

T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

HYCON CİHAZININ FARKLI AKTİVASYON
PROTOKOLLERİNİN VE VİBRASYON
UYGULAMASININ KANİN DİSTALİZASYONU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Osman YILDIZ

Danışman
Prof. Dr. Ahmet YAĞCI

Uzmanlık Tezi

Ağustos 2020
KAYSERİ

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

HYCON CİHAZININ FARKLI AKTİVASYON
PROTOKOLLERİNİN VE VİBRASYON
UYGULAMASININ KANİN DİSTALİZASYONU ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Osman YILDIZ

Danışman
Prof. Dr. Ahmet YAĞCI

Uzmanlık Tezi

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından TDH-2019-8701 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Ağustos 2020
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı, Soyadı : Osman YILDIZ

İmza :



YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Kanin distalizasyonunda farklı aktivasyon protokolleri ile kesikli kuvvet uygulamasının diş hareketi üzerine etkilerinin incelenmesi” isimli Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesine uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan**Osman YILDIZ****Danışman****Prof. Dr. Ahmet YAĞCI****Anabilim Dalı Başkanı****Prof. Dr. Ahmet YAĞCI**

Prof. Dr. Ahmet YAĞCI danışmanlığında **Osman YILDIZ** tarafından hazırlanan **“Hycon Cihazının Farklı Aktivasyon Protokollerinin ve Vibrasyon Uygulamasının Kanin Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi”** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

...../...../.....

JÜRİ

Danışman: Prof. Dr. Ahmet YAĞCI

(Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fak. Ortodonti A.D.)

Üye: Doç. Dr. S. Kutalmış BÜYÜK

(Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fak. Ortodonti A.D.)

Üye: Doç. Dr. Nisa GÜL AMUK

(Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fak. Ortodonti A.D.)

ONAY

Bu tezin kabulü Fakülte Anabilim Dalının tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Ahmet YAĞCI

Anabilim Dalı Başkanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanması sırasında bilgisi, deneyimi, sabrı ve özverisiyle bana yardımcı olup destek veren Sayın Hocam ve Danışmanım Prof. Dr. Ahmet YAĞCI' ya,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan hocalarım Doç. Dr. Nisa GÜL AMUK' a, Dr. Öğr. Gökhan TÜRKER' e, Öğretim Görevlisi Gökhan ÇOBAN' a ve Öğretim Görevlisi Taner ÖZTÜRK' e,

Uzmanlık eğitim hayatıma renk katan asistan arkadaşlarıma, tüm idari ve yardımcı personele,

Çalışmalarım süresince birçok fedakârlık gösterip beni destekleyerek her an yanımda olan çok sevgili eşim Beyza'ya ve yaşamımın her döneminde yanımda olup bana destek olan aileme,

en içten duygularıyla TEŞEKKÜR EDERİM...

HYCON CİHAZININ FARKLI AKTİVASYON PROTOKOLLERİNİN VE VİBRASYON UYGULAMASININ KANİN DİSTALİZASYONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Osman YILDIZ

Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi

Ortodonti Anabilim Dalı

Uzmanlık Tezi, Ağustos 2020

Danışman: Prof. Dr. Ahmet YAĞCI

ÖZET

Amaç: Ortodontik diş hareketini hızlandırarak toplam tedavi süresini kısaltmak klinik ortodonti pratiğinin yıllardır üzerinde durduğu en önemli konulardandır. Bu çalışmanın amacı farklı kesikli kuvvet uygulama protokolleri ile vibrasyon uygulamasının kanin distalizasyonu üzerine etkilerini incelemek ve karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metod: Çalışmamız dişsel sınıf II ilişkiye sahip 16 kız ve 8 erkek toplam 24 birey üzerinde yürütülmüştür. Çalışmaya katılan bireylerin tedavi başındaki ortalama yaşı $15,07 \pm 1,14$ 'tür. Üst çenede 2 birinci premolar çekimli sabit ortodontik tedavi gereksinimi olan bireyler çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya dâhil edilen hastalar rastgele iki gruba ayrılmış ve bir gruba distalizasyon süresi boyunca titreşim uygulaması yaptırılmıştır. Ayrıca çalışmamız split-mouth olarak tasarlandığı için tüm hastaların sağ ve sol tarafında bulunan Hycon distalizasyon vidası farklı protokollerde çevrilmiştir. Buna göre sağ tarafta bulunan tüm Hycon cihazları 3 günde 1 yarım tur aktive edilirken(Rutin Protokol), sol tarafta bulunan cihazlar 1.gün yarım tur aktive edilmiş, 2.gün yine yarım tur aktive edilmiş, 3.gün ise yarım tur deaktive edilmiştir(Modifiye Protokol). Böylece 3 gün sonunda tüm Hycon cihazları yarım tur aktive edilmiş ve kuvvetler eşitlenmiştir. Hastalar diş çekim boşlukları tamamen kapanana kadar vidaları çevirmeye devam etmiştir. Tedavi başında, seviyeleme sonrası ve distalizasyon sonrası dönemlerde fotoğraf, röntgen ve alçı model kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlara ek olarak distalizasyon süresi boyunca 3 haftada bir ağız içi fotoğraf kayıtları elde edilmiştir. T0, T1 ve T2 dönemlerinde kanin dişlerinden paralel yöntemle alınan periapikal radyograflar kullanılarak kök rezorbsiyonu değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca

hastaların doldurduğu görsel analog skalaları kullanılarak ağrı seviyeleri de karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Analizler sonucunda titreşim uygulaması yapılan ve distalizasyon vidasını modifiye protokolde kullanan grupta kanin distalizasyon hızı istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur. Distalizasyon vidasını çevirme protokollerini karşılaştırdığımızda modifiye protokolün rutin protokolden kanin distalizasyon hızı açısından daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Titreşim uygulamasının diş hareket hızı üzerine pozitif yönde limitli bir etkisi olmuştur. Kök rezorbsiyonu ve ağrı seviyeleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktur.

Sonuçlar: Diş hareketini hızlandırmada; modifiye kesikli kuvvet uygulama protokolü, rutin kesikli kuvvet uygulama protokolüne göre daha başarılıdır. Kesikli kuvvet ile diş hareketi yaptırılan uygulamalarda bu kuvvet protokolünün kullanılması ortodonti kliniğinde tedavi süresini kısaltması açısından fayda sağlayacaktır. Ancak titreşim uygulamasının maliyeti ve klinik getirisi göz önüne alındığında ortodonti pratiğine katkısı tartışmaya açık bir konudur.

Anahtar Kelimeler: Kesikli kuvvet, titreşim, diş hareket hızı.

**INVESTIGATION THE EFFECT OF DIFFERENT ACTIVATION
PROTOCOLS OF HYCON DEVICE WITH VIBRATION APPLICATION ON
CANINE DISTALIZATION**

Osman Yıldız

Erciyes University, Faculty of Dentistry

Department of Orthodontics

Specialist Thesis, August 2020

Supervisor: Professor Doctor Ahmet YAGCI

ABSTRACT

Aim: One of the most important topic that clinical orthodontic practice has focused on for years is to accelerate the orthodontic tooth movement and shorten the total treatment time. The aim of this study is to examine and compare the effects of different interrupted force application protocols and vibration application on canine distalization. All Hycon devices on the right are activated 1 half turn in 3 days (Routine Protocol).

Material and Method: 24 dental class II subject (16 female and 8 male) were included in this study. The mean age was $15,07 \pm 1,14$ years. Two upper first premolar extraction cases were included in this study. The patients included in the study were randomly divided into two groups and one group was given vibration application during the distalization period. In addition, since our study was designed as split-mouth, the Hycon distalization screw on the right and left side of all patients was activated in different protocols. The devices on the left are activated half a turn on the first day, half a turn is activated on the second day, and half a turn is deactivated on the third day (Modified Protocol). Patients continued to turn the screws until the tooth extraction gaps were completely closed. Photographs, radiographs and study models were taken at the beginning of treatment, after leveling and after canine distalization. In addition to these recordings, intraoral photo recordings were obtained every 3 weeks during the distalization period. Root resorption evaluation was performed using periapical radiographs taken from canine teeth in periods of T0, T1 and T2. Pain levels were also compared using visual analog scales (VAS).

Results: As a result of the analysis, the speed of canine distalization was found to be statistically significantly higher in the group that used vibration and using the distalization screw in the modified protocol. When we compared the protocols for turning the distalization screw, it was found that the modified protocol was more effective than the routine protocol in terms of canine distalization rate. The application of vibration had a positive limited effect on tooth movement speed. There is no significant difference between the groups in terms of root resorption and pain levels.

Conclusions: In accelerating tooth movement; The modified interrupted force application protocol is more effective than the routine interrupted force application protocol. In applications where tooth movement is performed with interrupted force, the use of this force protocol will be beneficial in terms of shortening the treatment time in the orthodontic clinic. However, considering the costs and clinical benefits of the application of vibration, its contribution to orthodontic practice is open to debate.

