

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**PIEZOİNSİZYON VE MİKRO-OSTEOPERFORASYON
TEKNİKLERİNİN MANDİBULAR ANTERİOR DİŞLERİN
SEVİYELENMESİNDEKİ ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Burcu KILINÇ

UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**Danışman
Doç. Dr. Zeliha Müge BAKA**

KONYA-2019

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**PIEZOİNSİZYON VE MİKRO-OSTEOPERFORASYON
TEKNİKLERİNİN MANDİBULAR ANTERİOR DİŞLERİN
SEVİYELENMESİNDEKİ ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Burcu KILINÇ

UZMANLIK TEZİ


ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Zeliha Müge BAKA

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından
18102006 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2019

 T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI ULUSLARARASI ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME MERKEZİ	UZMANLIK TEZİ JÜRİ TUTANAĞI	Dok. Kodu	KU.FR.57
		Yürürlüğe Gir. Tar.	Haziran 2015
		Revizyon No	00
		Revizyon Tarihi	
		Sayfa No	1 / 1

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı : Burcu KILINÇ

Uzmanlık Dalı : Ortodonti

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Zeliha Müge BAKA

Tezin Adı : Piezoinisizyon ve Mikro-Osteoperforasyon
Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin
Karşılaştırılması

Burcu KILINÇ hazırlanmış olduğu tezini 07/03/2019 tarihinde aşağıda isimleri yazılı olan jüri hazırlarında savunmuştur.

SONUÇ: TEZ BAŞARILI TEZ YETERSİZ ()

Doç.Dr. Zeliha Müge BAKA
Ortodonti
Jüri

Dr. Öğr. Ü. Şiir NEVZATOĞLU
Ortodonti
Jüri

Dr. Öğr. Ü. Hatice KÖK
Ortodonti
Jüri

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli hocam ve danışmanım sayın Doç. Dr. Zeliha Müge Baka'ya,

Çalışmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyip, en zor dönemlerimde yanımda olan değerli arkadaşlarım Elif Ergin, Merve Fidanboy'a ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Bu günlere gelmemde en büyük emeğe sahip, beni her anımda, her kararımda destekleyen, hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli annem Emine Dinçer, babam Mehmet Emin Dinçer ve çok sevdiğim abim Mutlu Dinçer'e,

Ve her anımda özverisini ve desteğini yanımda hissettiğim, uzmanlık eğitimime ve hayatıma anlam katan sevgili eşim Ali Kılınç'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	i
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER	iii
ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Ortodontik Diş Hareketi	3
1.1.1. Ortodontik ve Ortopedik Kuvvet	4
1.1.2. Optimal Ortodontik Kuvvet	4
1.1.3. Ortodontik Diş Hareketinde Periodonsiyumda Görülen Değişiklikler	6
1.1.4. Direkt ve İndirekt Kemik Rezorpsiyonu	8
1.1.5. Ortodontik Diş Hareketi Kuramları	8
1.1.6. Ortodontik Diş Hareketinde Biyoelektrik Sinyaller.....	11
1.1.7. Diş Hareketinin Fazları	12
1.1.8. Ortodontik Diş Hareketinde Sinyal Moleküller ve Metabolitler	13
1.2. Ortodontik Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri.....	20
1.2.1. Cihaz Destekli Tedavi veya Mekanik Stimülasyon Metotları	20
1.2.2. Kimyasal Uygulamalar	22
1.2.3. Cerrahi Teknikler	25
1.3. Ortodontide Dental Çapraşıklığı Belirlemeye Yönelik İndeksler.....	36
1.4. Ağrı	37

1.4.1. Tek Ölçütlü Bireysel Ağrı Değerlendirme Yöntemleri.....	38
1.5. Hayat Kalitesi.....	41
2. BİREYLER VE YÖNTEM	42
2.1. Bireylerin Seçimi ve Grupların Oluşturulması	42
2.2. Yöntem.....	44
2.2.1. Çalışma Gruplarının Hazırlanması.....	44
2.2.2. Ağrı Düzeylerin Değerlendirilmesi.....	50
2.2.3. OHIP-14 Anketinin Değerlendirilmesi	50
2.2.4. Modellerinin Elde Edilmesi ve İrregüleritenin Değerlendirilmesi	51
2.2.5. Periodontal Parametreler.....	53
2.3. İstatistiksel Analiz.....	55
3. BULGULAR	57
3.1. Yöntem Hatası Değerlendirilmesi	57
3.2. Grupların Yaş ve Cinsiyet Dağılımlarının Değerlendirilmesi	57
3.3. VAS Ağrı Düzeylerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bulgular	58
3.4. OHIP-14 Anketine Yönelik Bulguların Değerlendirilmesi.....	61
3.5. Model Ölçümlerine Yönelik Bulguların Değerlendirilmesi	62
3.5.1. Başlangıç Çapraşıklık Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	62
3.5.2. Çapraşıklık Miktarının Değerlendirilmesi	63
3.5.3. Çapraşıklık Düzeltme Miktarlarının Değerlendirilmesi.....	65
3.5.4. Çapraşıklık Miktarı ile Çapraşıklık Düzeltme Miktarları Arasındaki İlişkiler	70

3.6. Periodontal Parametrelere Ait Bulguların Değerlendirilmesi	71
4. TARTIŞMA	74
4.1. Yöntemin Tartışılması.....	75
4.2. Bulguların Tartışılması.....	81
4.2.1. Ağrı Bulgularının Tartışılması	81
4.2.2. OHIP-14 Bulgularının Tartışılması.....	82
4.2.3. Model Ölçümlerine Yönelik Bulguların Tartışılması	83
4.2.4. Periodontal Parametrelere Ait Bulguların Tartışılması.....	87
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
6. KAYNAKLAR	90
7. EKLER.....	101
7.1. EK-A. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı.	101
7.2. EK-B. Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Onay Belgesi.....	104
7.3. EK-C. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu.....	106
8. ÖZGEÇMİŞ.....	110

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
<	: ‘ den küçüktür
>	: ‘ den büyüktür
°	: Derece
°C	: Santigrad derece
µm	: Mikrometre
1,25-DHCC	:1,25-dihidroksikolekalsiferol
ALP	: Alkalen Fosfataz
ATP	: Adenozin Tri Fosfat
BHF	: Bölgesel Hızlandırıcı Fenomen
cAMP	: Siklik Adenozin Mono Fosfat
cGMP	: Siklik Guanozin Mono Fosfat
CGRP	: Kalsitonin Gen İlişkili Peptid
cm²	: Santimetrekare
cN	: Santinewton (0,01 Newton)
CSF	: Koloni Uyarıcı Faktör
CTGF	: Bağ Dokusu Büyüme Faktörü
Dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
ECM	: Ekstra Sellüler Matriks
FGF	: Fibroblast Büyüme Faktörü
g	: Gram
GaAlAr	: Galyum Alüminyum Arsenid
G-CSF	: Granülosit Koloni Uyarıcı Faktör
Gİ	: Gingival İndeks
GM-CSF	: Gronilosit Makrofaj Koloni Uyarıcı Faktör
GTP	: Guanozin Tri Fosfat
IGF	: İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü
IFNγ	: İnterferon Gama
IL	: İnterlökin
İnç	: Uzunluk ölçüsü birimi (=2,54 cm)
Kg	: Kilogram

kHz	: Kilohertz
mg	: Kütle birimi (10^{-3} gram)
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre (10^{-3} m)
M-CSF	: Makrofaj Koloni Uyarıcı Faktör
Mİ	: Mobilite İndeksi
n	: Örnek Sayısı
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
NO	: Nitrik Oksit
OPG	: Osteoprotegerin
OST	: Osteokalsin
P	: Anlamlılık Değeri
PCD	: Periodontal Cep Derinliği
PDL	: Periodontal Ligament
PG	: Prostaglandin
PGE	: Prostaglandin E
PGI	: Prostaglandin
PI	: Fosfotidil İnositol
Pİ	: Plak İndeksi
PMD	: Plazma Membrani Bozulması
PTH	: Paratiroid hormon
RANK	: Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa -B
RANKL	: Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa -B Ligand
SP	: Substance P
TGF	: Transforme Edici Büyüme Faktörü
TNF	: Tümör Nekroz Faktör
TxA2	: Tromboksan A2
VAS	: Visual Analogue Scale
VIP	: Vazoaktif İntestinal Polipeptid
VRS	: Verbal Rating Scale
α	: Alfa
β	: Beta
δ	: Sigma

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER

Şekil 1.1. Kemik eğilme kuramına göre kemik yapım ve yıkım alanları (Singh 2015)	9
Şekil 1.2. Basınç-gerilim kuramına göre kemikte meydana gelen yeniden şekillenme (Singh 2015).....	11
Şekil 1.3. Flep kaldırıldıktan sonra kortikal kemikte yapılan kortikotomi (Dibart ve ark 2009)	26
Şekil 1.4. Çekim sonrası interseptal kemiğin zayıflatılması (Ren ve ark 2007).....	28
Şekil 1.5. Flep kaldırılmadan MOP uygulaması (Sangsuwon ve ark 2017).....	30
Şekil 1.6. Flep kaldırıldıktan sonra piezocerrahi ile kortikotomi (Vercellotti and Podesta 2007).....	31
Şekil 2.1. A. Piezoinsizyon cihazı B. Kemik kesisi için kullanılan SL1 nolu uç C. Piezoinsizyon cihazının el parçası.....	46
Şekil 2.2. Piezoinsizyon uygulanan hastanın işlemden hemen sonraki görüntüsü	47
Şekil 2. 3. Propel cihazı ve istenen derinliğe ayarlandığını gösteren LED gösterge .	48
Şekil 2. 4. MOP uygulanan hastanın işlemden hemen sonraki görüntüsü.....	48
Şekil 2.5. Bireylerde kullanılan VAS skalası.....	50
Şekil 2.6. Elde edilen modellerin Little'ın Çapraşıklık İndeksi' ne göre ölçümü	52
Şekil 2.7. Little'ın Çapraşıklık İndeksi' ne göre dental modellerin ölçümünün şematik görüntüsü: A: Kanin dişin mezial kontakt noktası ile lateral dişin distal kontakt noktası arası mesafe B: Lateral dişin mezial kontakt noktası ile santral dişin distal kontakt noktası arası mesafe C: Santral dişin mezial kontakt noktası ile öteki santal dişin mezial kontakt noktası arası mesafe D: Santral dişin distal kontakt noktası ile lateral dişin mezial noktası arasındaki mesafe E:Lateral dişin distal kontakt noktası ile kanin dişin mezial kontakt noktası arasındaki mesafe Little'ın Çapraşıklık indeksi: A+B+C+D+E	53
Şekil 3.1. VAS ağrı değerlerinin grup içi dağılımları.....	59
Şekil 3.2. VAS ağrı değerlerinin gruplar arası dağılımları	60

Şekil 3.3. OHIP-14 skorlarının gruplar arası dağılımı.....	62
Şekil 3.4. Başlangıç çapraşıklık değerlerinin gruplar arası dağılımı	63
Şekil 3.5. Çapraşıklık miktarı ölçümlerinin gruplar arası dağılımları	64
Şekil 3.6. Çapraşıklık miktarı ölçümlerinin grup içi dağılımları	64
Şekil 3.7. Çapraşıklık düzelme miktarlarının gruplar arası dağılımları.....	70
Çizelge 2.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin gruplara göre dağılımı ve yaş ortalaması.....	43
Çizelge 2.2. OHIP-14 anketi.....	51
Çizelge 3.1. Çapraşıklık miktarı için ölçümlerin uyumluluğu.....	57
Çizelge 3.2. Hastaların gruplara göre yaş dağılımları.....	57
Çizelge 3.3. Hastaların gruplara göre cinsiyet dağılımları	58
Çizelge 3.4. VAS ağrı ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler.....	58
Çizelge 3.5. VAS ağrı değerlerinin grup içi ikili karşılaştırmaları	59
Çizelge 3.6. VAS ağrı değerlerinin gruplar arası ikili karşılaştırılması.....	61
Çizelge 3.7. OHIP-14 skorlarının gruplar arası karşılaştırılması.....	61
Çizelge 3.8. Gruplar arası başlangıç (T0) çapraşıklık değerleri	62
Çizelge 3.9. Çapraşıklık miktarı ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler.....	63
Çizelge 3.10. Çapraşıklık miktarı ölçümlerinin grup içi ikili karşılaştırmaları	65
Çizelge 3.11. Çapraşıklık düzelme miktarlarının MOP grubu için grup içi değerlendirilmeleri	66
Çizelge 3.12. MOP grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması	66
Çizelge 3.13. Çapraşıklık düzelme miktarlarının Piezoinsizyon grubu için grup içi değerlendirilmeleri	67

Çizelge 3.14. Piezoinsizyon grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması	67
Çizelge 3.15. Çapraşıklık düzelme miktarlarının kontrol grubu için grup içi değerlendirilmeleri	68
Çizelge 3.16. Piezoinsizyon grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması	68
Çizelge 3.17. Çapraşıklık düzelme miktarlarına ilişkin değerlendirmeler	69
Çizelge 3.18. T0-T4 zaman dilimindeki çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması	69
Çizelge 3.19. Çapraşıklık miktarı ile çapraşıklık düzelme miktarları arasındaki ilişkiler	70
Çizelge 3.20. Başlangıç periodontal parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması ...	71
Çizelge 3.21. Periodontal parametrelerin grup içi karşılaştırılması	72
Çizelge 3.22. Periodontal parametrelerin (T4-T0) zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması	73
Çizelge 3.23. Periodontal parametrelerin (T4-T0) zamanı farklarının ikili karşılaştırılması	73

ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

PIEZOİNSİZYON VE MİKRO-OSTEOPERFORASYON TEKNİKLERİNİN MANDİBULAR ANTERİOR DİŞLERİN SEVİYELENMESİNDEKİ ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

“Burcu KILINÇ”

Ortodonti Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2019

Bu çalışmanın amacı mandibular anterior çapraşıklıkta ortodontik olarak tedavi edilmesinde piezoinsizyon ve mikro-osteoperforasyon (MOP) tekniklerinin seviyelemedeki etkinliklerini birbirleri ve kontrol grubu ile karşılaştırmak, periodontal parametrelerde meydana gelen değişiklikleri ve hasta konforundaki farklılıkları değerlendirmektir.

Araştırmaya 45 hasta dahil edilmiş olup randomize olarak 3 gruba ayrılmıştır. Alt çenede bonding işlemini takiben ilk gruptaki hastalara (9 kız, 6 erkek) piezoinsizyon işlemi uygulanmış, ikinci gruptaki (Grup 2) hastalara (10 kız, 5 erkek) MOP işlemi uygulanmıştır. Üçüncü gruptaki hastalar (7 kız, 8 erkek) ise kontrol grubu olup ortodontik diş hareketini hızlandırma amacıyla herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Alt bonding işlemine başlamadan önce hastalardan başlangıç alçı modelleri elde edilmiş ve periodontal parametreleri kaydedilmiştir. Hastalardan bir hafta sonra kontrole gelmeleri istenerek bir hafta boyunca doldurmak üzere ağrıya yönelik VAS ölçekleri verilmiş ve bir haftanın sonunda OHIP-14 anketini doldurmaları istenmiştir. Hastalardan T1, T2, T3 ve T4 zamanlarında alt çene alçı modeller alınmıştır. Ayrıca dört ayın sonunda periodontal parametreler kaydedilmiş ve çalışma sonlandırılmıştır. Elde edilen alçı modellerin çapraşıklık miktarı dijital bir kumpas yardımıyla Little'ın çapraşıklık indeksine göre kaydedilmiştir. Çalışmamızda seanslar arası çapraşıklık düzelme miktarının grup içi ve gruplar arası karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi, periodontal parametrelerin grup içi karşılaştırılmasında paired t testi, gruplar arası karşılaştırılmasında ise tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Ayrıca VAS ve OHIP-14 değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Çalışmamız sonucunda piezoinsizyon grubunda total çalışma süresi boyunca kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla ortodontik diş hareketi görülmüştür. MOP grubunda ise Piezoinsizyon ve kontrol grubuna göre hiçbir zaman diliminde anlamlı farklılığa rastlanmamıştır.

Sonuç olarak piezoinsizyon tekniğinin uygulanması ile diş hareket miktarında artış sağlarken, MOP grubunda herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Bu tekniklerin periodontal parametreler açısından herhangi bir dezavantaj oluşturmayarak minimal invaziv teknikler olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Diş hareketi hızlandırma, mikro-osteoperforasyon, piezoinsizyon.*

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY

SELCUK UNIVERSITY

FACULTY of DENTISTRY

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF PIEZOCISION AND MICRO-OSTEOPERFORATION TECHNIQUES IN LEVELING MANDIBULAR ANTERIOR TEETH

“Burcu KILINÇ”

Department of Orthodontics

THE SPECIALIZATION THESIS/ KONYA-2019

The aim of this study was to compare the effectiveness of piezocision and micro-osteoperforation (MOP) techniques with each other and with the control group in the leveling of mandibular anterior teeth. And we also aimed to evaluate the changes in periodontal parameters and differences in patient comfort.

Forty-five patients included in the study were randomly divided into three groups. After the bonding process of mandibular teeth, the patients in the first group (9 girls, 6 boys) underwent a piezocision procedure and the patients in the second group (10 girls, 5 boys) underwent a MOP procedure. Patients in the third group (7 girls, 8 boys) were the control group. Before starting the mandibular bonding process, initial cast models were obtained from the patients and the periodontal parameters were recorded. The patients were asked to come to the control after one week, they were given Visual Analogue Scales for pain assessment for one week and they were asked to complete the OHIP-14 questionnaire at the end of the week. Mandibular cast models were taken at T1, T2, T3 and T4 periods. In addition, periodontal parameters were recorded at the end of four months and the study was terminated. The amount of crowding recorded on the cast models with the help of a digital caliper according to the Little's irregularity index. In our study, one-way ANOVA was used for inter-group and intra-group comparison for the amount of crowding correction for each visit. For periodontal parameters Paired t-test was used for intra-group comparison and One-way ANOVA analysis was used for comparison between groups. Additionally, One-way ANOVA was used to compare VAS and OHIP-14 values between groups.

As a result of our study, a statistically significantly more orthodontic tooth movement was observed in the piezocision group than the control group during the total study period. In the MOP group, no significant difference was observed in any time period according to the piezocision and control group.

While the amount of tooth movement was increased by the application of piezocision technique, there was no difference in MOP group. It was concluded that these techniques were minimally invasive techniques without any disadvantage in terms of periodontal parameters.

Key Words: *Accelerated tooth movement, micro-osteoperforation, piezocision.*

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavi ile hem estetik hem de fonksiyonun iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Ancak uzamış tedavi süresi hastaların tedaviden kaçınmalarında başlıca etken oluşturmaktadır. Özellikle yetişkinlerde ortodontik tedavinin uzaması hastaların tedaviden vazgeçmesine veya alternatif tedavilere başvurmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle tedavi süresini kısaltmaya yönelik yöntemlerin üzerinde sıkça çalışılmaktadır (Alikhani ve ark 2013).

Ortodontik tedavinin süresi hastaların olduğu kadar klinisyenlerin de üzerinde durduğu bir konudur. Uzamış tedavi süresi beyaz nokta lezyonlarında, periodontal problemlerde ve eksternal kök rezorpsiyonu riskinde artışa sebep olmakla birlikte hastalarda uyum problemlerine de yol açabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı ortodontik diş hareketini hızlandırmaya ve dolayısıyla ortodontik tedavi süresini kısaltmaya yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır (Jing ve ark 2017).

Ortodontistin tecrübesi, hastanın cinsiyeti, yaşı, başlangıçtaki çapraşıklığın şiddeti, başlangıç molar ilişkisi, kullanılan braketin çeşidi, uygulanacak tedavinin diş çekimi gerektirip gerektirmeyeceği, hastanın tedaviye uyumu, randevularına düzenli gelmesi ve braket kopması gibi çeşitli faktörler ortodontik tedavinin süresini etkileyebilmektedir (Melo ve ark 2013). Fakat ortodontik kuvvete karşı dişlerin verdiği biyolojik cevap, ortodontik diş hareketinin hızını ve dolayısıyla ortodontik tedavi süresini etkileyen başlıca faktördür. Ortodontik diş hareketinin temelinde osteoklastik aktiviteyle meydana gelen kemik rezorpsiyonu rol almaktadır (Alikhani ve ark 2013).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla ark telleri, braketler ve kullanılan diğer ataçmanlarla ilgili pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca uygulanan kuvvet sonucu oluşan hücresel cevaplar ve değişiklikler incelenerek daha hızlı ya da daha çok diş hareketi sağlamak amacıyla yeni çözümler aranmıştır. Lokal ve sistemik ajanların arzu edilmeyen bazı yan etkilerinden dolayı kullanımı uygun görülmemektedir. Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla ortodontistler sıklıkla fiziksel ve cerrahi yöntemlere yönelmişlerdir (Gadakh ve ark 2016). Literatür incelendiğinde diş hareketini hızlandırmak amacıyla miknatıslar (Darendeliler ve ark

1995), lazer (Kawasaki ve Shimizu 2000), elektrik akımı (Davidovitch ve ark 1980), mekanik titreşim (Nishimura ve ark 2008), ultrason (El-Bialy ve ark 2011), interseptal kemiğin alveoler cerrahisi (Ren ve ark 2007), dental distraksiyon (Liou ve Huang 1998), kortikotomi (Moon ve ark 2007), kemik kesisi (Sebaoun ve ark 2007) ve kortisizyon (Kim ve ark 2009) tekniklerinin uygulandığı görülmektedir.

Kortikotomi destekli ortodontik tedavi flep ve kemik cerrahisi ihtiyacı doğurduğundan rahatsızlık ve istenmeyen yan etkilere yol açabilmektedir. Vercellotti ve Podesta (2007) olası yan etkilerin risklerini azaltmak amacıyla cerrahi keskinlerin yerine piezoelektrik bıçaklarının kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Dibart ve Keser (2014) da aynı şekilde piezoelektrik bıçakları ile flep kaldırmaksızın gerçekleştirdikleri ve “piezoinsizyon” olarak adlandırdıkları minimal invaziv bir teknik tanıtmışlardır.

Ortodontik diş hareketini hızlandırmaya yönelik bir diğer güncel yaklaşım ise mikro-osteoperforasyon (MOP) yöntemidir. Genellikle diş hareket hızının, osteoklast aktivitesi ile gerçekleştirilen kemik rezorpsiyonu tarafından kontrol edildiği kabul edilmektedir. Dolayısıyla, dolaşımdaki osteoklast öncülerini alıp bu hücrelerin osteoklastlara farklılaşmasını uyaran faktörlerin diş hareketlerinde önemli rol oynadığı varsayılmaktadır. Gerçekleştirilen MOP’lar aracılığıyla inflamatuvar markırlar açığa çıkarak osteoklast öncüsü hücreler olgun osteoklast hücrelerine dönüşmektedir (Alikhani ve ark 2013).

Literatür incelendiğinde piezoinsizyonun ortodontik diş hareketini hızlandırıcı etkisi üzerine yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar belirtilmiştir.

Uribe ve ark’ın (2017) piezoinsizyonun mandibular anterior dişlerin seviyelenmesine etkisi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada da piezoinsizyonun ortodontik diş hareketine etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır. Diğer taraftan Charavet ve ark (2016) ise yetişkinlerin ortodontik tedavisinde lokalize piezoelektrik alveoler dekortikasyonun ortodontik diş hareketine etkisini değerlendirdikleri klinik çalışmalarında piezoinsizyonun klinik ortodontik tedavi süresini %43 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Ancak MOP’un mandibular anterior dişlerin seviyelenmesindeki etkinliğini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı mandibular anterior çapraşıklığın ortodontik olarak tedavi edilmesinde piezoinsizyon ve MOP tekniklerinin seviyelenmedeki etkinliklerini birbirleri ve kontrol grubu ile karşılaştırmak, periodontal parametrelerde meydana gelen değişiklikleri ve hasta konforundaki farklılıkları değerlendirmektir. Dolayısıyla ortodontik diş hareketinin hızlandırılması ile ortodontik tedavi süresinin kısaltılması da amaçlanmaktadır.

Çalışmamızın sıfır hipotezi şöyledir; piezoinsizyon ve MOP teknikleri arasında mandibular anterior dişlerin seviyelenme hızı açısından fark yoktur. Bu çalışmanın sonuçları seviyeleme işlemi sırasında uygulanan bu tekniklerin ortodontik diş hareketi hızına etkisini karşılaştırmamıza imkan sağlayacaktır.

1.1. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, diş pulpası, periodontal ligament (PDL), alveoler kemik ve gingival dokuları içeren dental ve paradental dokularda meydana gelen remodeling olayı ile gerçekleşmektedir. Dişe gelen ortodontik kuvvetler ile ortaya çıkan fizyolojik ve patolojik cevaplar sonucunda diş hareketi meydana gelmektedir (Wise ve King 2008). Bu dokulara uygulanan ortodontik kuvvetin sıklık, büyüklük ve süresine göre bir takım makroskopik ve mikroskobik farklılaşmalar meydana gelmektedir.

Ortodontik diş hareketi; fizyolojik diş migrasyonu ve diş sürmesinden bir takım farklılıklar göstermektedir. Fizyolojik diş migrasyonu yavaş bir şekilde ilerler ve genellikle süngerimsi kemikte ya da büyüme sebebiyle kortikal kemikte bukkal yönde meydana gelmektedir (Reitan 1960). Diş sürmesinde ise asıl görevi dental folikül üstlenmiştir. Ortodontik diş hareketinde görevi PDL üstlenmekte ve diş hareketi uygulanan kuvvetin fiziksel özelliğine, PDL'in büyüklüğüne ve biyolojik cevabına bağlı olarak hızlı veya yavaş olabilmektedir (Wise ve King 2008, Rygh ve Brudvik 1995).

18. yüzyılda Hunter ilk kez ortodontik diş hareketini biyolojik açıdan değerlendirmiş ve 19. yüzyılda da bu çalışmalarına devam etmiştir. Ortodontik diş hareketi ile inflamasyon arasındaki bağlantıyı Delabbare 1815'te kurmuş ve 20. yüzyıldan bu yana çeşitli araştırmacılar diş hareketi sonrasında çevre dokulardaki histolojik değişimleri incelemeye çalışmışlardır. Bu çalışmalar sonrasında mekanik

yüklemeye altındaki PDL, endotelial hücreler, fibroblastlar, osteositler, osteoblastlar ve endosteal hücreleri kapsayan büyük çaplı bir hücrel aktivitenin oluştuğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca mekanik yüklemeye sonucunda dokularda hücrel, moleküler ve genetik olarak da değışimlerin görülebileceği literatürde bildirilmektedir (Davidovitch 1991, Davidovitch 1995).

1.1.1. Ortodontik ve Ortopedik Kuvvet

Ortopedik kuvvet iskeletsel etki elde etmek amacıyla günde 12-16 saat süreyle uygulanan şiddetli bir kuvvettir. Ortodontik kuvvet ise, ortopedik kuvvetten daha düşük şiddette devamlı uygulanan ve dişsel etki elde etmeyi sağlayan bir kuvvettir (Daskalogiannakis 2000).

Ortodontik tedavide, paradental dokularda remodeling ve adaptif değışimlerle diş hareketi meydana gelir. Ortodontik hareket için optimal kuvvet olarak her bir diş 20-150 gr arasında değışen bir kuvvet uygulamak gerekir. Ortopedik etki için ise kemiklerde yapısal etki oluşturacak 300 g'dan daha fazla miktarda kuvvet uygulamak gerekir (Krishnan ve Davidovitch 2015).

1.1.2. Optimal Ortodontik Kuvvet

Ortodontik diş hareketi sırasında, dişin hareket ettiği yönde alveoler kemikte rezorpsiyon gözlenirken, diğer tarafta apozisyon olayı meydana gelmektedir. Ortodontik kuvvetler PDL'nin kan akışını değıştirerek ve elektrokimyasal bir ortam meydana getirerek hemostatik bir ortam oluşturmaktadır. Bu değışiklikler de bir takım hücrel ve biyokimyasal olayları başlatarak alveol kemiğinin yeniden şekillenmesine olanak sağlar (Toms ve ark 2002).

Optimal ortodontik kuvvet genellikle kök rezorpsiyonu ya da diş çevresindeki dokularda hasar oluşturmaktan, dişleri istenilen bölgeye hareket ettirmeyi sağlayan kuvvet olarak bilinmektedir (Krishnan ve Davidovitch 2015).

Optimal kuvvet tanımlaması ilk olarak 1932'de Schwarz (1932) tarafından ortaya konulmuştur. Schwarz'a (1932) göre PDL'ye uygulanan optimal kuvvet kapiller kan basıncına eşdeğer olmalıdır. Kapiller kan basıncının altında kalan

kuvvetler herhangi bir reaksiyona yol açmazken, daha ağır kuvvetlerin ise dokularda nekroza sebep olduğu belirtilmiştir.

Ortodontik kuvvetler genel olarak hafif veya şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır. Optimum ortodontik kuvvet, mekanik yüklemeye karşı dişi destekleyen dokularda oluşan hücresel cevapla uyumlu olan, alveol kemik, PDL ve diş kökünde geri döndürülemez bir hasar oluşturmadan maksimum diş hareketine olanak sağlayan bir kuvvettir. Buna göre dişe ve hastaya göre optimum kuvvet miktarı değişiklik gösterebilmektedir. Kuvvetin şiddeti ile ortodontik diş hareketinin miktarı arasındaki ilişki bireysel optimal kuvveti belirlemede klinik olarak önemli bir araçtır (Krishnan ve Davidovitch 2015).

Burstone (1962) çalışmasında ortodontik kuvvetlerin PDL'de eşit bir şekilde dağılmadığını, Storey (1973) ise hafif kuvvet altında bile travma oluşabileceğini belirtmiştir (Krishnan ve Davidovitch 2015).

Son zamanlardaki çalışmalar sonucunda peridonsiyumda uygun biyolojik cevap oluşturan hafif kuvvetler, frontal rezorpsiyon oluşturabilmeleri sebebiyle optimum kuvvet olarak kabul görmektedirler. Hafif kuvvetlerin etkisinde olan kök yüzeyi boyunca periodonsiyumda osteoklastlar görülmeye başlar ve sıkışma bölgesinde alveol kemikte direkt rezorpsiyon meydana getirirler. Ağır kuvvetler uygulandığında ise PDL'de indirekt kemik rezorpsiyonuna ve hatta kök rezorbisyonuna neden olduğu ve ortodontik diş hareketini yavaşlattığı rapor edilmiştir (Krishnan and Davidovitch 2015).

Oppenheim (1942) ve Reitan (1957) dişlere hafif kuvvetler uygulamanın önemini vurgularken, basınç bölgelerinde serbest hücrelerin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Storey ve Smith 1952 de benzer sonuçlar rapor etmişlerdir. Kanin distalizasyonu amacıyla yaptıkları araştırmada distalizasyon için uygulanması gereken hafif kuvvetlerin optimum kuvvet (150-200 g) civarında olduğunu bildirmişlerdir. Bu sınırların altındaki kuvvetin herhangi bir diş hareketine yol açmazken, daha fazla kuvvetlerin ise diş hareketini azalttığı bildirilmiştir.

1.1.3. Ortodontik Diş Hareketinde Periodonsiyumda Görülen Değişiklikler

PDL diş ile kemik dokusunda bağlantıyı sağlayan dens fibröz bir bağ dokusudur ve asıl görevi alveol içinde dişe destek olmak ve sement ile kemik arasındaki fizyolojik ilişkiyi devam ettirmektir (Edwards 1968). Ortodontik diş hareketi sırasında PDL’de ve PDL’ye komşu kemik yüzeylerinde birtakım önemli değişiklikler meydana gelmektedir (Marks ve Corn 1983). Uygulanan kuvvetin türüne göre peridontal aralıktaki liflerde sıkışma veya gerilme meydana gelmektedir (Marks ve Corn 1983). Ortodontik kuvvetin uygulanmasından 1 saat sonra PDL’nin kalınlığında bir miktar değişim gözlenirken, en belirgin değişim kuvvet uygulandıktan 6 saat sonrasında meydana gelmektedir. Ortodontik kuvvetin etkisinde kalan periodontal dokular histolojik olarak sıkışma bölgesi ve gerilim bölgesi olmak üzere 2 ana bölgeye ayrılır (Zainal Ariffin ve ark 2011). Sandstedt 1904’te yayınladığı makalesinde ortodontik diş hareketini histomorfolojik bakımdan değerlendirmiş ve PDL’nin gerildiği alanlarda kemik yüzeyinde apozisyon olduğu, basınca maruz kalan PDL’nin sıkıştığı alanlara komşu kemik yüzeyinde ise rezorpsiyon meydana geldiğini bildirmiştir.

Kemik yüzeylerinde meydana gelen rezorpsiyon ve apozisyon olayları sonucunda kök ile kemik dokusu arasındaki fibröz bağ her zaman devamlılığını korumaktadır. Bu devamlılığın korunmasında dış periodontal bölge (alveol kemiğe komşu), iç periodontal bölge (semente komşu) ve ara bölge (iç ve dış bölgeler arasında kalan bölge) oldukça büyük öneme sahiptir. (Graber ve Swain 1985).

Kemik apozisyonunun gerçekleştiği bölgelerde dış periodontal bölge yeni oluşan kemik tabakası içinde kalmaktadır ve sharpey fibrilleri haline dönüşmektedir. Ara periodontal bölge yeni dış periodontal bölgeye dönüşmekte ve iç periodontal bölge ise semente yapışık olduğundan stabil kalmaktadır. Bu olaylar apozisyon sürecinde ardışık bir şekilde devam etmektedir. Rezorpsiyon olan bölgelerde kemiğe ait matriks fibrilleri harap olmamakta ve çıplak kollajen fibrillerine dönüşerek dış periodontal bölge görevini üstlenmektedir. Bu sayede kemik ile periodonsiyum arasında fibröz bağın devamlılığı sağlanmaktadır. Rezorpsiyon süresince eski dış periodontal bölge lifleri ara periodontal bölge liflerine dönüşmektedir. Kemik rezorpsiyonunun gerçekleştiği bölgelerde osteoklast miktarının fazla olduğu ve kenarların girintili çıkıntılı şekillendiği gözlemlenmektedir (Graber ve Swain 1985).

a. Sıkışma bölgesi

Sıkışma bölgesi ortodontik kuvvetin uygulandığı yönde kalan bölgedir. Sıkışma sonucunda kan damarları sıkışır ve dişi çevreleyen dokuların düzeni bozulur. Bunun sonrasında kan akışı ve periodontal dokulardaki değişim sıkışma kuvvetine uyum sağlar. PDL hücrelerinde hipoksi ve yetersiz beslenme metabolik değişimlere sebep olur. Hücreler hipoksi durumunda anaerobik glikolizis yaparlar. Bunun sonucunda anaerobik metabolizma sonucu dokularda laktat dehidrogenaz benzeri moleküller birikir. Metabolik değişimlere uyum sağlayan hücreler yaşamlarına devam ederken, iskemik ortama uyum sağlayamayan hücreler ölür. Ölü hücreler parçalanarak içerikleri ortama salınır ve bölgesel inflamatuvar süreç başlar (Krishnan and Davidovitch 2015).

