSEL ANALOG SKALA (VAS)

“0’dan 10’a kadar puanlayacak olsanız ağrı şiddetinizi hangi aralıkta belirlerdiniz?”

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Mücahid Faik ŞAHİN

Doğum Tarihi: 28.11.1988

Doğum Yeri: Antalya

Eğitim/Öğretim: 2002-2006 Bursa Malcılar Lisesi
2006-2011 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
2013-2019 İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD
Doktora Eğitimi

Katıldığı Kongre/Kurs:

- Ormco ‘Damon System and Advanced Straight Wire’ 2014-İzmir
- Tempormandibular Eklem Sempozyumu ‘Teşhis ve Tedavi Seçenekleri’ 2014-Kırıkkale
- Ormco ‘Understanding the Damon System’ 2015-İzmir
- 22. Turkish Dental Association International Dental Congress ‘Ortodontide eClinger termoplastik apareylerinin endikasyonları ve klinik kullanımı’ 2016- İzmir
- 15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu 2017-Ankara
- İzmir Diş Hekimleri Odası 24. Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi 2017- İzmir
- İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Çalışma Günleri ‘Dudak Damak Yarıklarında Tedavi Yaklaşımları Sempozyumu’ 2017- İzmir

Yazışma Adresi: İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Aydınlıkevler
Mahallesi Cemil Meriç Caddesi 6780 Sokak No:48
35640 – Çiğli / İZMİR

Tel: 0 232 325 40 40 / 25 00

e-posta: m.faiksahin@hotmail.com