Keywords: Interrupted force, vibration, rate of tooth movement.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	xv
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ortodontik Diş Hareketi.....	3
2.1.1. Diş Hareketi Mekanizmasını Açıklayan Teoriler.....	5
2.1.1.1. Basınç-Gerilim teorisi.....	5
2.1.1.2. Piezoelektrik Teori	6
2.1.1.3. Çoklu Hücre Sinyal Yolları Teorisi.....	7
2.2. Ortodontik Kuvvet	7
2.2.1. Ortodontik Kuvvetin Şiddeti	7
2.2.1.1. Hafif Kuvvetler:	7
2.2.1.2. Ağır kuvvetler	7
2.2.2. Ortodontik Kuvvetin Süresi	8
2.2.2.1. Sürekli Kuvvetler	8
2.2.2.2. Kesikli Kuvvetler	8
2.2.2.3. Aralıklı Kuvvetler:	8

2.3. Optimum Ortodontik Kuvvet	8
2.3.1. Optimum Kuvvetin Süresi ve Devamlılığı	10
2.3.2. Kanin Distalizasyonu için Optimum Kuvvet	11
2.4. Çekimli Ortodontik Tedaviler	11
2.4.1. Çekim Boşluklarının Kapatılması ve Ankraj	12
2.4.2. Ankrajın Temeli ve Felsefesi	13
2.4.3. Ortodontide Ankraj.....	13
2.4.3.1 Ankrajın Güçlendirilmesi ve Kullanılan Güncel Yaklaşımlar	14
2.4.3.1.1 Ankraj Kontrolünde Geleneksel Yöntemler	14
2.4.3.1.2. İskeletsel Ankraj	15
2.5. Kanin Distalizasyonu	16
2.5.1. Kanin Distalizasyonunda Kullanılan Kuvvet Kaynakları.....	17
2.5.1.1. Lace backler	17
2.5.1.2. Nikel Titanyum Yaylar	17
2.5.1.3. Elastomerik Ürünler	18
2.5.1.4. Vidalı ve Kesikli Kuvvet Kaynakları	18
2.6. Hızlandırılmış Diş Hareketi	19
2.6.1. Cerrahi Uygulamalar	20
2.6.1.1. Periodontal Ligament Distraksiyonu ve Dentoalveolar Distraksiyon.....	20
2.6.1.2. Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti (PAOO)	21
2.6.1.3. Kortizisyon.....	21
2.6.1.4. Piezosizyon	22
2.6.1.5. Mikroosteoperforasyon.....	22
2.6.2. İlaç Uygulamaları	23
2.6.3. Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar.....	23

2.6.3.1. Doğrudan Elektrik Akımları ve Elektromanyetik Stimülasyon	23
2.6.3.2. Düşük Doz Lazer Uygulamaları.....	23
2.6.3.3. Fotobiyomodülasyon	24
2.6.3.4. Titreşim Uygulamaları.....	24
2.6.3.4.1 Titreşim Tipleri ve Etki Mekanizmaları	24
2.6.3.4.1.1 Tüm vücut vibrasyonu	24
2.6.3.4.1.2 Atımlı elektromanyetik alan vibrasyonu (PEMF).....	25
2.6.3.4.1.3 Ultrasonik vibrasyon.....	26
2.6.3.4.1.4 Rezonans vibrasyon	26
2.7. Ortodontik Tedavide Kuvvet Kaynaklı Kök Rezorbsiyonu	27
2.8. Ortodontide Ağrı.....	28
3.GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Bireyler ve Seçim Kriterleri	31
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Braketlerin ve bantların yerleştirilmesi	32
3.2.2. Röntgen ve Ölçü Kayıtlarının Alınması	33
3.2.3. Ankrajın planlanması ve uygulanması.....	34
3.2.4. Kesikli kuvvetin uygulama prosedürü, vibrasyon uygulaması ve gruplar arası dağılımı	35
3.2.5. Çalışma Süresi.....	37
3.2.6. Sefalometrik Film Analizleri	37
3.2.6.1. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Noktaları.....	38
3.2.6.2. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Düzlemleri	41
3.2.6.3. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Ölçümler	42

3.2.6.4. Lateral Sefalometrik Film Ölçümlerinin Değerlendirilmesi	46
3.2.7. Üç Boyutlu (3D) Ortodontik Model Analizi	47
3.2.7.1. Çekim Boşluğu Değerlendirmeleri	49
3.2.7.2. Kanin Distalizasyon Hareketi Miktarı Değerlendirmeleri.....	50
3.2.7.3. Molar Mesializasyon Hareketi Miktarı Ölçümleri	50
3.2.7.4. Kanin Rotasyon Miktarı Ölçümleri	50
3.2.7.5. Molar Rotasyon Miktarı Ölçümleri	51
3.2.8. Kök Rezorpsiyonu Ölçümleri	52
3.2.9. Ağrı Deneyimi Ölçümleri	52
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	54
3.4. Metot Hata Kontrolünün Değerlendirilmesi	54
4.BULGULAR	56
4.1. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları.....	57
4.1.1. Lateral Sefalometrik Filmlerde Yapılan İskeletsel Ölçümlere Ait Bulgular	57
4.1.2. Lateral Sefalometrik Filmlerde Yapılan Dentoalveolar Ölçümlere Ait Bulgular	57
4.1.2.1. Keser Dişlere Ait Dentoalveolar Ölçüm Bulguları	57
4.1.2.2. Üst kanin ve birinci molar dişlere ait dentoalveolar ölçüm bulguları	58
4.2. Üç Boyutlu (3d) Ortodontik Model Analizi Değerlendirme Bulguları	62
4.2.1. Kanin Distalizasyon Hızı Bulguları.....	63
4.3. Kök Rezorpsiyonu Bulguları.....	65
4.4. Ağrı Bulguları.....	66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	68

5.1. Amaç	68
5.2. Birey Ve Yöntem.....	70
5.2.1. Birey	70
5.2.2. Yöntem.....	70
5.2.2.1. Ankraj	71
5.2.2.2. Kesikli Kuvvet Sistemi.....	72
5.2.2.3. Titreşim Uygulama prosedürü	73
5.2.2.4. Üç Boyutlu Ortodontik Model Analizleri.....	75
5.3. Bulgular.....	76
5.3.1. Sefalometrik Değerlendirme Bulguları.....	76
5.3.1.1. İskeletsel Ölçümlere Ait Bulgular.....	76
5.3.1.2. Keser Dişlerde Yapılan Ölçümlere Ait Bulgular	76
5.3.2. Kanin ve Molar Dişlerde Meydana Gelen Değişiklikler.....	77
5.3.2.1 Kanin Distalizasyon Miktarı.....	77
5.3.2.2 Molar Mesializasyon Miktarı	77
5.3.2.3. Kanin Distal Devrilme Miktarı.....	78
5.3.2.4. Molar Mezial Devrilme Miktarı	79
5.3.2.5. Kanin Rotasyon Miktarı	80
5.3.2.6. Molar Rotasyon Miktarı	81
5.3.2.7. Kanin Vertikal Hareket Miktarı.....	82
5.3.2.8. Molar Vertikal Hareket Miktarı.....	82
5.3.3. Kanin Distalizasyon Hızı	83
5.3.4. Kök Rezorpsiyonu Bulguları	85
5.3.5. Ağrı Bulguları	87

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	88
----------------------------	----

7.KAYNAKLAR	90
-------------------	----

EKLER

ÖZGEÇMİŞ



KISALTMALAR ve SİMGELER

gr: Gram

Kg: Kilogram

MK: Modifiye kesikli kuvvet

MKA: Modifiye kesikli kuvvet + Acceledeent

mm: Milimetre

N: Newton

NiTi: Nikel Titanyum

PDL: Periodontal ligament

RANKL: Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand

RAP: Bölgesel Hızlanma Fenomeni (Regional Acceleratory Phenomenon)

RK: Rutin kesikli kuvvet

RKA: Rutin kesikli kuvvet + Acceledeent

VAS: Visual analog skala

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo.1 Hafif Kuvvet Uygulamalarında Doku Cevabı	4
Tablo 2. Ağır Kuvvet Uygulamalarında Doku Cevabı	4
Tablo 3. Split-mouth dizayn, gruplar ve diş sayıları.....	37
Tablo 4. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümlerin T1-T2 dönemleri arasındaki karşılaştırmaları.....	56
Tablo 5. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst keser dişlere ait bulguların T1-T2 dönemleri arasındaki karşılaştırmaları	57
Tablo 6. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst kanin dişlere ait ölçümler ve grup içi karşılaştırmaları.....	59
Tablo 7. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst kanin dişlere ait ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmaları	60
Tablo 8. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst molar dişlere ait ölçümler ve grup içi karşılaştırmaları.....	61
Tablo 9. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst molar dişlere ait ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmaları.....	61
Tablo 10. 3D model analizi ölçümlerine ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması.....	62
Tablo 11. 3D model analizi ölçümlerine ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması.....	63
Tablo 12. Kanin distalizasyon hız ve sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması	64
Tablo 13. Kanin distalizasyon hızlarının gruplar arası karşılaştırılması	64
Tablo 14. Kök rezorpsiyonu skorlamalarının gruplar arası karşılaştırılması	65
Tablo 15. Ağrı bulgularının gruplar arası karşılaştırılması	66

ŞEKİLLER LİSTESİ

Resim 1. Distalizasyona başlanacak seans röntgen kayıtları alınırken kanin ve molar dişlere yerleştirilen referans tellerin ağız içi görüntüleri	33
Resim 2. Röntgen görüntüleri	34
Resim 3. Ankraj amacıyla kullanılan mini vida ve tornavidası	34
Resim 4. Lokal anestezi altında mini vidaların yerleştirilmesi.	35
Resim 5. Hycon cihazı çevirme protokolü.....	36
Şekil 1. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans noktaları.....	39
Şekil 2. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans noktaları	40
Şekil 3. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans düzlemleri.....	41
Şekil 4. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans düzlemleri	42
Şekil 5. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümler	43
Şekil 6. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait açısal ölçümler	44
260/PD mm: 260 noktası ile PD arasındaki dik uzaklıktır.	46
Resim 6. Hastalara ait modellerin taranması ve dijital 3 boyutlu modellerin elde edilmesi	48
Resim 7. T1 ve T2 modellerinin karşılaştırılmasında kullanılan noktalar ve karşılaştırılmış modellerin görünümü.....	49
Resim 8. 3 boyutlu model üzerinde çekim boşluğunun ölçülmesi.....	50
Resim 9. 3 boyutlu model üzerinde kanin distalizasyon hareketi miktarı ölçümü	50
Resim 10. 3 boyutlu model üzerinde kanin rotasyon miktarının ölçümü.....	51
Resim 11. 3 boyutlu model üzerinde molar rotasyon miktarının ölçümü	52
Resim 12. Hastalara deneyimlenen ağrıyı skorlamaları için verilen skala	53
Grafik 1. Ağrı bulgularının gruplar arası karşılaştırılması.....	67

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Sabit ortodontik tedavi ortalama 2 yıl süren hasta ve hekim için sabır gerektiren bir tedavidir (1). Tedavi süresi uzadıkça hastalarda; çürük, periodontal problemler ve kök rezorbsiyonu oluşma riski artmaktadır. Tedavi sürecinin uzaması, başlangıçta tedavi için istekli olan hastalar için bile bir süre sonra sıkıntılı ve sıkıcı bir süreç haline gelebilmektedir. Ayrıca uzun süreli tedavi süreleri tedavi maliyetini yükseltmekte, hasta ve ulusal sağlık sistemi üzerine binen yükü arttırmaktadır (1, 2). Ortodontik tedaviyi periodonsiyuma zarar vermeden olabilecek en kısa sürede tamamlamak, tedavi sonrası iyi organize olmuş bir periodonsiyum oluşturmak ve nüksü engellemek hem hasta hem hekim için çok önemlidir.