Diş hareketi esnasında sıkışma bölgesinde alveoler kemikte rezorpsiyon gözlenmektedir. Rezorpsiyon osteoklastların osteoklastik aktivitesi ile kemikte laküna adı verilen boşluklarda gerçekleşmektedir. Lakünalar ostoblast hücreleri ile doldurularak kapatılır. Rezorpsiyon olayı proteolitik enzimlerin özellikle matriks metalloproteinazlar ve lizozomal sistein proteinaz aktivitesi sonucu minerallerin çözünmesi ve tip I kollajen içeren matriksin yıkılması ile meydana gelir (Krishnan and Davidovitch 2015).

Sıkışma bölgesinde kuvvetin şiddeti azaldığında kemik yapımı gerçekleşir. Elektron mikroskopunda yapılan incelemelerde insanlarda kuvvet uygulanması sürdükçe sıkışma bölgesinde osteoklastlar kemik yüzeyinden ayrıldığında, doku tamiri ve kemik yapımının gerçekleştiği gösterilmiştir (Ariffin ve ark 2011).

b. Gerilim bölgesi

Ortodontik kuvvet uygulandığında gerilim bölgesinde yeni kemik yapımı gerçekleşmektedir. Yeni kemik yapımında mezenşimal kök hücrelerden farklılaşan osteoblastlar görev alırlar. Osteoblastlar olgunlaşarak osteoidlere dönüşmekte ve mineralizasyon süreci devam etmektedir (Sprogar ve ark 2008). Osteoblastik aktivitenin belirlenmesinde endotelial nitrik oksit belirteçleri önemli yer tutmaktadır. Endotelial nitrik oksit sentezinin gerilim bölgesinde kemik yapımını başlattığı bildirilmiştir (Tan ve ark 2009). Alkalen fosfataz da osteoblastik aktiviteyi

belirlemede kullanılabilecek bir diğer biyokimyasal markıdır (Ariffin ve ark 2010, Yazid ve ark 2010).

1.1.4. Direkt ve İndirekt Kemik Rezorpsiyonu

Ortodontik kuvvetin şiddeti az olduğunda basınç tarafında periodonsiyumda hücre sayısında artış gözlenmektedir. Kuvvet uygulandıktan 2-3 gün sonra periodonsiyumda alveoler kemik yüzeyinde osteoklast hücreleri görülmeye başlamakta ve basınç tarafında hareket yönüne doğru kemikte rezorpsiyon meydana gelmektedir. Bu olaya direkt kemik rezorpsiyonu denilmektedir ve en az 10 gün sürmektedir (Ülgen 1986).

Diş uygulanan kuvvetin miktarı fazla olduğunda basınç altında sıkışan periodonsiyumda hücresiz ve camsı bir doku olan hyalinizasyon dokusu oluşmakta ve burada hücresel faaliyetler yavaşladığından alveoler kemik iliği boşluklarından gelen osteoklastlar aracılığıyla kemik iliğinden periodonsiyuma doğru rezorpsiyon gözlenmektedir. Bu tür rezorpsiyon da indirekt kemik rezorpsiyonu olarak adlandırılmaktadır. 3-4 hafta sonra kuvvet hafifledikçe hyalinizasyon bölgesinde bağ dokusunda hücre sayısı artmakta ve direkt rezorpsiyon olayı ile kemik rezorpsiyonu devam etmektedir. İndirekt kemik rezorpsiyonu diş hareketinin başlangıç döneminde gerçekleşmektedir (Ülgen 1986). Hyalinizasyon bölgesi, hücreden yoksun olduğundan histolojik olarak incelendiğinde normal doku düzeni ve kollajenin boyama özellikleri bozulmuştur ve periodontal fibrillerde distorsiyonlar görülür. Yıkıma uğramış matriks ve debris, kollajen fibrillerin arasına karışır. Hayvan deneylerinde sıkışan PDL'de ortodontik kuvvet uygulanmasından 24 saat sonra hyalinizasyonun başladığı gözlenmiştir. Hyalinize dokuların yıkımından makrofajlar sorumludur (Ariffin ve ark 2010).

1.1.5. Ortodontik Diş Hareketi Kuramları

Ortodontik diş hareketinin prensibi, dentofasiyal komplekse uygulanan eksternal kuvvetlere karşı fizyolojik denge oluşturarak dişin etrafındaki kemiğin remodelinge uğramasıyla diş hareketinin meydana gelmesidir. Bazı bölgelerde kemik miktarı göreceli olarak azalırken bazı bölgelerde artmaktadır. Böylelikle diş ataşmanları ile birlikte kemik boyunca hareket etmektedir. Bu konuda yapılan

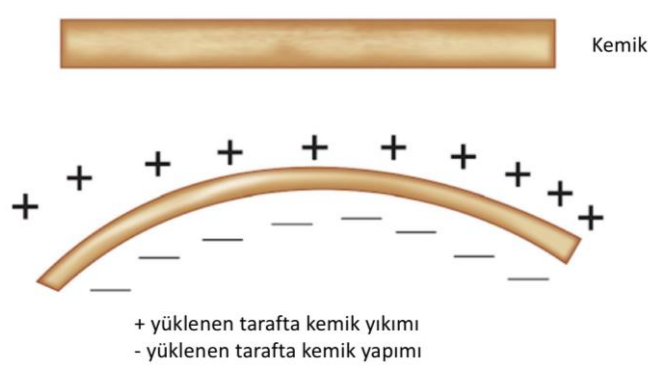
araştırmalarda iki kuram ortaya atılmıştır: Kemik eğilme kuramı ve basınç-gerilim kuramı (Proffit ve ark 2012).

a. Kemik eğilme kuramı

Kemik eğilme kuramını ortaya atan ilk kişi 1888'de Farrar olmuştur. Daha sonrasında Baumrind (1969) ve Grimm (1972)'de bu teoriyi desteklemişlerdir. Bu teoriye gore bir dişe kuvvet uygulandığında kuvvet diş aracılığıyla evre dokulara iletilir. Ancak kemik dişe gore daha elastik olduğundan daha hızlı cevap vererek buklr. Kemiğin buklmesini takiben biyolojik süreç başlamakta, kemik turnover artmakta ve hücresel ve inorganik elemanların yenilenmesi meydana gelmektedir. Bu düşünceyi savunan yazarlar kemikteki şekillenmenin sadece lamina dura da değil de bütün trabeküler düzeyde gerçekleştiğini de belirtmişlerdir (Melsen 1999).

Epker ve Frost (1965) alveoler kemikteki şekil değişikliğinin PDL fibrillerinin gerilimine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu fibrillerin gerilim bölgesinde alveol kemiğin yarıçapını azaltarak kemik apozisyonuna neden olduğu düşünülmektedir (Krishnan ve Davidovitch 2015).

Basset ve Becker (1962), Zengo ve ark (1974), Pollack ve ark (1984) köpek mandibulaları üzerinde yaptıkları in vitro ve in vivo çalışmalarında uzun kemiklerde olduğu gibi, ortodontik devrilme hareketi sırasında alveol kemiğinde i bükey ve dış bükey alanlar oluşturacak şekilde bükülme meydana geldiğini belirtmişlerdir. PDL'in gerildiği bölgeye komşu kemik i bükey, PDL'nin sıkıştığı bölgeye komşu kemik ise dış bükey hale gelmektedir. Daha sonra pozitif yüklü dış bükey yüzeyde kemik yıkımı, negatif yüklü i bükey yüzeyde ise kemik yapımı görülmektedir (şekil 1.1) (Singh 2015).



şekil 1.1. Kemik eğilme kuramına gore kemik yapım ve yıkım alanları (Singh 2015)

b. Basınç-gerilim kuramı

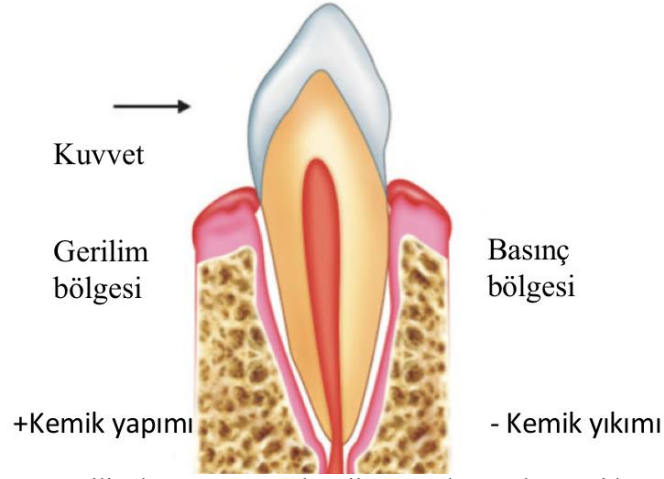
Ortodontik diş hareketi üzerine klasik histolojik çalışmalar yapan Sandstedt (1904), Oppenheim (1911) ve Schwarz (1932) periodontal aralıkta meydana gelen basınç ve gerilim alanları aracılığıyla ortodontik diş hareketinin gerçekleştiğini göstermişlerdir. Bu teoriye göre basınç bölgesinde PDL'de düzensizlik ve sıkışma meydana gelmekte ve bu alanda kapiller daralma sonucu hücre sayısında ve fiber üretiminde azalma meydana gelmektedir. Gerilim bölgesinde ise PDL liflerinin uzamasına bağlı olarak hücre sayısı ve fiber üretiminin arttığı düşünülmektedir (Şekil 1.2) (Baumrind 1969).

Schwarz (1932) ayrıca kapiller kan basıncı ile uygulanan ortodontik kuvvetin büyüklüğü arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Uygulanan ortodontik kuvvetin kapiller kan basıncından (20-25 g/cm² kök yüzeyi) büyük olmaması gerektiğini, diş aşırı kuvvet uygulanırsa hyalinizasyon dokusunun meydana geleceğini ve alveoler kemikte indirekt rezorpsiyon oluşacağını belirtmiştir.

Kan akımındaki değişimler kimyasal ortamda da hızlı değişikliklere neden olmaktadır. Kimyasal değişimler immün hücrelerin migrasyonunu stimüle etmekte ve bu da lenfosit ve monosit derive faktörleri, büyüme faktörleri, interlökin (IL)-1, IL-2, IL-3, IL-6, IL-8, tümör nekroz faktör- α (TNF- α), interferon-gama (IFN- γ) ve osteoklast farklılaşma faktörü gibi inflamasyon sitokinlerinin üretilmesini sağlamaktadır. Çevre dokulardan gelen makrofajlar ve osteoklastlar gibi hücresel elementler iltihabi bölgeyi istila etmekte ve gerilim bölgesinde apozisyon oluşurken sıkışma bölgesinde ise rezorpsiyon oluşmaktadır (Wise ve King 2008).

Reitan (1957) kuvvet miktarı çok düşük olduğunda dahi hyalinize bölgenin oluştuğunu ve diş devrilme hareketine zorladığını; kısa köklü dişlerde daha fazla hyalinizasyon meydana geldiğini, en az hyalinizasyon dokusunun dişin paralel hareketinde oluşacağını belirtmiştir.

Baumrind (1969) ise PDL'nin devamlı bir hidrostatik sistem olduğunu, kuvvetin bütün bölgelere eşit olarak dağılacığını; PDL'de fiziğin temel yasası olan Pascal Yasası'nın geçerli olduğunu savunmuştur.



Şekil 1.2. Basınç-gerilim kuramına göre kemikte meydana gelen yeniden şekillenme (Singh 2015)

1.1.6. Ortodontik Diş Hareketinde Biyoelektrik Sinyaller

Bassett ve Becker (1962) ortodontik diş hareketi sırasında uygulanan mekanik kuvvetler sonucunda dokularda elektrik potansiyel oluştuğunu ve bunun hücre içinde özel iletişim sağlayacak makro molekülleri harekete geçirdiğini veya hücre zarından iyon geçişine sebep olduğunu belirtmiştir.

Kemik metabolizmasındaki değişiklik alveoler kemik gerildiğinde ya da baskılandığında üretilen elektrik sinyalleri tarafından kontrol edilir. Diş hareketini başlatan bu sinyaller piezoelektrik olarak düşünülmektedir. Piezoelektrik, deforme kristal yapılar tarafından üretilen elektron akım değişikliği olarak tanımlanmaktadır ve inorganik yapıların pek çoğunda gözlenmektedir. Zengo ve ark (1974) kemikte oluşan elektrik potansiyelini ölçmüş ve elektronegatif iç bükey yüzeylerde kemik yapım aktivitesinin arttığını, herhangi bir yük yüklenmemiş veya elektropozitif dış bükey yüzeylerde ise kemik yıkım aktivitesinin arttığını göstermiştir.

Piezoelektrik sinyallerinin 2 karakteristiği bulunmaktadır (Profit 2000) :

1. Hızlı bitim oranı : Kuvvet uygulandığında sinyal oluşmakta, ancak kuvvet devam etse dahi sifira inmektedir.
2. Kuvvet serbest bırakıldığında zıt yönde eşit sinyal üretilmektedir.

Her iki özellik, kristal yapılarda basınç nedeniyle bozulmuş elektron göçü ile açıklanmaktadır. Kristal yapıda deformasyon oluştuğunda, elektronlar bir taraftan diğer tarafa göç etmekte ve elektrikselleşme meydana gelmektedir. Kuvvet azaldığında ise kristaller orijinal şekline dönüşmekte ve ters yönde elektron akışı

meydana gelmektedir. Yani pozitif yüklenen bölgelerde rezorpsiyon oluşurken, negatif yüklenen bölgelerde ise apozisyon meydana gelmektedir. Böylece kemik özgün şekline dönüşmeye çalışmaktadır (Profit 2000).

Elektromanyetik alanlar; hücre membran potansiyeli ve permeabilitede hücrenel aktivitenin başlangıç değerlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Pulsatif elektromanyetik alanın, diş hareketi başlamadan önceki durgun aşamayı (lag phase) kısaltarak diş hareketini artırdığı hayvan deneylerinde gösterilmiştir (Stark ve Sinclair 1987).

Davidovitch ve ark (1980) doğru elektrik akımının, alveoler kemik ve PDL siklik nükleotidleri ve diş hareketi üzerindeki etkilerini incelemişler ve araştırmanın sonucunda, katodun yanında osteoblast sayısının, apozisyonun ve bölgedeki PDL hücrelerinde cAMP ve siklik guanozin monofosfat (cGMP) yoğunluğunun arttığını bildirmişlerdir. Mekanik kuvvetlere eklenen elektriksel uyarının kemik turnover ve ortodontik diş hareketini hızlandırdığını belirtmişlerdir.

Diş hareketinin biyolojik mekanizması tam olarak hiçbir hipotezle açıklanamamaktadır. Histolojik, histokimyasal ve immünohistokimyasal çalışmalar birçok olgunun diş hareketine dahil olduğunu göstermektedir. Mekanik kuvvetler uygulandığında hücreler, alveoler kemik ve PDL'nin hücre dışı matriksi eş zamanlı olarak doku remodellingine katkı sağlamaktadır (Davidovitch 1991).

1.1.7. Diş Hareketinin Fazları

İlk teori Burstone tarafından 1962 yılında önerilmiştir. Bu teoriye göre diş hareketinin başlangıç fazı, lag fazı, post lag fazı olmak üzere 3 fazı bulunmaktadır. Başlangıç fazında, kuvvet uygulamasından sonra daha çok dişin soket içinde hareket etmesiyle açıklanan hızlı bir hareket oluşmaktadır. Başlangıç fazından sonra, sıkışma bölgelerinde hyalinizasyon oluşmasından dolayı bir lag periyodu oluşmakta ve hücreler nekrotik dokuyu kaldırıncaya kadar bir hareket meydana gelmemekte veya çok az diş hareketi oluşmaktadır. Üçüncü fazda ise diş hareket hızı yavaş yavaş ya da aniden artmaktadır (Krishnan ve Davidovitch 2006).

Pilon ve ark (1996) diş hareketini 4 fazda açıklamışlardır. İlk faz 24 saat ile 2 güne kadarki sürede dişin soket içerisindeki hareketinin gözlemlendiği ve Burstone'ın

başlangıç fazına karşılık gelen fazdır. İkinci faz ortalama 20 ila 30 gün sürüp Burstone'ın lag fazına karşılık gelmektedir. Üçüncü fazda nekrotik dokunun kaldırılmasıyla diş hareketi hızlanmakta (post lag fazı) ve dördüncü faza geçilmektedir. Dördüncü faz ise diş hareketinin yine hızlı olduğu fakat üçüncü faza göre daha yavaş ve sabit bir hızda ilerlediği “sabit doğrusal diş hareketi fazı” olarak belirtilmiştir.

1.1.8. Ortodontik Diş Hareketinde Sinyal Moleküller ve Metabolitler

Ortodontik diş hareketinin başlangıç safhasında periodontal vazodilatasyon ile birlikte kapillerlerden lökosit migrasyonu sonucu akut inflamasyon süreci başlamaktadır. Migrasyona uğramış hücrelerden çeşitli sitokinler salınarak çevre dokularla direkt veya indirekt iletişime geçmektedirler. Sitokinler hedef hücreler ile etkileşime girerek ve diş hareketini sağlayarak diş çevresindeki dokuların yeniden şekillenmesine sebep olmaktadır (Krishnan ve Davidovitch 2006).

Akut inflamasyon sürecinde öncelikle lökositlerin damar dışına çıkabilmelerini sağlamak için eksudatif değişiklikler meydana gelmektedir. Bir veya iki gün sonra osteoblastların, kemik iliği hücrelerinin, fibroblastların ve endotelial hücrelerin artış gösterebileceği kronik faza geçiş gerçekleşmektedir. Kronik süreçte de lökositler yeniden şekillenmeyi düzenleyebilmek için diş çevresindeki dokulara göçünü devam ettirmektedir (Krishnan ve Davidovitch 2006).

Araşidonik asit metabolitleri

Hücre zarının fosfolipitlerinin ana bileşeni olan araşidonik asit, fosfolipaz enzimlerinin etkisine bağlı olarak açığa çıkar. Serbest kalan araşidonik asit siklooksijenaz yolu veya lipooksijenaz yolu şeklinde metabolize edilir. Siklooksijenaz yolunda siklooksijenaz enziminin yardımıyla prostaglandinler (PG) ve tromboksan açığa çıkar. İkinci yolda ise lipooksijenaz enzimi aracılığıyla lökotrienler ve hidroksieikosatetraenoik asit açığa çıkar. Ortodontik diş hareketi sırasında, kemik yeniden şekillenmesi olaylarında bu metabolitlerin de bulunduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Krishnan and Davidovitch 2006).

a) Prostaglandinler (PGE1, PGE2):

PG enjeksiyonu sonucunda diş çevresindeki osteoklast sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir ve bunun da kemik rezorpsiyonundan sorumlu mekanizma anlamına geldiği bildirilmektedir (Yamasaki ve ark 1984). Benzer şekilde PGE1 ve PGE2 sentezini inhibe eden ve antiinflamasyonu sağlayan indometazin kullanımının diş hareketinde gecikmeye neden olduğu gözlemlenmiştir (Chumbley ve Tuncay 1986). Ayrıca PGE2 sadece osteoklastları uyarmakla kalmayıp ayrıca yeni kemik yapımı ve osteoblastik hücre farklılaşmasında da görev almaktadır. Yine birçok çalışma büyüme faktörleri, hormonlar (Paratiroid hormon (PTH)) ve IL'ler gibi diğer ajanların da PGE2 üretimini artırdığını göstermiştir (Kale ve ark 2004).

b) Prostasiklin (PGI2) ve Tromboksan A2 (TxA2):

PGI2 ve TxA2'nin etkilerinin değerlendirildiği sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, deneyin beşinci gününde sıçanlardan kesitler alınarak örneklerde PGI2 ve TxA2 uygulanan grupta kontrol grubuna göre çok çekirdekli osteoklastların sayısının ve dolayısıyla kemik yıkımının arttığı ve sonrasında daha hızlı diş hareketinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Gurton ve ark 2004).

Hücre içi ikinci mesajcı sistemler

Bağışıklık ve sinir sistemi hücreleri kuvvet uygulandıktan sonra birinci mesajcılarını gönderirler ve sonra sinyal molekülleri hücre zarına bağlanarak hücre içinde ikinci mesajcılarla iletişime geçerler. Bu ikinci mesajcıları iki şekilde oluşturulurlar. Birinci yol adenosin trifosfat (ATP) ve guanosin trifosfat (GTP) moleküllerinden siklik adenosin monofosfat (cAMP) ve siklik guanosin monofosfat (cGMP) üretilen siklik nükleotid yoludur. Bu moleküller kemik yıkımında görevlidir. cAMP seviyesindeki değişiklikler nükleik asit, poliamin, protein ve hücre salgılarının üretimi ile ilişkilendirilirken, cGMP hücre içi endokrin ve endokrin dişi mekanizmaları düzenlemekte görevlidir. Ayrıca nükleik asit ve protein üretiminde de anahtar role sahiptir (Sandy ve ark 1993).

İkinci yol ise fosfotidil inositol (PI) ikinci mesajcı sistemidir. Hücre yüzeyindeki reseptörlerin aktivasyonuna cevap olarak PI bifosfonatın hidrolize olmasıyla PI trifosfat formasyonu meydana gelmektedir. Bu reaksiyon sonucunda hücre içi depolardan kalsiyum iyonlarının salınımı gerçekleşmektedir. Ardından fosforilasyonla oluşan inositol trifosfat, kalsiyum kanallarından plazma membranına kalsiyum geçişinin kontrolünü sağlar. İnositol trifosfat mekanik olarak deformasyona uğramış olan dokularda deoksiribo nükleik asit (DNA) sentezini hızlandırarak mitozda aracılık yapar (Sandy ve ark 1993). Mekanik kuvvet sonrasında ikinci mesajcı miktarının dişin çevresindeki dokularda artış göstermesi ortodonti literatüründe araştırma konusu olmuştur.

D vitamini (1,25-dihidroksikolekalsiferol) (1,25-DHCC)

Ortodontik diş hareketinde önemli olan bir diğer faktör D vitamininin aktif formu olan 1,25-dihidroksikolekalsiferol (1,25-DHCC)'dür ve kalsiyum hemostazında görev almaktadır. 1,25-DHCC kemik depozisyonunu uyarır ve PTH salınımını inhibe eder. Fizyolojik dozlarda kemik rezorpsiyonunu etkilemezken düşük dozlar osteoblastlardan reseptör aktivatör nükleer kappa B ligand (RANKL) salınımını uyararak reseptör aktivatör nükleer kappa B (RANK)/RANKL oranını değiştirir ve osteoklastların farklılaşmasına neden olur. Böylece osteoklastik aktivitede görev alır. Yine kemik rezorpsiyon işlevine ek olarak doza bağımlı bir şekilde osteoblastik hücre farklılaşmasında ve kemik mineralizasyonunda da rol oynadığı gösterilmiştir (Kale ve ark 2004).

Kawakami ve Takano-Yamamoto (2004)'nin yaptığı çalışmada sıçanlara 1,25-DHCC enjekte edilmesi sonucunda PDL'nin gerildiği alanlarda mineral apozisyonunda önemli derecede artış görüldüğü rapor edilmiştir.

Hücre iskeleti ve hücre dışı matriks etkileşimi

Ortodontik kuvvet uygulamasının ardından hücre içi ve dışı yapılarla biyokimyasal mesajcılar arasında etkileşim meydana gelir. Hücre dışı matriks, hücre iskeleti ve yüzey proteinleri ile iletişime geçer. Kollajen, laminin, fibronektin, proteoglikan gibi hücre dışı moleküller integrinlere ve yüzey reseptörlerine bağlanarak hücre iskeletinin yeniden organizasyonunu, sitokinlerin salınımını, gen transkripsiyonunu ve ribozomal aktivasyonu başlatabilirler (Sandy 1998).

Hücre iskeletinin üç temel bileşeni olan mikrotübüller, mikroflamentler ve interflamentler mekanik kuvvetlere anında cevap verebilirler. Mikroflamentlerin uç kısımları hücre zarıyla temastadır ve hücre dışı ile her an iletişime geçebilir. Talic ve ark (2004) yaptığı çalışmada kök rezorpsiyonu ile ilişkili odontoklastlarda ve kemik rezorpsiyonu ile ilişkili osteoklastlarda integrinler tespit edilmiştir. Ayrıca bu integrinlerin PDL'nin Malassez epitel hücrelerinde de bulunduğu görülmüştür. Yine hücre içindeki vinkülin ve aktin mikroflamentlerinin hücredeki talin-integrin kompleksine bağlandığı da belirtilmiştir. Bu çalışmalar mekanik kuvvetlere karşı hücre dışı matriksin nasıl cevap verdiği ve hücre şeklinin nasıl değiştiğine ışık tutmaktadır.

Nörotransmitterler

PDL'de sinir uçları bol miktarda Ruffini benzeri sonlanmalar ve noziseptif sonlanmalar ile desteklenmektedir. Dışarıdan gelen uyarılara karşı bu sinir sonlanmaları kendi özelliklerini değiştirirler (Nakanishi ve ark 2004). Noziseptörler doku yaralanmaları, ağır kuvvetler, inflamasyon gibi uyarılara cevap verirler. Mekanoreseptörler ise eşik değerleri düşük olduğu için en küçük uyarılara bile cevap verebilirler. PDL fiberleri myelinli küçük A- δ fiberleri ile myelinsiz C fiberlerinden meydana gelmektedir. Substance P (SP), vazoaaktif intestinal polipeptid (VIP), kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP) gibi nörotransmitterler ise merkezi ve çevresel sinir uçlarında fizyolojik şartlarda sessiz kalırken, sinir uçları gerildiğinde aktif hale geçerler. PDL sinir uçlarından salınan bu nöropeptidlerin asıl amacı kapillerden lökosit göçüne imkan tanımaktır (Jacobsen ve Heyeraas 1997).

Diş hareketinin erken safhalarında PDL'de SP'nin aktivitesinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. Bu nöropeptid vazodilatasyon, vasküler geçirgenlikte artış ve lokal kan akımında artış ile etkisini göstermektedir (Davidovitch 1995). SP inkübe edilmiş PDL fibroblast hücrelerinde cAMP konsantrasyonunun da arttığı rapor edilmiştir (Davidovitch ve ark 1988). Norevall ve ark (1995) ise ortodontik kuvvet uygulamasından bir saat sonra PDL gerilim alanlarında CGRP'nin yoğun immünoreaktivasyonunu bildirmiştir. Saito ve ark (1990) PDL'nin sıkıştığı alanlarda ve hareket eden dişin pulpasında diğer bir nöropeptid olan VIP yoğun aktivasyonunu belirtmiştir.

Sitokinler

Sitokinler hücreler arası iletişim sağlayan, düşük konsantrasyonlarda parakrin veya otokrin olarak etki gösteren hücre dışı sinyal molekülleridir. Kemik metabolizmasıyla ve dolayısıyla diş hareketiyle ilgili olan sitokinler IL-1, IL-2, IL-3, IL-6, IL-8, IFN γ , TNF- α ve osteoklast diferansiyasyon faktör (ODF) dür. IL'ler, kemik formasyonunu inhibe etmek ve kemik rezorpsiyonunu başlatmak için lökositleri çeker; endotel hücrelerini, fibroblastları, osteoklastları ve osteoblastları stimüle ederler (Sabatini ve ark 1988). IL-1 en etkili interlökindir ve direkt olarak osteoklastları uyarır. IL-1 salınımını ise mekanik kuvvetler, nörotransmitterler, bakteri ürünleri ve diğer sitokinler gibi birçok uyaran etkilemektedir. Osteoblastlar, osteoklastlara kemik yıkım mesajını taşıdıklarından IL-1 için hedef oluşturmaktadırlar (Davidovitch 1995). Tuncer ve ark (2017), PDL'nin gerilen tarafında IL-8 seviyesinin arttığını ve bu durumun kemiğin yeniden şekillenmesini tetiklediğini rapor etmişlerdir. Bazı çalışmalarda TNF- α 'nın makrofaj koloni uyarıcı faktör (M-CSF) varlığında osteoklast öncül hücrelerinin osteoklastlara dönüşümünü direkt olarak uyardığı bildirilmiştir (Davidovitch ve ark 1988, Saito ve ark 1990). Davidovitch ve ark (1988) ile Saito ve ark (1990) kedilerde ortodontik diş hareketi esnasında PDL ve alveoler kemik hücrelerinde TNF- α ve IL-1 seviyelerinde belirgin artış olduğunu saptamışlardır. Alhashimi ve ark (2000, 2001) IFN- γ 'nın ortodontik diş hareketi esnasında IL-1 ve TNF- α gibi sitokinlerin sentezine neden olduğunu, ayrıca efektör T hücrelerinin apoptozuyla kemik yıkımına sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

RANK/RANKL/OPG sistemi

RANKL, osteoklast formasyonu ve aktivasyonunun düzenleyicisidir. Kemik sisteminde odontoblastlarda, osteoblastlarda ve PDL hücrelerinde oluşur ve osteoklast kök hücrelerindeki RANK reseptörüyle birleşerek etkisini gösterir. Bu birleşme hematopoetik osteoklast öncüllerinin hızlı bir şekilde farklılaşmasına neden olur. RANK ise çok çekirdekli osteoklastlarda ve tek çekirdekli mezenşim hücrelerinde bulunmaktadır. Osteoklastlar RANKL salgıladığından dolayı otokrin

RANK/RANKL mekanizmasına sahip olduğu kabul edilmektedir. Osteoprotegerin (OPG) osteoblastlar, odontoblastlar ve PDL hücreleri tarafından üretilen tuzak reseptördür; RANKL ile birleşmek için RANK ile yarışır. OPG, osteoklast farklılaşmasının son aşamalarını inhibe etme, matriks osteoklastlarının aktivasyonunun baskılama ve apoptozu başlatma gibi biyolojik etkilere sahiptir. Dolayısıyla kemiğin yeniden şekillenmesi RANK-RANKL birleşmesi ve OPG üretimi arasındaki dengeye bağlıdır (Ogasawara ve ark 2004).

Büyüme faktörleri

Kemik dokusu, oldukça bol miktarda transforme edici büyüme faktörü β (TGF β)'yı içerir. Bu küçük polipeptid osteoblastlar ve fibroblastlar gibi birkaç hücre tarafından üretilir ve hücre dışı matrikste latent olarak bulunur. TGF β 'nin en zengin kaynakları trombosit ve kemiktir. Görevi monositleri ve fibroblastları çekerek anjiyogenezisi başlatmaktır. Bu faktörler, farklılaşma, hücre gelişimi, apoptoz, gelişim süreçleri ve kemik remodelingi gibi birçok biyolojik süreçte rol oynamaktadır (Merwin ve ark 1990).

Fibroblast büyüme faktörü (FGF)'nün α FGF ve β FGF olmak üzere iki alt formu bulunmaktadır. FGF'nin bir sinyal sekansı bulunmadığından, sentezinden sorumlu hücrelerden salgılanırlar ve yalnızca plazma membranında bir bozulma olduğunda serbest bırakılırlar (Krishnan and Davidovitch 2006). Orellana ve ark (2002) gerçekleştirdikleri çalışmalarında ortodontik kuvvet uygulaması sonrasında PDL gerilim bölgelerinde plazma membranının bozulmasının (PMD) kemik hücre aktivitesine etkisini incelemişlerdir. PMD üretmek için, 5 dk boyunca maksiller birinci molarlara karşı bukkal yönde aktive edilen bir yaydan 50 g yük kullanmışlar ve PMD markırı olarak endojen serum albümini kullanmışlardır. İmmünohistokimyasal bulgular ortodontik hareket sonucu gerilim bölgesindeki PDL hücrelerinde albumin artışı göstermiştir. PDL hücreleri tarafından salınan albumin yardımıyla gösterilen bu etki, plazma membranının parçalanmasıyla büyük sinyal moleküllerinin alınmasını ve serbest kalmasını sağlayabileceğini düşündürmektedir. Noff ve ark (1989), sıçanlarda kemik iliği hücreleri üzerinde yaptıkları in vitro araştırmalarında β FGF ile DNA sentezinde ve alkalen fosfataz (ALP) aktivitesinde artış ve kemik benzeri nodüllerin meydana geldiğini göstermiştir.

İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF)'nin hücre çoğalmasını ve farklılaşmasını arttırdığı, ayrıca insüline benzeyen metabolik olaylara sahip olduğu bildirilmiştir. Diş hareketiyle de ilgili olabileceği düşünülmektedir (Krishnan and Davidovitch 2006). Coxam ve ark (1992), yeni doğan kuzular üzerinde gerçekleştirdikleri deneylerde, intravenöz IGF II'nin enjekte edilerek osteoblastik fonksiyonun doğrudan uyarılabildiğini göstermişlerdir.

Kemik şekillenmesinde görev alan bir başka protein de bağ dokusu büyüme faktörü (CTGF)'dür. Bu protein, osteoblast öncül hücrelerin çoğalmasını uyarır, vasküler istilayı artırır ve osteoblastları yeni kemiğin mineralizasyonunu gerçekleştirmesi için teşvik eder (Yamashiro ve ark 2001).

Koloni uyarıcı faktör

Koloni uyarıcı faktörler (CSF); makrofajlar (M-CSF), granüositler (G-CSF) veya her iki hücre tipine de (GM-CSF) ait olabilmekte ve osteoklast oluşumu yoluyla kemiğin yeniden şekillenme olayında belirli bir etkiye sahip olabilmektedir. Bu moleküller, granüositlerin ve monosit-makrofajların üretimini, olgunlaşmasını ve işlevini düzenleyen etkileşimli özelleşmiş glikoproteinlerdir (Davidovitch 1995).

Genetik

Kemik hücrelerinin mekanik aktivasyonu çeşitli genler tarafından kontrol edilmektedir. Bu genler glutamat/aspartat taşıyıcı, indüklenebilir nitrik oksit sentaz ve PG G/H sentetaz gibi çeşitli enzimlerin üretiminden sorumludur. Ortodontik kuvvet sonucunda, mRNA'daki özelleşmiş alanların aktivasyonu sonucu osteokalsin, osteopontin ve osteonektin üretimi etkilenebilmektedir (Nomura ve Takano-Yamamoto 2000). Kanzaki ve ark (2002), eksojen PGE2 tedavisinden sonra PDL'de RANKL ve m ribo nükleik asit (mRNA) ekspresyonunda bir artış gözlemlenmiş ve mekanik olarak aktive edilmiş PDL hücrelerinde PGE2'nin RANKL artışından sorumlu olduğu sonucuna varmışlardır.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ortodontik kuvvet uygulamaları sonucunda hücre içi ve hücre dışı bileşenlerin sentezinden sorumlu genlerin kimliği ortaya çıkmaya başlamıştır. Gelecek çalışmalarda daha fazla genin belirlenmesiyle

linik uygulamalarda farklı yaklaşımlar gerçekleştirilecektir (Krishnan ve Davidovitch 2006).

1.2. Ortodontik Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri

Ortodontik diş hareket hızını arttıran yöntemler şu kategoriler altında tartışılabilir (Gadakh ve ark 2016):

1. Cihaz destekli tedavi veya mekanik stimülasyon metotları
2. Kimyasal uygulamalar
3. Cerrahi teknikler

1.2.1. Cihaz Destekli Tedavi veya Mekanik Stimülasyon Metotları

Cihaz destekli tedavi diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan güncel bir konsepttir. Cerrahi teknikler ile karşılaştırıldığında bu metotlar noninvaziv özellikte metotlardır. Bunlara örnek olarak direkt elektrik akımı, atımlı elektromanyetik alan, statik manyetik alan, periyodik kuvvetler ve düşük düzey lazer uygulaması verilebilir. Düşük düzeyli lazer uygulaması üzerinde en çok araştırma yapılan ve en çok ümit vadeden sonuçlar gösteren bir yöntemdir (Kau ve ark 2010, Nimeri ve ark 2013).

Fiziksel temas düşüncesi ortodontik kuvvet uygulamasının biyoelektrik potansiyel oluşturan kemik bükülmesine neden olması konseptinden ortaya çıkmıştır. Bu cihazların meydana getirdiği periyodik impulslar benzer biyoelektrik alan oluşturacak ve iç bükey yüzey negatif olarak yüklenip osteoblastları çekecek ve dış bükey yüzey pozitif olarak yüklenip osteoklastları çekecektir (Zengo ve ark 1974).

a) Titreşim ile periodontal doku aktivasyonu

Periyodik vibrasyon metodunun kullanımının arkasındaki temel prensip dişlere mekanik titreşimler aracılığıyla hafif ve değişken kuvvetler uygulamaktır (Kau ve ark 2010). Kau ve ark (2010) yeni bir ticari ürün olan AcceleDent™ ile yaptıkları klinik çalışmalarında 14 sabit ortodontik tedavi gören hastaya üretici önerisine göre günde 20 dk kullandırmışlar ve herhangi bir hızlandırma yöntemi uygulanmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha hızlı diş hareketi elde

etmişlerdir. Bu cihazı kullanan Liu (2010) ise tedavi sürelerinin %30-40'a kadar azaldığını bildirmiştir.

Nishimura ve ark (2008) ratlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında rezonans titreşim ile periodontal hasar olmaksızın diş hareket hızında artış olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca rezonans titreşim yönteminin periodontal dokularda RANK-RANKL aktivasyonu ile etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

b) Elektrik akımı ve elektromanyetik alan uygulaması

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan bir diğer yaklaşım da direkt elektrik akımıdır. Bu yöntem, basınç bölgelerinde anoda; gerilim bölgelerinde ise katoda direkt akım uygulayarak hayvan çalışmalarında test edilmiştir. Bunun sonucunda da kemikte remodeling artışı ile sonuçlanan bölgesel cevaplar meydana geldiği gösterilmiştir (Davidovitch ve ark 1980b). Davidovitch ve ark (1980b)'in çalışması geçmiş denemelerden çok daha başarılı olmasının nedeni elektrodların hareket eden dişe mümkün olduğunca yakın yerleştirilmesidir. Elektrik akımı piezoelektrik ya da direkt elektrik akımı şeklinde uygulanabilmektedir. Elektrik akımının kemikte yeniden şekillenme sürecinde rol oynayan hücrelerde aktivasyon oluşturduğu düşünülmektedir (Davidovitch ve ark 1980a).

Darendeliler ve ark (1995) statik manyetik alanın diş hareketini hızlandırdığını, bunu da ortodontik diş hareketinin gözlenmediği duraklama dönemini kısaltarak sağladığını ileri sürmüşlerdir. Elektromanyetik alan, hücre zarından sodyum-kalsiyum değişim hızını değiştirerek hücre içi metabolizmanın düzenlenmesinden sorumlu bir grup enzimin düzeyini ve buna bağlı olarak hücresel çoğalmayı arttırmaktadır. Periodontal aralıkta artan hücresel faaliyet sonucunda hem osteoklastik hem de osteoblastik aktivite hızlanmakta ve böylece kuvvet uygulanan dişlerde istenen hareket daha kısa sürede meydana gelmektedir. Ayrıca kemik yapımının artmasıyla rezorpsiyon hızı dengelenerek dişlerdeki mobilite azalmakta ve çiğneme kuvvetlerinin etkisi altındaki dişlerde ağrı görülmemektedir. Ancak cihazların hacmi ve elektrik kaynağı klinik olarak test edilebilmesini zorlaştırmaktadır. Enzimler ve glukozun yakıt olarak kullanılmasıyla intraoral olarak elektrik üretmek amacıyla biyokatalitik yakıt hücrelerin geliştirildiği birçok çalışma

yapılmıştır. Direkt elektrik cihazı ve biyokatalitik yakıt hücrelerin klinik olarak kullanılabilmesi için daha çok geliştirilmeleri gerekmektedir (Gadakh ve ark 2016).

c) Düşük düzeyli lazer uygulaması

Lazer uygulaması osteoklast, osteoblast ve fibroblastların çoğalmasını uyararak kemiğin yeniden şekillenmesini ve ortodontik diş hareketinin daha hızlı olmasını sağlamaktadır. Lazerin ortodontik diş hareketi üzerindeki mekanizması, hücrelerde sitokrom C aktivasyonu ve adenosin tri fosfat (ATP) üretimini sağlayarak diş hareketinde hızlanma şeklindedir (Karu 2008). Düşük doz lazer uygulamasının RANK-RANKL, M-CSF ve bu faktörün reseptörü üzerinden diş hareketini hızlandırdığı bildirilmiştir (Fujita ve ark 2008). Cruz ve ark (2004) düşük düzeyli lazer uygulamasının ortodontik diş hareketi üzerindeki etkisini insan üzerinde araştıran ilk araştırmacılar olmuştur. Kanin distalizasyonu planlanan 11 hastada yürüttükleri bir çalışmada, arkın bir tarafında sadece mekanik aktivasyon uygularken, diğer tarafında ise mekanik aktivasyonla birlikte lazer uygulamışlardır. 780 nm dalga boyunda, Galyum Alüminyum Arsenid (GaAlAs) yarı-iletken diod lazer kullanarak, kaninin bukkal ve palatinalinden kökün servikal, orta ve apikal üçlüsüne mukoza üzerinden, ayda 4 kere olacak şekilde uygulama yaptıklarında 60 günlük periyotta diş hareketini periodontal hasar oluşturmadan %34 oranında hızlandırabileceklerini göstermişlerdir. Ancak düşük düzeyli lazer terapi ile ilgili zıt sonuçlar gösteren birçok çalışma da yapılmıştır. Bu yüzden optimum dalga boyunu, optimum enerjiyi ve optimum süreyi ayırt edebilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

1.2.2. Kimyasal Uygulamalar

a) Prostaglandinler

PG'ler hem kemik yıkımı hem de kemik yapımında direkt olarak görev almaları nedeniyle diş hareketini hızlandırmada kullanımı düşünülmüştür. Yamasaki ve ark (1980, 1982) ratlarda PGE2 enjeksiyonunun ortodontik diş hareketinde hızlanma meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada enjeksiyon konsantrasyonunun ve sıklığının fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Lee (1990), hem

lokal hem de sistemik olarak PGE2 uyguladığı sıçanları hiçbir medikasyon almayanlar ile karşılaştırdığında, daha hızlı diş hareketinin meydana geldiğini, ayrıca sistemik uygulamanın daha etkili olduğunu belirtmiştir. Leiker ve ark (1995), PGE2 enjekte ettikleri sıçanlarda, aynı şekilde diş hareketinin hızlandığını bulmuş ancak PGE2'nin tekrar eden ve yüksek konsantrasyonda verilmesinin kök rezorpsiyon riskini arttıracığını belirtmişlerdir.

b) Kortikosteroidler

Ong ve ark (2000) ratlarda oral prednisol uygulamasının ortodontik diş hareketine etkisini inceledikleri araştırmalarında gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. 8 mg/kg dozunda oral metilprednisol uygulanmış başka bir çalışmada ise diş hareketi hızında artış gözlenmiştir (Kalia ve ark 2004).

c) Paratiroid hormon (PTH)

Goldie ve King (1984), kalsiyumdan eksik beslenen ratlarda PTH salgılanmasının arttığını, bunun sonucunda kemik yoğunluğunda azalma ile birlikte diş hareket hızında artış ve kök rezorpsiyonunda azalma olduğunu bildirmişlerdir. Soma ve ark (1999) da PTH enjeksiyonu sonucu hayvanlarda molar dişlerin 2-3 kat daha hızlı hareket ettiğini belirterek, PTH enjeksiyonunun ortodontik diş hareketini hızlandığını bildirmişlerdir. Lokal olarak PTH enjeksiyonu, bölgesel olarak kemik rezorpsiyonuna sebep olmaktadır. Bu nedenle lokal uygulanan PTH'nin sistemik uygulamaya göre daha avantajlı olduğu bildirilmiştir (Takano-Yamamoto ve Rodan 1990).

d) Vitamin D3

Collins ve Sinclair (1988), D vitamininin aktif formunun lokal enjeksiyonunun diş hareketini kontrol grubuna göre %60 oranında hızlandığını bildirmişlerdir. Kale ve ark (2004) gerçekleştirdikleri çalışmalarında lokal uyguladıkları PGE2 ve 1,25-DHCC'un ortodontik diş hareketi miktarını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırdığını histolojik olarak göstermişlerdir. Bunun yanı sıra iki farmakolojik ajanın ortodontik diş hareketi açısından etkilerinin benzer olduğu saptanmıştır.

e) Osteokalsin (OST)

Hashimoto ve ark (2001), farelerde üst çene birinci büyük azı dişlerine sarmal yayla mezial yönde kuvvet uygulaması ile birlikte lokal OST enjekte etmişler ve diş hareketini 10 günlük bir süre boyunca histolojik olarak gözlemlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda lokal uygulanan OST'nin diş hareketini hızlandırdığını rapor etmişlerdir.

f) Nitrik oksit

Akın ve ark (2004), farelere nitrik oksit enjeksiyonu sonucunda çok çekirdekli osteoklastlarda, howship lakünalarında, damarlanma miktarında ve ortodontik diş hareketinde belirgin bir artış olduğunu bildirmişlerdir.

g) Relaksin hormonu

Relaksin hormonu, kranial suturlarda ve PDL'de olduğu düşünülen ve doğum sırasında pubik ligamentlerin genişlemesine yardımcı olan bir hormondur (Nicozisis ve ark 2000). Relaksin hormonunun kemik remodelinginden ziyade yumuşak doku remodelinginden sorumlu olduğu bilinmektedir.

Relaksin hormonunun ortodontik diş hareketi sırasında basınç bölgesinde kollajen miktarını azalttığı, gerilim bölgesinde ise artırdığı rapor edilmiştir (Bumann ve ark 1997, Han ve ark 2004). Ayrıca insan relaksin hormonunun hayvanlara enjeksiyonu sonucunda ortodontik diş hareketinin erken safhalarında hızlanma gözlenmiştir (Liu ve ark 2005). Relaksinin PDL remodelingini artırması nedeniyle ortodontik tedavi sonrası relaps eğilimini azalttığı bildirilmiştir (Masella ve Meister 2006).

Kullanılan ilaçların çoğunun istenmeyen bazı yan etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Vitamin D3, PDL'ye enjekte edildiğinde laktat dehidrojenaz hormonu ve kreatin fosfokinaz enzimlerinin seviyesini artırır. PG inflamasyonda ve kök rezorpsiyonunda genel bir artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla günümüzde hiçbir ilacın güvenli bir şekilde ortodontik diş hareketini hızlandırdığı söylenememektedir (Shenava ve ark 2014).

1.2.3. Cerrahi Teknikler

Bölgesel Hızlandırma Fenomeni (BHF) ilk olarak Frost tarafından 1983 yılında tanıtılmış ve bu fenomenden yola çıkılarak cerrahi yöntemlerle ortodontik diş hareketinin hızlandırılabileceği düşünülmüştür. BHF, zararlı bir uyarana karşı dokuda meydana gelen bir reaksiyondur ve etkilenen dokuların iyileşme kapasitesi artmaktadır. BHF, dokunun normal bölgesel rejenerasyon sürecinden daha hızlı gerçekleşir. Bu fenomen çeşitli iyileşme aşamalarını hızlandırarak normal fizyolojik iyileşmeden 2-10 kat daha hızlı iyileşmeye neden olmaktadır. BHF, kemik ve kırık dokuların yanı sıra, yumuşak dokularda da meydana gelebilmektedir. BHF’de vücut acil duruma cevap veriyormuş gibi normal hücrel aktivitelerin artışı söz konusudur. Temel çok hücreli birimlerin aktivasyonu sonucu alveol kemiğinde remodeling artışı oluşur. Doku seviyesinde ise ilerleyen aşamalarda lamelli kemiğe dönüşecek olan ve organize olmamış paterne sahip örgü kemik yapımı artar (Nimeri ve ark 2013, Verna 2015).

BHF tipik olarak diş çekimi sonrası alveol soketlerde, periodontal hastalıkta, cerrahi veya travma sonrası ya da ortodontik diş hareketi esnasında gözlemlenir. BHF, ortodontik diş hareketinde mekanik ve periyodik uyarıya karşı doku cevabı olarak oluşur (Verna 2015).

Cerrahi teknikler özellikle ortodontik tedavi süresinin önemli olduğu erişkin hastalarda klinik olarak etkili olmaktadır. PDL ve alveol kemiğinin remodelingi diş hareketinde önemli parametrelerdir. Kemik greftleme, kırık ve osteotomi sonrası kemik turmoverının arttığı bilinmektedir. Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla en çok kullanılan cerrahi yaklaşımlar kortikotomi ve piezoinisyon olmuştur (Frost 1983). Bunların dışında MOP’lar, interseptal alveoler cerrahi, kortisizyon ve dentoalveoler distraksiyon diğer cerrahi yaklaşımlardır.

a) Kortikotomi

Kortikotomi destekli ortodontik tedavi ilk kez 1893 yılında LC Bryan tarafından tanıtılmıştır (Sirisha ve ark 2014). Ancak Henrich Köle’nin 1959 yılında gerçekleştirdiği kortikotomi destekli diş hareketi bu alanda yeni bir sayfa açmıştır. Köle kortikal kemiğin diş hareketine esas direnç gösteren yapı olduğunu belirterek, bu yapının kalınlığının ve devamlılığının cerrahi olarak değiştirilmesiyle ortodontik

diş hareketinin hızlandırılabileceğini savunmuştur. Kemik blokları oluşturup bunları hareket ettiren Köle, bu teoriye “kemik blok hareketi“ adını vermiştir. Kemik blokları oluşturmak için vestibül ve palatinalden interradiküler aralıkta vertikal kesiler oluşturmuş ve bu kesileri vestibulo-palatinal yönde birleştirmek amacıyla subapikal 10 mm horizontal osteotomi kesileri oluşturmuştur. Süngerimsi kemikte hasar oluşturmadan sadece kortikal kemikte kesiler yapmıştır (Köle 1959) (Şekil 1.3.).



Şekil 1.3. Flep kaldırıldıktan sonra kortikal kemikte yapılan kortikotomi (Dibart ve ark 2009)

1975 yılında temel cerrahi tekniği kortikotomi kesileriyle uygulanmış ve ortodontik hareket uygulanan dişlerde pulpa veya periodontal dokularda hasar meydana gelmediği bildirilmiştir (Düker 1975). Son dönemde yapılan bir çalışmada lokalize cerrahi ile osteoblastik ve osteoklastik aktivitenin arttığı ve bunun sonucunda da kemik yoğunluğunun azaldığı ve kemik remodeling hızında artma meydana geldiği gösterilmiştir (Sebaoun ve ark 2008).

2001 yılına kadar kemik blok hareketi kavramı yanlış kullanılmıştır. Günümüzde kabul gören en yaygın teknik Wilcko ve ark (2001, 2009) tarafından

ortaya atılmıştır. Bu araştırmacılara göre diş hareketi kemik blok hareketinden kaynaklı olmayıp, daha ziyade yara iyileşmesi sırasında alveoler kemikte oluşan geçici demineralizasyon ve remineralizasyon sürecinden kaynaklanmaktadır. Bu da BHF'nin yara iyileşme paterniyle uyumlu bir geri dönüşümlü osteopeni konseptidir. Wilcko ve ark (2001) aynı zamanda ‘‘Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti’’ ve ‘‘Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti’’ isimleriyle kemik matriks kullanımını tanıtmıştır. Böylece, iyileşmeyi hızlandırmak için biyoemilir greft materyalinin yaralı kemiğe eklenmesiyle BHF'nin modifikasyonu yapılmıştır.

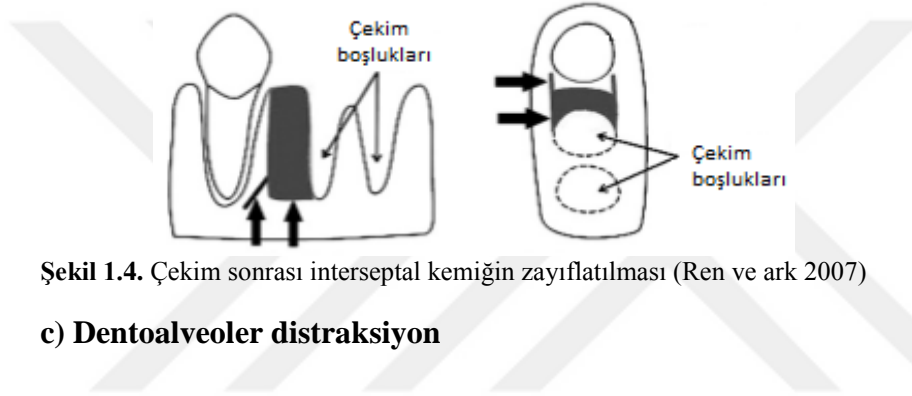
Bu prosedür periodontal ataşmada minimal değişiklere sebep olması (Gantes ve ark 1990), ortodontik diş hareketini hızlandırması (Shenava ve ark 2014) ve kemikte ogmentasyona izin vererek periodontal defektleri engelleyebilmesi (Bilal 2015) açısından avantaj oluşturmaktadır. Bunların yanında yüksek morbiditeye sahip olan invaziv bir prosedür olması, komşu dokulara zarar verebilmesi, postoperatif ağrı ve şişlik olabilmesi, enfeksiyon veya avasküler nekroz olabilmesi ve hasta kabul edilebilirliğinin düşük olması risk teşkil etmektedir (Dibart ve Keser 2014, Gadakh ve ark 2016).

b) PDL distraksiyonu (İnterseptal alveoler cerrahi)

İnterseptal alveoler cerrahi ya da distraksiyon osteogenezi PDL'nin veya dentoalveoler kemiğin distraksiyonu olarak tanımlanabilir. Bu ikisine de örnek hızlı kanin distraksiyonudur (Nimeri ve ark 2013). Hızlı kanin distraksiyonunda, kaninin distalindeki interseptal kemik, basınç bölgesindeki direncin azaltılması amacı ile birinci premolarların çekimini takiben cerrahi olarak kaldırılır. Bu teknikte, kompakt kemiğin yerini süngerimsi kemik alır ve bu sayede kemiğin direncinin azalmasıyla diş hareketi daha hızlı ve daha kolay olur (şekil 1.4) (Keser ve Dibart 2011). Bu hızlı hareketler özellikle ilk hafta ve diş hareketlerinin başlangıç fazlarında olur. Liou ve Huang (1998) alışmalarında birinci premolar dişin çekiminden sonra kaninin distalinde yer alan interseptal kemikte 1-1,5 mm kalınlığında oluklar oluşturmuşlar ve soket; kanin uzun aksı boyunca bir yuvarlak frezle derinleştirmişlerdir. Cerrahi işlemi takiben kanini çekim boşluğuna distalize etmek amacıyla hastaya özel diş destekli ağız içi distraksiyon aygıtı yerleştirilmiştir. Aygıt çekimden hemen sonra günde 0,5 ile 1 mm olacak şekilde aktive edilerek kanin retraksiyonuna başlanmıştır.

Kaninin distalindeki 6-7 mm'lik çekim boşluğunun 3 hafta gibi kısa bir sürede kapanarak kanin distalizasyonunun tamamlandığı gözlenmiştir.

Bu teknik ile ciddi bir kök rezorpsiyonuna, ankiloza ve de kök kırığına sebep olmaksızın ortodontik diş hareketinin hızlandırılabilirdiği gösterilmiştir (Nimeri ve ark 2013). Fakat retrakte edilen kaninlerin vitalitesiyle ilgili bazı olumsuz sonuçlar da rapor edilmiştir. Liou ve Huang (1998)'ın çalışmalarına göre 26 dişin 9'u pozitif vitalite gösterirken, Sukurica ve ark (2007)'in çalışmasında ise 20 dişten 7'si altı aylık retraksiyon sonrasında pozitif vitalite göstermiştir. Bu yüzden bu teknikle ilgili kuşklar halen baskın gelmektedir.



Şekil 1.4. Çekim sonrası interseptal kemiğin zayıflatılması (Ren ve ark 2007)

c) Dentoalveoler distraksiyon

Periodontal ligament distraksiyonundan farkı dişi etrafındaki kemik ile beraber hareket ettirmektir. Vestibul sulkusta kanin ve premolar dişlerinin gingival kenarlarına paralel 2-2,5 mm uzunluğunda insizyon yapıldıktan sonra mukoperiosteal flep hazırlanır. Kemik kesi hattı kanin dişin kökünün orta kısmı seviyesinden başlayıp kök ucunun en az 3-5 mm yukarisından geçmektedir. Kaninin distali ile 2. premoların meziali arasında kalan bukkal kemik büyük rond frezler kullanılarak kaldırılır. Son olarak kökün orta seviyesi yakınında kesi hattına yerleştirilen bir osteotom ile distal yönde kontrollü kuvvet uygulanarak segment hafifçe hareketlendirilir. Daha sonrasında ağız içi distraktör yerleştirilerek kanin distalizasyonuna başlanır. Dentoalveoler distraksiyon ile aynı zamanda yumuşak dokuların hareketi ve yenilenmesi sağlanabilmektedir, ayrıca ankiloze dişler de bu yöntemle hareket ettirilebilmektedir (Kışnişçi ve ark 2002).

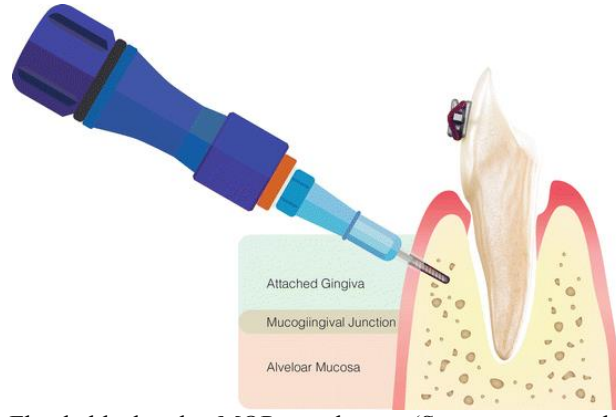
d) Mikro-osteoperforasyonlar (MOP)

Kemiğe cerrahi tahrişi daha da azaltarak ortodontik diş hareketini hızlandırmak ve osteoklastik aktiviteyi arttırmak adına alveoler kemikte delikler oluşturma yöntemine literatürde alveosentez ismi verilmiştir. Bu amaçla Propel isimli cihaz ‘Propel Orthodontics’ tarafından tanıtılmıştır. Kanin distalizasyonu sırasında uygulanan MOP’ların osteoklast farklılaşmasını ve sayısını arttıran sitokinlerin miktarında artış meydana getirdiği rapor edilmiştir (Şekil 1.5) (Alikhani ve ark 2013).

Bu cihazın hayvanlarda kullanımı ile ortodontik diş hareketi boyunca inflamasyon markırlarının ekspresyonunu stimüle edilebildiği gösterilmiştir. Bu da osteoklastik aktivitede ve diş hareket hızında artışa neden olmaktadır (Shenava ve ark 2014, Gadakh ve ark 2016).

Alikhani ve ark (2013) bu prosedürü insanlarda uyguladıkları tek merkezli tek kör çalışmada MOP’ların osteoklast farklılaşmasını stimüle ettiği bilinen sitokinlerin ve kemokinlerin ekspresyonunu çok önemli derecede arttırdığı bulmuşlardır. MOP’lar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kanin distalizasyon hızını 2,3 kat artırmıştır. Çalışmada şu önemli sonuçlar bulunmuştur:

1. Hastalar MOP bölgelerinde hafif rahatsızlık rapor etmişlerdir. 14. ve 28. günlerde az veya sıfır ağrı hissedilmiştir.
2. MOP’lar ortodontik tedavi boyunca diş hareketini hızlandıran efektif, konforlu ve güvenli bir prosedürdür.
3. MOP’lar ortodontik tedavi süresini %62 oranında azaltabilirler.
4. Fakat bu çalışma MOP metodunu araştıran ilk çalışmadır ve kök rezorpsiyonu üzerine etkisi, perforasyon sayısı ve sıklığının etkisi ve uzun dönem etkiler gibi belli konulara hiç değinilmemiştir.



Şekil 1.5. Flep kaldırılmadan MOP uygulaması (Sangsuwon ve ark 2017)

e) Piezoinsizyon Yöntemi

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan yöntemlerden biri olan kortikotomi ortodontik diş hareketini hızlandırmada etkili bir teknik olmasına rağmen oldukça invaziv bir yöntemdir. Bunun nedeni flep kaldırılması ve kemik cerrahisi gerektirmesidir ve dolayısıyla cerrahi operasyon sonrası rahatsızlık ve yan etki oluşma ihtimali oldukça yüksektir (Keser ve Dibart 2013). Bu risklerinden dolayı araştırmacılar klasik cerrahi tekniklerde değişiklikler yapmaya yönelmişlerdir. Vercellotti ve Podesta 2007 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında flep kaldırıldıktan sonra daha güvenli bir kesim yapabilmek için piezoelektrik bıçağının kullanımını önermişlerdir (Şekil 1.6). Kim ve ark ise 2009’da flep kaldırmaksızın keski ile kortisizyon tekniğini uygulamışlardır. Fakat periodonsiyuma ulaşım zor olduğu için cerrahi işlem sonrası hastalarda baş dönmesi meydana gelmiştir. Son dönemlerde ise Dibart ve ark (2009), minimal invaziv bir yöntem olan

“piezoinsizyon“ tekniğini tanıtmıştır.



Şekil 1.6. Flep kaldırıldıktan sonra piezocerrahi ile kortikotomi (Vercellotti and Podesta 2007)

Piezoelektrik kavramı ve piezo cihazı

Piezo Yunancadan türetilmiş bir kelimedir ve “sıkıştırmak, basınç uygulamak” anlamlarına gelmektedir. Piezoelektrik etki ilk kez 1880 yılında Jean ve Marie Curie tarafından bulunmuştur. Piezoelektrisite, kristallere mekanik basınç uygulandıktan sonra malzemenin elektrik alan oluşturma ya da elektrik potansiyel değiştirme yetisidir. Yani belirli seramik (özellikle quartz) ve kristallere elektrik akımı geldiğinde cisim şekil değiştirir ve bu sırada ultrasonik titreşimler oluşur. Piezocerrahi cihazında da anguldruva içinde bulunan piezoseramik halkalarla titreşimler oluşturulur. Buradan amplifikatör üniteye geçen ultrasonik titreşimler, etkilerini geleneksel ultrasonik aletlerin yaklaşık 3 katına çıkararak bıçağın dikey yönde hareket etmesini sağlar (Pavliková ve ark 2011) .

Piezoelektrik cihazı 1988 yılında ağız cerrahisinde uygulanması amacıyla geliştirilmiş ve Vercellotti (2007) ideal çalışma aralığını 25-30 kHz frekans olması gerektiğini belirtmiştir. Bu frekanslarda cihaz 60-210 µm/dk mikro titreşimler meydana getirmektedir. Cihaz farklı modlarda çalışabilir; yüksek frekanslarda osteotomi yapılabilirken, düşük frekanslarda detertraj yapılabilir. Frezle yapılan kemik cerrahisi ile karşılaştırıldığında daha az ısı oluşturmada ve komşu dokuların hasar ihtimali en aza inmektedir (Chopra ve Chopra 2011, Pereira ve ark 2014).

Piezoelektrik cihazı, piezoelektrik el parçasının bağlı olarak bulunduğu bir platformdan, bu platforma bağlı olan bir ayak pedalından, el parçasının ile irrigasyon solüsyonunun tutucularından meydana gelmektedir. Cihazın üzerinde 0-60 ml/dk arasında ayarlanabilen steril solüsyon çıkışına izin veren soğutucu bir irrigasyon sistemi bulunmaktadır. Piezocerrahi setinde otoklavda sterilizasyona izin veren, kemiğe yapılacak çeşitli cerrahi girişimler için özel olarak üretilmiş farklı boylarda ve tasarımlarda uçlar mevcuttur. Bu uçlar yeterli dayanıklılığı sağlayabilmek amacıyla titanyum nitrit ya da elmasla kaplanmıştır, ancak keskinlikleri kullanıldıkça azaldığından dolayı belirli sürelerde yenilenmesi tavsiye edilmektedir (Pavlikova ve ark 2011).

Kemikte meydana gelebilecek aşırı ısı artışından kaçınmak için işlem gerçekleştirilirken yeterli irrigasyonun yapıldığından emin olunması gerekmektedir. Buzdolabında 4°C'de bekletilmiş fizyolojik salin kullanılması ile irrigasyonun soğutma etkinliğinin artırılabilirdiği belirtilmiştir. Ayrıca uzun süreli işlemlerde aletin kendisi de ısınacağından kesilerin aralıklı yapılması önem arz etmektedir (Eggers ve ark 2004).

Piezocerrahi cihazı kullanılırken, klasik yöntemlerin tersine, aşırı baskı uygulanmaması tavsiye edilir, aksi takdirde bu durum cihazın ucunun hareketini kısıtlar ve ısı artışına sebep olur. Cihazın ucundan gelen tiz ses hekim için bir göstergedir ve uygulanan kuvvetin azaltılması gereklidir. Genel bir kural olarak bu cihazla hassas işlemlerin yapılabilmesi için hafif baskı uygulanması gerekmektedir. Çalışma sırasında basıncı arttırmak titreşimlerin kesilmesine neden olur (Pavlikova ve ark 2011).

Piezocerrahi cihazı kullanılarak çevre yumuşak dokularda hasar oluşturmaksızın güvenli bir şekilde sert doku işlemi yapılabilmektedir. Piezoelektrik bıçağının hareketi sırasında kesim alanına irrigasyon solüsyonunun püskürtülmesi ile kavitasyon etkisi meydana geldiğinden daha iyi bir görüş sağlanmaktadır. Ayrıca kemikte nekroza neden olmadığı ve hücre hasarına yol açmadığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra mikro titreşimler daha az ses meydana getirdiğinden dolayı hastaların duyduğu rahatsızlık da az olmaktadır (Pavlikova ve ark 2011).

Piezoinsizyonun amaçları:

- ✓ Daha hızlı ortodontik diş hareketi elde etmek (generalize, lokalize, ardışık),
- ✓ Ortodontik tedavi sırasında greft eklemek,
- ✓ Tedavi sırasında ankraj değerlerini düşünerek diferansiyel ankraj oluşturmak,
- ✓ Greftlemeyle birlikte labiomenal foldu desteklemek,
- ✓ Kortikal kemik kalınlığı az olan hastalarda dehisens ve fenestrasyon riskini ortadan kaldırmak için kemik kalınlığını arttırmak,
- ✓ Alveol kemiğin güçlenmesiyle ortodontik stabiliteyi arttırmaktır (Dibart ve Keser 2014).

Endikasyonları:

- ✓ Orta veya şiddetli çapraşıklığı olan hastaların çekimli veya çekimsiz Sınıf I tedavileri,
- ✓ Sınıf II maloklüzyonlar,
- ✓ Sınıf III maloklüzyona sahip hastaların dişsel tedavileri,
- ✓ Açık kapanış ve derin kapanışa sahip hastaların tedavisi,
- ✓ Yetişkin hastalarda ortodontik tedavinin hızlandırılması,
- ✓ Şeffaf plaklar ile ortodontik tedavi,
- ✓ Dişlerin uzatılması ve gömülmesinde daha hızlı hareket isteniyorsa,
- ✓ Kemik ve mukogingival defektlerin ortodontik tedavi esnasında düzeltimi,
- ✓ Ortodontik tedavi ile meydana gelebilecek periodontal problemlerin önlenmesi,
- ✓ Multidisipliner tedaviler (Dibart ve Keser 2014).

Kontrendikasyonları:

- ✓ Sistemik problemi olan hastalarda,
- ✓ Kemik fizyolojisini etkileyecek ilaç kullanan hastalarda (örneğin; bifosfonat, kortikosteroid),
- ✓ Kemiği ilgilendiren hastalığa sahip kişilerde,
- ✓ Ankiloze dişler varlığında,
- ✓ Uyumlu olmayan hastalarda,
- ✓ Karışık dişlenme dönemi hastalarında,
- ✓ Hekim veya hastanın kalp pili veya kohlear implant gibi aktif implant kullanılması durumunda uygulanmamalıdır (Dibart ve Keser 2014).

Klinik uygulamalar:

- ✓ **Generalize:** Eğer maloklüzyonun tedavisinde bütün dişlerin hareketi gerekliyse hem üst hem alt çenede aynı anda uygulanabilir.
- ✓ **Lokalize:** Piezoinsizyon bir diş, diş grubu veya bir arkta uygulanabilir (örneğin tek diş uzatmada, ideal posterior kapanışlı anterior çapraşıklığa sahip hastalarda)

- ✓ **Aşamalı:** Eğer maloklüzyonun aşamalı tedavisi gerekiyorsa tedavi sırasında farklı zamanlarda oluşturulacak demineralize alanlar farklı sonuçlar kazandıracaktır (Dibart ve ark 2015).

Piezoinsizyon tekniğinin uygulaması ve çalışması

Piezoinsizyon sabit veya hareketli ortodontik apareyler yerleştirilmesini takiben uygulanmaktadır. Öncelikle 15 numaralı bistüri yardımıyla piezoelektrik bıçakların girebileceği büyüklükte küçük diş eti kesileri dişlerin kökleri arasındaki bukkal bölgeye uygulanmalıdır. Piezoelektrik bıçak ile yapılan kemik kesileri irrigasyon eşliğinde yapılmalıdır. Alveoler kemikte kortikal tabakadan geçerek süngerimsi kemiğe ulaşılması ve ardından da BHF etkisinin tam olarak başlatılabilmesi için kortikotomi derinliğinin 3 mm olması gerekmektedir. Bu teknikte periodontal hasardan kaçınmak için kesilerin mümkün olduğunca interdental papilladan uzak yapılması gerekmektedir. İnce dişeti veya dişeti çekilmesi, ince kortikal kemik ya da dehisens/fenestrasyon gibi periodontal defektler varlığında tünel yöntemi uygulanarak yumuşak ve sert doku grefti yerleştirilebilir. Greft yerleştirilmediği sürece insizyonlara dikiş uygulaması gerekmemektedir. Piezoinsizyonun oluşturduğu geçici demineralizasyon fazından büyük oranda yararlanabilmek için hasta cerrahi sonrasında haftada bir veya iki haftada bir ortodontik apareyin aktivasyonunun yapılabilmesi için görülmelidir (Dibart ve ark 2015).