Dişsel sınıf II maloklüzyonlarda, dental arklardaki orta dereceli veya şiddetli çapraşıklıklarda, bimaxillar protrüzyon vakalarında, orta hat problemlerinde ve vertikal boyuttaki düzensizliklerin ortodontik tedavi ile düzeltilmesinde diş çekimine başvurulabilmektedir (3, 4). Çapraşıklığı gidermek amacıyla yapılan çekimler genellikle çapraşıklığa en yakın bölgeden yapılmaktadır (5). Çekim sonrası var olan boşluğun anterior dişlerin geriye hareketi ile kapatılacağı durumlarda seviyeleme aşamasından sonra kanin distalizasyonu ilk yapılacak işlemdir. Bu aşama çekimli tedavilerin en önemli aşamalarından biridir (6, 7). Kanin distalizasyonu sürtünmeli ve sürtünmesiz sistem olarak iki şekilde yapılabilir. Sürtünmeli sistemde diş, ark teli üzerinde hareket edeceğinden seviyeleme aşamasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kanin dişe etkiyen devrilme momentini tel karşılar ve diş daha paralel bir şekilde hareket eder (8).

Kanin dişlerinin distalizasyonu sırasında uygulanan kuvvetin büyüklüğü son derece önemlidir. Bu konuda literatürde genel bir görüş birliği olmamasına rağmen yapılan çalışmalar 75-260 gr büyüklüğündeki kuvvetleri önermektedir (6, 9-11). Yüksek kuvvetler, PDL' in sıkışma bölgesinde kan akımının durmasına sebep olarak

hiyalinizasyon dokusu meydana gelmesine ve diş hareketinin durmasına, ağrı ve kök rezorbsiyonu gibi istenmeyen etkilere sebep olabilirler. Bu nedenle yüksek kuvvetlerden kaçınılarak daha fizyolojik hafif kuvvetler uygulanmalıdır (5, 8).

Hızlı diş hareketi elde etmek için çeşitli lokal-sistemik ilaç uygulamaları, mekanik-fiziksel stimülasyonlar ve bazı cerrahi uygulamalar denenmekte ve kullanılmaktadır (12). Hızlı diş hareketi elde etmek için hafif ve devamlı kuvvetler uygulanması gerektiğini öne süren çalışmaların yanında, kuvvet sürekliliğinin önemli olmadığını kesikli kuvvetlerin daha fizyolojik olduğunu vurgulayan çalışmalarda mevcuttur (5, 13-16). Üstelik kesikli kuvvetlerin kök rezorbsiyonunun azalmasını sağladığını ve dinlenme periyodlarının rezorbe olan lakünaların tamirine izin verdiği de bildirilmiştir (17).

Diş hareketini hızlandırmak amacıyla kullanılan cerrahi yöntemler başarılı sonuçlar vermiş olsa da invaziv olması, enfeksiyon riski, hasta kabulünün düşük olması gibi dezavantajlarından dolayı rutin ortodonti pratiğinde kullanılamamaktadır (18). İlaç uygulamaları diş hareketini hızlandırmada faydalı bulunmuştur ancak uygulama sırasında ağrı hissedilmesi, sistemik ve lokal yan etkileri olmasından dolayı günümüzde tercih edilmemektedir (19, 20). Bu uygulamalar ile karşılaştırıldığında şimdiye kadar olumsuz bir etkisi bildirilmemiş olan titreşim uygulamaları diş hareketini hızlandırmak ve tedavi sırasında oluşabilen ağrıyı azaltmak amacıyla non-invaziv bir metod olarak kullanılabilmektedir (21, 22).

Çalışmamızın amacı, titreşim uygulaması ile kesikli kuvvet üreterek kanin distalizasyonu yapan bir sistemi farklı protokollerde kullanarak ortodontik diş hareketi üzerine etkilerini inceleyip karşılaştırmaktır. Literatürde kesikli kuvvet uygulama prensibi, kuvvet sisteminin önce aktive edilmesi, sonra belli bir süre beklenilmesi ve daha sonra tekrar aktive edilmesi şeklinde uygulanmıştır. Literatürden farklı olarak, çalışmamızda kullandığımız kesikli kuvvet uygulama sisteminde hem aktivasyon hem deaktivasyon periyotları vardır.

Titreşim uygulaması ile bu yeni kesikli kuvvet uygulama prosedürünü kullanarak biyolojik sınırlar içinde daha hızlı diş hareketi elde etmeyi hedeflemek

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, dişe dışardan uygulanan kuvvete karşı periodontal dokuların verdiği biyolojik bir yanıttır. Yeterli büyüklükte ve belirli bir süre kuvvet uygulamasını takiben alveol soketinde remodeling olayının gerçekleşmesi sonucu ortodontik diş hareketi meydana gelir (5). Remodeling kemiğin endosteal ve periosteal yüzeylerinde meydana gelen apozisyon ve rezorbsiyon olayları sonucu kemik yapının boyutunda ve şeklinde değişiklik oluşmasını ifade eder. Mekanik faktörler tarafından kontrol edilen apozisyon kemik yapımını, rezorbsiyon ise kemik yıkımını tanımlamaktadır (8).

Ortodontik diş hareketi çevresel ve lokal biyolojik farklılıklara bağlı olarak hızlı ya da yavaş olabilmektedir (13).

Ortodontik olarak gerçekleşen diş hareketleri sırasında hem periodontal ligamentte hem de periodontal ligamente komşu kemik duvarında önemli değişiklikler oluşmaktadır. Dişin kronuna bir kuvvet uygulandığı zaman, hareket yönündeki periodontal ligamentte alveol kemiği ile dişin kökü arasında bir daralma ve basınç meydana gelirken, hareketin ters yönündeki periodontal ligamentte bir gerilme meydana gelir. Periodontal ligamentin sıkışması sonucunda basınç altındaki alanlarda alveol kemiğinde bir rezorbsiyon meydana gelirken, periodontal ligamentin gerildiği tarafta kemik apozisyonu oluşur (23). Apozisyon ve rezorbsiyon olayları ortodontik bir kuvvetin uygulandığı her tip diş hareketi için aynıdır. Ancak bu kuvvetlerin büyüklüğü, yönü ve süresi gibi birçok istisna ile değişkenlik gösterir. Diş hareketi ile ilk olarak lifler, hücreler, kılcal damarlar ve sinirler gibi periodontal ligament doku elemanları değişikliğe uğrarken, ikincil olarak alveol kemiği değişime uğrar (24).

Bir dişe hafif ve ağır kuvvetler uygulanmasının periodontal ligament üzerindeki etkileri farklılık gösterir (tablo 1 ve 2) (5).

Tablo.1 Hafif Kuvvet Uygulamalarında Doku Cevabı

<1 sn	PDL sıvısı sıkıştırılmaz akıma devam eder. Alveoler kemik bükülür. Piezoelektrik sinyalleri oluşur.
1-2 sn	Yeni PDL sıvısı salgılanır. Dış PDL boşluğunda hareket eder.
3-5 sn	PDL içindeki kan damarları basınç bölgesinde kısmen sıkışır. PDL içindeki kan damarları gerilim tarafında dilate olur. PDL fibrilleri ve hücrelerinin mekanik olarak biçimleri bozulur.
Dakikalar	Kan akımı ve oksijen seviyesi değişir. Prostaglandinler ve sitokinler salınmaya başlar.
Saatler	Metabolik değişiklikler meydana gelir. Kimyasal haberciler hücresel aktiviteyi değiştirir. Enzim seviyeleri değişir.
4-6 saat	Artmış cAMP seviyesi belirlenebilir. PDL' de hücresel farklılaşma başlar.
1-2 gün	Osteoklastlar ve osteoblastlar farklılaşmaya başlar ve remodeling meydana gelir. Dış hareketi başlar.

Tablo 2. Ağır Kuvvet Uygulamalarında Doku Cevabı

<1 sn	PDL sıvısı sıkıştırılmaz akıma devam eder. Alveoler kemik bükülür. Piezoelektrik sinyalleri oluşur.
1-2 sn	Yeni PDL sıvısı salgılanır. Dış PDL boşluğunda hareket eder.
3-5 sn	PDL içindeki kan damarları basınç bölgesinde tamamen sıkışır.
Dakikalar	Sıkışan PDL bölgesinde kan akımı durur.
Saatler	Sıkışan alanda hücreler çekirdeklerini kaybeder ve ölür.
3-5 gün	Komşu dar boşluklarda hücre farklılaşması meydana gelir. Kemik rezorpsiyonu başlar.
7-14 gün	Komşu PDL bölgesindeki lamina dura rezorbe olur. Dış hareketi başlar.

2.1.1. Diş Hareketi Mekanizmasını Açıklayan Teoriler

Diş hareketinin bir ortodontik kuvvet uygulanması sonucu meydana gelmesi muhtemel üç teori ile açıklanır. Bu üç temel teori basınç-gerilim teorisi, piezoelektrik ve çoklu hücre sinyal yolları teorileridir.

2.1.1.1. Basınç-Gerilim teorisi

Diş hareketinin klasik teorisi olan basınç gerilim teorisine göre, diş hareketini sağlayan hücresel farklılaşma için gerekli uyarı elektriksel sinyallerden ziyade kimyasal uyarılar aracılığı ile gerçekleşir (5). Bu teori 1932 yılında Schwarz tarafından ileri sürülen en basit ve en çok kabul edilen teoridir (25).

Ortodontik kuvvetin uygulanmasıyla, dişin periodontal aralığı boyunca hareket etmesi sonucunda basınç tarafında kan damarları sıkışarak kan akımını azaltır, diğer tarafta periodontal aralık genişler ve kan akışı devam eder ya da artar. Aşırı gerilme durumunda ise kan akımı geçici olarak durabilir. Buna bağlı olarak iki tarafta da periodontal alanın kimyasal yapısı değişir. Örneğin sıkışma tarafında oksijen seviyesi düşerken gerilim tarafında artar. Bu kimyasal değişimler direk olarak ya da feedback mekanizması ile diğer aktif biyolojik ajanları aktive ederek hücresel farklılaşmayı başlatırlar. Bu bakış açısıyla diş hareketinin üç aşamada meydana geldiği söylenebilir (5).