Son dönemde yapılan histolojik bir çalışma sonucunda piezoinsizyon ile meydana gelen dekortikasyonun BHF etkisine benzer bir etki oluşturduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada geçici bir osteopeni meydana geldiği ve osteoklastik aktivitenin bir gün gibi kısa bir süre içerisinde aktive edilebildiği histolojik olarak gösterilmiştir. Ayrıca piezoinsizyon uygulanmayan grupla karşılaştırıldığında piezoinsizyonun derin demineralizasyon alanlarının oluşmasına neden olduğu ve bunun sonucunda da iki kat daha hızlı diş hareketi meydana geldiği gösterilmiştir. Yine hayvanlarda gerçekleştirdikleri bir ön çalışmada piezoinsizyon uygulanan grupta frez kullanılan gruba göre daha yaygın ve kapsamlı demineralizasyon meydana geldiği belirtilmiştir. Bu durumu ultrasonik başlığın oluşturduğu mikro titreşimlerin osteositlere uyarıcı etki oluşturduğu şeklinde yorumlamışlardır (Dibart ve ark 2014).

Literatür incelendiğinde frez kullanılarak yapılan kortikotominin hastalarda kemiğin remineralizasyonu tamamlanmadan önce kemik matriksinin demineralizasyonu boyunca dişin hızlı bir şekilde hareket edebileceği ‘fırsat penceresi’ nin 3-4 ay etkinliğini koruduğu belirtilmektedir. Piezoinsizyon için de bu durumun araştırılması gerekmektedir, ancak Dibart ve ark (2014) klinik deneyimlerinde bu durumun 6 aya kadar sürebildiğini belirtmektedirler.

Yine piezoinsizyon uygulaması ile hastanın tedavisinde gerekli olabilecek ankraj değerlerini göz önünde bulundurarak farklı zamanlar ve bölgelerde düzenlemeler yapılabileceği de bildirilmektedir. Ortodontik diş hareketinin istendiği bölgelerde yapılan piezoinsizyon uygulamasıyla daha rahat diş hareketi elde edilirken, hareket etmesi istenmeyen bölgelerde ise ankrajın korunmasını sağlayacaktır. Böylece bir taraftan diş hareketi hızlandırılırken aynı zamanda da diferansiyel ankraj sağlayarak kontrol hekimin elinde olacaktır. Dolayısıyla hekim tedavide ankraj artırma amacıyla ilave uygulamalara ihtiyaç duymayacaktır. Diş hareketinin zorluğu ve hastanın kemik morfolojisi göz önünde bulundurularak BHF'nin yeniden aktive edilebilmesi için bölgenin demineralize tutulması amacıyla 5-6 ay sonra aynı bölgede piezoinsizyon işlemi tekrarlanabilir (Keser ve Dibart 2013).

Piezoinsizyonun olası yan etkileri:

- ✓ **Kök hasarı:** Uygun piezoelektrik bıçağının tercih edilmemesi ya da diş köklerinin cerrahi öncesinde yeteri kadar değerlendirilmemesi ile kök hasarı oluşabilir.
- ✓ **Enfeksiyon:** Cerrahi işlemden önce ve işlem sırasında sterilizasyona dikkat edilmelidir. Cerrahiden sonra da hastanın bir hafta süreyle günde iki kez klorheksidin gargarası yapması tavsiye edilir.
- ✓ **İnterdental papilla kaybı:** İnsizyonların interdental papillaya çok yakın yapılması durumunda meydana gelebilir. İnsizyonların mümkün olduğunca papilladan uzakta, diş kökünün orta üçlü hizasından yapılması tavsiye edilmektedir (Keser ve Dibart 2013, Dibart ve ark 2015).

1.3. Ortodontide Dental Çapraşıklık Belirlemeye Yönelik İndeksler

Çapraşıklık, diş boyutu ve ark boyutu uyumsuzluğu sebebiyle dişlerin dental ark üzerinde olması gereken normal konumlarından sapması olarak tanımlanmaktadır. Çapraşıklık her tip maloklüzyonda görülebilmektedir.

Maloklüzyonların sınıflandırılması, ilk defa 1889 yılında Angle tarafından yapılmış ve o zamandan bu yana maloklüzyonun prevalansını, ortodontik tedavi önceliğini, ihtiyacını, ortodontik tedavinin zorluğunu ve sonuçlarını kaydetmek amacıyla kullanılabilir bir ortodontik indeks geliştirilmesi için birçok çalışma yapılmıştır (Angle 1899, Massler ve Frankel 1951, Ackerman ve Proffit 1969, Gravely ve Johnson 1974, Katz 1978). Bir ortodontik indeks, maloklüzyonun ideal oklüzyondan ne derecede saptığını değerlendirmek amacıyla maloklüzyonun özelliklerini tanımlayarak maloklüzyonu sayısal skorlamaya göre gruplayan yöntemdir (Richmond ve ark 2001). Ortodontik indekslerin en önemli avantajı, sayısal ya da kategorik bir şekilde maloklüzyonu çeşitli yönleriyle inceleyerek objektif bir değerlendirme yapma olanağı sağlamalarıdır (Buchanan ve ark 1993).

Handicapping Labio-Lingual Deviation indeksi, Tedavi Öncelik İndeksi, Amerikan Ortodontistler Birliği İndeksi, Oklüzyon İndeksi ve Ackerman-Proffit Derecelendirme Ölçeği de dahil olmak üzere birçok maloklüzyon indeksi ortodonti pratiğinde kullanılmaktadır. Normal oklüzyon ile ideal seviyeyi belirlemedeki zorluklar, maloklüzyonları doğru bir şekilde belirlemeye yönelik indikatörlerin karmaşıklığı ve bu değerlendirmeyi yapanlar arasındaki tutarlılığın değişkenliği objektif bir indeks oluşturabilmenin sorunları arasındadır. Ortodontik tedavi görmek için ortodontiste başvuran hastalar açısından yüzde ve dişlerdeki estetik görünümün; fonksiyon, fonasyon gibi düzensizliklerin iyileşmesine nazaran daha önemli olduğu görülmektedir (Marques ve ark 2009, Wedrychowska-Szulc ve Syrynska 2010, Proffit ve ark 2013). Bu nedenle ön dişlerde görülen çapraşıklık, hastaların tedavi için başvurularında önemli bir etkidir. Longitudinal çalışmalar çapraşıkların zamanla arttığını bildirmektedir (Little ve ark 1988, Carter ve McNamara 1998). Bu artış adolesan dönemde daha fazla iken ilerleyen dönemlerde ise daha azdır (Little ve ark 1988, Buschang ve Shulman 2003). Dental ark ve diş boyutlarındaki uyumsuzluk; dişlerin kontakt noktalarında kırılmalara ve çapraşıklıklara neden olabilir ya da anterior dişlerin protrüzyonuna sebep olabilir. Yapılan bir çalışma keser

çapraşıklığının maksillaya nazaran mandibulada daha fazla olduğunu bildirmektedir (Sakuda ve ark 1976).

Mandibular çapraşıklık temel olarak iki yöntemle değerlendirilebilmektedir. Diş boyu ve ark uzunluğu arası uyumsuzluğu değerlendiren metotta, dental arkta mevcut olan yer ile dişlerin meziyo-distal genişliklerinin toplamı (gerekli olan yer) arasındaki fark değerlendirilmektedir. Bu analiz tüm dental ark için uygulanabileceği gibi ön 6 diş için de uygulanabilmektedir (Merrifield 1978). Çekimsiz tedavi için önerilen çapraşıklık miktarı yaklaşık 4 mm ve altı iken, 8 mm ve üstü için çekim gerekmektedir (Proffit ve ark 1998). Bu çapraşıklık analizine alternatif olarak 1975 yılında Robert M. Little tarafından bir ölçüm metodu geliştirilmiştir. Bu indekste, ön 6 dişin kontakt noktaları arasındaki sapmanın toplamı milimetrik olarak değerlendirilir. Bu teknikte ölçüm yapmak kolay ve efektif olduğundan çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir (Little 1975). Yapılan analiz sonucunda elde edilen değerler şu şekilde değerlendirilmektedir:

- 0 Mükemmel Seviyeleme
- 1-3 Minimal irregülarite
- 4-6 Moderate irregülarite
- 7-9 Şiddetli irregülarite
- 10 Çok şiddetli irregülarite

Çapraşıklıkların düzeltilmesinde sabit ortodontik tedavi kullanılmaktadır. Çapraşıklık, sabit ortodontik tedavinin ilk aşaması olan sıralama ve seviyeleme aşamasında düzeltilmektedir. Çapraşıklığın düzeltilmesi, sabit ortodontik tedavi sistemlerinin elemanları olan braketler ve ark telleri kullanılarak dişlere uygulanan mekanik kuvvetler aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu kuvvetler sonucunda periodonsiyumda meydana gelen biyolojik süreçler dişlerin alveol kemiği içinde hareketini sağlamaktadır (Wise ve King 2008).

1.4. Ağrı

Ağrı, anksiyete ve korku birbirlerinin takipçisi ve yaratıcısı olarak diş hekimliği uygulamalarında sorun oluşturan önemli faktörlerdir (Boorin 1995). Ağrı

kelimesinin kökeni ceza, intikam, işkence anlamlarına gelen Yunanca 'poine' ile Latince 'poena' dan gelmektedir (Geçgelen ve Aksoy 2011).

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği (IASP) ağrıyı, vücudun herhangi bir yerinde olan, olası veya var olan bir doku hasarı ile birlikte başlayan, duyuşsal, emosyonel ve hoş olmayan bir deneyim olarak tanımlamaktadır (Erdine 2003). Ağrı için yapılan bir başka tanımlama da şudur: algılayan bireyin değerlendirdiği, objektif bir tanımlama yapamadığı, hoş olmayan duyguların tümüdür (Aslan 2006).

Organizma için pek de güzel olmayan bir his yaratan ağrı, organizmanın zararlı bir durumdan acilen haberdar olmasını sağlayarak bireyi hasardan koruması için uygun yanıt vermeye zorlar. Bundan dolayı ağrının önemli bir koruyucu mekanizma olduğu sonucuna varılabilir (Aydın 2002).

Türk tıp tarihinin büyük Türk düşünürü ve hekimi İbn-i Sina'da ağrıyı 'bedene zararlı olanı algılamak' olarak tanımlamıştır. İbn-i Sina ağrı duyusunun delici, kırıcı, yakıcı, batıcı gibi 15 farklı şekilde algılandığını bildirmiştir ve kendisinin bu konudaki görüşleri modern tıpta o dönemlerde ağrı fizyolojisi, ağrı kontrolü, anestezi gibi kavramların temellerini oluşturmuştur (Kaynar 2002, Geçgelen 2011).

Ağrı her zaman subjektif bir duyudur ve bu sebeple ağrı algısı kişiden kişiye büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Objektif uyaranların yanı sıra, bireyin kişisel özellikleri de ağrıya karşı verilen yanıtta önemli rol oynamaktadır (Aslan 2002).

1.4.1. Tek Ölçütlü Bireysel Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrının algılanması, tanımlanması ve bu ağrıya verilen tepki bireyden bireye farklılık göstermektedir. Tek ölçütlü bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri ağrıyı direkt ölçmeye yönelik olup, bireyin kendisi değerlendirme yapmaktadır (Esener 1991, Güzeldemir 1995).

a) Sözel Tanımlama Skalaları (Verbal Descriptor Scales)

Kategori skalaları (ağrı skorlaması): Kişinin durumunu belirtebileceği en uygun sözcüğü seçmesine dayanır. Ağrı şiddeti 4 kategoride değerlendirilir ve ağrı

hafif ağrıdan dayanılmaz dereceye kadar tanımlanır ve hasta, durumuna en uygun olan cevabı tercih eder (Chapman ve Syrjala 1991, Esener 1991, Güzeldemir 1995).

Basit kategori skalası: Ağrıyı tanımlamak için ‘Yok-Az-Orta-Şiddetli’ cevapları kullanılmaktadır, hasta kendine en yakın gördüğü cevabı belirtmektedir (Gracely 1989, Güzeldemir 1995).

Betimsel kategori skalası: ‘Şiddetli-Orta-Hafif-Yok’ gibi dört seçenek veya yaygın olarak 1-10 sayısal skala gibi farklı şekilde uygulanabilmektedir (Bird ve Dixon 1987, Güzeldemir 1995).

Sözel değerlendirme skalası (Verbal Rating Scale, VRS): Hastanın ağrısını tanımlamakta ve ayrıca ağrının değişkenliklerinin ve şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Verbal (sözel) değerlendirme skalasında kelimeler ağrının şiddetini tanımlarken, numara sıralaması en az şiddetliden, en çok şiddetliye doğru yapılır. Hastadan liste şeklinde cevapları okuması ve hissettiği ağrının seviyesine karşılık gelen en uygun cevap ya da tanımı tercih etmesi istenir (Güzeldemir 1995, Krishnan 2007, Geçgelen 2011). VRS skalasının farklı çalışmalarda sıklıkla uygulanmasının nedenleri arasında: uygulamasının basit olması, skorlamanın kolay olması, güvenilir ve geçerli düzeyde olması, ağrının karmaşık tabiatını yansıtmadaki başarısının yüksek olması avantajları arasında sayılabilir. Bu yöntemin dezavantajı olarak ağrı şiddetinin ölçümü ile yakın ilişkide olması, ancak ağrıyı etkileyen bireysel farklılıkları yansıtmaması düşünülebilir (Güzeldemir 1995).

b) Sayısal Değerlendirme Skalaları (Numerical Rating Scale)

Ağrı şiddetini değerlendirmek için oldukça sık uygulanan bir yöntemdir ve hastanın ağrı seviyesinin sayılar aracılığıyla değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Skalalar ağrı yokluğu (0) ile başlamakta ve en dayanılmaz ağrı (10, 100 vb. gibi) seviyesine kadar değerlendirilmektedir. Ölçümlerdeki hassasiyet artışı, skorlamanın kolay olması, hastalar tarafından ağrı şiddetini tanımlamasının basit olması, skorlama ve kayıta kolaylık sağlaması nedeniyle sayısal skalalar daha çok benimsenmektedir (Bird ve Dixon 1987, Esener 1991, Güzeldemir 1995).

Görsel Analog Skala (Visual Analogue Scale; VAS)

Genellikle 10 cm uzunluğunda, yatay ya da dikey bir çizgiden oluşmaktadır. Bu hat, 'Ağrı Yok' ile başlayıp 'Dayanılmaz Ağrı' ile sonlanmaktadır. Sadece düz bir hat olabileceği gibi, eşit aralıklar şeklinde bölümlendirilmiş de olabilir ya da ağrı tanımlamak için hat üzerine konulan tanımlama kelimeleri de kullanılabilir. Genellikle vertikal hattın daha kolay anlaşılabilirdiği kabul edilmektedir. VAS'ın bölünme ve tanımlama kelimelerinin konulmuş şekline; "Grafik Değerlendirme Skalası" adı verilmektedir (Alexander ve Hill 1987, Gracely 1989, Güzeldemir 1995, Çağlayan ve Tuncer 2011). VAS diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde daha uygun bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. VAS yönteminin avantajları arasında yöntemin anlaşılır ve kolay uygulanabilir olması, 5 yaşın üzerindeki hastalarda güvenle kullanılabilmesi, tedavi etkinliklerinin değerlendirilmesinde yeterli derecede hassasiyet göstermesi ve gerekli durumlarda ölçümün yeniden tekrarlanabilmesi gösterilebilir (Güzeldemir 1995, Çağlayan ve Tuncer 2011).

VAS'ın diğer ağrı ölçüm yöntemlerine kıyasla bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Hastalar ağrı seviyesini işaretlerken rastgele yapabilmekte, bu da ağrıyı değerlendirmede yanılığara sebep olabilmektedir. Hastanın şaşkın, yorgun veya işbirliği yapamaz olduğu durumlarda VAS yeterli olmayabilir. Ağrı değerlendirilmesinin yapıldığı zamanın seçimi de ölçümde yanılığara sebep olabilir. Bunu önlemek amacıyla ağrı değerlendirilmesi düzenli aralıklar ile birkaç kez yapılmalıdır. VAS kayıtlarının aynı skala üzerinde yapılması, hastanın önceki ağrı şiddeti değerini görmesine neden olarak onu etkileyebilir ve daha sonraki ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde etkileyici bir rol oynayabilir. Yaşlı hastalarda, VAS hattının algılanarak işaretler ile koordinasyon sağlanması oldukça zor olabilmekte ve uygulanması sorun oluşturabilmektedir (Alexander ve Hill 1987, Güzeldemir 1995, Çağlayan ve Tuncer 2011).

Analog Renkli Devamlı Skala (Analogue Chromatic Continuous Scale)

VAS ölçeğine benzer bir skaladır ve skalanın bir yüzünde 100 mm' lik cetvel diğer tarafında da açık pembe renkten koyu kırmızıya kadar bir renk cetveli bulunmaktadır (Bird ve Dixon 1987, Güzeldemir 1995).

Yüz İfadesi Skalası (Face Scale)

Çocuklarda dil ve mental kapasitenin yetersiz kaldığı durumlarda ve 10 cm VAS ve 5 tanımlı skalalar kullanılmadığında, bu skalanın kullanılması uygundur (Güzeldemir 1995).

Basit Kelime Skalası

Ağrı şiddetinin subjektif bir şekilde değerlendirilmesi istendiğinde bu skala kullanılabilir. Örneğin; yok, hafif, orta, şiddetli ya da McGill hasta indeksinde olduğu gibi, ağrı yok, hafif, rahatsızlık verici, sıkıntı verici, dehşetli, korkunç, çok şiddetli olarak seçim için sunulan kelime sayısı arttırılabilir. Bu sayede seçilen kelimelerin fazla olması farklılığın hassasiyetini arttırmaktadır. Fakat bu durumda kelimelerin değişken değerlerinin uyumsuzluğunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir (Alexander Hill 1987, Güzeldemir 1995).

1.5. Hayat Kalitesi

Mutlu olma ve yaşamdan hoşnut olmayı ifade eden, genel olarak 'iyi olma durumu' olarak belirtilen yaşam kalitesi, bireyin yaşam koşullarında bireysel tatmini etkileyen, hastalığın günlük yaşantısı üzerindeki mental, fiziksel ve sosyal etkilerine verdiği bireysel cevapları yansıtmaktadır (Eiser ve Morse 2001, Ergin 2013). Oral Health Impact Profile-14 (OHIP-14) bireyin ağız sağlığını, kendi genel sağlığını ve yaşam kalitesini nasıl etkilediğini, kişisel olarak algılamasını değerlendiren bir ölçek sistemidir. Bireyin algıladığı fonksiyonel kısıtlılık, psikolojik rahatsızlık, fiziksel ağrı, psikolojik, fiziksel ve sosyal yetersizlik ve engel ölçüleri sorgulanmaktadır. Sorulardan elde edilen toplam sayısal skor arttıkça problemin şiddetinin arttığı ve yaşam kalitesinin ise azaldığı sonucuna varılabilir (Başol ve ark 2014). Başol ve ark 2014 yılında yaptıkları çalışmada Türkçe'ye tercüme edilen OHIP-14 ölçeğinin geçerlilik, güvenilirlik, tekrar edilebilirlik ve anlaşılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Üç uzman diş hekimi, OHIP-14 ölçeğinin orijinal İngilizce versiyonunu Türkçe'ye çevirmişlerdir. Bir İngilizce okutmanı, oluşturulan tercümeleri tekrar İngilizce'ye çevirmiş ve böylece ilk ölçekler oluşturulmuştur. Çalışmaya 78 kadın ve 42 erkek dahil edilmiştir ve elde edilen sonuçlarla OHIP-14-TR' nin güvenilir (Cronbach

Alpha: 0,74), tekrar edilebilir (r: 0,932), geçerli ve Türkçe tercümesinin anlaşılabilir (%96,2) olduğunu gösterilmiştir (Başol ve ark 2014).

2. BİREYLER VE YÖNTEM

2.1. Bireylerin Seçimi ve Grupların Oluşturulması

Çalışmamıza Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran 26'sı kız ve 19'u erkek olmak üzere 45 birey dahil edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilecek hasta sayısının belirlenmesinde G*Power Ver. 3.0.10. (Franz Faul, Universitat Kiel, Almanya) yazılımı kullanılarak gruplar arası 0,40 etki alanında ve $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde örnek sayısı 42 hasta olduğunda %80'den fazla güç saptandığı tespit edilmiştir ve çalışmaya 45 bireyin dahil edilmesi planlanmıştır. Çalışma esnasında bir hasta randevularına düzenli gelmediği için çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmamızın yürütülebilmesi için Selçuk Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'nın 17.05.2018 tarih ve 2018/20 sayılı kararı uyarınca gerekli izin (Bkz. Ek-A) alınmıştır. Ayrıca 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 (Bkz. Ek-B). Çalışmaya dahil olan 18 yaşından büyük bireylerin kendilerine, 18 yaşından küçük

bireylerin ise hem kendilerine hem de velilerine ‘Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’ okutulup imzalatılmıştır (Bkz. Ek-C).

Araştırmada yer alan 45 hasta randomize olarak üç gruba ayrılmıştır. Alt çenede bonding işlemini takiben ilk gruptaki (Grup 1) hastalara (9 kız, 6 erkek) piezoinsizyon işlemi uygulanmış, ikinci gruptaki (Grup 2) hastalara (10 kız, 5 erkek) MOP işlemi uygulanmıştır. Üçüncü gruptaki (Grup 3) hastalar (7 kız, 8 erkek) ise kontrol grubu olup ortodontik diş hareketini hızlandırma amacıyla herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Piezoinsizyon grubundaki hastaların yaş ortalaması 16,99 ($\pm 1,73$) MOP grubundaki hastaların yaş ortalaması 17,51 ($\pm 2,79$), kontrol grubunda yer alan hastaların yaş ortalaması ise 17,39 ($\pm 2,16$) olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin gruplara göre dağılımı ve yaş ortalaması

Çalışma grupları	n		Yaş	
	Kız	Erkek	Ort	SS
MOP	9	5	17,51	2,79
Piezoinsizyon	9	6	16,99	1,73
Kontrol	7	8	17,39	2,76

n: kişi sayısı, Ort: ortalama, SS: Satandard Sapma

Gönüllülerin çalışmamıza dahil edilme kriterleri:

- Seviyeleme öncesi kronolojik yaşın 14 ve üzerinde olması
- Seviyeleme öncesi bireylerin el bilek röntgenine göre iskeletsel gelişim dönemlerinin MP3u veya Ru olması
- Mandibulada diş çekimi planlanmayan hastalar
- Bireylerin daimi dentisyonda olması ve üçüncü molar dişler hariç tüm daimi dişlerin sürmüş olması
- Mandibular birinci molar dişler arasında eksik, fazla veya gömülü dişin bulunmaması

-Mandibular arkta boşluk bulunmaması

-Little'in çapraşıklık indeksine göre mandibular anterior çapraşıklığın 5 mm'nin üzerinde olan Sınıf I çekimsiz sabit tedavi planlanan hastalar

-Mandibular anterior çapraşıklığın seviyelenmesinden önce intermaksiller elastik, lip bumper, headgear veya maksiller genişletme apareyi gibi intraoral veya ekstraoral herhangi bir aparey kullanılmamış olması

-Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olması

-Oral hijyenin iyi olması

-Periodontal cep derinliğinin 2 mm'den küçük olması

-Yapışık dişetin yeterli kalınlıkta olması (1-2 mm)

-Radyolojik olarak kemik kaybı olmaması

-Sigara kullanmıyor olması

-Sistemik ilaç kullanmıyor olması

-Sistemik rahatsızlığı olmayan

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Çalışmamızın başlangıcında çalışmamıza dahil edilen hastaların tümünde 0,022 inç slotlu MBT sistem (System McLaughlin-Bennett-Trevisi* 22) braketler (Discovery™ Smart, Dentaurum, MBT, Ispringen, Almanya) kullanılarak üst dişler braketlenmiştir. Çalışmamızın üst dişlerden etkilenmemesi açısından üst dişlerin seviyelenmesi ve üst 0,016 X 0,022 inç ark telinin en az 8 hafta ağızda kalması sağlanmıştır. Alt bonding işlemine alt dişlerin asitlenmesi ile başlanmıştır. Dişler %37'lik ortofosforik asit (Best Blue Gel, Spot Diş Deposu, İzmir, Türkiye) ile 30 sn asitlendikten sonra suyla yıkanmıştır. Tebeşirimsi görüntü elde edilene kadar kurutulmuştur. Transbond™ XT Primer (3M Unitek Orthodontic Product, Monrovia, Kaliforniya, ABD) ve Transbond™ XT (3M Unitek Orthodontic Product, Monrovia,

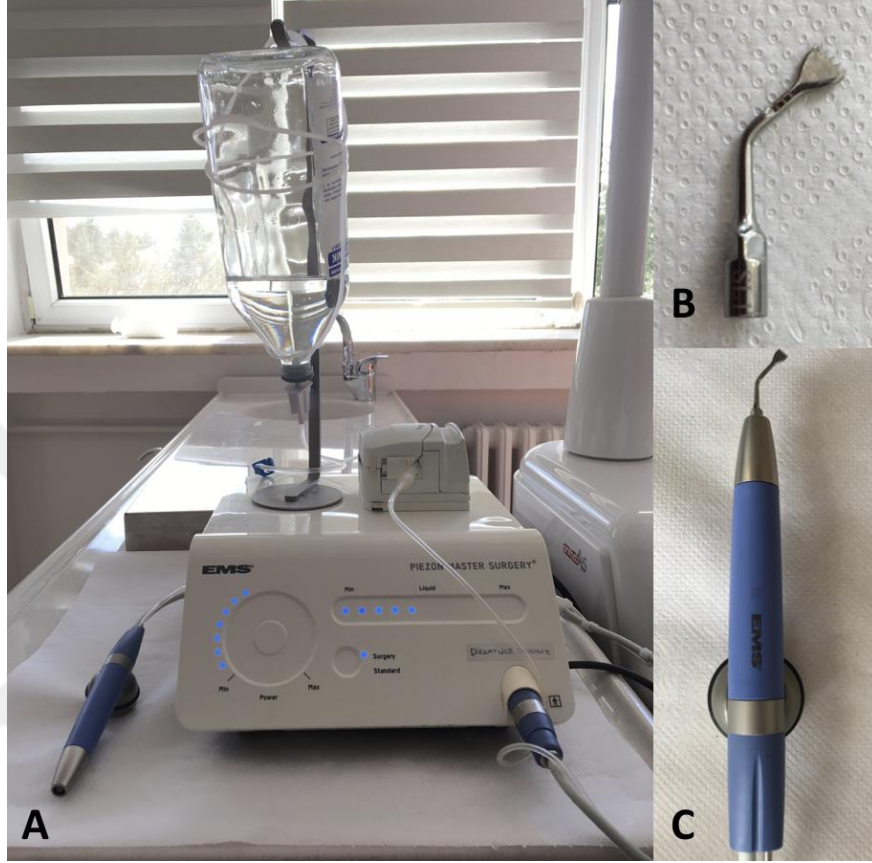
Kaliforniya, ABD) yapıştırıcı kullanılarak braketler yapıştırılmıştır. Led ışık cihazı olarak Valo Cordless (Ultradent Products Inc., Utah, ABD) kullanılmıştır. Her üç gruptaki hastalarda herhangi bir işleme başlanmadan önce alt 3-3 arası altı diş için bukkal bölgede plak indeksi, gingival indeks, periodontal cep derinliği ve mobilite indeksi kayıtları alınmıştır. Alt çene dişlerinin braketlenmesini takiben hastalar randomize bir şekilde üç gruba ayrılmıştır.

a) Piezoinsizyon grubu

Piezoinsizyon grubundaki hastalara alt çene dişlerinin braketlenmesini takiben 0,014 inç kalınlığında yuvarlak Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) uygulanmıştır. Ark telleri braketin her bir kanatçığına tam oturacak şekilde sıkıca tel ligatür ile bağlanmıştır.

Alt bonding işlemi ve ark teli tatbikini takiben piezoinsizyon prosedürüne geçilmiştir. Piezoinsizyon sağ ve sol tarafta kanin ile lateral diş kökleri arasındaki bölge ile santral dişlerin kökleri arasında bölgelere uygulanmıştır. Piezoinsizyon işlemi Dibart ve ark'ın (2009) tanımladığı şekilde yapılmıştır. İşleme başlamadan önce panoramik radyograflar incelenerek kron-kök uzantısı değerlendirilmiştir. Lokal anestezi uygulamasından önce tüm bireylerden klorheksidin içeren gargara ile 30 saniye boyunca ağızlarını çalkalamaları istenmiştir. Lokal infiltratif anesteziyi takiben (Ultracain DS, Aventis, İstanbul, Türkiye) insizyonlar 15 nolu bistüri kullanılarak interdental papillayı koruyacak şekilde diş etinin 2-3 mm altından yapışık veya alveoler mukoza üzerinde ve piezotom bıçağının yerleştirilebileceği uzunlukta yapılmıştır. Daha sonra serum fizyolojik ile soğutma altında basınç uygulamadan ritmik hareketlerle kortikal kemikte 3 mm derinliğinde kesiler yapılmıştır. Piezoinsizyon işlemi için Piezon Master Surgery™ (EMS, Nyon, İsviçre) cihazı Surgery modunda kullanılmıştır ve piezoelektrik bıçağı olarak SL1 numaralı, kortikal kemikte etkin kesim yapabilen testere şeklindeki uç kullanılmıştır (Şekil 2.1). Bu uça yer alan rehber çizgiler aracılığıyla derinlik ayarlaması yapılarak piezoinsizyon gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.2). Piezoinsizyon sonrasında insizyon bölgelerine dikiş uygulanmamıştır. Hastalara klorheksidin içerikli gargara bir hafta boyunca günde iki kere kullanılmak üzere reçete edilmiş, acılı ve baharatlı yiyeceklerin tüketilmemesi için uyarılarda bulunulmuştur. Ayrıca diş hareketini yavaşlatabileceğinden antiinflamutuar analjezik ilaçlar kullanılmaları yönünde

hastalar uyarılmıştır. İnsizyon bölgesinin fırçalanmaması gerektiği de belirtilmiştir. Hastalardan bir hafta sonra kontrole gelmeleri istenerek bir hafta boyunca doldurmak üzere ağrıya yönelik VAS ölçekleri verilmiş ve bir haftanın sonunda OHIP-14 anketini doldurmaları istenmiştir.



Şekil 2.1. A. Piezoinsizyon cihazı B. Kemik kesisi için kullanılan SL1 nolu uç C. Piezoinsizyon cihazının el parçası

Kalınlığı 0,014 inç olan Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ağızdayken çapraşıklıkım düzelmesini takip amacıyla tedavi başında, 4. ve 8. haftalarda alt çene alçı modelleri elde edilmiştir. 0,014 inç ark telinin (G4™ Ni-Ti True Form™ I, G&H ORTHODONTICS, Langenhagen, Almanya) iki seans çalışması sağlandıktan sonra 0,016 inç kalınlığındaki ark teli (G4™ Ni-Ti True Form™ I, G&H ORTHODONTICS, Langenhagen, Almanya) ile değiştirilerek seviyeleme işlemine devam edilmiştir. 12. ve 16. haftalarda alt çeneden alçı modeller elde edilmiştir. 16. haftada başlangıçta yapıldığı gibi periodontal parametreler kaydedilmiştir.



Şekil 2.2. Piezoinsizyon uygulanan hastanın işlemden hemen sonraki görüntüsü

b) MOP grubu

MOP grubundaki hastalara alt çene dişlerinin braketlenmesini takiben 0,014 inç kalınlığında yuvarlak çaplı Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) uygulanmıştır. Ark telleri braketin her bir kanatçığına tam oturacak şekilde sıkıca tel ligatür ile bağlanmıştır.

Alt bonding işlemi ve ark teli tatbikini takiben MOP işlemi öncesinde tüm bireylerden klorheksidin içeren gargara ile 30 saniye boyunca ağızlarını çalkalamaları istenmiştir. MOP bölgeleri piezoinsizyon bölgeleri ile benzer şekilde belirlenmiştir. Lokal infiltratif anestezi (Ultracain DS, Aventis, İstanbul, Türkiye) uygulaması sonrasında üç adet MOP, bu amaçla dizayn edilen tek kullanımlık bir osteoperforasyon cihazı (Propel Orthodontics, New York, ABD) ile uygulanmıştır (Şekil 2.3). Hastalara insizyon işlemi uygulanmamıştır ve herhangi bir ağrı kesici veya antibiyotik reçete edilmemiştir.



Şekil 2. 3. Propel cihazı ve istenen derinliğe ayarlandığını gösteren LED gösterge

Üç küçük MOP, belirlenen bölgelere dikey olarak eşit mesafede uygulanmıştır. Her perforasyon 1,5 mm genişliğinde ve 3 mm derinliğindedir (Şekil 2.4). Propel cihazı elle tutulan ve 0, 3, 5 ve 7 mm derinlik ayarları bulunan bir cihazdır. İstenilen derinlik belirlendiğinde ister uygulama esnasında bu mesafeye ulaşıldığında ya da ister kutusundan çıkan bir stopper aracılığıyla istenilen derinliğe ulaşıldığında kırmızı sinyaliyle uyarı yapabilen bir cihazdır.



Şekil 2. 4. MOP uygulanan hastanın işlemten hemen sonraki görüntüsü

Hastalara klorheksidin içerikli gargara bir hafta boyunca günde iki kere kullanılmak üzere reçete edilmiş, acılı ve baharatlı yiyeceklerin tüketilmemesi için uyarılarda bulunulmuştur. Ayrıca diş hareketini yavaşlatabileceğinden

antiinflamutuar analjezik ilaçlar kullanmamaları yönünde hastalar uyarılmıştır. İnsizyon bölgesinin fırçalanmaması gerektiği de belirtilmiştir. Hastalardan bir hafta sonra kontrole gelmeleri istenerek bir hafta boyunca doldurmak üzere ağrıya yönelik VAS ölçekleri verilmiş ve bir haftanın sonunda OHIP-14 anketini doldurmaları istenmiştir.

Kalınlığı 0,014 inç olan Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ağızdayken çapraşıklığın düzelmesini takip amacıyla tedavi başında, 4. ve 8. haftalarda alt çene modelleri elde edilmiştir. 0,014 inç kalınlığındaki Ni-Ti ark telinin (G4™ Ni-Ti True Form™ I, G&H ORTHODONTICS, Langenhagen, Almanya) iki seans çalışması sağlandıktan sonra 0,016 inç kalınlığındaki Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti True Form™ I, G&H ORTHODONTICS, Langenhagen, Almanya) ile değiştirilerek seviyeleme işlemine devam edilmiştir. 12. ve 16. haftalarda alt çeneden alçı modeller elde edilmiştir. 16. haftada başlangıçta yapıldığı gibi periodontal parametreler kaydedilmiştir.

c) Kontrol grubu

Kontrol grubundaki hastalara alt çene braketlemesini takiben 0,014 inç kalınlığında yuvarlak çaplı Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) uygulanmıştır. Ark telleri braketin her bir kanatçığına tam oturacak şekilde sıkıca tel ligatür ile bağlanmıştır.

Kontrol grubundaki hastalara ortodontik diş hareketini hızlandırıcı herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Hastalardan bir hafta sonra kontrole gelmeleri istenerek bir hafta boyunca doldurmak üzere ağrıya yönelik VAS ölçekleri verilmiş ve bir haftanın sonunda OHIP-14 anketini doldurmaları istenmiştir.

Kalınlığı 0,014 inç olan Ni-Ti (G4™ Ni-Ti True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ark teli ağızdayken çapraşıklığın düzelmesini takip amacıyla tedavi başında, 4. ve 8. haftalarda alt çene alçı modelleri elde edilmiştir. 0,014 inç kalınlığındaki Ni-Ti ark telinin (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) iki seans çalışması sağlandıktan sonra 0,016 inç kalınlığındaki Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ile değiştirilerek seviyeleme işlemine devam

edilmiştir. 12. ve 16. haftalarda alt çeneden alçı modeller elde edilmiştir. 16. haftada başlangıçta yapıldığı gibi periodontal parametreler kaydedilmiştir.

2.2.2. Ağrı Düzeylerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada ağrı skorlamasında ‘hiç ağrı olmaması-en dayanılmaz ağrı’ bilgilerinin yer aldığı horizontal 100 mm uzunluğundaki VAS (Visual Analog Scale) skalasını içeren ağrı değerlendirme formu kullanılmıştır. Hastalardan alt bonding işleminin yapıldığı günden itibaren yedi gün boyunca ağrısına karşılık gelen noktayı çizgi üzerinde işaretlemeleri istenmiştir (Şekil 2.5).

GÖRSEL ANALOG SKALA (VAS)

Adınız Soyadınız: _____ Tarih: _____

Ağrı şiddetinizi aşağıdaki ölçek üzerinde işaretleyin.



Şekil 2.5. Bireylerde kullanılan VAS skalası

2.2.3. OHIP-14 Anketinin Değerlendirilmesi

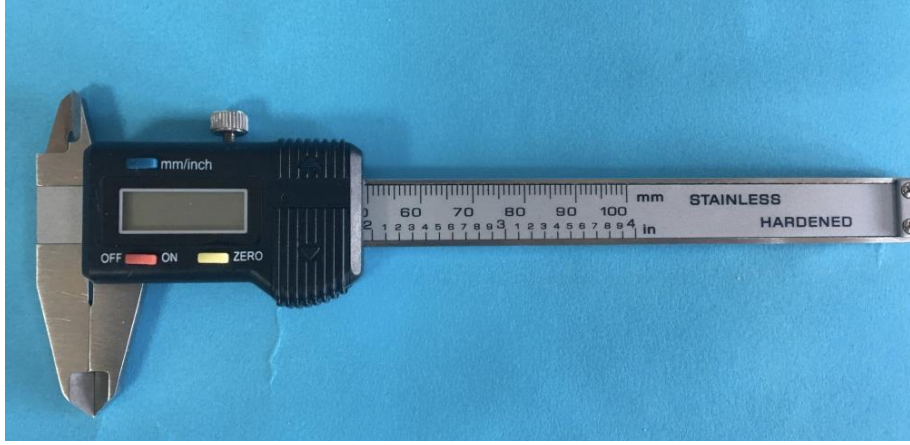
Bu çalışmada, farklı ortodontik diş hareketini hızlandırma prosedürlerinin hayat kalitesi üzerine etkilerini saptamak için işleminden 1 hafta sonra hastalara, toplam 14 sorudan oluşan ve Türkçe adaptasyon geçerliliği literatürde daha önce rapor edilmiş olan (Mumcuark 2006) OHIP-14 anketi doldurtulmuştur (Çizelge 2.2). ‘Çok Sık’, ‘Oldukça Sık’, ‘Bazen’, ‘Hemen Hemen Hiç’, ‘Hiç’ ve ‘Bilmiyorum’ cevaplarını içeren çizelge 2.2’de, hastalara soruları dikkatli bir şekilde okumaları ve yapılan işlemleri göz önünde bulundurarak en doğru cevabı seçmeleri istenmiştir. Sorulara 0-5 arası puanlar verilerek skorlama yapılmıştır. Yüksek puan şikayetlerin arttığını ve hayat kalitesini azaldığını belirtmektedir.

Çizelge 2.2. OHIP-14 anketi

	Çok Sık	Oldukça Sık	Bazen	Hemen hemen hiç	Hiç	Bilmiyorum
1. Herhangi bir kelimeyi telaffuz etmede problem yaşadınız mı?						
2. Tat alma duyunuzun kötüleştiğini hissettiniz mi?						
3. Ağızınızda ağrı veya acı oldu mu?						
4. Herhangi bir gıdayı yemeyi rahatsız edici buldunuz mu?						
5. Dişlerinizle ilgili bilinçli miydiniz?						
6. Gergin hissettiniz mi?						
7. Diyetiniz yetersiz oldu mu?						
8. Yemeğinizi yarıda kesmek zorunda kaldınız mı?						
9. Dinlenmeyi zor buldunuz mu?						
10. Biraz utandıığınız oldu mu?						
11. Diğer insanlarla biraz huzursuz olduğunuz oldu mu?						
12. Günlük işlerinizi yapmada zorlandığınız oldu mu?						
13. Genel olarak yaşamın daha az tatmin edici olduğunu hissettiniz mi?						
14. Tamamen fonksiyon göremez hale geldiniz mi?						

2.2.4. Modellerinin Elde Edilmesi ve İrregüleritenin Değerlendirilmesi

Kalınlığı 0,014 inç olan Ni-Ti ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ağızdayken çapraşıklığın düzelmesini takip amacıyla tedavi başında, 4. ve 8. haftalarda alt çene alçı modelleri elde edilmiştir. 0,014 inç kalınlığındaki ark telinin iki seans 8 hafta çalışması sağlandıktan sonra 0,016 inç kalınlığındaki ark teli (G4™ Ni-Ti, True Form™ I, G&H Orthodontics, Langenhagen, Almanya) ile değiştirilerek seviyeleme işlemine devam edilmiştir. 12. ve 16. haftalarda alt çeneden alçı modeller elde edilmiştir. Her bir hasta için T0, T1, T2, T3 ve T4 olmak üzere toplam beş alçı model elde edilmiştir. Araştırmacı güvenilirliği artırmak amacı ile alçı modellerin ölçümlerini hasta isimlerini görmeden ve hastaların hangi gruba ait olduğunu bilmeden dijital kumpas yardımıyla yapmıştır (Şekil 2.6, Şekil 2.7). Alçı modellerde yapılan tüm ölçümler birer hafta ara ile aynı araştırmacı tarafından iki defa yapılmıştır.



Şekil 2.1. Çapraşıklık ölçümünde kullanılan dijital kumpas



Şekil 2.6. Elde edilen modellerin Little'ın Çapraşıklık İndeksi' ne göre ölçümü

Alt çene kanin kanin arası çapraşıklık miktarındaki değişiklikler Little'ın 1975 yılında alt kesici dizilimini ölçmek amacı ile geliştirdiği, ortodontide sıklıkla kullanılan çapraşıklık indeksi kullanılarak ölçülmüştür (Little 1975). Bu indekste çapraşıklık miktarı kanin dişlerin mezialinde bulunan altı dişe ait, beş anatomik kontakt noktasının ölçülmesi ile hesaplanır. Her bir modelde kontakt nokta sapma miktarları lineer olarak ve dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Sapma miktarları toplanarak her model için kantitatif bir indeks sonucu elde edilmiştir. T0, T1, T2, T3 ve T4 modellerindeki indeks değerleri hesaplanmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.7. Little'in Çapraşıklık İndeksi' ne göre dental modellerin ölçümünün şematik görüntüsü: A: Kanin dişin mezial kontakt noktası ile lateral dişin distal kontakt noktası arası mesafe B: Lateral dişin mezial kontakt noktası ile santral dişin distal kontakt noktası arası mesafe C: Santral dişin mezial kontakt noktası ile diğer santral dişin mezial kontakt noktası arası mesafe D: Santral dişin distal kontakt noktası ile lateral dişin mezial noktası arasındaki mesafe E: Lateral dişin distal kontakt noktası ile kanin dişin mezial kontakt noktası arasındaki mesafe Little'in Çapraşıklık indeksi: $A+B+C+D+E$

2.2.5. Periodontal Parametreler

Çalışmamıza dahil edilen hastalardan oral hijyen eğitimini takiben örneklem bölgesine ait (alt 3-3 arası dişler) çalışma başlangıç ve bitiminde plak indeksi (Pİ) (Silness ve Loe 1964), gingival indeks (Gİ) (Löe ve Silness 1963), periodontal cep derinliği (PCD) ve mobilite indeksi (Mİ) verileri alınarak kaydedildi.

Plak indeksi

0: Serbest dişeti kenarında plak yok

1: Serbest dişeti kenarına ve komşu diş yüzeyine tutunmuş film şeklinde ve sond yardımı ile görülebilen plak

2: Dişeti cebi içerisinde ve dişeti kenarına komşu diş yüzeyinde orta derecede yumuşak plak

3: Dişeti cebi içerisinde ve dişeti kenarına komşu diş yüzeyinde yoğun yumuşak plak

Pİ çalışmamıza göre modifiye edilerek her dişin meziobukkal, bukkal, distobukkal, yüzeyinden alınan PI değerleri toplandıktan sonra aşağıdaki formüle göre hesaplama yapıldı.

$P\bar{I} = \text{Tüm dişlerdeki Pİ değeri toplamı} / \text{Mevcut diş sayısı} \times 3$ formülü ile hesaplanmıştır.

Gingival indeks

Gingival inflamasyonun varlığı ve şiddetinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

0: Sağlıklı dişeti varlığında

1: Hafif iltihap, hafif renk değişikliği ve ödem varlığına rağmen sondlamada kanama yoksa

2: Dişetinin parlak, kırmızı ve ödemli olduğu orta dereceli enfeksiyon varlığı

3: Belirgin kırmızılık, ödem, spontan kanamaya eğilim ve şiddetli iltihap varlığı

Her dişin meziobukkal, bukkal ve distobukkal yüzeyinden alınan Gİ değerleri toplandıktan sonra aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılmıştır.

$G\bar{I} = \text{Tüm dişlerdeki Gİ değeri toplamı} / \text{Mevcut diş sayısı} \times 3$

Periodontal cep derinliği

Çalışmamıza dahil edilen bireylerin periodontal cep derinliği, üç noktadan (meziobukkal, bukkal, distobukkal) Williams periodontal sondu (Hu Friedy, Chicago, Illinois, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Periodontal sond basınç uygulamadan dişlerin uzun eksenine paralel olarak konumlandırılarak, dişeti kenarından periodontal cep tabanına olan mesafe belirlenmiştir.

Bu amaçla;

$PCD = \text{Periodontal cep derinliği toplamı} / \text{Mevcut diş sayısı} \times 3$ formülü ile hesaplama yapılmıştır.

Mobilite indeksi

Bireylerin diş mobilitesinin uygulanan tedaviden etkilenip etkilenmediğini değerlendirmek için kullanılmıştır.

0: mobilite yok

1: >0.5 - <1 mm bukkolingual mobilite

2: >1 - <2 mm bukkolingual mobilite

3: >2 bukkolingual mobilite

4: 3+ Hem bukkolingual hem de vertikal mobilite

Mİ: Tüm dişlerdeki Mİ/Mevcut diş sayısı formülü kullanılarak mobilite indeksi hesaplanmıştır.

2.3. İstatistiksel Analiz

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan yöntemlerin (MOP, Piezoinsizyon, Kontrol) karşılaştırılmasında yapılacak istatistiksel analizler için çalışmaya başlamadan önce, gruplar arası etki büyüklüğünün 0,40 olması durumunda %5 anlam seviyesi ve en az %80 istatistiksel güce ulaşabilmek amacıyla her bir grupta en az 14 hasta olacak şekilde Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti bölümüne tedavi amaçlı başvuran hastalardan toplam 45 hasta çalışmanın örneklemini için seçilmiştir.

Hastalardan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri öncesinde, uygulanacak analizlere göre verilerin normalliği Anderson Darling normallik testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada gruplar arası karşılaştırmalarda sürekli değişkenler için Tek Yönlü Varyans Analizi ve Kruskal Wallis testleri ile anlamlı fark bulunan grupların ikili karşılaştırılmasında Bonferroni ikili karşılaştırma testi yapılmıştır. İkili karşılaştırmaların yorumlanmasında Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Kategorik verilerin analizlerinde ise Ki-kare testinden yararlanılmıştır. Bununla birlikte, tekrarlayan ölçüm zamanlarına göre verilerin analizlerinde Tekrarlı Ölçümlerde

Varyans Analizi kullanılmıştır. İki sürekli değişken arasındaki ilişki için Pearson korelasyon katsayıları incelenmiştir.

Yöntem hatasının belirlenebilmesi için ölçümlerin tamamı iki hafta arayla aynı araştırmacı tarafından ölçülmüş ve iki ölçüm arasındaki uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC), konkordans korelasyon katsayısı (CCC), kesinlik (precision) ve doğruluk (accuracy) değerleri ile belirlenmiştir.

Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama (Ort), standart sapma (SS), minimum (Min) ve maksimum (Maks) olarak, kategorik değişkenler için ise frekans (n) ve yüzde (%) olarak tablolarda yer almıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgular ve verilerin dağılımları grafikler yardımıyla görselleştirilmiştir.

İstatistiksel analizler R Version 3.5.1 programında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizlerde genel anlamlılık değeri için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Yöntem Hatası Değerlendirilmesi

Dişler arasındaki çapraşıklık miktarı için tekrarlanan ölçümler arası uyumun değerlendirilmesine ilişkin Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC), Kesinlik (Precision) ve Doğruluk (Accuracy) ölçütleri hesaplanarak Çizelge 3.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tekrarlanan ölçümlerin istatistiksel olarak uyumlu olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 3.1. Çapraşıklık miktarı için ölçümlerin uyumluluğu

Ölçüm Zamanları	ICC	CCC	Precision	Accuracy
T0	0,992	0,985	0,986	0,999
T1	0,994	0,989	0,989	0,999
T2	0,995	0,991	0,993	0,998
T3	0,995	0,991	0,992	0,999
T4	0,993	0,986	0,988	0,998

ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı (Intra-class correlation coefficient), CCC: Konkordans korelasyon katsayısı (Concordance correlation coefficient), Precision: Kesinlik, Accuracy: Doğruluk.

3.2. Grupların Yaş ve Cinsiyet Dağılımlarının Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan hastaların yaşlarına göre gruplar arasında değişim gösterip göstermediğini belirlemek için Kruskal Wallis testi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Hastaların gruplara göre yaş dağılımları

Gruplar	n	Ort	SS	Min	Maks	P
MOP	14	17,51	2,43	15,18	22,42	
Yaş Piezoinsizyon	15	16,99	1,74	14,40	21,10	0,914
Kontrol	15	17,40	2,16	14,55	21,46	

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p: Kruskal Wallis testi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, yaşlara göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiş ($p=0,914 > 0,05$) ve yaşların gruplara homojen bir yapıda dağıldığı görülmüştür (Çizelge 3.2).

Çalışmada yer alan hastaların cinsiyetlere göre gruplar arasında değişim gösterip göstermediği Ki-kare testi ile analiz edilmiştir.

Çizelge 3.3.Hastaların gruplara göre cinsiyet dağılımları

Gruplar	Cinsiyet				Toplam	P
	Kız		Erkek			
	n	%	n	%		
MOP	9	%36	5	%26,3	14	0,603
Piezoinsizyon	9	%36	6	%31,6	15	
Kontrol	7	%28	8	%42,1	15	
Toplam	25	%100	19	%100	44	

p: Ki-kare testi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ değeri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, cinsiyete göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiş ($p=0,603>0,05$) ve cinsiyetlerin gruplara homojen bir yapıda dağıldığı görülmüştür (Çizelge 3.3).

3.3. VAS Ağrı Düzeylerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bulgular

VAS ağrı değerlerinin günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterip göstermediğini belirlemek için Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, gruplar arasında farklılık olup olmadığının tespiti için ise Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır (Çizelge 3.4)

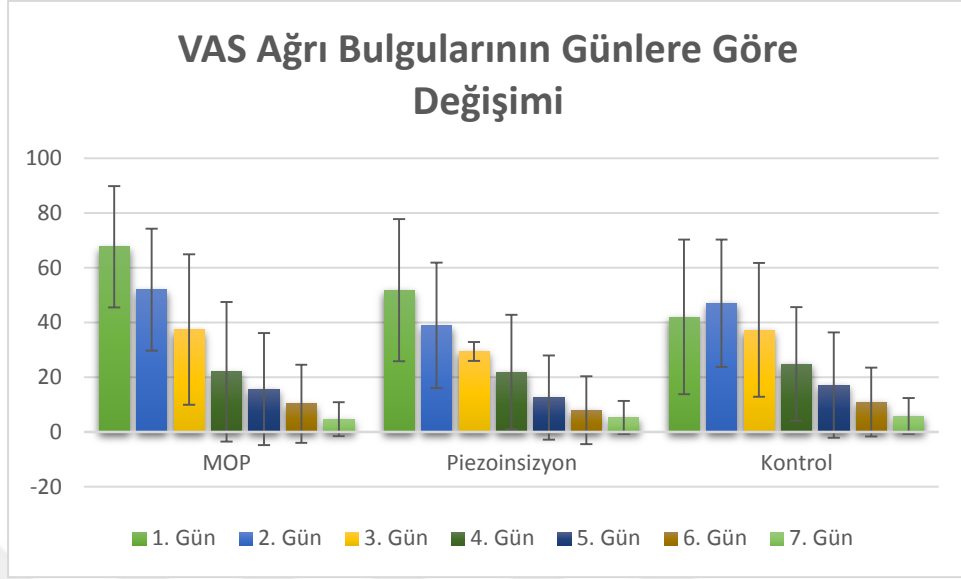
Çizelge 3.4. VAS ağrı ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler

	MOP				Piezoinsizyon				Kontrol				P(2)
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
1. Gün	67,65	22,17	18,44	90,04	51,78	25,95	11,51	90,04	42,05	28,25	0,00	81,21	0,035*
2. Gün	51,97	22,26	3,98	90,30	38,91	22,94	1,82	90,30	47,03	23,30	4,40	85,20	0,308
3. Gün	37,41	27,49	0,00	90,65	29,40	3,41	0,00	9,65	37,27	24,43	2,30	90,65	0,614
4. Gün	21,98	25,48	0,00	75,07	21,94	20,87	0,00	75,07	24,82	20,74	2,00	73,51	0,923
5. Gün	15,64	20,44	0,00	58,79	12,53	15,41	0,00	57,23	17,07	19,25	1,47	77,32	0,079
6. Gün	10,28	14,26	0,00	47,68	7,95	12,39	0,00	47,68	10,87	12,57	0,00	44,50	0,812
7. Gün	4,61	6,21	0,00	20,87	5,29	5,98	0,00	19,83	5,82	6,52	0,00	19,65	0,873
P(1)	<0,001***				<0,001***				<0,001***				

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p(1): Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi için anlamlılık değeri, P(2): Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$

Elde edilen bulgulara göre, VAS ağrı değerleri tüm grup içlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmiştir ($p<0,001$). Her bir ağrı ölçüm gününde gruplar

arası değerlendirmelere bakıldığında ise sadece 1. ölçüm günü için gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,035<0,05$).



Şekil 3.1. VAS ağrı değerlerinin grup içi dağılımları

Şekil 3.1 incelendiğinde, grup içi VAS ağrı değerlerinin günler ilerledikçe azaldığı görülmüştür.

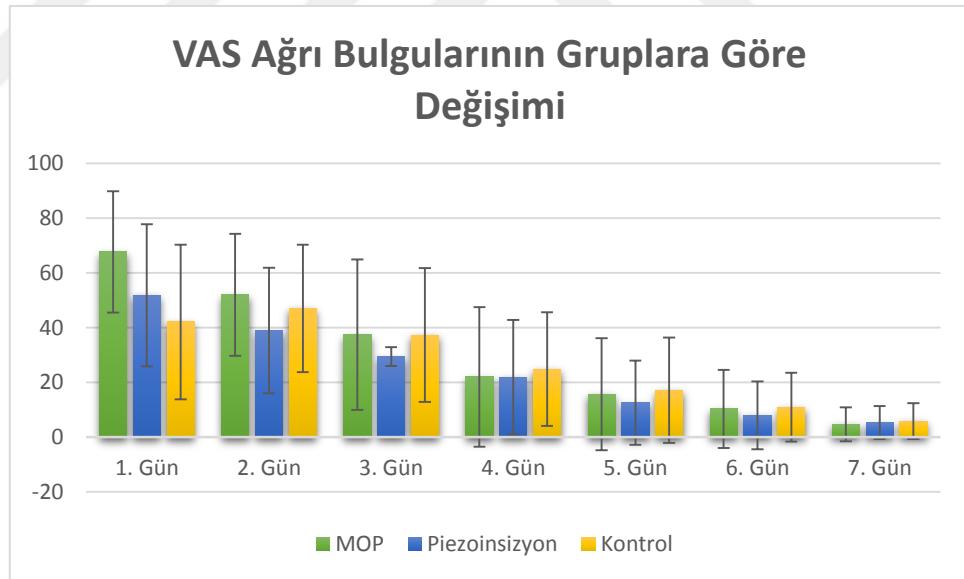
Çizelge 3.5. VAS ağrı değerlerinin grup içi ikili karşılaştırmaları

Karşılaştırılan Günler	Ölçüm Zamanları		
	MOP	Piezoinsizyon	Kontrol
1.Gün-2.Gün	0,065	0,153	0,600
1.Gün-3.Gün	0,002*	0,015*	0,621
1.Gün-4.Gün	<0,001***	<0,001***	0,060
1.Gün-5.Gün	<0,001***	<0,001***	0,006**
1.Gün-6.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
1.Gün-7.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
2.Gün-3.Gün	0,127	0,264	0,266
2.Gün-4.Gün	<0,001***	0,037	0,007**
2.Gün-5.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
2.Gün-6.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
2.Gün-7.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
3.Gün-4.Gün	0,127	0,360	0,135
3.Gün-5.Gün	0,020*	0,022	0,013*
3.Gün-6.Gün	<0,001***	0,002*	<0,001***
3.Gün-7.Gün	<0,001***	<0,001***	<0,001***
4.Gün-5.Gün	0,470	0,163	0,291
4.Gün-6.Gün	0,137	0,028*	0,028*
4.Gün-7.Gün	0,015*	0,004**	<0,001***
5.Gün-6.Gün	0,423	0,371	0,299
5.Gün-7.Gün	0,056	0,093	0,035*

Tabloda yer alan değerler Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,002$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

VAS ağrı ölçümlerinin grup içi ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, MOP grubu için, 1. günün 4, 5, 6 ve 7. günden, 2. günün 4, 5, 6. ve 7. günden, 3. günün 6 ve 7. gün ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,002$). Pizeoinsizyon grubu için, 1. günün 4, 5, 6 ve 7. günden, 2. günün 5, 6. ve 7. günden, 3. günün 6. ve 7. gün ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,002$). Kontrol grubu için ise 1. günün 6 ve 7. günden, 2. günün 5, 6 ve 7. günden, 3. günün 6 ve 7. günden, 4. günün ise 7. gün ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,002$).

Gruplar arası değerlendirmelere göre 1. günde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın bulunduğu ve MOP grubunda VAS ağrı ortalamasının en yüksek, kontrol grubunda ise en düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 3.2. VAS ağrı değerlerinin gruplar arası dağılımları

Şekil 3.2’de her bir ölçüm zamanı için gruplara göre VAS ağrı değerlerinin dağılımları görülmektedir.

VAS ağrı değerleri için bulunan gruplar arası istatistiksel anlamlı farklılığın hangi durumlarda farklılaştığının belirlenmesi için Bonferroni ikili karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. VAS ağrı değerlerinin gruplar arası ikili karşılaştırılması

	MOP-Piezoinsizyon	MOP-Kontrol	Piezoinsizyon-Kontrol
1. Gün	0,104	0,010*	0,305
2. Gün	0,132	0,564	0,336
3. Gün	0,396	0,989	0,395
4. Gün	0,997	0,735	0,727
5. Gün	0,652	0,836	0,504
6. Gün	0,633	0,904	0,543
7. Gün	0,773	0,604	0,815

Tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,016$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

VAS ağrı değerlerinin gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları incelendiğinde, anlamlı farklılığın 1.gün ölçümleri için MOP ve Kontrol grubundan kaynaklandığı belirlenmiştir ($p=0,010 < 0,016$). 1. günde MOP grubundaki ağrı düzeyinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu bulunmuştur.

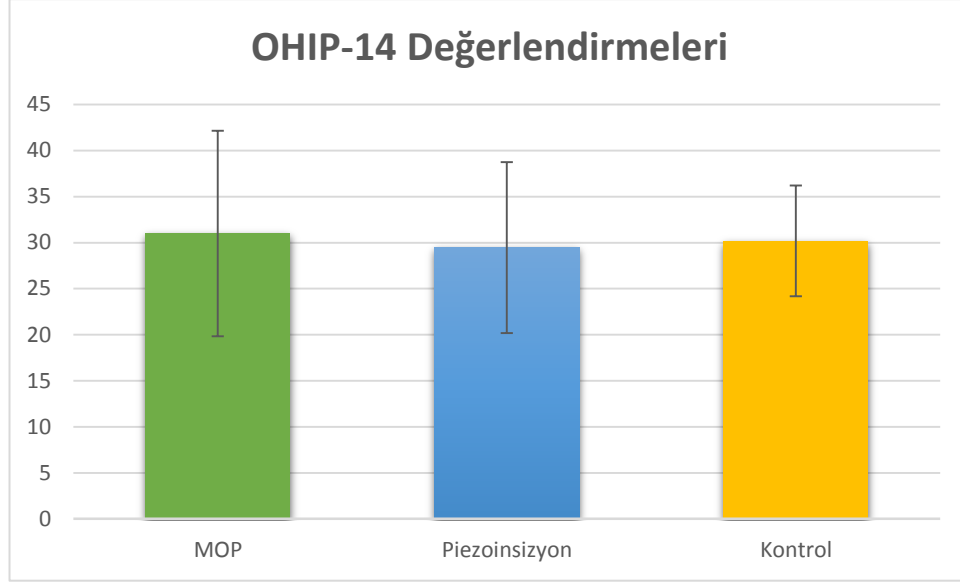
3.4. OHIP-14 Anketine Yönelik Bulguların Değerlendirilmesi

OHIP-14 skorlarının gruplar arasında değerlendirilmesi için Tek Yönlü Varyans analizinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre OHIP-14 skorları gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p=0,901 > 0,05$).

Çizelge 3.7. OHIP-14 skorlarının gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar	n	Ort	SS	Min	Maks	P
MOP	14	31,00	11,18	13,00	53,00	
Piezoinsizyon	15	29,47	9,27	6,00	44,00	0,901
Kontrol	15	30,20	6,00	39,00	30,20	

Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$



Şekil 3.3. OHIP-14 skorlarının gruplar arası dağılımı

Şekil 3.3’de OHIP-14 skorlarının gruplar arası dağılımı görülmektedir.

3.5. Model Ölçümlerine Yönelik Bulguların Değerlendirilmesi

3.5.1. Başlangıç Çapraşıklık Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

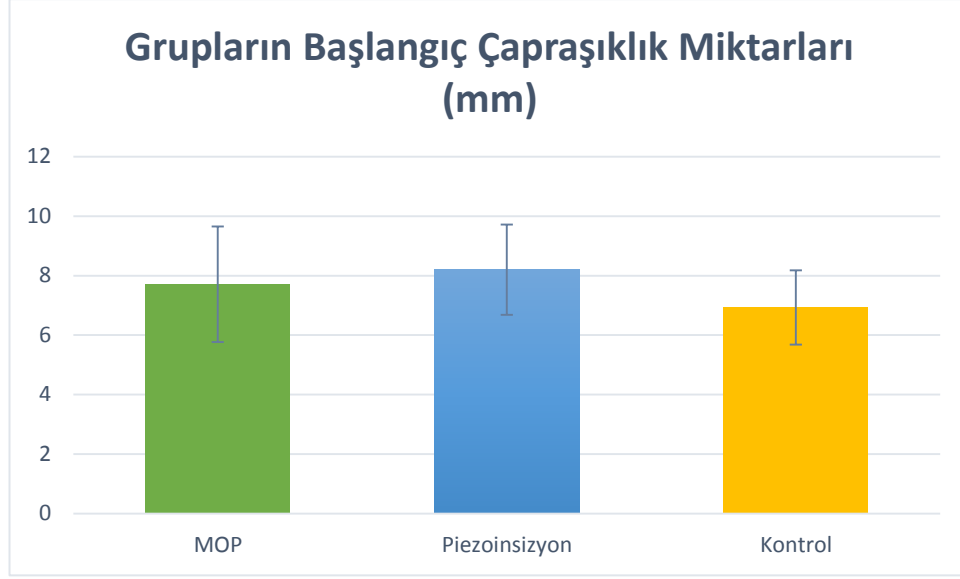
Çalışmanın başlangıcında (T0) ölçülen çapraşıklık değerlerinin gruplar arasında değişim gösterip göstermediğini belirlemek için Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır.

Çizelge 3.8. Gruplar arası başlangıç (T0) çapraşıklık değerleri

Gruplar	n	Ort	SS	Min	Maks	P
MOP	14	7,71	1,94	5,90	10,20	
Piezoinsizyon	15	8,20	1,52	5,90	10,40	0,053
Kontrol	15	6,93	1,25	5,10	9,50	

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Elde edilen bulgulara göre, başlangıç (T0) çapraşıklık değerleri arasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p = 0,053 > 0,05$) (Çizelge 3.8). Başlangıçta gruplar arası çapraşıklık değerleri homojen dağılmıştır.



Şekil 3.4. Başlangıç çapraşıklık değerlerinin gruplar arası dağılımı

Şekil 3.4’de başlangıç çapraşıklık değerlerinin gruplar arası dağılımı görülmektedir.

3.5.2. Çapraşıklık Miktarının Değerlendirilmesi

Çapraşıklık miktarının ölçüm zamanlarına göre değişip değişmediğinin değerlendirilmesinde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi ve gruplar arasındaki farklılıklarının değerlendirilmesinde ise Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır.

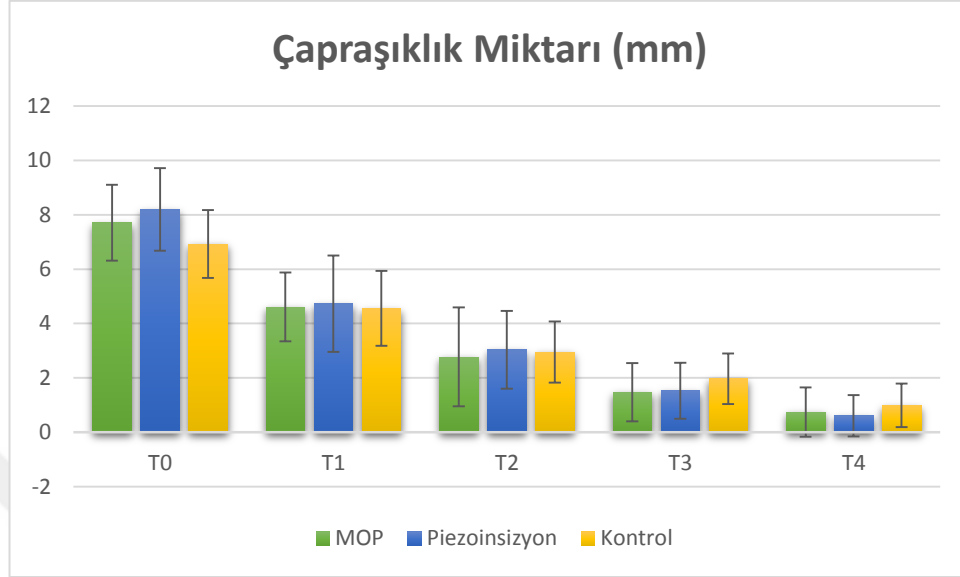
Çizelge 3.9. Çapraşıklık miktarı ölçümlerine ilişkin değerlendirmeler

	MOP				Piezoinsizyon				Kontrol				P(2)
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
T0	7,71	1,40	5,90	10,20	8,20	1,52	5,90	10,40	6,93	1,25	5,10	9,50	0,053
T1	4,61	1,27	2,50	7,20	4,73	1,77	2,20	8,30	4,56	1,38	2,00	7,50	0,947
T2	2,77	1,82	1,10	5,50	3,03	1,43	1,20	5,90	2,95	1,13	1,10	4,80	0,851
T3	1,47	1,07	0,00	3,90	1,53	1,03	0,00	4,10	1,97	0,93	0,40	3,30	0,343
T4	0,74	0,91	0,00	3,30	0,61	0,76	0,00	2,90	0,99	0,80	0,00	2,00	0,446
P(1)	<0,001***				<0,001***				<0,001***				

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p(1): Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi için anlamlılık değeri, p(2): Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, *: İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

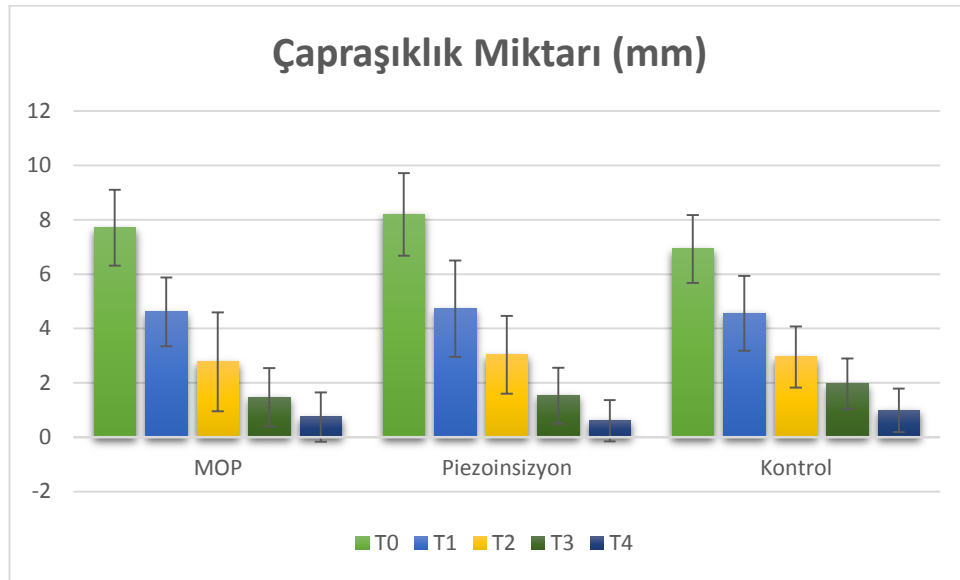
Elde edilen bulgulara göre, çapraşıklık değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken ($p > 0,05$), grup içi zaman ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,001$) (Çizelge 3.9). Tüm

grup içi çapraşıklık değerleri zamanlara göre değerlendirildiğinde, zaman ilerledikçe çapraşıklık miktarlarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.