1. PDL içerisindeki basınca bağlı olarak kan akımındaki değişimler
2. Kimyasal habercilerin salınması ve/veya oluşumu
3. Hücrelerin aktivasyonu

Osteoklast ve osteoblastların oluşması diş hareketinin gerçekleşmesi için gereklidir. PDL' in sıkışma bölgesine komşu olan alveol kemiği duvarında osteoklastların etkisiyle yıkım meydana gelir. Gerilim bölgesine komşu alveol kemikte yeni kemik oluşturmak ve rezorbe alanların remodelingi osteoblastların görevidir. İlk 48 saat içerisinde PDL' in sıkışma bölgesinde osteoklastlar görülür. Yapılan çalışmalar, osteoklastların bölgeye göçünün iki dalga halinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. İkinci dalga uzak bölgelerden kan yoluyla bölgeye ulaşırken, ilk dalga bölgede mevcut olan hücre popülasyonundan ortaya çıkmaktadır (26). Osteoklast göçünün meydana gelmesi ile kemik yüzeyinde frontal rezorbsiyon başlar ve ardından ilk diş hareketi gerçekleşir.

Biraz gecikmeli olarak PDL aralığı genişler ve farklılaşmamış hücrelerden gelişen osteoblastlar sıkışma bölgesinde yeniden şekillenmeyi başlatırken, gerilme bölgesinde yeni kemik oluşturur (27).

Kesikli kuvvetler tipik olarak her uygulanma anında kısa süreli bir uyarı ya da bir şok meydana getirirler. Kesikli kuvvetlerin uygulanması PDL' te küçük bir sıkışma alanı, kısa bir hiyalinizasyon periyodu ve kuvvetin kalkması ile uzun dinlenme periyodu yaratır. Tedavinin bu fazı periodontal bölgedeki dolaşımı ve PDL hücrelerinin sayısını artırır. Çünkü periodontal ligament genellikle fonksiyonel bir düzenleme içerisinde bulunurlar. Reitan bu durumu tüm PDL' in sıkışmaması sonucu bazı alanlarda hücre nekrozu anlamına gelen “semi-hiyalinizasyon” olarak adlandırmıştır (27). Kesikli kuvvet sonucu basınç ve gerilim tipi kuvvetlerin daha sık olduğu dolayısıyla piezoelektrik teorisi tarafından desteklenen alveolde bükülmenin daha çok görüleceği ortadadır.

2.1.1.2. Piezoelektrik Teori

1962 yılında Bassett ve Becker mekanik kuvvetlerin uygulanmasına cevap olarak baskı altındaki dokularda bir elektrik potansiyelinin varlığını öne sürmüşlerdir. Bu potansiyelinde hücre membranından bazı iyonların geçişine etki ederek makromoleküllerin aktive olmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir (28).

Zengo ve ark köpeklerde mekanik stres altındaki alveol kemiğinin elektriksel potansiyelini in-vivo ve in-vitro deneyler ile araştırmışlardır. Buna göre bükülen kemiğin konkav tarafının negatif yüklendiğini ve osteoblastik aktiviteyi tetiklediğini, konveks yüzeylerin ise elektriksel olarak nötr ya da pozitif yüklendiğini ve osteoklastik aktiviteyi tetiklediğini göstermişlerdir (29).

Piezoelektrisite, birçok kristal materyal içerisinde gözlenen bir olay olup kristal yapının bozulması sonucunda elektronların yer değiştirmesiyle bir elektrik akımının üretilmesi fenomenidir. Piezoelektrisite kemik mineralleri, kollojenler gibi organik kristallerde de bulunur (27).

Piezoelektrik teoride, kuvvet etkisi ile mekanik olarak bükülmeye uğrayan kemikte kristal yapının farklılaşmasıyla elektriksel bir yüklenme görülür. Bu elektrik yüklenmesi sonucunda kemikte metabolik değişiklikler görülür. Piezoelektrik sinyallerin dış hareketini başlatan ilk etki olabileceği düşünülmüştür (5).

2.1.1.3. Çoklu Hücre Sinyal Yolları Teorisi

Bu teori, mekanik uyarıların hücrelerden nörotransmitterlerin salınımını tetiklediğini savunur. Buna bağlı olarak periodontal hücrelerden PGE2 gibi inflamatuvar mediatörlerin salınımının uyarıldığı düşünülmektedir. Bu salınan mediatörlerde bir dizi ikincil haberci ve diğer mediatörlerin salınımına aracılık ederek transkripsiyon faktörlerinin salınımını uyarırlar. Bu faktörler hücresel farklılaşmayı uyarak kemikte remodeling olayını meydana getirirler (30).

2.2. Ortodontik Kuvvet

Vektörel bir büyüklük olan kuvvet, uygulandığı cismin uzayın üç yönünde yer değiştirmesine ya da şeklinin değişmesine neden olan etki olarak tanımlanmıştır (5).

Ortodontik olarak bir dişin hareket ettirilebilmesi için, diş ortodontik bir kuvvet uygulanması gereklidir. Kuvvetin dört özelliği bulunmaktadır. Bunlar; şiddeti, süresi, dağılımı ve yönüdür (4).

Kuvvetler şiddetine göre ve süresine göre ikiye ayrılır. Şiddetine göre kuvvetler hafif ve ağır, süresine göre ise sürekli, kesikli ve aralıklı olmak üzere ayrılmaktadır (4).

2.2.1. Ortodontik Kuvvetin Şiddeti

Dişler ve periodonsiyuma mekanik kuvvetlerin kontrollü bir şekilde uygulanması sonucunda ortodontik diş hareketi meydana gelir (31). Diş hareketinin en etkili ne şekilde nasıl yapılacağı konusunda literatürde ortak bir fikir yoktur. En ideal yaklaşım periodontal ligamentte, alveolar kemikte ve kökte geri dönüşümsüz bir zarar yaratmadan uygulanabilen kuvveti tanımlar (32).

Kuvvetin şiddetine göre diş hareketleri şu şekilde olmaktadır (5):

2.2.1.1. Hafif Kuvvetler: Diş kuvvet uygulamasıyla basınç oluşan tarafın periodontal aralığında kan akımı azalmakta ve komşu kemikte rezorbsiyon oluşmaktadır. Bu şekilde optimal kuvvetler ile oluşan rezorbsiyona direk rezorbsiyon ya da frontal rezorbsiyon denilmektedir. Hafif kuvvetlerin uygulanması ile diş hareketi yaklaşık 2. günde başlar.

2.2.1.2. Ağır kuvvetler: Ağır kuvvetlerin uygulanması sebebiyle basınç tarafında kan akımı kesilir ve steril bir nekroz meydana gelir. Bu durumda komşu alveolar kemik camsı bir karakter kazanır ve oluşan bu durum hyalinizasyon olarak adlandırılır.

Hyalinize dokunun oluşması sebebiyle diş hareketi gecikir. 7-14 gün sonra diş hareketi hyalinize dokunun indirekt-undermining rezorbsiyonla yıkılması sonucu başlar.

2.2.2. Ortodontik Kuvvetin Süresi

Teorik olarak ortodontik diş hareketinin meydana gelebilmesi için en az 4-8 saat kuvvet uygulanması gerekmektedir. Daha uzun süre kuvvet uygulanması ile daha etkili diş hareketi sağlanabilmektedir. Uygulama sürelerine göre ortodontik kuvvetler üçe ayrılmaktadır (4, 5).

2.2.2.1. Sürekli Kuvvetler: Kesintisiz kuvvet uygulanmasıdır. İki aktivasyon arasında kuvvetin şiddeti yavaş yavaş azalır ancak sıfırlanmaz. Magnetler, NiTi coil springler örnek verilebilir.

2.2.2.2. Kesikli Kuvvetler: Kuvvet uygulamasından belli bir süre sonra kuvvet azalarak sıfırlanır. Elastomerik chainler, sabit vidalı aygıtlar örnek olarak verilebilir (hycon cihazı).

2.2.2.3. Aralıklı Kuvvetler: Aparey çıkarıldığında kuvvet sıfırlanır. Headgear ya da hareketli müteharrik aygıtlar örnek olarak verilebilir.

Ortodontik tedavi değerlendirilirken uygulanacak kuvvetin tipi belirlenmelidir. Ortodonti pratiğinde uygulanan kuvvetler daha çok kesikli ve sürekli olarak görülmektedir. Uygulanan kuvvetin tipinin önemli olması kadar, uygulanacak kuvvetin şiddetinin periodontal ligamentte meydana gelecek biyolojik cevaba uygun olması da önemlidir. Etkili bir diş hareketi için optimum kuvvet sağlanmalıdır ancak bu optimum kuvvet her diş için ve her hasta için farklılık göstermektedir (5, 11).

2.3. Optimum Ortodontik Kuvvet

Literatürde ortodontik diş hareketi için gereken optimum kuvvet seviyeleri hakkında farklı fikirler söz konusudur. Minimum doku hasarı ile birlikte maksimum biyolojik yanıtın meydana geldiği ve hızlı diş hareketinin olduğu, aynı zamanda hasta konforunun maksimum seviyede olduğu durumda oluşan diş hareketi optimum diş hareketi olarak tanımlanmaktadır (5, 11).

Schwarz, optimum kuvveti “dokuya kapiller kan damarı basıncına eşit ($20-25 \text{ g/cm}^2$) düzeyde basınç uygulayan kuvvet” şeklinde tanımlamıştır. Optimumdan daha düşük şiddetteki kuvvetlerin dokuda hiçbir değişiklik yaratmadığını, şiddetli kuvvetlerin ise

nekroza sebep olarak alveol kemiğinin direkt rezorbsiyonunu engellediğini bildirmiştir. Optimum kuvvet büyüklüğünün dişin kök yüzeyi ile ilişkili olduğu ve diş hareketini etkileyen en önemli faktörün kuvvetin periodonsiyumda neden olduğu stres dağılımı olduğu bildirilmiştir (33, 34).

Optimum kuvvet değeri her diş ve birey için farklıdır ve klinik açıdan ortodontik kuvvetin büyüklüğü ile dişin hareket hızı arasındaki ilişki optimum kuvvetin belirlenmesinde belirleyicidir (5, 11).

Storey ve Smith bir diş belirli bir miktardan fazla kuvvet uygulandığında kuvvet optimuma düşene kadar ankraj kaybı olduğunu bildirdikleri çalışmalarında, kanin distalizasyonu hareketi için uygulanması gereken optimum kuvvetin 150-200 gr sınırlarında olduğunu bildirmişlerdir. Optimum değer altındaki kuvvetlerin herhangi bir diş hareketine neden olmadığını, bu değerden daha şiddetli kuvvetlerin ise diş hareketini azalttığını belirtmişlerdir (35).

Periodontal ligament içinde kuvvet dağılımı ve basınç, farklı diş hareketi tiplerinden etkilendiği için optimum kuvvet seviyelerini tartışırken kuvvet miktarının yanı sıra diş hareketi tipini de göz önünde bulundurmak gerekmektedir (5).