şekil 3.5. apraşıklık miktarı ölçümlerinin gruplar arası dağılımları

Her bir ölçüm zamanı için gruplara göre çapraşıklık miktarı ölçümlerinin dağılımları şekil 3.5’de verilmiştir.



şekil 3.6. apraşıklık miktarı ölçümlerinin grup içi dağılımları

şekil 3.6’de her bir grup içinde çapraşıklık ölçümlerinin değişimleri verilmiştir.

Grup içinde ölçüm zamanları arasındaki farklılığın hangi zaman aralığından kaynaklandığını belirlemek için Bonferroni ikili karşılaştırma testi yapılmıştır (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Çapraşıklık miktarı ölçümlerinin grup içi ikili karşılaştırmaları

Grup	Ölçüm Zamanları	Ölçüm Zamanları			
		T1	T2	T3	T4
MOP	T0	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T1	-	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T2		-	<0,001***	<0,001***
	T3			-	<0,001***
	T4				-
Piezoinsizyon	T0	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T1	-	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T2		-	0,001***	<0,001***
	T3			-	0,002***
	T4				-
Kontrol	T0	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T1	-	<0,001***	<0,001***	<0,001***
	T2		-	<0,001***	<0,001***
	T3			-	<0,001***
	T4				-

Tabloda yer alan değerler Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,005$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Elde edilen bulgulara göre, tüm gruplarda farklı zaman dilimlerinde ölçülen çapraşıklık miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,005$) (Çizelge 3.10).

3.5.3. Çapraşıklık Düzeltme Miktarlarının Değerlendirilmesi

a. Çapraşıklık Düzeltme Miktarlarının Gruplar İçi Değişimi

Çapraşıklık düzeltme miktarlarının grup içi değerlendirilmesinde T0, T1, T2, T3 ve T4 zamanları arasında MOP grubunda grup içi değerlendirilmesi Tek Yönlü Varyans Analizi ile analiz edilmiştir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Çapraşıklık düzelme miktarlarının MOP grubu için grup içi değerlendirilmeleri

MOP					
Değişim	Ort	SS	Min	Maks	P
T0-T1	3,11	1,30	0,90	6,40	
T1-T2	1,84	1,00	0,20	3,40	
T2-T3	1,30	0,64	0,30	2,50	<0,001***
T3-T4	0,73	0,40	0,00	1,50	

*Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre MOP grubunda zamanlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p < 0,001$). Anlamlı farklılığın hangi zaman dilimleri arasında meydana geldiğini tespit etmek amacıyla yapılan Bonferroni ikili karşılaştırma testinin sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. MOP grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması

Değişim	T0-T1	T1-T2	T2-T3	T3-T4
T0-T1	-	<0,0001***	<0,0001***	<0,0001***
T1-T2	<0,0001***	-	0,095	<0,000***
T2-T3	<0,0001***	0,095	-	0,006**
T3-T4	<0,0001***	<0,000***	0,006**	-

*Tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,005$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre T0-T1 değişiminin T1-T2, T2-T3 ve T3-T4 değişimine göre anlamlı derecede fazla olduğu bulunmuştur. T1-T2 zaman farkında oluşan değişimin T0-T1 değişiminden az, T3-T4 değişiminden ise fazla olduğu bulunmuştur.

Çapraşıklık düzelme miktarlarının T0, T1, T2, T3 ve T4 zamanları arasında Piezoinsizyon grubunda grup içi değerlendirilmesi Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3.13’te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Çapraşıklık düzelme miktarlarının Piezoinsizyon grubu için grup içi değerlendirilmeleri

Piezoinsizyon					
Değişim	Ort	SS	Min	Maks	P
T0-T1	3,47	1,82	0,20	6,30	
T1-T2	1,70	0,70	0,60	2,70	
T2-T3	1,52	1,03	0,30	3,90	<0,001***
T3-T4	0,91	0,70	0,00	2,90	

*Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre Piezoinsizyon grubunda zamanlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılığa rastlanmıştır ($p < 0,001$). Elde edilen bulgulara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığın hangi zaman dilimleri arasında meydana geldiğini belirlemek için yapılan Bonferroni ikili karşılaştırma testinin sonuçları Çizelge 3.14’te verilmiştir.

Çizelge 3.14. Piezoinsizyon grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması

Değişim	T0-T1	T1-T2	T2-T3	T3-T4
T0-T1	-	<0,001***	<0,001***	<0,0001***
T1-T2	<0,001***	-	0,578	0,003**
T2-T3	<0,001***	0,578	-	0,061
T3-T4	<0,001***	0,003**	0,473	-

*Tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,005$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre T0-T1 değişiminin T1-T2, T2-T3 ve T3-T4 değişimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. T1-T2 değişiminin ise T3-T4 değişiminden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Çapraşıklık düzelme miktarlarının T0, T1, T2, T3 ve T4 zamanları arasında kontrol grubunda grup içi değerlendirilmesi Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları Çizelge 3.15’te verilmiştir.

Çizelge 3.15. Çapraşıklık düzelme miktarlarının kontrol grubu için grup içi değerlendirilmeleri

Kontrol					
Değişim	Ort	SS	Min	Maks	P
T0-T1	2,38	0,87	0,30	3,50	
T1-T2	1,61	0,88	0,40	2,90	
T2-T3	0,98	0,49	0,20	2,30	<0,001***
T3-T4	0,98	0,37	0,40	1,50	
T0-T4	5,95	1,28	4,00	8,00	

*Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre kontrol grubunda zamanlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılığa rastlanmıştır ($p < 0,001$). Elde edilen bulgulara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılığın hangi zaman dilimleri arasında meydana geldiğini belirlemek için yapılan Bonferroni ikili karşılaştırma testinin sonuçları Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Piezoinsizyon grup içi çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması

Değişim	T0-T1	T1-T2	T2-T3	T3-T4
T0-T1	-	0,020	<0,0001***	<0,0001***
T1-T2	0,020*	-	0,017*	0,012*
T2-T3	<0,001***	0,017*	-	1,000
T3-T4	<0,001***	0,012*	1,000	-

*Tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,005$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

Elde edilen bulgulara göre T0-T1 değişiminin T2-T3 ve T3-T4 değişimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

b. Çapraşıklık Düzelme Miktarlarının Gruplar Arası Değişimi

T0, T1, T2, T3 ve T4 zamanları arasında her grupta çapraşıklık miktarları arasında ölçülen farklar için gruplar arası değerlendirmeler Tek Yönlü Varyans Analizi ile test edilmiştir (Çizelge 3.17).

Çizelge 3. 17. Çapraşıklık düzelme miktarlarına ilişkin değerlendirmeler

	MOP				Piezoinsizyon				Kontrol				P
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
T0-T1	3,11	1,30	0,90	6,40	3,47	1,82	0,20	6,30	2,38	0,87	0,30	3,50	0,101
T1-T2	1,84	1,00	0,20	3,40	1,70	0,70	0,60	2,70	1,61	0,88	0,40	2,90	0,785
T2-T3	1,30	0,64	0,30	2,50	1,52	1,03	0,30	3,90	0,98	0,49	0,20	2,30	0,158
T3-T4	0,73	0,40	0,00	1,50	0,91	0,70	0,00	2,90	0,98	0,37	0,40	1,50	0,409
T0-T4	6,97	1,73	4,40	9,40	7,60	1,55	4,80	10,20	5,95	1,28	4,00	8,00	0,018*

*Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

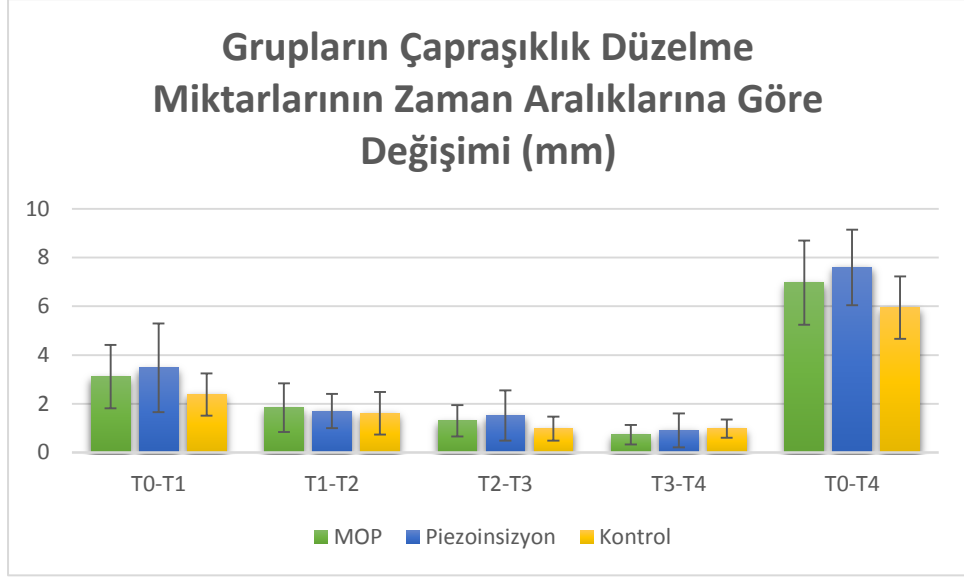
Elde edilen bulgulara göre, sadece T0 ile T4 zamanları arasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p=0,018 < 0,05$). Bulunan bu anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni ikili karşılaştırma testi yapılmıştır (Çizelge 3.18). Diğer ölçüm zamanları çapraşıklık değerleri farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 3.18. T0-T4 zaman dilimindeki çapraşıklık düzelme miktarlarının ikili karşılaştırılması

Gruplar	MOP	Piezoinsizyon	Kontrol
MOP	-	0,836	0,234
Piezoinsizyon	0,836	-	0,015*
Kontrol	0,234	0,015*	-

*Tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. ** İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0,016$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

İkili karşılaştırma sonuçları incelendiğinde, T0 ile T4 zamanları arasındaki çapraşıklık düzelme miktarları açısından sadece Piezoinsizyon ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,015 < 0,016$).



Şekil 3.7. Çapraşıklık düzeltme miktarlarının gruplar arası dağılımları

Her bir zaman aralığı için gruplara göre çapraşıklık düzeltme miktarlarının dağılımları Şekil 3.7'd e verilmiştir.

3.5.4. Çapraşıklık Miktarı ile Çapraşıklık Düzeltme Miktarları Arasındaki İlişkiler

Çapraşıklık miktarı ile çapraşıklık düzeltme miktarları arasında ilişki olup olmadığı Pearson Korelasyon testi ile incelenmiştir (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.19. Çapraşıklık miktarı ile çapraşıklık düzeltme miktarları arasındaki ilişkiler

Düzelme	Ölçüm Zamanları									
	T0		T1		T2		T3		T4	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
T0-T1	0,49	0,001	-0,49	0,001	-0,49	0,001	-0,4	0,007	-0,4	0,008
T1-T2	0,42	0,005	0,54	<0,001	-0,05	0,734	-0,2	0,203	-0,26	0,092
T2-T3	0,33	0,03	0,59	<0,001	0,58	<0,001	-0,06	0,678	-0,03	0,855
T3-T4	0,23	0,03	0,38	0,011	0,44	0,003	0,59	<0,001	0,11	0,496
T0-T4	0,87	<0,001	0,25	0,107	-0,05	0,739	-0,3	0,051	-0,46	0,002**

r: Korelasyon katsayısı, *p*: Pearson korelasyon testi için anlamlılık değeri. **p*<0,05, ***p*<0,01, ****p*<0,001

Elde edilen bulgulara göre, T0 başlangıç çapraşıklık miktarı ölçümleri ile (T0-T1), (T1-T2), (T2-T3) ve (T0-T4) çapraşıklık düzeltme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ve pozitif bir ilişki vardır (*p*<0,05). T0 başlangıç ölçümleri en çok (T0-T4) düzeltme miktarı ile ilişkilidir (*r*=0,868, *p*<0,001). T1 zamanındaki çapraşıklık miktarı ile (T1-T2), (T2-T3) ve (T3-T4) düzeltme miktarları

arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ve pozitif bir ilişki, (T0-T1) düzelme miktarı ile de negatif anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$). T1 başlangıç ölçümleri en çok (T2-T3) düzelme miktarı ile ilişkilidir ($r=0,585$, $p<0,001$). T2 zamanındaki çapraşıklık miktarı ile (T2-T3) ve (T3-T4) düzelme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ve pozitif bir ilişki, (T0-T1) düzelme miktarı ile de negatif anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$). T2 başlangıç ölçümleri en çok (T2-T3) düzelme miktarı ile ilişkilidir ($r=0,575$, $p<0,001$). T3 zamanındaki çapraşıklık miktarı ile (T3-T4) düzelme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ve pozitif bir ilişki, (T0-T1) düzelme miktarı ile de negatif anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$). T3 başlangıç ölçümleri en çok (T3-T4) düzelme miktarı ile ilişkilidir ($r=0,592$, $p<0,05$). T4 zamanındaki çapraşıklık miktarı ile (T0-T1) ve (T3-T4) düzelme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ve negatif anlamlı bir ilişki vardır ($p<0,05$). T4 başlangıç ölçümleri en çok (T0-T4) düzelme miktarı ile ilişkilidir ($r=-0,459$, $p<0,05$).

3.6. Periodontal Parametrelere Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Başlangıç periodontal parametrelerin gruplar arası değerlendirilmesinde Tek Yönlü Varyans analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, periodontal parametrelerden Pİ, Gİ ve PCD değerleri gruplar arasında farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Çizelge 3.20). Mİ parametresi tüm gruplarda başlangıçta 0 olduğundan istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 3.20. Başlangıç periodontal parametrelerin gruplar arası karşılaştırılması

Parametre	MOP				Piezoinsizyon				Kontrol				P
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
Pİ	0,81	0,51	0,00	1,78	0,71	0,48	0,00	1,33	0,72	0,48	0,00	1,67	0,830
Gİ	0,34	0,22	0,00	0,78	0,60	0,37	0,00	1,11	0,49	0,40	0,00	1,39	0,119
PCD	1,24	0,15	1,00	1,61	1,39	1,18	1,11	1,72	1,41	0,30	1,00	1,89	0,089

Pİ: Plak İndeksi, Gİ: Gingival İndeks, PCD: Periodontal Cep Derinliği, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ değeri kullanılmıştır.

Periodontal parametrelerin (T4-T0) zaman farklarının gruplar arası farkları Tek Yönlü Varyans analizi ile kontrol edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Gİ ve PCD parametrelerinin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$).

Periodontal parametrelerin grup içi karşılaştırılmasında kullanılan Paired t testi için veriler tablo 3.21 de verilmiştir.

Çizelge 3.21.Periodontal parametrelerin grup içi karşılaştırılması

		T0				T4				P
		Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
MOP	Pİ	0,81	0,51	0,00	1,78	1,27	0,42	0,33	1,78	0,012*
	Gİ	0,34	0,22	0,00	0,78	1,06	0,50	0,30	2,17	<0,001***
	Mİ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,31	0,00	1,00	<0,001***
	PCD	1,24	0,15	1,00	1,61	1,73	0,21	1,28	2,06	<0,001***
Piezoinisizyon	Pİ	0,71	0,48	0,00	1,33	1,02	0,44	0,39	1,78	0,085
	Gİ	0,60	0,37	0,00	1,11	0,69	0,52	0,11	2,06	0,562
	Mİ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,30	0,00	1,00	<0,001***
	PCD	1,39	1,18	1,11	1,72	1,42	0,29	1,11	2,00	0,687
Kontrol	Pİ	0,72	0,48	0,00	1,67	1,16	0,51	0,00	1,67	0,007**
	Gİ	0,49	0,40	0,00	1,39	0,91	0,46	0,00	1,61	0,05
	Mİ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,30	0,00	0,83	<0,001***
	PCD	1,41	0,30	1,00	1,89	1,45	0,32	1,06	1,94	0,637

*Pİ: Plak İndeksi, Gİ: Gingival İndeks, PCD: Periodontal Cep Derinliği, Mİ: Mobilite İndeksi, Ort: Ortalama, SS. Standart Sapma, p: Paired t testi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için p<0.05 değeri kullanılmıştır. *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001*

Elde edilen bulgulara göre MOP grubunda çalışma sonunda periodontal parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı seviyede artış görülmektedir. Piezoinsizyon grubunda Mİ parametresinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış görülürken diğer parametrelerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Kontrol grubunun verileri incelendiğinde ise PCD dışında diğer periodontal parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışa rastlanmıştır.

Periodontal parametrelerin çalışma başlangıcı ve çalışma sonundaki değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır (Çizelge 3.22).

Çizelge 3.22. Periodontal parametrelerin (T4-T0) zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması

Parametre	MOP				Piezoinsizyon				Kontrol				P
	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	Ort	SS	Min	Maks	
Pİ	0,46	0,57	0,61	1,67	0,30	0,64	0,67	1,61	0,44	0,55	0,83	1,33	0,737
Gİ	0,72	0,40	1,11	1,72	0,08	0,53	0,94	1,05	0,42	0,50	0,78	0,28	0,003**
PCD	0,50	0,21	0,11	0,83	0,03	0,31	0,50	0,61	0,03	0,27	0,67	0,44	<0,001****
Mİ	0,58	0,31	0,00	1,00	0,37	0,30	0,00	1,00	0,37	0,30	0,00	0,83	0,098

Pİ: Plak İndeksi, Gİ: Gingival İndeks, PCD: Periodontal Cep Derinliği, Mİ: Mobilite İndeksi, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, p: Tek Yönlü Varyans Analizi için anlamlılık değeri, İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ değeri kullanılmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Tek yönlü varyans analizi sonucu istatistiksel olarak anlamlı farklılığa sahip olan Gİ ve PCD parametreleri için farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Bonferroni ikili karşılaştırma testleri yapılmıştır (Çizelge 3.23).

Çizelge 3.23. Periodontal parametrelerin (T4-T0) zamanı farklarının ikili karşılaştırılması

Parametre	Gruplar	MOP	Piezoinsizyon	Kontrol
Gİ	MOP	-	0,001***	0,097
	Piezoinsizyon	-	-	0,059
	Kontrol	-	-	-
PCD	MOP	-	<0,001***	<0,001***
	Piezoinsizyon	-	-	0,999
	Kontrol	-	-	-

Gİ: Gingival İndeks, PCD: Periodontal Cep Derinliği, tabloda yer alan değerler Tek Yönlü Varyans Analizi sonucu elde edilen Bonferroni ikili karşılaştırma testine ait p değerleridir. **İstatistiksel anlamlılık için Bonferroni düzeltmesi yapılarak $p < 0.016$ alınmıştır. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Elde edilen sonuçlara göre, Gİ parametresi için, MOP ve piezoinsizyon grupları arasında, PCD parametresi için ise MOP ve piezoinsizyon grupları ile MOP ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,016$). Bu bulgulara göre MOP grubunda piezoinsizyon grubuna göre Gİ tedavi sonunda tedavi başına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış göstermekle birlikte Gİ’de en az değişim piezoinsizyon grubunda meydana gelmiştir. PCD parametresi açısından değerlendirildiğinde MOP grubunda tedavi sonunda piezoinsizyon ve kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış meydana gelmiştir.

4. TARTIŞMA

Ortodontik tedavi sonucunda hem estetik hem de fonksiyonun düzelmesi beklenmektedir. Ancak uzun tedavi süresi, hastaların ortodontik tedavi yerine restorasyon veya protetik tedaviler gibi alternatif yöntemlere başvurmalarında başlıca etken oluşturmaktadır (Alikhani ve ark 2013).

Kapsamlı bir sabit ortodontik tedavi yaklaşık 2-3 yıl sürmekte ve tedavi süresinin uzun olması hastalar ve hekim için zorlayıcı olabilmektedir. Bu yüzden, araştırmacılar tedavi süresini kısaltacak yöntemler ile ilgili çalışmalar üzerine ağırlık vermektedirler (Fink ve Smith 1992, Roykó ve ark 1999, Pandis ve ark 2008). Ortodontik tedavinin süresi hastaların olduğu kadar klinisyenlerin de üzerinde durduğu bir konudur. Uzamış tedavi süresi beyaz nokta lezyonlarında, periodontal problemlerde ve eksternal kök rezorpsiyonu riskinde artışa sebep olmakla birlikte hastalarda uyum problemlerine de yol açabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı ortodontik diş hareketini hızlandırmaya ve dolayısıyla ortodontik tedavi süresini kısaltmaya yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır (Jing ve ark 2017).

Ortodontistin tecrübesi, hastanın cinsiyeti, yaşı, başlangıçtaki çapraşıklığın şiddeti, başlangıç molar ilişkisi, kullanılan braketin çeşidi, uygulanacak tedavinin diş çekimi gerektirip gerektirmeyeceği, hastanın tedaviye uyumu, randevularına düzenli gelmesi ve braket kopması gibi çeşitli faktörler ortodontik tedavinin süresini etkileyebilmektedir (Melo ve ark 2013). Fakat ortodontik kuvvete karşı dişlerin verdiği biyolojik cevap, ortodontik diş hareketinin hızını ve dolayısıyla ortodontik tedavi süresini etkileyen başlıca faktördür. Ortodontik diş hareketinin temelinde osteoklastik aktiviteyle meydana gelen kemik rezorpsiyonu rol almaktadır (Alikhani ve ark 2013).

Çalışmamızda mandibular anterior çapraşıklığın ortodontik olarak tedavi edilmesinde piezoinsizyon ve MOP tekniklerinin seviyelemedeki etkinliklerini birbirleri ve kontrol grubu ile karşılaştırmak, periodontal parametrelerde meydana gelen değişiklikleri, hastaların ağrı düzeyleri ile hasta konforundaki farklılıkları değerlendirmek amaçlanmıştır. Böylece ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan tekniklerin invaziv veya sistemik olarak hastayı etkileyebilecek yöntemlere alternatif olabilecek, uygulaması kolay ve hasta tarafından kolay kabul

edilebilir bir yöntem sayesinde ortodontik tedavi süresinin kısaltılması hedeflenmiştir.

4.1. Yöntemin Tartışılması

Çalışmamıza Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran 26'sı kız ve 19'u erkek olmak üzere 45 birey dahil edilmiştir. Araştırmada yer alan 45 hasta randomize olarak üç gruba ayrılmıştır. Ancak MOP grubundan bir hasta randevularına düzenli gelmediği için çalışma dışı bırakılmıştır. Piezoinsizyon grubundaki hastaların yaş ortalaması 16,99 ($\pm 1,74$), MOP grubundaki hastaların yaş ortalaması 17,51 ($\pm 2,43$), kontrol grubunda yer alan hastaların yaş ortalaması ise 17,40 ($\pm 2,16$) olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızda gruplar arası yaşlar incelendiğinde yaşlara göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p=0,914>0,05$) ve yaşların gruplara homojen bir yapıda dağıldığı belirlenmiştir.

Çalışmamıza seviyeleme öncesi kronolojik yaşı 14 ve üzerinde olan, seviyeleme öncesi bireylerin el bilek röntgenine göre iskeletsel gelişim dönemleri MP3u veya Ru olan, mandibulada diş çekimi planlanmayan, daimi dentisyonda ve tüm daimi dişleri sürmüş olan, mandibular birinci molar dişler arasında eksik veya gömülü dişi bulunmayan, mandibular arkta boşluğu bulunmayan, Little'in çapraşıklık indeksine göre mandibular anterior çapraşıklığı 5 mm'nin üzerinde olan, mandibular anterior çapraşıklığın seviyelenmesinden önce intermaksiller elastik, lip bumper, headgear veya maksiller genişletme apareyi gibi intraoral veya ekstraoral herhangi bir aparey kullanılmamış olan, daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olan bireyler dahil edilmiştir.

Yaş, ortodontik diş hareket hızında oldukça önemli bir rol oynar. Ortodontik tedavi gören erişkinlerde alveoler kemiğin ve periodontal dokuların remodelinginin adolesanlara göre daha az olduğu öne sürülmektedir. Bu şu şekilde açıklanabilir; yaşla ilişkili olarak değişiklik gösteren azalmış hücresel aktivite, alveoler vaskülarite, değişmiş kemik içeriği ya da osteoklastlarda meydana gelen aktivasyon veya diferansiyasyon değişiklikleridir (Ren ve ark2005, Li ve ark 2016) . Bu farklılıklar sonucunda ortodontik diş hareketi hızında değişiklikler meydana gelmektedir. Bundan dolayı genç bireylerde ortodontik diş hareket hızı daha fazladır (Dudic ve

ark 2013). Bu literatür bilgilerinden yola çıkarak bizimde çalışmamızda gruptaki bireylerin yaş dağılımlarının homojen olmasına ve MP3u veya Ru gelişim döneminde olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmamızda bireylerin yaşları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p=0,914$).

Sigaranın kemik yıkım mekanizmasında etkili bir rol oynadığı düşünüldüğünden ortodontik diş hareket hızını etkilediği savunulmaktadır (Sodagar ve ark 2011, Bakathir ve ark 2016). Bundan dolayı çalışmamıza sigara kullanan bireyler dahil edilmemiştir.

Kötü ağız hijyeninin, periodontal hastalık, alveoler kemik kaybı, sistemik hastalıklar ve anti-inflamatuar ilaçların tüketiminin diş hareket hızını önemli derecede etkileyebildiği çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Bartzela ve ark 2009, Okamoto ve ark 2009). Bu nedenle çalışmamıza dahil edilen hastaların oral hijyenin iyi olmasına, periodontal cep derinliğinin 2 mm'den küçük olmasına, yapışık dişetinin yeterli kalınlıkta olmasına (1-2 mm), radyolojik olarak alveoler kemik kaybı olmamasına özen gösterilmiştir. Ağız hijyeni iyi olan ve sağlıklı periodontal dokulara sahip hastalar çalışmamıza dahil edilmiştir. Çalışma grubundaki hastalara ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla yapılan piezoinisyonların ve MOP'ların sağlıklı bir şekilde yapılıp iyi bir iyileşme süreci geçirebilmesi için periodontal açıdan sağlıklı dokular ve iyi ağız hijyeni önem arz etmektedir.

Bu çalışmaya sistemik olarak sağlıklı bireyler dahil edilmiştir. Bunun sebebi sağlıklı olmayan bireylerde diş hareketlerinin sonuçlarının tam olarak öngörülemedir. Çeşitli sistemik rahatsızlıklara sahip bireylerde kök rezorpsiyonları, eklem rahatsızlıkları gibi çeşitli komplikasyonların görüldüğü belirtilmiştir (Davidovitch ve Krishnan 2009). Örneğin; diyabet hastası olan çocuklarda ortodontik tedavi sırasındaki plak birikimi, diş çürüklerine ve periodontal harabiyetlere daha fazla sebebiyet vereceğinden dolayı iyi bir oral hijyen kontrolü şarttır. Bu hastalarda kandida enfeksiyonları görülme ihtimali yüksektir. Ayrıca diyabet kaynaklı mikroanjyopatiler görülebileceğinden dolayı ortodontik tedavi sırasında perküsyona hassasiyet, pulpitis ve dişlerde vitalite kaybına sebep olunabilir (Firkin ve Ferguson 1985). Özellikle ortodontik tedavilerde dişler kuvvetin etkisiyle hareket ettirileceği için hastanın belirli aralıklarla kontrol edilmesi önemlidir ve bu hastalarda hafif kuvvetler kullanılması önerilmektedir (Holtgrave ve Donath 1989).

Karaciğer rahatsızlıklarında da ortodontik tedavi açısından dikkat edilmesi gereken durumlar oluşabilmektedir. Örneğin Hepatit B, C ve D virüsleri tüm dünyada yaygın olarak görülen karaciğer rahatsızlıklarından olup damlacık enfeksiyonu ve kontamine kesici aletler yoluyla bulaşmaktadır. Aeratör ve mikromotorların kullanımıyla ortaya çıkan damlacıklar deri, solunum, göz yoluyla vücuda nüfuz edebilmektedir. Aeratör ve mikromotor debonding, arayüz zımparası ve plak temizliği sırasında klinikte sıklıkla kullanılmaktadır (Toroğlu ve ark 2003). Diğer bir sistemik rahatsızlık olan böbrek rahatsızlıkları da ortodontik tedavi sırasında dikkate alınmalıdır. Tedavi için gerekli işlemler sırasında meydana gelen kalsiyum ve fosfor metabolizmasındaki değişimlere ve sekonder paratiroidizme bağlı olarak kemikte demineralizasyonlar meydana gelebilir. Bu tip hastalarda hafif ortodontik kuvvetlerin uygulanması gerektiği ve seans aralıklarının kısa olması tavsiye edilmektedir. Ayrıca, bu hastalarda ortodontik tedavi sırasında uygulanacak bant yerleştirmesi, mini implant uygulaması gibi invaziv olduğu düşünülen işlemlerde antibiyotik profilaksisi önerilmektedir (De Rossi ve Glick 1996). Ayrıca bu hasta grubunda dişeti büyümesinin sıklıkla görülebileceği unutulmamalıdır (Miller ve ark 2001). Benzer şekilde romatoid artrit gibi romatizmal bir hastalığı bulunan bireylerde de tedavi mümkün olduğunca minimal tutulmalı, hastada ekstra ağrı ve hassasiyete sebebiyet verecek uygulamalardan kaçınılmalıdır (Sasaguri ve ark 2009). Sistemik hastalıklardan kaynaklanabilecek olan komplikasyonlardan dolayı, sistemik hastalığı olan bireyler çalışmamıza dahil edilmeyerek komplikasyonlar minimize edilmeye çalışılmıştır.

Literatürde kullanılan medikal ajanların ortodontik diş hareket miktarını etkilediğini belirten pek çok çalışma bulunmaktadır. Nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar diş hareket miktarını azaltırken, parasetamol türevi ilaçların ortodontik diş hareketi miktarında herhangi bir farklılık oluşturmadığı belirtilmektedir. Benzer şekilde paratiroid hormonu, kortikosteroid hormonlar ve tiroksinlerin ortodontik diş hareketini arttırdığı rapor edilmiştir. D vitamininin de diş hareketini uyardığı kabul görmektedir. Bifosfonatların ise güçlü bir inhibitör etkisinin bulunduğu belirtilmektedir (Bartzela ve ark 2009). Bu literatür bilgilerinin ışığında hastaların diş hareket mekanizmasını etkileyebileceği düşünüldüğünden herhangi bir medikal ilaç kullanan hasta çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Çalışmamıza Little'in çapraşıklık indeksine göre orta seviyede çapraşıklığa sahip olan hastalar dahil edilmiş, çekimsiz sabit ortodontik tedavi protokolü uygulanmış ve alt keser dişlerin seviyelenme aşamasında çapraşıklık miktarındaki değişiklikler takip edilmiştir. Diş eksikliği durumunda varolan dişlerin dişsiz bölgeye hareket etmesi daha kolay olabileceğinden ya da üst çenede diş eksikliği olması durumunda oklüzyonda olmayan alt dişlerin daha rahat hareket edebileceği; diş fazlalığı olması durumunda ise bu durumların tersi gerçekleşebileceğinden ve standardizasyonu sağlamak amacıyla eksik ve/veya fazla dişi bulunan hastalar çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Çalışmamıza çekimsiz sabit ortodontik tedavi protokolü uygulan hastaların dahil edilmesinin nedeni, standart bir şekilde çapraşıkların seviyelenmesinin takibinin istenmesidir. Çekimli vakalarda kanin distalizasyon miktarı üzerinden diş hareket hızının değerlendirildiği çalışmalarda, kaninin distalizasyon miktarını ölçerken dişlerin inklinasyon ve rotasyonlarındaki değişiklikler de göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak çekimsiz tedavi protokolü uygulanan vakalarda çapraşıklık miktarı ölçümü sayısal sonuçlar vererek niceliksel karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Dişlerde inklinasyon ve rotasyonlar çekimsiz vakalarda seviyeleme aşamasında çapraşıklık miktarı ölçümlerini etkilememektedir.

Çalışmamızda, orta seviyede çapraşıklığa sahip bireyler seviyelenme aşamasında değerlendirilmiştir. Orta seviyede çapraşıklığa sahip bireylerin seçilme nedeni, ileri derecede çapraşıklığa sahip bireylerin tedavisi için çekimli tedaviye veya stripping uygulaması gibi çalışmamızın sonuçlarını etkileyecek uygulamalara ihtiyaç duyulabilmesi; düşük seviyede çapraşıklığı olan bireylerde ise çapraşıkların çalışma henüz sonlanmadan düzelmesi halinde çalışmanın devamlılığının engellenecek olmasıdır.

Alt kesicilerin üst kesicilere göre daha küçük olmasına bağlı olarak seviyelenme aşamasında daha belirgin değişiklikler gösterdiği bildirilmiştir (Bolton 1958). Little'in çapraşıklık indeksi uygulaması basit ve etkinliği kanıtlanmış bir yöntemdir ve bu yöntem ile ölçümler kolaylıkla yapılabilmektedir (Pandis ve ark 2007). Pandis ve ark tarafından 2007 yılında yürütülen bir çalışmada çapraşık olan alt kesici dişlerin seviyelenme miktarları Little'in çapraşıklık indeksi kullanılarak ölçülmüş, bu yöntem ile farklı braket tiplerinin diş seviyelenmesi üzerindeki klinik

etkinlikleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Kau ve ark tarafından 2013 yılında yapılan, fotobiyomodülasyon yönteminin ortodontik diş hareket hızına olan etkisinin incelendiği bir çalışmada da çalışmamıza benzer şekilde Little'ın çapraşıklık indeksi kullanılarak kesici dişlerin seviyelenme miktarı arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Benzer şekilde Uribe ve ark (2017)'in mandibular anterior dişlerin seviyelenmesinde piezoinisyon uygulamasının ortodontik diş hareketine etkisini araştırdıkları çalışmalarında ölçümlerini alçı modeller üzerinde Little'ın çapraşıklık indeksini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu literatür bilgileri ışığında çalışmamızda alt keser dişlerin seviyelenme miktarının ölçümünde alçı modeller üzerinde Little'ın çapraşıklık indeksi kullanılmıştır.

Çalışmamızda alt keser dişlerin çapraşıklık miktarındaki değişimler tedavinin ilk aşaması olan seviyeleme aşamasında değerlendirilmiştir. Çalışmamıza katılan hastalar alt çene dişlerinin braketlenmesinden itibaren çalışmaya dahil edilmiş olup çalışmamız 4 ay ile sınırlandırılmıştır. Çalışmamızı 4 ay ile sınırlandırmamızın sebebi seviyelenme sırasında oluşabilecek farklılıkları gözlemlemeyi sağlayan ara kayıt aşamalarının olmasını sağlayarak tüm hastalar halen seviyelenme aşamasında iken çalışmanın sonlandırılmasını sağlamaktır. Benzer şekilde Wahab ve ark (2012)'in üst dişlerin seviyelenmesinde konvansiyonel braketler ile kendinden bağlamalı braketlerin seviyeleme süresine etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında çalışma sürelerini 4 ay ile sınırlandırmışlardır. Ayrıca literatürde ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan yöntemlerde meydana gelen BHF'nin yaklaşık 4-5 ay sonra sonlandığı bildirilmektedir (Aksakalli ve ark 2016). Bu sebeple çalışmamız 4 ay süreyle sınırlandırılmıştır.