Ortodontik diş hareketlerinin en basit şekli devrilme (tipping) hareketidir. Devrilme hareketinde periodontal ligament alanının sadece yarısına kuvvet yüklenebilmekte ve sıkışma üçgen şeklinde iki farklı alanda olmaktadır. Uygulanan kuvvet daha küçük bir alana dağıldığı için, kuvvetin yoğunlaştığı her iki sıkışma alanında da basınç yüksektir. Bu hareket tipinde kademeli olarak direnç merkezine yaklaştıkça basınç azalır ve bu noktada minimum basınç vardır. Bu yüzden dişi devirmek için kullanılan kuvvetler çok düşük tutulmalıdır. Yapılan hayvan deneylerine ve klinik çalışmalarının sonuçlarına göre tipping kuvvetlerinin yaklaşık 50 gram olması önerilmektedir (5, 36).

Paralel hareket sırasında ise kök apeksi ve kron aynı yönde eşit oranda ilerler ve uygulanan kuvvet periodontal ligamentin tüm yüzeyine aynı miktarda dağılır. Periodontal ligamentte aynı basıncı oluşturmak ve buna bağlı olarak aynı biyolojik etkiyi elde etmek amacıyla paralel harekette tippinge göre iki kat daha fazla kuvvet uygulanması gerekmektedir (5). Paralel diş hareketi elde etmek için daha büyük kuvvet uygulanmasına rağmen daha az hyalinizasyon görüldüğü rapor edilmiştir (37).

Teoride dişin uzun aksı çevresinde rotasyon yapmak için gerekli kuvvetler diğer diş hareketlerini oluşturmak için gerekli olanlardan çok daha fazladır, çünkü kuvvet dar bir vertikal banttı zıyade tüm periodontal ligament boyunca dağılmaktadır. Aslında diş soketinde eğilme olmadan rotasyonel kuvvet uygulamak imkânsızdır. Bu durumda tipping hareketlerinde olduğu gibi sıkışma alanları oluşmaktadır. Bu nedenle rotasyon hareketi için gereken uygun kuvvetler tippinge benzemektedir (5).

Diş uygulanan ekstrüzyon hareketi ise periodontal ligamentte sıkışma yaratmaz, sadece gerilme olur. Ancak bu durum rotasyon hareketine benzer şekilde pratikten çok teorik bir olasılıktır, çünkü diş ekstrüze olurken eğilir ve sıkışma alanları oluşur. Bu yüzden ekstrüziv kuvvetler tipping için gerekli olan kuvvet miktarı kadar olmalıdır (5).

Intrüzyon hareketinde, kuvvet apekte küçük bir alanda yoğunlaşacağı için diş çok hafif bir kuvvet uygulanması gerekmektedir, bu nedenle kuvvet sadece çok hafif tutulduğunda intrüzyon beklenmektedir (5).

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda optimum kuvvet miktarı farklı ortodontik diş hareketleri için farklılık göstermektedir. Devrilme hareketi için 50-70 gr, paralel hareket için 100-150 gr, rotasyon için 50-75 gr, ekstrüzyon için 50-75 gr, intrüzyon için ise 15-25 gr kuvvet optimum kabul edilmiştir (36). Ortodontik tedavilerde dişler hareket ettirilirken, minimum doku hasarına neden olacak optimum hareket tipi ise paralel harekettir (38).

2.3.1. Optimum Kuvvetin Süresi ve Devamlılığı

Ortodontik diş hareketinin meydana gelmesi için kuvvetin devamlılığının bir önemi yokken, kuvvetin uygulanması gereken bir eşik süre değeri bulunmaktadır. Müteharrik apareyler ile yapılan klinik çalışmalar, insanda kalıcı diş hareketi olabilmesi için minimum 4-8 saat kuvvet uygulanması gerektiğini göstermektedir. Yapılan hayvan çalışmalarıysa 4 saatlik bir kuvvet uygulamasının yeterli olabileceğini göstermektedir. İnsanlarda 6 saatlik bir eşik değerin olduğu ancak daha uzun süreli kuvvet uygulaması ile etkili diş hareketinin sağlanabileceği bildirilmiştir (5). Fakat süreklilik taşımayan kuvvetlerin daha fizyolojik olduğu da bildirilmiştir. Sürekli olmayan kuvvetler ile dinlenme döneminde periodontal ligamente yenilenme imkanı tanımaktadır (34).

Çok sayıda yazar eşik değerin üzerindeki hafif ve devamlı kuvvetlerin optimum diş hareketi sağladığını raporlamışlardır (8, 35).

Gibson ve ark, ratlarda yaptıkları deneysel çalışmalarında molar dişlerine 1 saat, 24 saat ve 14 gün boyunca 40 gr kuvvet uygulamışlar ve diş hareket miktarının kuvvetin devamlılığına bağlı olarak arttığı sonucuna varmışlardır (14).

Reitan hafif kuvvet uygulamasını desteklemesine rağmen, hafif kuvvetler uygulanmasında dahi hiyalinizasyondan kaçınılamayacağını bildirmiştir. Sürekli kuvvet uygulamasında kuvvetin etkisi hiç ortadan kalkmadığı için periodontal dokular tamir fırsatı bulamamakta ve hiyalinizasyon daha ciddi bir problem olmaktadır (13).

Optimum kuvvetin tipiyle ilgili fikir birliği yoksa da, genel görüş; dinlenme periyotlarının olmasının rezorbe alanların tamirine izin verdiği için daha biyolojik diş hareketi elde edilebileceği yönündedir.

2.3.2. Kanin Distalizasyonu için Optimum Kuvvet

Literatürde kanin distalizasyonu için optimum kuvvetin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır.

Storey ve Smith üst kanin distalizasyonunda gerekli optimum kuvveti bulmak için yaptıkları çalışmada optimum kanin hareketi için 150-200 gr kuvvetin yeterli olduğunu bildirmişlerdir (35).

Reitan, kaninlerin paralel hareketi için 250 gr kuvvetin uygun olduğunu bildirmiştir (37).

Burstone ve Koenig, segmental arka kanin distalizasyonunda 200 gr kuvvetin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir (39).

Lee, üst kanin dişlerin distalizasyonu için 150-260 gr kuvvet uygulanması önermiştir (40).

2.4. Çekimli Ortodontik Tedaviler

Tedavi şeklinin planlanması ortodontik tedavinin en önemli aşamalarından biridir. Ortodontik tedavinin çekimli ya da çekimsiz yapılması konusundaki tartışmalar uzun yıllar boyunca devam etmiştir. Etkili retansiyon protokollerinin ve tedavi mekaniklerinin gelişmesiyle, çekimli tedavi oranı azalmakla birlikte halen yaygın olarak kullanılmaktadır (41).

Ortodontik tedavide diş çekimi uygulamasının gerekli olduğu iki ana durumdan söz edilir (5),

- 1) Şiddetli çapraşıklık durumunda yer ihtiyacının giderilebilmesinin ancak çekimle mümkün olması,
- 2) Protrüze keserlerin normalleştirilmesi veya sınıf II veya sınıf III iskeletsel anomalilerin kamuflajıdır.

Dental arklardaki çapraşıklık, ortodontik tedavi hastalarında en yaygın semptomlardan biridir. Tedavi seçenekleri molar distalizasyonu, dental arkların ekspansiyonu gibi konservatif metotları içerebileceği gibi daimi dişlerin çekimini de içerebilir (42).

Dental arklardaki çapraşıklığın çözümü için çürük dişlerin çekimini 1771 yılında John Hunter önermiştir (43). Begg, Jarabak ve Tweed sağlam ve sağlıklı premolar dişlerin sistematik olarak çekimini ilk savunanlardır (44).

Çekim kararı verilirken dentoalveolar değişkenler, kişisel büyüme dinamikleri ve özellikle son dönemde daha önemli hale gelen profil estetiği göz önünde bulundurulmalıdır (45). Çekimli tedaviler, hastanın yumuşak doku profilini, estetiğini, tedavi süresini ve oklüzal fonksiyonunu etkileyebilmektedir. Bundan dolayı çekim kararı verirken dikkatli olunmalı ve iyi bir model analizi ile sefalometrik film analizi sonucunda bu karar verilmelidir. Çekim kararı alınırken çapraşıklığa en yakın yerden çekim kararı yapılmasının gerektiği belirtilmiştir. Overjeti artmış sınıf II hastalarda overjeti elimine etmek için üst çeneden 2 adet 1. premolar dişin çekimi uygulanmaktadır. Premolarların çekilmesiyle kaninler sınıf I ilişkiye getirilip keser retraksiyonu ile overjet elimine edilmektedir (5).

2.4.1. Çekim Boşluklarının Kapatılması ve Ankraj

Maloklüzyonun etiyolojik ve morfolojik özellikleri göz önünde bulundurularak arzu edilen sonuca ulaşmak için küçük azı dişlerin çekimi endike olduğunda çekim boşluklarının nasıl kapatılacağı tedavi planında yer almalıdır. Kapatma işlemi anterior dişlerin retraksiyonu, posterior dişlerin mezializasyonu ya da her ikisinin kombinasyonu ile yapılabilir (46). Oluşan çekim boşluğu bölümlü arklar ya da devamlı arklar yöntemi ile kapatılabilir. Çekim boşluğunun kapatılması kütleli (en-masse) retraksiyon yöntemiyle ya da iki aşamalı retraksiyon yöntemi ile yapılır. Her ikisinde de çekim

boşluğunun kapatılmasında anterior ya da posterior segmentlerin veya her ikisinin kombinasyonunun kullanılacak olması, ankraj kontrolünü önemli bir konu haline getirir (47).

2.4.2. Ankrajın Temeli ve Felsefesi

Ankrajın temeli Newton'un etki tepki yasasına dayanmaktadır. Yani ankraj alınan bölgeye karşı hareketi istenen bölgeye etkiyen kuvvet miktarı birbirine eşit ve zıt yönlüdür. Dolayısıyla bu iki bölgenin direnç farkları hareketin yönünü tayin etmektedir (4, 48). Bu durumda anterior dişleri retrakte etmek için kullandığımız distal yönlü kuvvetler, ankraj üniteleri üzerinde mezial yönlü kuvvetler oluşturmaktadır. Dolayısıyla ankraj kaybı yaşamamak için mezial yönlü kuvvetlerin miktarı hesaplanmalıdır (48).