Sabit ortodontik tedavi uygulanan her üç tedavi grubunda da aynı tip 0.022 inç slotlu MBT braket (Discovery™ Smart, Dentaaurum, MBT, Ispringen, Almanya) ve molar tüpleri kullanılmıştır. Bunun sebebi, farklı braket tiplerinden kaynaklanabilecek farklılıkları engelleyerek standardizasyonu sağlamaktır. Her ne kadar günümüzde hasta başında geçirilen sürenin daha kısa olması ve daha uzun kontrol aralıklarına olanak sağlaması nedeniyle kendinden bağlamalı braketlerin kullanımının arttığı bildirilse (Shivapuja ve Berger 1994, Wahab ve ark 2012) de çalışmamızda kliniğimizde de rutin olarak kullandığımız, Türkiye'de ortodonti

uzmanları arasında sıklıkla kullanılan konvansiyonel MBT braket sistemi tercih edilmiştir.

Ortodontik tedavinin başlangıç aşamasında dişlerin seviyeleme işlemi yapılmaktadır. Seviyeleme aşamasında sıklıkla yuvarlak Ni-Ti teller kullanılmaktadır. Çalışmamızda ilk sekiz hafta boyunca 0,014 inç çaplı yuvarlak Ni-Ti tel, sonraki sekiz hafta boyunca da 0,016 inç çaplı yuvarlak Ni-Ti tel kullanılmıştır. Bunun sebebi tedavinin ilerleyen aşamalarında 0,014 inç telin tek başına 16 hafta boyunca seviyelemede etkili olmayacağını düşünülmesidir.

Çalışmamızın sonuçlarını etkileyebilecek önemli problemlerden biri de sabit ortodontik tedavi komplikasyonu olan braketlerin kopmasıdır (Romano ve ark 2012). Bu durumu engellemek için hastalara braket kopması durumunda vakit kaybetmeden bilgi vermesi gerektiği belirtilmiş ve kopan braketlerin yerine karbid frez yardımıyla temizlenen diş üzerine yeni braketler aynı yapıştırıcı ve aynı teknik uygulanarak 1 ile 3 gün içerisinde yapıştırılmıştır. Bu süre hastanın ölçüsünün alınacağı bir sonraki randevusuna ilave edilmiştir. Bu sayede braket kopmasından kaynaklanan tedavinin etkinliğini etkileyebilecek durumlar azaltılmaya çalışılmıştır.

MOP tekniği ortodontik diş hareketini hızlandırmak için geliştirilmiş kullanımı kolay ve zaman almayan bir işlemdir. Alikhani ve ark (2013) MOP yöntemi uygulayarak en masse retraksiyonun hızını değerlendirdikleri çalışmalarında 28. günde aldıkları diş eti oluşu sıvısını tedavi öncesinde aldıkları örneklerle karşılaştırmışlar ve MOP grubunda iltihap belirteçlerinde anlamlı derecede artış olduğunu belirtmişlerdir. Patterson ve ark (2017) piezoinsizyonun kök rezorpsiyonuna etkisini değerlendirmek için 4 hafta kuvvet uygulama sonrası dişleri değerlendirmişlerdir. BHF etkisinin kortikotomi yapılmasıyla başlayıp 3-4 aya kadar etkisinin sürdüğü ve ayrıca kemikte bükülebilirliği arttırdığından diş hareketine mekanik olarak da katkıda bulunduğu bildirilmektedir (Dibart ve ark 2009, Dibart ve ark 2014, Dibart ve ark 2015, Keser ve Dibart 2013). Ancak piezoinsizyonun ortodontik diş hareketine etkisini inceleyen çalışma sayısı fazla iken MOP'un ortodontik diş hareketine etkisini inceleyen çalışma sayısı az olmakla birlikte alt kesici dişlerin seviyelenmesinde bu iki tekniği karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Uribe ve ark (2017)'ın piezoinsizyon tekniğinin alt kesici dişleri seviyelemedeki etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında piezoinsizyon grubu ile

kontrol grubu arasında ortodontik diş hareketi hızı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca piezoinsizyon tekniğinin insizyon gerektirmesi ve bu işlemin hastalar tarafından çok kabul edilmemesi de tekniğin dezavantajları arasındadır. Biz çalışmamızda bu iki tekniği kontrol grubu ile karşılaştırıp iki tekniğin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırarak ortodonti pratiğine katkı sağlamayı hedeflemekteyiz.

4.2. Bulguların Tartışılması

4.2.1. Ağrı Bulgularının Tartışılması

Grup içi değerlendirmelere bakıldığında MOP ve Piezoinsizyon grubunda en fazla ağrı 1. günde gözlenirken, kontrol grubunda ise en fazla ağrı 2. günde gözlenmiştir. Bunun sebebi MOP ve Piezoinsizyon grubunda minimal invaziv bir işlem yapılırken kontrol grubunda herhangi bir girişimsel işlem yapılmamış olmasıdır. MOP grubunda ağrı 1. günde en fazla olup ortalaması $6,8 \pm 2,2$ 'dir. 1. günde 4, 5, 6 ve 7. günden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunurken, 2. ve 3. günden anlamlı derecede farklı değildir. Yani ağrı 4. günden itibaren istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmaya başlamıştır. Piezoinsizyon grubunda da benzer şekilde en fazla ağrı 1. günde olup ortalaması $5,2 \pm 2,6$ 'dır. 1, 2 ve 3. günler arasında anlamlı farklılık bulunmazken, 4. günde istatistiksel olarak anlamlı derecede ağrı azalmaya başlamıştır. Kontrol grubunda ise en fazla ağrı 2. günde olup, ortalaması $4,2 \pm 2,8$ 'dir. Bu durum 1, 2, 3, ve 4. günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen en fazla ağrı 2. günde görülmüştür ve 5. günden itibaren anlamlı derecede azalmaya başlamıştır. Krishnan ve Davidovitch (2006) ortodontik kuvvet uygulamasından 24 saat sonra trigeminal subnükleus kaudaliste ipsilateral olarak ve lateral parabransiyal nükleusta bilateral olarak nosiseptif bilginin aktarılmasında rol aldığı bilinen imünokoreaktif nöronlar olarak bilinen C-fos nöronlarının aktive olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu literatür bilgisi kontrol grubunda 2. günde ağrının daha fazla olmasını desteklemektedir.

Gruplar arası karşılaştırmalar değerlendirildiğinde sadece MOP ve kontrol grubunda 1. günde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken diğer gruplar ve günler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu durumun kontrol grubunda herhangi bir girişimsel işlem uygulanmaması ve kontrol grubunda maksimum ağrının

2. günde oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde piezoinsizyonun ağrı düzeyine etkisini VAS ile değerlendiren iki çalışma mevcuttur (Yi ve ark 2017). Chaveret ve ark (2016) yetişkinlerin ortodontik tedavisinde lokalize piezoelektrik alveoler dekortikasyonun ortodontik diş hareketine etkisini değerlendirdikleri klinik çalışmalarında piezoelektrik grubunda en fazla ağrıyı $6,0 \pm 1,9$ olarak bulmuşlardır ve analjezik ihtiyacı kontrol grubundan farklı bulunmamıştır. Uribe ve ark (2017) piezoinsizyonun mandibular keser dişleri seviyelemedeki etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ağrı açısından gruplar arasında çalışmamıza benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlememişlerdir.

4.2.2. OHIP-14 Bulgularının Tartışılması

Maloklüzyonun fiziksel, psikolojik ve sosyal sonuçlarına dair belirteçleri ve ortodontik tedavi ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki hala çelişkilidir (Zhang ve ark 2006). Halkın ağız sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesini değerlendirmek için çeşitli yöntemler olmasına rağmen, Ağız Sağlığı Etki Profili (OHIP) anketi, iyi psikometrik özellikleri nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Slade ve Spencer 1994). OHIP-14 klinik uygulama ve epidemiyolojik araştırmalarda oldukça pratik bir araç olarak kabul edilmiştir ve aynı zamanda iyi güvenilirlik ve geçerliliğe sahiptir (Locker ve Allen 2007).

Chen ve ark (2010), sabit ortodontik tedavinin hastaların hayat kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve çalışmaya 250 tedavi gören ortodontik hasta dahil etmişlerdir. Hastalara tedavi öncesinde, tedavinin başlangıcından 1 hafta, 1 ay, 3 ay ve 6 ay sonra ve tedavi sonrası olmak üzere altı farklı dönemde OHIP-14 anketi doldurtulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre sabit ortodontik tedavinin hastaların hayat kalitesini etkilediği belirtilmiştir. Sabit tedavinin başlangıcından sonraki 1. ayda hastaların hayat kalitelerinde kayda değer bir düşüş gözlenmiştir. Hastalar tarafından rapor edilen hayat kalitesindeki düşüş, en fazla tedavinin ilk haftasında gözlenmiştir. Bu sebeple bizim çalışmamızda MOP ve Piezoinsizyonun kontrol grubuna göre hayat kalitesini etkileyip etkilemediği ağrı bulgularının hemen hemen sonlandığı işlemde 1 hafta sonra değerlendirilmiştir.

Osman (2015) yaptığı ortodontik tedavi gören hastaların anksiyete, stres, ağrı ve hayat kalitesi üzerine farklı apareylerin etkilerini araştırdığı tez çalışmasının

sonuçlarına göre sabit tedavi grubunda OHIP-14 değerlerinin 7. günde anlamlı şekilde yükseldiği, yani hastaların hayat kalitelerinin düştüğü saptanmıştır. Tedavinin 14. gününde ve 3. ayında ise OHIP-14 skorlarının tekrar başlangıç seviyesine gerilediği görülmektedir. Headgear tedavi grubunda ise tedavinin 7. gününde ve sonrasında hayat kalitesinin anlamlı şekilde düştüğü gözlenmiştir. Twinblok tedavi grubunda OHIP-14 değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamakla beraber, şikayetlerin en fazla olduğu dönemin 7. gün olduğu görülmüştür. Bu sonuçları değerlendirdiğimizde ister hareketli ister sabit aparey olsun ortodontik apareyler ağza takıldığında ilk 7 günde hayat kalitesinde bir düşüş meydana gelebilmektedir. Daha sonra hasta apareye alışmaya başlamakta ve hayat kalitesinde yavaş yavaş yükselmeler başlamaktadır. Bu çalışmada OHIP-14 skorları açısından değişimler gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Benzer şekilde bizim çalışmamızda da kontrol grubundan farklı olarak diğer çalışma gruplarında minimal invaziv sayılabilecek MOP ve Piezoinsizyon işlemi uygulanmıştır. Bu uygulanan yöntemlerin bireylerin yaşam kalitesinde herhangi bir değişikliğe yol açıp açmadığını belirlemek amacıyla OHIP-14 skalası kullanılmıştır. 7. günde gruplar arasında anlamlı fark bulunmaması nedeniyle MOP ve Piezoinsizyon uygulamasının kontrol grubuna göre hayat kalitesinde bir kötüleşmeye neden olmadığı düşünülmektedir ($p=0,901$). Bu durumda çalışmamızın bulgularına göre ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla gerçekleştirilen MOP ve Piezoinsizyon tekniklerinin hayat kalitesi açısından bakıldığında klinik olarak uygulanabilir yöntemler olduğunu düşünmekteyiz.

4.2.3. Model Ölçümlerine Yönelik Bulguların Tartışılması

Çalışmanın dahil edilme kriterlerinden biri de mandibular anterior dişlerde çapraşıklık miktarının Little'in çapraşıklık indeksine göre 5 mm'den fazla olmasıdır. Uribe ve ark (2017) 'ın piezoinsizyonun mandibular anterior dişlerin seviyelenmesine etkisi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında da mandibular anterior çapraşıklığı Little'in çapraşıklık indeksine göre değerlendirmişler ve 5 mm'nin üzerinde çapraşıklığı olan hastaları çalışmalarına dahil etmişlerdir. Charavet ve ark (2016) ise yetişkinlerin ortodontik tedavisinde lokalize piezoelektrik alveoler dekortikasyonun ortodontik diş hareketine etkisini değerlendirdikleri klinik çalışmalarında Little'in çapraşıklık indeksine göre 6 mm'den küçük çapraşıklığa

sahip olan hastaları dahil etmişlerdir. Başlangıç çapraşıklık miktarının dişlerin seviyelenme hızını etkileyebileceği düşünülmektedir (Fisher ve ark 2010). Çalışmamızda başlangıç çapraşıklık miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0,053$). Dolayısıyla çalışmamızın sonuçları gruplar arasında oluşabilecek farklı çapraşıklık değerlerinden etkilenmemiştir ve başlangıçta gruplar arası çapraşıklık değerleri homojen dağılmıştır.

Çapraşıklık düzelme miktarının seanslar arasındaki değişimi gruplar arası karşılaştırıldığında herhangi bir anlamlı farklılık bulunmasa da birinci ayda en fazla düzelme Piezoinsizyon grubunda $3,47\pm 1,82$ mm olmuştur. MOP ve kontrol grubunda birinci aydaki düzelme miktarı ise sırasıyla $3,11\pm 1,30$ mm, $2,38\pm 0,87$ mm'dir. Çalışma boyunca meydana gelen toplam seviyelenme miktarı değerlendirildiğinde Piezoinsizyon grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla düzelme meydana gelmiştir. Tüm zaman dilimleri incelendiğinde tüm gruplarda grup içinde çapraşıklık düzelme miktarı çalışmanın sonuna doğru anlamlı derecede farklılık göstermekle birlikte düzelme hızının azaldığı görülmektedir. Seanslar arasındaki değişimler incelendiğinde MOP ve Piezoinsizyon grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha fazla düzelme gözlenmiştir. Bunun sebebinin ise MOP ve Piezoinsizyon gruplarında uygulanan işlemlerin BHF'yi aktive etmesiyle açıklanabilir. Ancak total çalışma süresi boyunca sadece Piezoinsizyon grubu ile kontrol grubu arasında çapraşıklığın düzelme miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken diğer zaman dilimlerinde anlamlı farklılığa rastlanmamıştır.

Baloul ve ark (2011) 114 Sprague-Dawley rat üzerinde gerçekleştirdikleri split mouth çalışmada bir taraf maksiller molarların distaline selektif alveoler dekortikasyon gerçekleştirerek molar distalizasyonu hızını değerlendirmişler ve bu çalışmanın bulgularına göre, alveoler dekortikasyon yapılan grubun artan miktarda diş hareketi oranına sahip olduğunu ve erken iyileşme sürecinde alveoler dekortikasyon sonrası kemik yeniden şekillenme tepkisini ifade eden kemik hacminde önemli bir azalma ve osteoklastik ve osteoblastik aktivitenin arttığını belirtmişlerdir. Bu veriler ayrıca, daha erken bir zaman noktasında remodeling mekanizmasının, alveoler kemikte herhangi bir patolojik sonuç olmadan alveoler

dekortikasyon ile indüklenebileceğini ve bu mekanizmanın hızlı ortodontik diş hareketi fenomeninin altında yatan sebep olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Uribe ve ark (2017)'in piezoinsizyonun mandibular anterior dişlerin seviyelenmesine etkisi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında da mandibular anterior çapraşıklık Little'in çapraşıklık indeksine göre değerlendirmişler ve çalışmamızdan farklı olarak piezoinsizyonun ortodontik diş hareketine etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır. Diğer taraftan Charavet ve ark (2016) ise yetişkinlerin ortodontik tedavisinde lokalize piezoelektrik alveoler dekortikasyonun ortodontik diş hareketine etkisini değerlendirdikleri klinik çalışmalarında piezoinsizyonun klinik ortodontik tedavi süresini %43 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ve Uribe ve ark (2017)'in çalışmalarında Chaveret ve ark'ın (2016) çalışmalarından farklı olarak Piezoinsizyon ve MOP uygulamasının sadece üç bölgede gerçekleştirilmiş olması yapılan işlemlerin BHF'yi aktive etmede tam olarak yeterli olmayıp sonuçların çelişkili çıkmasına sebep olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü Chaveret ve ark (2016) alt anterior bölgede tüm diş köklerinin arasından piezoinsizyon uygulaması gerçekleştirmiştir. Öte yandan çalışmamızda üç bölgede MOP veya Piezoinsizyon uygulamasının nedeni diş kökleri arası mesafenin oldukça yetersiz olması, MOP cihazında bulunan vidanın çapının (1,5 mm) bu bölgede rahatlıkla kullanmaya elverişli olmaması ve Propel cihazının kullanma kılavuzunda yer alan açıklamaların alt anterior bölgede bu şekilde kullanılabileceğinin belirtilmesidir. Ayrıca Chaveret ve ark (2016)'ın yaptıkları bu çalışmaya bizimkinden farklı olarak başlangıç çapraşıklık değerleri Little'in çapraşıklık indeksine göre 6 mm'den daha az olan hastalar dahil edilmiştir. Ayrıca seviyeleme fazının bitim kriteri tam olarak belirlenmemiş olup ilerlemeyi bir sonraki ark teline geçilebilirlik olarak değerlendirmişler ve her randevuda çapraşıklık miktarı ölçümü yapmamışlardır. Fisher ve ark 2010 yılında yayınladıkları makalelerinde tedavi öncesi 6 mm ve üzeri çapraşıklık, süt dişi bulunması, %80'den fazla overjet varlığı, diş çekimi gerekliliği gibi tedavi öncesi karakteristiklerin ortodontik tedavi süresini etkilediğini belirtmişlerdir.

Flepsiz uygulanan piezotom destekli ortodontik diş hareketini hızlandırma yönteminin uygulandığı hayvan deneylerinde çelişkili sonuçlar bulunmuştur. Baloul ve ark (2011) çalışmalarında kontrol tarafına göre alveoler dekortikasyon yapılan

tarafında ilk 7 günde istatistiksel olarak anlamlı derecede ortodontik diş hareketinde artış gözlemlenmiştir. Ancak bu artış 14. günde kıyaslandığında kontrol grubuyla benzerlik göstermiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre Baloul ve ark (2011) alveoler dekortikasyonun 28 günde etkisinin kaybolduğunu ve 28 günden sonra kontrol grubu ve alveoler dekortikasyon grubundaki dişlerin benzer ortodontik diş hareket hızı sergilediklerini belirtmişlerdir. Kim ve ark (2013)'ın Beagle köpeklerinde piezotom ile alveoler dekortikasyon oluşturdukları çalışmalarında, çalışma grubunda ortodontik diş hareketini kontrol grubuna göre daha fazla bulmuşlardır. Benzer şekilde Dibart ve ark (2014) ratlarda piezoinsizyonun ortodontik diş hareketine etkisini inceledikleri çalışmalarında piezoinsizyonun diş hareket hızını artırdığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan Ruso ve ark (2014) Foxhound-mix köpeklerde piezoinsizyon prosedürü ile çok küçük bir hızlandırıcı etki bulmuşlar ancak hızlanan diş hareketinin alveoler kemiğe daha büyük bir zarar veren bir flep prosedürüne bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Tsai ve ark (2016)'ın ratlarda maksiller birinci molarların mezial tarafına MOP veya flepsiz kortisizyon tekniklerini uyguladıkları çalışmalarında MOP ve kortisizyon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlar ancak, MOP ve kortisizyon gruplarında kontrol grubuna göre ortodontik diş hareketinin anlamlı derece fazla olduğunu bildirmişlerdir. Alikhani ve ark (2013) MOP'un ortodontik diş hareketi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında 28 gün sonunda ortodontik diş hareketini MOP'un kontrol grubuna göre anlamlı derecede arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak takip süresi bizim çalışmamızdan farklı olarak 28 gündür ve oldukça kısa bir takip süresidir. Literatürde takip sürelerinin 4 haftadan daha az ve 12 haftadan daha fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir. Çünkü osteoklast salınımının dördüncü haftada en yüksek seviyeye ulaştığı ve sonrasında kademeli olarak azaldığı belirtilmektedir (Ren ve ark 2005). Ayrıca bizim çalışmamızda mandibular anterior bölgedeki dişlerin seviyelenme hızı değerlendirilirken Alikhani ve ark (2013)'ın yaptığı çalışmada ise maksiller kanin dişin distalizasyon hızı değerlendirilmiştir. Çalışmamızda MOP ile diğer gruplar arasında ortodontik diş hareketi açısından anlamlı fark bulunmamasının, çalışmanın mandibular anterior bölgede gerçekleştirilmiş olması ve bu bölgedeki kemik yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.4. Periodontal Parametrelere Ait Bulguların Tartışılması

Yıllar boyunca ortodontistler ortodontik diş hareketini hızlandırmak için çeşitli teknikler denemişlerdir. Bu yöntemlerden bazıları kortikotomi, kortisizyon, MOP ve piezoinsizyondur. Diş hareketinin kortikotomi ile hızlandırılması kanin distalizasyonu, anterior dişlerin retraksiyonu, çapraşıklığın düzeltilmesi, gömülü kanin ekstrüzyonu, molar dişlerin dikleştirilmesi gibi çeşitli ortodontik hareketlerde kullanılmıştır. Kortikotomi işlemi ortodontik diş hareketini hızlandırmada oldukça etkili bir yöntem olarak kabul edilmesine rağmen aslında invaziv bir prosedürdür. Çünkü kortikotomi işlemi için gerçekleştirilen flep operasyonunun işlem sonrasında hastaların konforsuzluğuna ve bazı komplikasyonlara neden olduğu bildirilmiştir (Viwattanatipa ve Charnchairerk 2018). Bazı çalışmalar bu prosedürün periodontal problemlere, artmış diş mobilitesine ve kemik dehissens ve fenestrasyonlarına sebep olabileceğini bildirmişlerdir (Wilcko ve ark 2001, Vercellotti ve Podesta 2007).

Abbas ve ark (2016) kanin distalizasyonunda kortikotomi ve piezoinsizyon tekniklerinin ortodontik diş hareketine etkisini karşılaştırdıkları çalışmada Pİ, Gİ, ataçman seviyesi ve dişeti çekilmesini değerlendirmişler ancak her iki grupta da periodontal sağlık açısından kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Benzer şekilde Aksakallı ve ark (2016) piezoinsizyonun kanin distalizasyonunda ortodontik diş hareketi üzerine etkisini incelemişler ve ayrıca kanin dişi için distalizasyon öncesi ve sonrası için Mİ ve Gİ değerlendirmeleri yapmışlardır. Çalışmanın sonunda piezoinsizyonun periodontal sağlık üzerinde herhangi bir yan etkisinin bulunmadığı sonucuna varmışlardır.

Dibart ve ark (2015) piezoinsizyon prosedürü için uygulanacak vertikal kesilerin yumuşak dokuyu da göz önünde bulundurarak interdental papilladan 2-3 mm daha gingivalden yapılması gerektiğini bu sayede piezoinsizyon bıçaklarının tamamıyla kortikal kemikte bulunması gerektiğini belirtmiştir.

Çalışmamızda başlangıçta mevcut olan periodontal defektin uygulanacak işlemlerden olumsuz yönde etkileneceği düşünüldüğünden 2 mm'den fazla periodontal cep derinliği olan, ağız hijyeni kötü olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerden başlangıç ve çalışma bitiminde Pİ, Gİ, Mİ ve PCD parametreleri kaydedilmiştir. Başlangıç periodontal parametreler

değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p<0,05$). Çalışma başlangıcı ve sonrasında periodontal parametrelerin gruplar arası karşılaştırılmasında ise Pİ ve Mİ'de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ($p<0,05$). Bu bulgulara göre MOP ve Piezoinsizyon uygulamaları Pİ ve Mİ'de artış gibi olası yan etkilere yol açmamıştır. Bunun yanında Gİ ve PCD parametrelerinde gruplar arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p<0,016$). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testlerinde Gİ parametresi için MOP ve Piezoinsizyon grupları arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p<0,001$). Bu bulgulara göre MOP grubunda Gİ parametresi Piezoinsizyon grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur. Ancak Pİ parametrelerinde anlamlı farklılığa rastlanmazken Gİ'de MOP ve Piezoinsizyon grubu arasında anlamlı farklılığın çıkması hastaların plak akümülyasyonuna karşı verdiği bireysel farklılıklardan kaynaklanan inflamatuvar cevaba bağlı olduğu düşünülmektedir. PCD parametresinin başlangıç ve çalışma sonu farklılıkları gruplar arası değerlendirildiğinde ise MOP grubunda Piezoinsizyon ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Ancak bu PCD artışının ataçman kaybından ziyade gingival hiperplazi şeklinde meydana geldiği düşünülmektedir. Çünkü hiçbir hastada çalışma sonrasında 3 mm'den fazla periodontal cep derinliğine rastlanmamıştır. Bu periodontal cep artışının veya gingival hiperplazinin daha önce bahsettiğimiz gibi hastaların plak akümülyasyonuna karşı verdiği bireysel farklılıklardan kaynaklanan inflamatuvar cevaba bağlı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın bulgularına göre sonuçlar şöyledir:

MOP uygulamaları kontrol grubuna kıyasla mandibular anterior dişlerin seviyelenmesinde etkili olmamıştır.

Piezoinsizyon uygulaması total çalışma süresi boyunca kontrol grubuna göre seviyeleme hızında anlamlı bir artış sağlamıştır.

Piezoinsizyon uygulanan hastalarda herhangi bir yan etki veya hasta rahatsızlığı meydana gelmemiştir. Ancak MOP uygulanan grupta 1. gün ağrı seviyesi kontrol grubuna göre daha fazla olmakla birlikte bu durum MOP grubundaki kadın sayısının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan bu tekniklerin hastaların periodontal dokularında herhangi bir yıkıcı etkisi olmamıştır.

Piezoinsizyon ve MOP uygulamasından sonra hastaların hayat kalitesinde herhangi bir gerileme meydana gelmediğinden her iki tekniğin de konforlu ve minimal invaziv işlemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Piezoinsizyon tekniğinin MOP grubuna göre ortodontik diş hareketi hızı açısından fark olmadığı sonucuna varılmış ve sıfır hipotezimiz kabul edilmiştir.

Bireysel farklılıkları elimine etmek amacıyla split mouth çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızın bulgularına göre Piezoinsizyon yönteminin total çalışma süresi boyunca kontrol grubuna göre ortodontik diş hareketini hızlandırıcı etkisi, dentoalveoler bölgede yıkıcı etkisinin bulunmaması ve postoperatif dönemin hasta konforu açısından kabul edilebilir olması bu tekniğin klinik olarak uygulanabilir bir teknik olduğunu düşündürmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT, 2016. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 149(4), 473-80.
- Ackerman JL, Proffit WR, 1969. The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. *Am J Orthod*, 56, 443-54.
- Akin E, Gurton AU, Olmez H, 2004. Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126(5), 608-14.
- Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S, 2016. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod*, 86(1), 59-65.
- Alexander JJ, Hill RG, 1987. Pain, the size and measure of the problem. *Postoperative Pain Control*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Boston, 6.
- Alhashimi N, Frithiof L, Brudvik P, Bakhiet M, 2000. Orthodontic movement induces high numbers of cells expressing IFN-gamma at mRNA and protein levels. *J Interferon Cytokine Res*, 20(1), 7-12.
- Alhashimi N, Frithiof L, Brudvik P, Bakhiet M, 2001. Orthodontic tooth movement and de novo synthesis of proinflammatory cytokines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119(3), 307-12.
- Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Corpodan C, Barrera LM, Alansari S, Khoo E, Teixeira C, 2013. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(5), 639-48
- Angle HE, 1899. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos*, 41, 248-64.
- Ariffin SHZ, Abidin IZZ, Yazid MD, Wahab RMA, 2010. Differentiation analyses of adult suspension mononucleated peripheral blood cells of *Mus musculus*. *Cell Commun Signal*, 8, 29.
- Aslan F, 2002. Ağrı değerlendirme yöntemleri. *C Ü Hemşirelik yüksekokulu dergisi*, 6(1), 9-16.
- Aslan F, 2006. Ağrı doğası ve kontrolü. İstanbul, İstanbul Medikal Yayıncılık.
- Aydın ON, 2002. Ağrı ve ağrı mekanizmalarına güncel bakış, ADÜ Tıp Fak. Dergisi, 3(2), 37-48.
- Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A, 2011. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolarbone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139(4):83-101.
- Bakathir M, Linjawi A, Omar S, Aboqura A, Hassan A, 2016. Effects of nicotine on bone during orthodontic tooth movement in male rats. *Histological and immunohistochemical study*. *Saudi Med J*, 37(10), 1127-35.

- Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC, 2009. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135(1):16-26.
- Bassett CA, Becker RO, 1962. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*, 137(3535):1063-4.
- Başol M, Karaağaçlıoğlu L, Yılmaz B, 2014. Türkçe Ağız Sağlığı Etki Ölçeğinin Geliştirilmesi-OHIP-14-TR, *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 20(2), 85-92.
- Baumrind S, 1969. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. *Am J Orthod*, 55(1), 12-22.
- Benjamin WJ, 2000. Pain Mechanisms: Anatomy, Physiology and Neurochemistry. In: *Practical Management of Pain*. Ed: Raj PP, 3th ed. Missouri: Mosby Inc, p. 117-45.
- Bilal R, 2015. The acceleration of orthodontics tooth movement. *International Journal of Current Research*, 05, 16180-5.
- Bird HA, Dixon JS, 1987. The measurement of pain, *Bailliere's Clinical Rheumatology*, 1, 71.
- Bolton WA, 1958. Disharmony in Tooth Size and Its Relation to the Analysis and Treatment of Malocclusion. *Angle Orthod*, 28(3), 113-30.
- Boorin MR, 1995. Anxiety. Its manifestation and role in the dental patient. *Dent Clin North Am*, 39(3), 523-39.
- Brudvik P, Rygh P, 1995. Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. *Eur J Orthod*, 17(3), 177-88.
- Buchanan IB, Shaw WC, Richmond S, O'Brien KD, Andrews M, 1993. A comparison of the reliability and validity of the PAR Index and Summers' Occlusal Index. *Eur J Orthod*, 15(1), 27-31.
- Bumann A, Carvalho RS, Schwarzer CL, Yen EH, 1997. Collagen synthesis from human PDL cells following orthodontic tooth movement. *Eur J Orthod*, 19(1), 29-37.
- Buschang PH, Shulman JD, 2003. Incisor crowding in untreated persons 15-50 years of age: United States, 1988-1994. *Angle Orthod*, 73(5), 502-8.
- Carter GA, McNamara JA, 1998. Longitudinal dental arch changes in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114(1), 88-99.
- Chapman CR, Syrjala KL, 1991. Measurement of Pain, In: *Management of Pain*, Ed: Bonica JJ, 2nd edition, Philadelphia, Lea&Febiger, 580.
- Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, Lambert F, 2016. Localized Piezoelectric Alveolar Decortication for Orthodontic Treatment in Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*, 95(9), 1003-9.
- Chen M, Wang DW, Wu LP, 2010. Fixed orthodontic appliance therapy and its impact on oral health-related quality of life in Chinese patients. *Angle Orthod*, 80(1), 49-53.
- Chopra P, Chopra P, 2011. Piezosurgery and its applications in Periodontology and Implantology. *International Journal of Contemporary Dentistry*, 2(4).
- Chumbley AB, Tuncay OC, 1986. The effect of indomethacin (an aspirin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 89(4), 312-14.
- Collins MK, Sinclair PM, 1988. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94(4), 278-84.
- Coxam V, Davicco MJ, Pastoureau P, Delmas PD, Barlet JP, 1992. Insulin-like growth factor-II increases plasma osteocalcin concentration in newborn lambs. *Bone Miner*, 18(3), 177-86.
- Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU, 2004. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med*, 35(2), 117-20.
- Çağlayan S, Baloş Tuncer B, 2011. Ortodonti' de ağrının önemi. *AÜ Diş Hek Fak*, 38(2), 95-101.

- Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP, 1995. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107(6), 578-88.
- Daskalogiannakis J, 2000. *Glossary of Orthodontic Terms*. First ed. Berlin, Quintessence.
- Davidovitch Z, 1995. Cell biology associated with orthodontic tooth movement. In: *The periodontal ligament in health and disease*. Eds: Berkovitz BB, Moxham BJ, Newman HN, 2nd ed. St Louis: Mosby.
- Davidovitch Z, Krishnan V, 2009. Role of basic biological sciences in clinical orthodontics: a case series. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135(2), 222-31.
- Davidovitch Z, 1991. Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2(4), 411-50.
- Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E, 1980a. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod*, 77(1), 14-32.
- Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E, 1980b. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *Am J Orthod* 77(1), 33-47.
- Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL, 1988. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am*, 32(3), 411-35.
- De Rossi SS, Glick M, 1996. Dental considerations for the patient with renal disease receiving hemodialysis. *J Am Dent Assoc*, 127(2), 211-19.
- Dibart S, Keser EI, 2014. Piezocision: Minimally invasive periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. In. *Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment*. Ed: F Brugnami, A Caiazzo, first edition, Oxford, John Wiley & Sons Inc, p. 119-44.
- Dibart S, Keser E, Nelson D, 2015. Piezocision™-assisted orthodontics: Past, present, and future. *Seminars in Orthodontics*, 21, 170-5.
- Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J, 2009. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent*, 30(6), 342-44, 346, 348-50.
- Dibart S, Yee C, Surmenian J, Sebaoun JD, Baloul S, Goguet-Surmenian E, Kantarci A, 2014. Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: a histological study in rats. *Eur J Orthod*, 36(4), 457-64.
- Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S, 2013. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 143(5), 616-21.
- Düker J, 1975. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg*, 3(2), 81-84.
- Edwards JG, 1968. A study of the periodontium during orthodontic rotation of teeth. *Am J Orthod*, 54(6), 441-61.
- Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S, 2004. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 42(5), 451-53.
- Eiser C, Morse R, 2001. A Review of Measure of Quality of Life Children with Chronic Illness. *Arch Dis Child*, 84(3), 205-13.
- El-Bialy T, Lam B, Aldaghreer S, Sloan AJ, 2011. The effect of low intensity pulsed ultrasound in a 3D ex vivo orthodontic model. *J Dent*, 39(10), 693-99.
- Epker BN, Frost HM, 1965. Correlation of Bone Resorption and Formation with the Physical Behavior of Loaded Bone. *J Dent Res*, 44(1), 33-41.
- Erdine S, 2003. *Ağrı Mekanizmaları*. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri.
- Ergin D. *Çocuklarda Yaşam Kalitesi*. 4. Ulusal Sağlıkta yaşam kalitesi kongresi, Bildiri özetleri ve konuşmacı metinleri: p.133, 4-6 nisan, 2013, İzmir, Türkiye.