Çeşitli ankraj kontrol yöntemleri son yüzyılda geliştirilmiştir. Angle, Case, Tweed, Begg gibi yazarlar bulguları ile modern ortodonti mekaniklerine katkı sağlamışlardır.

Angle ankrajı 5 grupta incelemiştir. Headgear kullanımı ile oksipital ankraj, elastiklerin kullanılmasıyla oluşan intermaksiller ankraj, basit ankraj, resiprokal ankraj ve birçok dişi bantlayarak stasyonier ankraj tanımlarını yapmıştır (49).

Tweed'in ankraj prensibi headgear ve elastikleri içermesinin yanında, ankraj arttırmak amacıyla köşeli tellerde yapılan 2. düzen bükümleri de içermekteydi (50).

Begg ise diferansiyel kuvvetlerin kullanılması ile aynı anda farklı diş hareketlerinin yapılabileceğini savunmuştur. Bundan dolayı light wire tekniğinde ekstra başka bir apareye ihtiyaç duymadan tip back bükümleri ile ankraj sağlamıştır. Begg tekniğinin tipping, uprighting prensibi de ankraj kaybını azaltmaya yöneliktir (51).

Biyoprogressive tedavi yaklaşımında segmental ark kullanan Ricketts ankraj desteğini kortikal kemikten almıştır. Ankrajı maksimum, minimum ve moderate olacak şekilde ayırmıştır. Ankraj sisteminde kas sistemini kullanılmasında fasial paterne dikkat edilmesi gerektiğini söylemiştir (6).

2.4.3. Ortodontide Ankraj

Ankraj; diş hareketine karşı direnç olarak tanımlanabilir. Ankraj bölgesi ise; uygulanan ortodontik kuvvetin destek aldığı bölge, yani harekete karşı direncin yüksek olduğu bölgedir (8, 52).

Dişlerin seviyelenmesini takiben kanin distalizasyonuna başlamadan önce vakanın ankraj gereksinimi tam olarak belirlenmelidir. Ankraj planlamasında çekim boşluğunun posterior ve anterior dişlerin ne miktarda hareketi ile kapatılacağı önemlidir. Çekim boşluğunun kullanımına göre sınıflandırıldığında, boşluğun %75'inin veya daha fazlasının anterior dişlerin retraksiyonu için kullanılacağı ankraj tipi maksimum ankraj olarak isimlendirilmektedir. Çekim boşluğunun posterior ve anterior dişlerin eşit miktardaki hareketleriyle simetrik bir biçimde kapatılması isteniyorsa moderate ankraj, %75'i veya daha fazlası posterior dişlerin mezial yönde hareketiyle kapatılması isteniyor ise minimum ankraj tanımı kullanılmaktadır (4, 8).

2.4.3.1 Ankrajın Güçlendirilmesi ve Kullanılan Güncel Yaklaşımlar

Ankraj kontrolü, ortodontik tedavi planlamasının ve ortodontik tedavi sürecinin en önemli kısımlarından biridir. Özellikle maksimum ankraj vakalarında, ankrajın artırılması için kullanılan yöntemler, geleneksel yöntemler ve iskeletsel ankraj olarak iki kısımda incelenebilir.

2.4.3.1.1 Ankraj Kontrolünde Geleneksel Yöntemler

Geleneksel yöntemler arasında, maksillada posterior ankrajın güçlendirilmesinde en etkili yöntem ağız dışı kuvvet uygulayan headgear kullanımı olup, bunun dışında ağız içinde transpalatal ark, Nance aygıtı gibi aygıtlarda kullanılmaktadır. Lingual ark ve lip bumper ise mandibulada ağız içi ankraj sağlayan unsurlardır (8, 53).

Ağız dışı aygıtların etkinlikleri hasta uyumuna bağlıdır, yaralanma riski taşırlar ve molar dişlerde distale devrilmeye neden olabilirler (4, 54).

Ağız içi ankraj arttırıcı aygıtlardan Nance aygıtı, damağın ön bölgesinin sığ olduğu vakalarda damak mukozası üzerinde kayabilir ve uzun süreli kullanımı kronik enflamasyona neden olabilir. Transpalatal ark ise maksillada her iki taraftaki molar dişleri birbirine bağlayarak ankraj ünitesini güçlendirir ve molar dişlere aktif bukkal kök torku verilmesinde kullanılarak kortikal kemik ankrajından yararlanmayı sağlar. Ancak bu aygıt ankrajın kritik olduğu vakalarda headgear kadar güvenilir değildir ve tork amaçlı kullanıldığında her iki taraftaki molar dişlere aynı açıyla yerleştirilmezse seviye farkına sebep olabilmektedir (55).

Bu uygulamalara ilave olarak ankraj alınan diş sayısının arttırılması, diş çekiminin hareketi istenen bölgeye yakın yapılması, ankraj artırıcı ikinci düzen ve tork bükümleri, intermaksiller elastiklerin ve utility arkların kullanımı da tercih edilebilecek yöntemlerdir (8).

2.4.3.1.2. İskeletsel Ankraj

Ortodontik tedavide ankraj unsuru olarak en sık kullanılan yapılar dişler olmasına rağmen, kuvvet uygulaması sırasında bu dişlerde bazı istenmeyen kuvvetler ve momentler oluşmaktadır. Destek dişlerde bu yönlü kuvvetler oluşması ankraj kaybına neden olmakta ve istenilen tedavi hedefine ulaşılmasını güçleştirmektedir. Ortodontik tedavi süresince geleneksel yaklaşımla yapılan maksimum ya da kesin ankraj uygulamaları biyomekanik bir mücadele gerektirir. Kooperasyonun kötü olduğu hastalarda uzayan tedavi süreci tedavinin kalitesini düşürebilmektedir (5, 8, 56).

İskeletsel ankraj aygıtlarının hasta uyumuna, yumuşak dokuya ya da dentisyona bağlı olmaması hekime ve hastaya büyük kolaylık sağlamaktadır (57).

Dental implantların diş hekimliğinde protetik amaçlarla başarılı şekilde kullanılması, bu uygulamanın ortodontik ankraj amacıyla da kullanılabileceği fikrini doğurmuştur (58). Bu konuyla ilgili ilk çalışma 1945 yılında Gainsforth ve Highley tarafından köpeklerin mandibular ramusuna kanin distalizasyonu amacıyla vitalyum vidalar yerleştirmesiyle yapılmış ve daha sonra ortodontik kemik ankrajı, ortodonti camiasının ilgi duyduğu bir konu haline gelmiştir (59).

İskeletsel ankraj sağlamak amacıyla kullanılan mini vidalar, çok sayıda dişin hareketinin gerektiği vakalarda ve dental yapının ankrajının yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilmektedir. Ayrıca mini vidalar, dişsiz boşlukların kapatılması, anterior dişlerin retraksiyonu, keser intrüzyonu, eğimli okluzal düzlemin düzeltilmesi, orta hat düzeltimi, gömülü dişlerin ekstrüzyonu, devrilmiş dişlerin eksen eğimlerinin düzeltilmesi, molar intrüzyonu, molar distalizasyonu ve mezializasyonu, intermaksiller ankraj sağlanması ve ekspansiyon amacıyla kullanılabilmektedir (57, 60).

Günümüzde, ortodontik ankraj için kullanılabilen çeşitli boyutlarda mini vidalar üretilmektedir. Mini vidalarda uzunluk, gövde kısmının uzunluğunu ifade etmek için kullanılmaktadır. Uzunluk, üreticiye göre çeşitlilikler göstermektedir ve 4 mm'den 12 mm'ye değişen boyutlarda olabilmektedir. Mini vida çapı ise, vidanın iki diş arasındaki

genişliği ifade etmektedir. Ortodontik amaçlı kullanımlarda 1 mm ile 4,5 mm arasındaki genişliklerde mini vidalardan yararlanılmaktadır. Mini vida uygulamalarında, uzunluktan fedakarlık yapılması gereken durumlarda vida çapının artırılması, çapın azaldığı durumlarda ise vida uzunluğunun artırılması gerekmektedir (61, 62).

Mini vida yerleştirirken dikkat edilmesi gereken durumlardan biri kortikal kemik kalınlığıdır. Kortikal kemik kalınlığı uzun süreli vida başarısı üzerinde ve primer stabilite üzerinde etkilidir. Bu nedenle uygulanacak bölgedeki kortikal kemik kalınlığına dikkat edilmelidir. Mini vida yapılması düşünülen alanda en az 0,5 mm kalınlığında kortikal kemik olması gereklidir, eğer kortikal kemik kalınlığı 1mm den fazla ise vidanın stabilitesinin daha da artacağı belirtilmiştir (63).

Mini vidaların keratinize diş etine yerleştirilmesinin, keratinize olmayan dokuya yerleştirilmesine kıyasla daha başarılı sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Vida başı mukogingival hatta ya da keratinize kısımda olmalıdır (64).

2.5. Kanin Distalizasyonu

Kanin dişler estetik, fonksiyon ve stabilite açısından çok önemli role sahiptirler. Çekimli bir hastada kanin distalizasyonu kritik önem taşır. Özellikle arkın anterior ve posterior bölümlerini birbirine bağladıkları için dental arkların köşe taşı kabul edilirler bu nedenle doğru konumlandırılmaları oldukça önemlidir. Bu dişlerin ankraj ihtiyacının yüksek olması paralel hareket elde edilmesini güçleştirir. Bu yüzden kanin distalizasyonu özen gerektiren bir aşamadır (65, 66).

Distalizasyon yöntemleri köpek dişinin ark teli üzerinde kayması ile elde edilen sürtünmeli ve diş hareketinin bölümlü arklar ve ya distalizasyon zemberekleri ile yapıldığı sürtünmesiz sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (67). Sürtünmeli sistemde dişe uygulanan kuvvet sonucu dişin devrilerek ark teline takılması ve dişin ark teli tarafından dikleştirilmesi safhalarının tekrarlı şekilde gerçekleşmesi ile diş hareket eder. Sürtünmesiz sistemlerde ise dişler arklarla birlikte taşınırlar, bu sistem için genellikle loplar ve segmental arklar kullanılır (55).

2.5.1. Kanin Distalizasyonunda Kullanılan Kuvvet Kaynakları

Kanin distalizasyonu amacıyla premolar çekimli vakalarda zemberekler, yaylar, lateks elastikler, headgearlar, mıknatıslar, nikel titanyum (NiTi) kapalı yaylar ve laceback uygulamaları gibi çeşitli materyal ve araçlar kuvvet kaynağı olarak kullanılabilir (5, 8).