- Esener Z, 1991. Ağrının Ölçülmesi. In. Klinik Anestezi. First edition, İstanbul, Logos Yayıncılık T.A.S, p. 655.
- Farrar JN, 1888. A Treatise on the Irregularities of the Teeth and Their Correction: Including, with the Author's Practice, Other Current Methods. First ed. De Vinne Press.
- Fink DF, Smith RJ, 1992. The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 102(1), 45-51.
- Firkin DJ, Ferguson JW, 1985. Diabetes mellitus and the dental patient. *N Z Dent J*, 81, 7-11.
- Fisher MA, Wenger RM, Hans MG, 2010. Pretreatment characteristics associated with orthodontic treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137(2), 178-86.
- Frost HM, 1983. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*, 31(1), 3-9.
- Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K, 2008. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res*, 11(3), 143-55.
- Gadakh SB, Gulve N, Patani S, Nehete A, Aphale H, Patil H, 2016. Methods of Accelerating orthodontic treatment--A Review. *Journal Of Applied Dental and Medical Sciences*, 2(1), 176-82.
- Gantes B, Rathbun E, Anholm M, 1990. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol*, 61(4), 234-38.
- Geçgelen M, 2011. Hızlı Üst Çene Genişletilmesi Uygulamalarında Gelişen Stres Ve Ağrının Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Goldie RS, King GJ, 1984. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod*, 85(5), 424-30.
- Graber TM, Swain BF, 1985. *Orthodontics, Current Principles and Techniques*. Michigan, Mosby Elsevier Health Science.
- Gracely RH, 1989. Methods of testing pain mechanisms in normal man. In: *Textbook of Pain*. Eds: Wall PD, Melzack R. Singapore, Churchill Livingstone, p. 257.
- Gravely JF, Johnson DB, 1974. Angle's classification of malocclusion: an assessment of reliability. *Br J Orthod*, 1(3), 79-86.
- Grimm FM, 1972. Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 62(4), 384-93.
- Gurton AU, Akin E, Sagdic D, Olmez H, 2004. Effects of PGI2 and TxA2 analogs and inhibitors in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*, 74(4), 526-32.
- Güzeldemir M E, 1995. Pain Assessment Methods. *Sendrom*, 11-21.
- Han GL, He H, Hua XM, Wang SZ, Zeng XL, 2004. Expression of cathepsin K and IL-6 mRNA in root-resorbing tissue during tooth movement in rats. *Chin J Stomatol*, 39(4), 320-3.
- Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H, 2001. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod*, 23(5), 535-45.
- Holtgrave EA, Donath K, 1989. Periodontal reactions to orthodontic forces in the diabetic metabolic state. *Fortschr Kieferorthop*, 50(4), 326-37.
- Jacobsen EB, Heyeraas KJ, 1997. Pulp interstitial fluid pressure and blood flow after denervation and electrical tooth stimulation in the ferret. *Arch Oral Biol*, 42(6), 407-15.
- Jing D, Xiao J, Li X, Li Y, Zhao Z, 2017. The effectiveness of vibrational stimulus to accelerate orthodontic tooth movement: a systematic review. *BMC Oral Health*, 17(1), 143.
- Sirisha K, Srinivas M, Ravindranath D. Wilckodontics - a novel synergy in time to save time. *J Clin Diagn Res*, 8(1), 322-25.

- Kale S, Kocadereli I, Atilla P, Aşan E, 2004. Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125(5), 607-14.
- Kalia S, Melsen B, Verna C, 2004. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment. *Orthod Craniofac Res*, 7(1), 26-34.
- Kanzaki H, Chiba M, Shimizu Y, Mitani H, 2002. Periodontal ligament cells under mechanical stress induce osteoclastogenesis by receptor activator of nuclear factor kappaB ligand up-regulation via prostaglandin E2 synthesis. *J Bone Miner Res*, 17(2), 210-20.
- Karu TI, 2008. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*, 84(5), 1091-99.
- Katz RV, 1978. Relationships between eight orthodontic indices and an oral self-image satisfaction scale. *Am J Orthod*, 73(3), 328-34
- Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, de la Fuente A, Skrenes D, Ma D, Brawn P, 2013. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Prog Orthod*, 14(1), 30.
- Kau CH, Nguyen JT, English JD, 2010. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice US*, 1(1):10-15
- Kawakami M, Takano-Yamamoto T, 2004. Local injection of 1,25-dihydroxyvitamin D3 enhanced bone formation for tooth stabilization after experimental tooth movement in rats. *J Bone Miner Metab*, 22(6), 541-46.
- Kawasaki K, Shimizu N, 2000. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery* 282-91
- Kayhan Z, 1997. *Klinik Anestezi*. 2. Baskı İstanbul, Logos Yayıncılık, s. 759-87.
- Kaynar A, 2002. Ağrının Kısa Tarihi. In: *Diş Hekimliğinde Ağrı. İçinde: Kişnişçi R, Bulut ÖE.1. Baskı, Ankara, Ege Basımevi, s.1-14.*
- Keser EI, Dibart S, 2011. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compend Contin Educ Dent*, 32(2), 46-48, 50-51.
- Keser EI, Dibart S, 2013. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(6), 879-89.
- Kim SJ, Park YG, Kang SG, 2009. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*, 79(2), 284-91.
- Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG, 2013. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(1), 23-31.
- Kişnişçi RS, Işeri H, Tüz HH, Altug AT, 2002. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg*, 60(4), 389-94.
- Köle H, 1959. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 12(5), 413-20.
- Krishnan V, 2007. Orthodontic Pain: From Causes to Management-A Review. *Eur J Orthod*, 29, 170-9.
- Krishnan V, Davidovitch ZE, 2006. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(4):469-e1.
- Krishnan V, Davidovitch ZE, 2015. *Biological Mechanisms of Tooth Movement*, Second ed. West Sussex, John Wiley & Sons.
- Lee WC, 1990. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement--with particular emphasis on the relationship to the method of PGE1 administration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98(3), 231-41.

- Leiker BJ, Nanda RS, Currier GF, Howes RI, Sinha PK, 1995. The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108(4):380-88
- Li X, Li M, Lu J, Hu Y, Cui L, Zhang D, Yang Y, 2016. Age-related effects on osteoclastic activities after orthodontic tooth movement. *Bone Joint Res*, 5(10), 492-99.
- Liou EJ, Huang CS, 1998. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114(4), 372-82.
- Little RM, 1975. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod*, 68(5), 554-63.
- Little RM, Riedel RA, Artun J, 1988. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 93(5), 423-28.
- Liu D, Others, 2010. Acceleration of orthodontic tooth movement by mechanical vibration. AADR Annual meeting Washington DC
- Liu ZJ, King GJ, Gu GM, Shin JY, Stewart DR, 2005. Does human relaxin accelerate orthodontic tooth movement in rats? *Ann N Y Acad Sci*, 1041, 388-94.
- Locker D, Allen F, 2007. What do measures of “oral health-related quality of life” measure? *Community Dent Oral Epidemiol*
- Löe H, Silness J, 1963. Periodontal Disease in Pregnancy I. Prevalence and Severity. *Acta Odontol Scand*, 21(6), 533-51.
- Marks MH, Corn H, 1983. Periodontics and orthodontics--coordinating the disciplines for optimal treatment planning. *Alpha Omegan*, 76(4), 84.
- Marques LS, Pordeus IA, Ramos-Jorge ML, Filogônio CA, Filogônio CB, Pereira LJ, Paiva SM, 2009. Factors associated with the desire for orthodontic treatment among Brazilian adolescents and their parents. *BMC Oral Health*, 9(1), 34.
- Masella RS, Meister M, 2006. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(4):458-68
- Massler M, Frankel JM, 1951. Prevalence of malocclusion in children aged 14 to 18 years. *Am J Orthod*, 37(10), 751-68.
- Melo AC, Carneiro LO, Pontes LF, Cecim RL, Mattos JN, Normando D, 2013. Factors related to orthodontic treatment time in adult patients. *Dental Press J Orthod*, 18(5), 59-63.
- Melsen B, 1999. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*, 69(2), 151-58.
- Merrifield LL, Klontz HA, Vaden JL, 1994. Differential diagnostic analysis system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 106(6), 641-8.
- Merwin JR, Anderson JM, Kocher O, Van Itallie CM, Madri JA, 1990. Transforming growth factor beta1 modulates extracellular matrix organization and cell-cell junctional complex formation during in vitro angiogenesis. *J Cell Physiol*, 142(1), 117-28.
- Miller CS, Little JW, Falace DA, 2001. Supplemental corticosteroids for dental patients with adrenal insufficiency: reconsideration of the problem. *J Am Dent Assoc*, 132(11), 1570-79.
- Moon CH, Wee JU, Lee HS, 2007. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. *Angle Orthod*, 77(6), 1119-25.
- Morgan GE, Mikhail MG, 1996. Pain Management. In: *Clinical Anesthesiology*, 2th ed. New Jersey, Prentice Hall Interntional Inc, p. 274-316.
- Mumcu G, Inanc N, Ergun T, Ikiz K, Gunes M, Islek U, Yavuz S, Sur H, Atalay T, Direskeneli H, 2006. Oral health related quality of life is affected by disease activity in Behcet's disease. *Oral Dis*, 12(2), 145-51.
- Nakanishi H, Seki Y, Kohno T, Muramoto T, Toda K, Soma K, 2004. Changes in response properties of periodontal mechanoreceptors after experimental orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod*, 74(1), 93-99.

- Nicozisis JL, Nah-Cederquist H-D, Tuncay OC, 2000. Relaxin affects the dentofacial sutural tissues. *Clin Orthod Res*, 3(4):192-201
- Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R, 2013. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment--a frontier in orthodontics. *Prog Orthod*, 14(1), 42.
- Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, Mitani H, 2008. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133(4), 572-83.
- Noff D, Pitaru S, Savion N, 1989. Basic fibroblast growth factor enhances the capacity of bone marrow cells to form bone-like nodules in vitro. *FEBS Lett*, 250(2), 619-21.
- Nomura S, Takano-Yamamoto T, 2000. Molecular events caused by mechanical stress in bone. *Matrix Biol*, 19(2), 91-96.
- Norevall LI, Forsgren S, Matsson L, 1995. Expression of neuropeptides (CGRP, substance P) during and after orthodontic tooth movement in the rat. *Eur J Orthod*, 17(4), 311-25.
- Ogasawara T, Yoshimine Y, Kiyoshima T, Kobayashi I, Matsuo K, Akamine A, Sakai H, 2004. In situ expression of RANKL, RANK, osteoprotegerin and cytokines in osteoclasts of rat periodontal tissue. *J Periodontal Res*, 39(1), 42-49.
- Okamoto A, Ohnishi T, Bandow K, Kakimoto K, Chiba N, Maeda A, Fukunaga T, Miyawaki S, Matsuguchi T, 2009. Reduction of orthodontic tooth movement by experimentally induced periodontal inflammation in mice. *Eur J Oral Sci*, 117(3), 238-47.
- Ong CK, Walsh LJ, Harbrow D, Taverne AA, Symons AL, 2000. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *Angle Orthod*, 70(2), 118-25.
- Oppenheim A, 1911. Tissue changes, Particularly in the bone incident to tooth movement. *Am J Orthod*, 3,113-32.
- Oppenheim A, 1942. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. *Am J Orthod Oral Surg*, 28(5), 263-301.
- Orellana MF, Smith AK, Waller JL, DeLeon E Jr, Borke JL, 2002. Plasma membrane disruption in orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res*, 81(1), 43-47.
- Osman M, 2015. Ortodontik tedavi gören hastaların anksiyete, stres, ağrı ve hayat kalitesi üzerine farklı apareylerin etkileri. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özcan İ, 2000. Ağrıya Giriş. İçinde: Ağrı Baş-Boyun ve Orofasiyal Ağrılar. Editörler: Özcan İ, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, s. 5-7.
- Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T, 2008. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134(5), 646-51.
- Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T, 2007. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132(2), 208-15.
- Patterson BM, Dalci O, Papadopoulou AK, Madukuri S, Mahon J, Petocz P, Spahr A, Darendeliler MA, 2017. Effect of piezocision on root resorption associated with orthodontic force: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 151(1), 53-62.
- Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Šedý J, 2011. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 40(5), 451-57.
- Pereira CCS, Gealh WC, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior IR, Okamoto R, 2014. Piezosurgery applied to implant dentistry: clinical and biological aspects. *J Oral Implantol*, 401, 8.
- Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC, 1996. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110(1), 16-23.
- Pollack SR, Salzstein R, Pienkowski D, 1984. The electric double layer in bone and its influence on stress-generated potentials. *Calcif Tissue Int*, 1, 77-81.

- Proffit WR, Fields H Jr, Sarver D, 2013. Contemporary Orthodontics. 5th Ed., St. Louis: Mosby, p. 222.
- Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ, 1998. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 13(2), 97-106.
- Proffit WR, Fields HW Jr, Sarver DM, 2012. Contemporary Orthodontics - Pageburst E-Book on Kno (Reail Access Card)Mosby Incorporated
- Proffit, WR, 2000. Biologic basis of orthodontic therapy. In: Contemporary orthodontics.Eds: Proffit WR, Fields HW. 3rd ed. St Louis: Mosby.
- Reitan K, 1957. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod*, 43(1), 32-45.
- Reitan K, 1960. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 46(12), 881-900.
- Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D, 2007. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131(2):160(1),10.
- Ren Y, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC, 2005. Immunohistochemical evaluation of osteoclast recruitment during experimental tooth movement in young and adult rats. *Arch Oral Biol*, 50(12), 1032-39.
- Richmond S, Aylott NA, Panahei ME, Rolfe B, Tausche E, 2001. A 2-center comparison of orthodontist's perceptions of orthodontic treatment difficulty. *Angle Orthod*, 71(5), 404-10.
- Romano FL, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Magnani MB, Ruellas AC, 2012. Clinical evaluation of the failure rates of metallic brackets. *J Appl Oral Sci*, 20(2), 228-34.
- Roykó A, Dénes Z, Razouk G, 1999. The relationship between the length of orthodontic treatment and patient compliance. *Fogorv Sz*, 92(3), 79-86.
- Ruso S, Campbell PM, Rossmann J, Opperman LA, Taylor RW, Buschang PH, 2014. Bone response to buccal tooth movements-with and without flapless alveolar decortication. *Eur J Orthod*, 36(6), 613-23.
- Sabatini M, Boyce B, Aufdemorte T, Bonewald L, Mundy GR, 1988. Infusions of recombinant human interleukins 1 alpha and 1 beta cause hypercalcemia in normal mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 85(14), 5235-39.
- Saito S, Ngan P, Saito M, Lanese R, Shanfeld J, Davidovitch Z, 1990. Interactive effects between cytokines on PGE production by human periodontal ligament fibroblasts in vitro. *J Dent Res*, 69(8), 1456-62.
- Sakuda M, 1976. Changes in crowding of teeth during adolescence and their relation to the growth of the facial skeleton. *Trans Eur Orthod Soc*, 1976, 93-104.
- Sandstedt C, 1904. Einige Beitrage zur Theorie der Zahnreg Lierung. *Nord Tandlakare Tidskr*, 5, 236-256.
- Sandy JR, 1998. Signal transduction. *Br J Orthod*, 25(4), 269-74.
- Sandy JR, Farndale RW, Meikle MC, 1993. Recent advances in understanding mechanically induced bone remodeling and their relevance to orthodontic theory and practice. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103(3), 212-22.
- Sangsuwon C, Alansari S, Lee YB, Nervina J, Alikhani M, 2017. Step-by-Step Guide for Performing Micro-osteoperforations. *Içinde Clinical Guide to Accelerated Orthodontics*, ss. 99-116
- Sasaguri K, Ishizaki-Takeuchi R, Kuramae S, Tanaka EM, Sakurai T, Sato S, 2009. The temporomandibular joint in a rheumatoid arthritis patient after orthodontic treatment. *Angle Orthod*, 79(4), 804-11.
- Schwarz AM, Martin Schwarz A, 1932. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*, 18(4), 331-52.

- Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ, 2008. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol*, 79(9), 1679-88.
- Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, 2007. Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments. *L'Orthodontie francaise*, 78(3), 217-25.
- Shenava S, Nayak K, Bhaskar V, Nayak A, 2014. Accelerated orthodontics-a review. *International Journal of Scientific Study*, 1(5), 35-39.
- Shivapuja PK, Berger J, 1994. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 106(5), 472-80.
- Silness J, Loe H, 1964. PERIODONTAL DISEASE IN PREGNANCY. II. CORRELATION BETWEEN ORAL HYGIENE AND PERIODONTAL CONDITON. *Acta Odontol Scand*, 22(1), 121-35.
- Singh G, 2015. Biology of orthodontic tooth movement. In: *Textbook of orthodontics*. Ed. Singh G, 3th ed, New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd, p. 227-34.
- Sirisha K, Srinivas M, Ravindranath D, 2014. Wilckodontics-A Novel Synergy in Time to Save Time. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8, 322-5.
- Slade GD, Spencer AJ, 1994. Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. *Community Dent Health*, 11(1), 3-11.
- Sodagar A, Donyavi Z, Arab S, Kharrazifard MJ, 2011. Effect of nicotine on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139(3), 261-65.
- Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K, 1999. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *J Bone Miner Res*, 14(4), 546-54.
- Sprogar S, Vaupotic T, Cör A, Drevensek M, Drevensek G, 2008. The endothelin system mediates bone modeling in the late stage of orthodontic tooth movement in rats. *Bone*, 43(4), 740-47.
- Stark TM, Sinclair PM, 1987. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 91(2), 91-104.
- Storey E, 1952. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust J Dent*, 56, 11-18.
- Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D, 2007. Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *Angle Orthod*, 77(2), 226-36.
- Summers S, 2000. Evidence-based practice part 1: pain definitions, pathophysiologic mechanisms, and theories. *J Perianesth Nurs*, 15, 357.
- Takano-Yamamoto T, Rodan GA, 1990. A model for investigating the local action of bone-acting agents in vivo: effects of hPTH(1-34) on the secondary spongiosa in the rat. *Calcif Tissue Int*, 47(3), 158-63.
- Talic N, Evans CA, Daniel JC, George A, Zaki AM, 2004. Immunohistochemical localization of $\alpha v \beta 3$ integrin receptor during experimental tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125(2), 178-84.
- Tan SD, Xie R, Klein-Nulend J, van Rheden RE, Bronckers ALJJ, ... Maltha JC, 2009. Orthodontic force stimulates eNOS and iNOS in rat osteocytes. *J Dent Res*, 88(3), 255-60.
- Toms SR, Lemons JE, Bartolucci AA, Eberhardt AW, 2002. Nonlinear stress-strain behavior of periodontal ligament under orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 122(2), 174-79.
- Toroglu MS, Bayramoglu O, Yarkin F, Tuli A, 2003. Possibility of blood and hepatitis B contamination through aerosols generated during debonding procedures. *Angle Orthod*, 73(5), 571-78.
- Tsai CY, Yang TK, Hsieh HY, Yang LY, 2016. Comparison of the effects of micro-osteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod*, 86(4), 558-64.
- Tunçer NI, Arman-Özçirpici A, Oduncuoglu BF, Göçmen JS, Kantarci A, 2017. Efficiency of piezosurgery technique in miniscrew supported en-masse retraction: a single-centre, randomized controlled trial. *Eur J Orthod*, 39(6), 586-94.

- Türkoğlu M, 1993. Ağrının tanımlanması ve ölçümü. Ağrı ve tedavisi. İbrahimYegül (ed). İzmir:Yapım Matbaacılık, 19-99.
- Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YS, Almas K, Sobue T, Allareddy V, Nanda R, 2017. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding—a randomized clinical trial. *Eur J Orthod*, 39(6), 595-600.
- Ülgen M, Üniversitesi D, 1986. Ortodontik tedavi prensipleri
- Ürer Ç, 2013. Ağız diş ve çene cerrahisi kliniğine ağrı yakınması ile başvuran hastalarda kişilik özellikleri ve diş tedavi deneyimleri ile ağrı algısı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vercellotti T, Podesta A, 2007. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 27(4):325-31
- Verna C, 2015. Regional Acceleratory Phenomenon. In *Tooth movement, Frontiers of oral biology*. Ed: Kantarci A, Will L, Yen S, vol 18, Basel, Karger Publishers, p. 28-35.
- Viwattanatipa N, Charnchairerk S, 2018. The effectiveness of corticotomy and piezocision on canine retraction: A systematic review. *Korean J Orthod*, 48(3), 200-11.
- Wahab RMA, Idris H, Yacob H, Ariffin SHZ, 2012. Comparison of self- and conventional-ligating brackets in the alignment stage. *Eur J Orthod*, 34(2), 176-81.
- Wedrychowska-Szulc B, Syryńska M, 2010. Patient and parent motivation for orthodontic treatment-- a questionnaire study. *Eur J Orthod*, 32(4), 447-52.
- Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE, 2009. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*, 67(10), 2149-59.
- Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ, 2001. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 21(1):9-19
- Wise GE, King GJ, 2008. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *J Dent Res*, 87(5), 414-34.
- Yaksh TL, Aimone LD, 1989. The central pharmacology of pain transmission. In: *Textbook of pain*. Eds: Wall PD, Melzack R, 2nd ed. Edingburg, Churchill Livingstone, p. 181-205.
- Yamasaki K, Miura F, Suda T, 1980. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *J Dent Res*, 59(10), 1635-42.
- Yamasaki K, Shibata Y, Fukuhara T, 1982. The effect of prostaglandins on experimental tooth movement in monkeys (*Macaca fuscata*). *J Dent Res*, 61(12), 1444-46.
- Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T, 1984. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 85(6), 508-18.
- Yamashiro T, Fukunaga T, Kobashi N, Kamioka H, Nakanishi T, Takigawa M, Takano-Yamamoto T, 2001. Mechanical stimulation induces CTGF expression in rat osteocytes. *J Dent Res*, 80(2), 461-65.
- Yazid MD, Ariffin SHZ, Senafi S, Razak MA, Wahab RMA, 2010. Determination of the differentiation capacities of murines' primary mononucleated cells and MC3T3-E1 cells. *Cancer Cell Int*, 10(1), 42.
- Yi J, Xiao J, Li Y, Li X, Zhao Z, 2017. Efficacy of piezocision on accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod*, 87(4), 491-98.
- Yücel A, 1997. Akut ağrı nörofizyolojisi. Hasta kontrollü analjezi (PCA). İstanbul, MER Matbaacılık ve Yayıncılık, s. 5-19.
- Zainal Ariffin SH, Yamamoto Z, Zainol Abidin IZ, Megat Abdul Wahab R, Zainal Ariffin Z, 2011. Cellular and molecular changes in orthodontic tooth movement. *Scientific World Journal*, 11, 1788-803.
- Zengo AN, Bassett CAL, Pawluk RJ, Proutzos G, 1974. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Am J Orthod*, 66(2), 130-9.

Zhang M, McGrath C, Hägg U, 2006. The impact of malocclusion and its treatment on quality of life: a literature review. *Int J Paediatr Dent*, 16(6), 381-87.



7. EKLER


7.1. EK-A. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Piezoiniszyon ve Mikro-Osteoperforasyon Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	SELÇUK ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Yerleşkesi 42075 Selçuklu / Konya
	TELEFON	+90 (332) 224 39 63
	FAKS	+90 (332) 224 39 63
	E-POSTA	etikselcuk@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd.Doç.Dr.Zeliha Müge BAKA			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	Bap Koordinatörlüğü			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	Selçuk Üniversitesi			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TORU	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 type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Hasibe ARTAÇ
İmza: 

ASLI GİBİDİR

S. Saicem ÇELİK
Etik Kurul Sekreteri

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Piezoinisizyon ve Mikro-Osteoperforasyon Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	10.05.2018	2
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	26.02.2018	2	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	21.07.2017	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	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	ILAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 20	Tarih: 17.05.2018		
	Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumunun 03.05.2018 tarih ve E.82960 sayılı yazısı ile bildirilen eksikliklerin giderildiğine dair sunulan belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmada etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına oy birliği 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:	Prof. Dr. Hasibe ARTAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof.Dr. Hasibe ARTAÇ	Çocuk Sağ. Ve Hast. Başkan	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>Hasibe</i>
Doç.Dr. Hatice TÜRK DAĞI	Tıbbi Mikrobiyoloji Başkan Yardımcısı	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr. Jale Bengi ÇELİK	Anestezi ve Reanim. Bilgilendirme Yet. Öldüğü İyeye	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>Jale</i>
Prof.Dr.Holagu BARIŞKANER	Tıbbi Farmakoloji	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>Holagu</i>
Prof.Dr.Nilsel OKUDAN	Fizyoloji	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>Nilsel</i>
Doç.Dr. İnci KARA	Anestezi ve Reanim.	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>İnci</i>
Doç.Dr. Mehmet AKIN	Ortodonti	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	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"/>	<i>Mehmet</i>
Doç.Dr.Serhat TÜRKÖĞLU	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	<i>Serhat</i>

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Hasibe ARTAÇ
İmza: *Hasibe*



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Piezoinisizyon ve Mikro-Osteoperforasyon Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	10.05.2018	2	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	26.02.2018	2	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	21.07.2017	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	Belge Adı	Açıklama				
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>				
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	ILAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 20	Tarih: 17.05.2018				
	Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumunun 03.05.2018 tarih ve E.82960 sayılı yazısı ile bildirilen eksikliklerin giderildiğine dair sunulan belgeler araştırmanın/çalışmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmada etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına oy birliği 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:	Prof. Dr. Hasibe ARTAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza
Prof.Dr. Hasibe ARTAÇ	Çocuk Sağ. Ve Hast. Başkan	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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. Hatice TÜRK DAĞI	Tıbbi Mikrobiyoloji Başkan Yardımcısı	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr. Jale Bengi ÇELİK	Anestezi ve Reanim. Bilgilendirmenin Yet. Olduğu üye	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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.Hülagu BARIŞKANER	Tıbbi Farmakoloji	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	
Prof.Dr.Nilsel OKUDAN	Fizyoloji	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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. İnci KARA	Anestezi ve Reanim.	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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. Mehmet AKIN	Ortodonti	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	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.Serhat TÜRKÖĞÜLU	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr. Hasibe ARTAÇ
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.



7.2. EK-B. Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Onay Belgesi



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

NORMAL

Sayı : 71146310-511.06-E.102052
Konu : 2017-151

30.05.2018

Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeliha Müge Baka
Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
KONYA

İlgi : 29.05.2018 tarihli ve E.150482 sayılı başvurunuz.

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz, aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgi klinik araştırmaya 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	Piezoinsizyon ve Mikro-Osteoperforasyon Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması
Koordinatör Merkez	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
Koordinatör / Sorumlu Araştırmacı	Yrd. Doç. Dr. Zeliha Müge Baka
Protokol tarihi / versiyon no	10.05.2018 V:02
BGOF tarihi / versiyon no	26.02.2018 V:02
ORF tarihi / versiyon no	21.07.2017 V:01
Araştırma Broşürü tarihi / versiyon no	-

Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak;

- İthal edilecek araştırma cihazının ithalat izni için Kurumumuza müracaat edilmesi,
- CE işareti taşımayan klinik araştırma amaçlı cihazın araştırma haricinde kullanılmaması,
- Gönüllülerden alınan ve ülke dışına çıkarılacak olan numuneler için biyolojik materyal transfer formunda belirtilen şartların yerine getirilmesi,

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

Bilgi için: Elmas TÜRE
Unvan: Biyolog

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman <http://ebs.itck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır. Dokümanın doğrulama kodu : Q3NRZWS6SHY3ZW56SHY 3ZW56S3k0



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

- 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 ürününün 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,
- Sorumlu araştırmacı olarak yazımızın bir örneğinin ilgili etik kurula iletilmesi hususlarında bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Asım HOCAOĞLU
Kurum Başkanı a.
Daire Başkanı

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 İçin: 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 : Q3NRZW56SHY3ZW56SHY3ZW56S3k0

7.3. EK-C. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

 <p>T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu</p>	ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Doküman Adı: KADB-F.23- R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 1/4
		Onaylayan: Daire Başkanı

Tarih:26.02.2018

Versiyon no:02

Siz veya çocuğunuz Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından yapılan çalışmamıza katılıp katılmamakta tamamen serbestsiniz. Aşağıda bu çalışmayla ilgili bazı bilgiler bulacaksınız.

Ortodontik tedavi ile ilgili olarak hem hastaların hem de ortodontistlerin karşılaştığı önemli zorluklardan biri tedavi süresinin uzun olmasıdır. Alt çene ön bölgede meydana gelen ciddi çapraşıklıkların seviyelenmesi oldukça zaman alan bir işlemdir. Bu zorluğun üstesinden gelmek için çeşitli cerrahi teknikler geliştirilmiş ve denenmiştir. Son zamanlarda, diş hareketini hızlandırmak için çeşitli teknikler bildirilmiştir. Bu teknikler arasında bir alternatif olarak minimal girişimsel bir teknik olan piezoinisizyon tekniği ve mikro-osteoperforasyon tekniği tanıtılmıştır.

Bu çalışmanın amacı alt çenede ön bölgede meydana gelen kesici diş çapraşıklığını seviyelemede piezoinisizyon ve mikro-osteoperforasyon tekniklerinin ortodontik diş hareketi üzerine etkisini karşılaştırmak, bu tekniklerin diş eti sağlığı üzerine etkilerini belirlemektir. Dolayısıyla ortodontik diş hareketinin hızlandırılmasıyla ortodontik tedavi süresinin kısaltılması da amaçlanmaktadır.

Çalışmamız alt çenede diş çekimi yapılmayacak sabit ortodontik tedavi ihtiyacı olan hastalar üzerinde yürütülecektir. Çalışmamızdaki hastalardan ayrıntılı bir hikaye alındıktan sonra muayene yapılacaktır. Çalışmamıza uygunluğunuza karar verildikten sonra rutin ortodontik tedavinize başlanacaktır. Alt çenede teliniz takılmadan önce alt çenenizin ön kısmına lokal anestezi uygulanmasını takiben piezoinisizyon veya mikro-osteoperforasyon işlemi uygulanacaktır. Bu işlemlerden hangisinin yapılacağı rastgele seçilecektir.

Piezoinsizyon dişetini kaldırmadan küçük dişeti ve kemik kesilerini içeren ve dikiş gerektirmeyen bir işlemdir. Alt çenenizin ön tarafında orta kesici dişler arasında ve her iki tarafta yan kesici ve köpek dişleri arasında olacak şekilde 3 adet 4 mm uzunluğunda kesi yapılacaktır. Bu kesi yerlerinden kemiğe ulaşılarak diş köklerinin arasında kalan kemiğe piezoinsizyon bıçakları aracılığıyla kesi yapılacaktır.

Mikro-osteoperforasyon tekniği lokal anestezi altında herhangi bir kesi işlemi içermeyen kemik üzerinde bunun için üretilmiş propel adında özel bir apacey aracılığıyla küçük delikler açmayı sağlayan bir işlemdir. Mikro-osteoperforasyon grubundaki hastamıza lokal anestezi altında herhangi bir kesi işlemi yapılmadan piezoinsizyon grubundaki uygulama bölgeleri ile aynı olacak şekilde propel cihazı kullanılarak kemikte delikler açılacaktır. Bu işlemlerden doğabilecek olası yan etkiler; kök hasarı, enfeksiyon ve diş eti çekilmesidir. Dört haftada bir rutin ortodontik kontrolleriniz için çağırılacak ve ortodontik modeller elde edilerek diş hareket miktarı belirlenecektir. Rutin ortodontik tedaviniz sırasında seviyeleme başlamadan önce ve seviyeleme işlemine başladıktan 4 ay sonra ortodontik kayıtlar (ölçü, fotoğraf) alınacak ve diş eti sağlığı ile ilgili parametreler kaydedilecektir.

Bu çalışma ile piezoinsizyon ve mikro-osteoperforasyon tekniklerinin ortodontik diş hareketini hızlandırmadaki etkinliği, diş eti sağlığı ile ilgili parametrelerde herhangi bir fark olup olmadığı ve yapılan bu teknikler ile hastanın konforu araştırılacaktır.

Çalışmanın yürütücüsü Yrd. Doç. Dr. Zeliha Müge BAKA ve yardımcı yürütücüsü Dt. Burcu KILINÇ'tır. İlgili kişilere 0 332 223 11 74/0505 912 26 72 numaralı telefonla ulaşabilirsiniz. Çalışmaya katılacak bireylerin çalışma kapsamında kalacağı süre 4 aydır. Hastalar çalışma süresince ve çalışma bittikten sonra ortodontik tedavi sonrası rutin kontrollerine rutin bir şekilde devam edecektir. Çalışmamıza katılan gönüllülerin ortodontik tedavi süresi boyunca diş fırçalamaya özen göstermeleri ve randevularına gelirken diş fırçalarını da yanlarında getirmeleri gerekmektedir.

Verilen randevu tarihlerinde kontrole gelmeyen, tüm uyarılara rağmen ağız temizliğine dikkat etmeyen ve uyum göstermeyen bireyler araştırma kapsamı dışına

ıkarılacaktır. Araştırmamızda kan rneği alınmayacak ve herhangi bir ilaç kullandırılmayacaktır.

Araştırma kapsamındaki bireylerin özel hayatını korumak amacıyla kod, güvenlik numarası vb. yöntemler uygulanacaktır. Hastalardan alınan bütün kayıtlar araştırma yürütücüsü tarafından toplu halde tutulacak ve saklanacaktır. Bütün işlemler bittikten sonra vaka uygun şekilde arşivlenecektir. Tüm hastaların kişisel bilgileri gizli tutulacaktır. Sadece hastanın doktoru ve vakayı takip ettiği danışmanı tarafından bilgilere ulaşılabilecektir. Bu tedavi kapsamında sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Bu çalışmaya dahil olan hastalara herhangi bir ücret ödemesi yapılmayacaktır.

Bütün kayıtların saklanma süresi en az beş yıldır. Çalışmamız gönüllülük esasına dayanmaktadır. Değerlendirme yapılan bireylerin kendi isteği doğrultusunda çalışma kapsamı dışında kalabilme hakkı vardır. Böyle bir karar Diş Hekimliği Fakültesinin tedavi hizmetlerinden yararlanmanızı etkilemeyecektir.

Çalışmaya dahil olan bireylerin çalışma ile ilgili soruları en kısa sürede yanıtlanacaktır. Sorular doğrudan araştırma yürütücüsüne ve/veya yardımcı araştırmacılar sorulabilir. Bu konuda gerekirse 0 332 223 11 74/0505 912 26 72 numaralı telefonu kullanabilirsiniz.

Yukarıdaki “ 3 “ sayfadan oluşan metni okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Bu koşullar altında “Piezoinsizyon ve Mikro- Osteoperforasyon Tekniklerinin Mandibular Anterior Dişlerin Seviyelenmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması” isimli klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin Adı, Soyadı
İmzası ve telefonu: Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Velisi / Yasal sorumlusu

Adı, soyadı: Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen hekim :

Adı soyadı, unvanı: Dt. Burcu KILINÇ

Adres: SÜ Diş Hek. Fak. Ortodonti ABD

Tel. 0 332 223 11 74 / 0505 912 26 72 İmza:

8. ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Serik'te dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Isparta'da tamamladıktan sonra, 2008 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde diş hekimi unvanı aldı. 2014 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladı. Halen aynı bölümde uzmanlık öğrencisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk sahibidir. Yabancı dili İngilizcedir.