2.5.1.1. Lace backler

Preadjusted braketlerde anterior braketlerin pozitif torku nedeniyle anterior dişlerin ileriye doğru hareket eğilimi vardır. Bu durum üst arkta alta göre daha fazladır. Bunu kontrol altına almak amacıyla, 0,010 inç bir paslanmaz çelik telin en arkadaki molar bandından kanin dişlere uzanan bir 8 ligatür şeklinde bağlanması ilk olarak McLaughlin ve Bennett tarafından 1989 yılında tanımlanmış ve lace back olarak adlandırılmıştır (68, 69). Seviyeleme sırasında ankraj kontrolü sağlamanın yanında alt anterior segmentin proklinasyonunun engellenmesi, tipping olmadan kanin distalizasyonu sağlamak, çekim boşluğunda bulunan ince ark tellerini çiğneme kuvvetlerine karşı korumak gibi faydaları bildirilmiştir (70).

Süperelastik NiTi kapalı yaylarla karşılaştırıldığında kesikli kuvvet uygulayan lace backler sagittal, vertikal ve transversal düzlemlerde daha kontrollü kanin distalizasyonu sağlarken, kanin dişin hareket oranı ve miktarının daha az olduğu bildirilmiştir (68).

Seviyeleme başında braketi açılı duran kanin braketlerinin olduğu durumlarda kanin dişin meziale hareketini engellemek amacıyla ve daha çok küçük azı dişinin çekildiği vakalarda kullanılmakla birlikte, kanin dişin kökünün meziale eğimli olduğu çekimsiz olgularda da kullanılması tavsiye edilir. Kontroller arasında 1mm'ye yakın gevşeme gösteren lace backler aylık kontroller ile tekrar gergin hale getirilmelidirler. Lace backlerin klinik uygulaması sorunsuz olup, moderate ve minimum ankraj sistemlerinde rahatlıkla uygulanabilir (71).

2.5.1.2. Nikel Titanyum Yaylar

Sarmal zemberekler, telin burulmasıyla boyu uzatılarak elastikiyetlerini arttırmak amacıyla üretilen aktif elemanlardır. Boşluk açmak, boşlukların korunması, kanin ve molar distalizasyonu gibi amaçlarla kullanılabilirler. Kapanarak aktive olan açık yaylar ve açılarak aktive edilen kapalı yaylar olarak ikiye ayrılır (72).

NiTi sarmal yayların süper elastikiyet ve şekil hafıza özelliklerinin yanı sıra devamlı kuvvet uygulamaları nedeniyle çekim boşluklarının kapatılmasında elastomerik materyallerden daha etkili olduğu bildirilmiştir. Genel olarak yaylar 28 günün sonunda %8 ile %20 arasında kuvvet kaybına uğrarlar. Bu kuvvet kaybı sentetik elastiklere ve lateks elastiklere oranla oldukça azdır. Boşluğun kapanmasına bağlı kuvvet kaybı oluşsa da, sürekli kuvvet kaynağı olarak değerlendirilebilirler (73).

2.5.1.3. Elastomerik Ürünler

Pek çok elastomerik ürün ortodonti pratiğinde kullanılmaktadır. Bunlar arasında elastik ligatürler, intraoral ve extraoral elastikler, elastomerik chainler, elastik tretler örnek olarak verilebilir. Bunlar arasında distalizasyon amacıyla en çok kullanılanlardan birisi elastomerik chainlerdir. Elastomerik chainler 1960' larda diş hekimliği alanında kullanıma sunulmuştur. Ortodontide çok geniş kullanım alanı bulunan elastomerik chainler kanin retraksiyonu, diastemaların kapatılması, rotasyonların düzeltilmesi, orta hattın kaydırılması ve genel boşluk kapatma uygulamalarında kullanılmaktadırlar. Elastomerik chainlerin ucuz olması, kolay uygulanması, düşük hasta kooperasyonu gerektirmesi gibi avantajları olmasına rağmen; ağız içine maruz kaldıklarında tükürüğü emerek şişerler, renklenirler ve içyapılarında meydana gelen kırılmalar sonucu daimi deformasyona uğrarlar (74).

Çeşitli çalışmalar elastomerik chain uygulamasında ilk 24 saat içinde anlamlı miktarda kuvvet kaybı (%42-75) meydana geldiğini göstermiştir (75).

2.5.1.4. Vidalı ve Kesikli Kuvvet Kaynakları

Kök rezorbsiyonu riskine karşı kesikli ortodontik kuvvetler üst çenenin lateral ekspansiyonu için kullanılmıştır. Son yıllarda, kesikli ortodontik kuvvetler, ortodontik kuvvetin daha kontrollü uygulanmasındaki etkisi ile kanin ve molar distalizasyonunda kullanılması gibi konularda yeniden incelenmeye başlanmıştır (76).

Lee ve ark diş hareket oranını karşılaştırdıkları bir çalışmada Ni-Ti coil springler ile devamlı kuvvet ve vidalı aparey ile kesikli kuvvet uygulamışlar ve kesikli kuvvet grubunda diş hareket oranının daha hızlı olduğunu rapor etmişlerdir (77).

Devamlı kuvvet uygulaması bir sonraki randevuya kadar devam eder, ancak kesikli uygulamasında belirlenmiş bir aralıkta aktivasyon ve dinlenme aşamaları vardır.

Aktivasyon ve dinlenme aşamalarının periyodikliği periodontal desteğin remodeling sürecini daha fizyolojik bir şekilde destekler. Böylece diş hareketi kolaylaşır (76, 78).

McLaughlin ve ark. Schuetz'in 1983 yılında çekim boşluklarını kapatmak amacıyla küçük vidalı bir aygıt geliştirdiğini rapor etmişlerdir. Yazarlar 2005 yılında bu aygıtı köşeli bir yardımcı tel ekleyerek 'Hycon Device' adını vermiştir. Bu aygıtla ilk olarak tedavi sonunda kalan bir boşluğu kapatmayı denemişlerdir. Aygıtta bir somun ve vida sistemi ile birlikte, bant veya tüplerin yardımcı tüplerine takılan yardımcı bir tel mevcuttur. Vidanın uç kısmında ligatür bağlama kanadı bulunur ve bu bölgeden hasta vida aktivasyonunu yapar (79).

Hycon vidası tek bir 360°'lik turda 0,35mm aktivasyon sağlamaktadır. Uyguladığı kuvvet ise 410 gr olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel mekaniklerde kuvvet miktarı, kuvvet uygulama mesafesi, ark teli bükülmesi ve sürtünme miktarı gibi çok sayıda değişken kontrol edilmeye çalışılırken Hycon vidası ile bir turun uygulayacağı kuvvet, hareket miktarı ve çevirme sıklığı kontrol edilebilir. Bu sayede diş hareketi ortodontistin kontrolü altındadır. Hycon vidası paralele yakın bir diş hareketi sağlar ve periodonsiyumda ağır basınç ve gerilim bölgeleri oluşturmaz (79).

Hycon aygıtının genel kuralı vidanın 3 günde bir tam tur aktivasyonudur. Vidanın tam turluk aktivasyonu sırasında hasta yalnızca basınç hissetmelidir, ağrı hissetmesi durumunda yarım turluk aktivasyon tercih edilmelidir. Ağrısız fonksiyon göstermesi fizyolojik sınırlarda çalıştığının göstergesidir (79).

2.6. Hızlandırılmış Diş Hareketi

Ortodontik tedaviler, genellikle uzun bir süreci içeren, zaman alıcı uygulamalardır. Bu uzun süreli tedaviler, hastaların uyumunun azalmasının yanında alveolar kemik rezorbsiyonu, kök rezorbsiyonu ve diş çürükleri gibi istenmeyen etkilerin oluşmasına neden olabilmektedir (80, 81).

Bu istenmeyen etkilerin engellenmesi veya en aza indirgenmesi için diş hareketini hızlandırarak tedavi süresini kısaltmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, cerrahi uygulamalar, ilaç uygulamaları ve mekanik-fiziksel stimülasyonlar şeklinde üç ana başlıkta incelenmektedir (82).

2.6.1. Cerrahi Uygulamalar

Diş hareketine en yoğun direnci gösteren kortikal kemiğin kalınlık ve devamlılığı bozulduğu takdirde dişlerin daha rahat hareket ettirilebileceği düşüncesi ile Köle tarafından 1959 yılında uygulanan ilk kortikotomi diş hareketini hızlandırmak amacıyla yapılan cerrahi uygulamaların ana fikrini oluşturmuştur (83).

Kortikotomi yapılan bölgelerde diş hareketinin hızlanmasını sağlayan, remodeling ve turnover gibi artmış metabolik aktiviteler, 1983 yılında Frost tarafından “Bölgesel Hızlanma Fenomeni” (“Regional Acceleratory Phenomenon” (RAP)) olarak tanımlanmıştır (84).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için yapılan cerrahi işlemlerin bazı dezavantajları mevcuttur (18).

- 1- Prosedürle ilgili yüksek morbidite oranı
- 2- İnvasiv prosedür
- 3- Komşu anatomik yapılara zarar verme riski
- 4- Post-operativ ağrı
- 5- Şişlik
- 6- Enfeksiyon olasılığı
- 7- Avasküler nekroz riski
- 8- Hasta tarafından düşük kabul

2.6.1.1. Periodontal Ligament Distraksiyonu ve Dentoalveolar Distraksiyon

Liou ve Huang, 1998 yılında distraksiyon osteogenezisindeki benzer şekilde kemik direncini azaltarak ve tamir edici kemik dokusunun geriliminden faydalanarak yeni kemik oluşturulmasına dayanan ve üç hafta içerisinde kanin retraksiyonunun yapılabildiği “periodontal ligament distraksiyonu” adını verdikleri yeni bir yöntem tanımlamışlardır. Bu yöntem ile kaninler üç hafta içinde tamamen distalize edilmiştir (85).

2002 yılında Kişnişçi ve ark ortodontik tedavi süresini kısaltmak amacıyla “dentoalveolar distraksiyon tekniği” ni sunmuşlardır. Araştırmacılar bu teknikte, 1. premolar çekimi ile tedavi edilen hastalarda, kanin dişlerinin etrafında osteotomi yapmış ve kanin dişi taşıyan segmenti tamamen mobilize ederek cerrahi işlem ile aynı gün, günde iki tur 0,4 mm toplamda günlük 0,8 mm aktivasyon olacak şekilde, distraksiyona başlamışlardır. Distraksiyon dönemi 8 ile 12 gün arasında değişmiş ve birinci molarlarda ankraj kaybı gözlenmemiştir (86).

Distraksiyon yöntemlerinin başarılı şekilde kullanılması rapor edilmiş olmasına rağmen invaziv bir teknik olması ve daha önce belirtilen cerrahi yöntemlerin dezavantajlarından dolayı rutin ortodonti pratiğinde bu tekniğin kullanılması mümkün görülmemektedir (18).

2.6.1.2. Periodontal Olarak Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti (PAOO)

Wilcko kardeşler 2000 yılından bu yana gerçekleştirdikleri klinik ve deneysel çalışmalar sonucunda kortikotomi uygularken uygulanması gereken aşamaları “Wilckodontics” ya da “Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics; PAOO” yani periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodonti adları altında toplamışlardır. Yaptıkları çalışmalarda, kemik grefti uygulamasının kortikotomi sonrası oluşabilecek kemik dehisensini engellemek için mutlaka gerekli olduğunu bildirmiş ve flebin olması gereken şeklini ve ne tür greft konulması gerektiğini açıklamışlardır (87, 88).

PAOO, geleneksel ortodontik tedavilere göre tedavi süresini üçte bir oranında azaltmak, kortikal kemiğin direncinin azalmasına bağlı olarak kök rezorbsiyonu azaltmak, kemik grefti sayesinde daha fazla kemik desteği sağlamak, relaps oranını azaltmak, ekstraoral aygıt ihtiyacını azaltmak, tek bir diş veya dental segmentlerin hareketini hızlandırmak gibi avantajlara sahiptir. Bunların yanında, fazladan cerrahi bir işlem gerektirmesi, cerrahi işlem sonrası krestal kemik kaybı ve diş eti çekilmesi gelişebilmesi, ağrı, şişkinlik ve enfeksiyon oluşabilmesi gibi dezavantajlara sahiptir (89).

2.6.1.3. Kortizisyon

Park ve ark 2006 yılında flep kaldırmadan hafif bir invaziv girişim yapılarak uygulanan kortizisyon adlı yeni tekniği bildirmişlerdir Bu teknikte mukozanın altından kortikal tabakada kesiler yapılmaktadır (90).

Kim ve ark kortizisyon uygulamasının sonucunda 3,5 kat daha fazla apozisyon gerçekleştiğini bildirmişlerdir (91).

Ancak bu durumun ortodonti pratiğinde anlamlı bir fark yaratmadığı görüldüğünden ve daha önce belirtilen cerrahi yöntemlerin dezavantajlarından dolayı rutin ortodonti pratiğinde bu tekniğin kullanılması mümkün görülmemektedir (18, 92).

2.6.1.4. Piezosizyon

2009 yılında Dibart ve ark kortizisyon yönteminin periodontal olarak genişlemeyi sağlayacak kemik greftlemesine izin vermediği düşüncesi ile ağzın her bölgesinde kullanılabilen “piezosizyon” olarak tanımlanan yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde bukkal bölgedeki dişetinde piezoelektrik bıçak kullanımına müsaade eden mikroinsizyonlar yapılmaktadır. Mukoperiosteal flep kaldırılmadan piezotestere ile 3 mm derinliğindeki alveolar kesiler yapılarak dekortikasyon gerçekleştirilir (93).

Abbas ve ark kortikotomi destekli ortodonti ve piezosizyonun diş hareket hızı ve kök rezorbsiyonu üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında piezosizyon ile diş hareketinin yaklaşık 1,5 kat daha hızlı olduğunu ve kök rezorbsiyonunun her iki uygulamada da kontrol gruplarına göre daha az olduğunu belirtmişlerdir (94).

Buna karşın son yıllarda yapılan bir çalışmada piezosizyon uygulaması ile hastalarda bakteriyemi oluşabileceği bildirilmiştir, bu yüzden vakaların dikkatli seçilmesi gerekmektedir (95).

2.6.1.5. Mikroosteoperforasyon

Teixeria ve ark 2010 yılında yaptıkları deneysel çalışmada, kortikal tabakada oluşturulacak perforasyonlarla diş hareketinin hızlandırılabileceğini öne sürerek flep kaldırıldıktan sonra rond frezle kortikal tabakada mikroperforasyonlar oluşturmuşlar ve “mikroosteoperforasyon” olarak tanımladıkları bu teknikle osteoklast aktivitesinin ve diş hareket hızının arttığını göstermişlerdir (96).

Alikhani ve ark daha önce yapılan deneysel çalışmanın ışığında mikroosteoperforasyonu klinik olarak uygulamışlar ve kanin distalizasyonu öncesinde flep kaldırılmadan kortikal kemikte 1,5 mm genişliğinde ve 2-3 mm derinliğinde perforasyon yapılmasını sağlayan özel tasarlanmış mikroosteoperforasyon cihazı kullanılarak kökün distalindeki kemiği oklüzogingival yönde 3 noktada perfore

etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, mikroosteoperforasyon uygulaması ile kontrol grubuna kıyasla diş hareket hızının ve dişeti oluşu sıvısında sitokin seviyesinin arttığını, bunun yanında uygulama ile hastalarda hafif ve lokal bir ağrı oluştuğunu bildirmişlerdir (97).

2.6.2. İlaç Uygulamaları

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için çeşitli ilaçlar kullanılmıştır ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bunlar kortikosteroidler, D vitamini, prostaglandin, paratiroid hormonu, misoprostol gibi ilaçlardır. Ancak tüm bu ilaçların istenmeyen yan etkileri vardır (98).

D vitamini PDL' e enjekte edildiğinde LDH ve CPK enzim seviyelerinin artmasına neden olmuştur. Prostaglandinler inflamatuvar durumda genel bir artışa neden olarak kök rezorbsiyonunu artırmışlardır. Bu nedenlerle ortodontik diş hareketini güvenli bir şekilde hızlandırabilecek bir ilaç yoktur (20).

2.6.3. Mekanik-Fiziksel Stimülasyonlar

2.6.3.1. Doğrudan Elektrik Akımları ve Elektromanyetik Stimülasyon

Elektrik akımlarının kemik metabolizması üzerine etkilerinin incelendiği ilk çalışmalarda, araştırmacılar, elektrik akımı ile birlikte, hücrelerin organellerinde kemik remodelingini etkileyen bir takım değişiklikler gözlemlemişlerdir. 15-20 mikroamper düzeyinde uygulanan doğru akımın kemiğin hücre membranı etrafındaki elektrolit akımını değiştirerek diş hareketini hızlandırdığı bildirilmiştir. Ancak, elektrik akımının dokularda hasara neden olan iyonik reaksiyonlar ve kemik dokunun bağ dokuyla yer değiştirmesi gibi bazı komplikasyonlarının olabileceği rapor edilmiştir (99, 100).

Elektromanyetik alan uygulamaları, periodontal aralıkta hücresel faaliyetleri etkileyerek hem osteoklastik hem de osteoblastik aktiviteyi hızlandırmaktadır ve artan osteogeneze bağlı olarak da diş hareketi hızını artırabilmektedir (101).

2.6.3.2. Düşük Doz Lazer Uygulamaları

Ortodonti alanında düşük doz lazer uygulamaları ile oluşturulan biyostimülan etkiler ortodontik tedaviye bağlı oluşan ağrının giderilmesinde, kemik formasyonunun artırılmasında, kök rezorbsiyonunun önlenmesinde, ortognatik cerrahi sonrası

iyileşmenin hızlandırılmasında ve diş hareketinin hızlandırılmasında kullanılmaktadır (102).

Ge ve ark. 2015 yılında yaptıkları sistematik derleme ve meta-analiz’ de DDLT uygulaması ile diş hareketinin hızlandırılabilirliğini, bu hızlandırma etkisinin alt ve üst çeneler arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediğini ve optimum doz henüz belirlenememiş olmasına rağmen diş hareket hızının artırılmasında nispeten daha düşük (2,5, 5 ve 8 J/cm²) enerji yoğunluğuna sahip lazer kullanımının, 20 J/cm², 25 J/cm² ye ve daha yüksek olanlara göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (103).

2.6.3.3. Fotobiyomodülasyon

Düşük yoğunlukta ışık yayan diyot (LED) ile yapılan fotobiyomodülasyon uygulamalarının özellikle iskemik ve yaralanmış hücrelerde, hücre içi ATP üretimini uyarak yara iyileşmesini hızlandırdığı kanıtlanmıştır (104).

Deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmıştır. Ratlara 618 nm dalga boyunda ve 20 mW/cm² çıkış gücünde LED cihazı kullanarak fotobiyomodülasyon tedavisi uygulanmış, sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında deney grubunda daha fazla diş hareketi olduğu ve deney grubunda kök rezorpsiyonunun daha az miktarda olduğu bildirilmiştir (105).

2.6.3.4. Titreşim Uygulamaları

2.6.3.4.1 Titreşim Tipleri ve Etki Mekanizmaları

Vibrasyon çeşitleri tüm vücut vibrasyonu, atımlı elektromanyetik alan vibrasyonu, ultrasonik vibrasyon ve rezonans vibrasyon ve olarak tanımlanmıştır.

2.6.3.4.1.1 Tüm Vücut Vibrasyonu

Orijinal ismi Whole Body Vibration olan uygulama dilimize Tüm Vücut Titreşimi olarak çevrilmiştir. Whole Body Vibration (WBV) ilk olarak Rus bilim adamı Vladimir Nazarov tarafından, uzay seyahatinden dönen astronotların kas ve kemik dokularında oluşan kayıpları önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Uzayda yerçekimi olmadığından kaslar ve kemikler üzerine herhangi bir yük binmemektedir Bu nedenle astronotlar uzayda hızlı bir şekilde kas kuvvetini kaybederler. Astronotların uzay yolculuğundan dönüşte yürüme yeteneklerini kaybetmelerinin temel nedeni budur. Astronotların, yerçekimsiz ortamda bulunmasının yarattığı diğer bir sorun da kemiklerin oluşan kayıp

nedeniyle kırılğan hale gelmesidir. Uzak üslerinde çalışan pek çok bilim adamı, yaşanan bu sağlık sorunlarının önlenemesi amacıyla astronotların uzay seyahatinden önce özel bir egzersiz yöntemi uygulaması konusunda çalışmalar yapmıştır. WBV bu çalışmalar neticesinde geliştirilmiş bir yöntem olup geçen zaman içinde, fizyoterapi/rehabilitasyon ve profesyonel sportif antrenman gibi alanlarda da kullanılır hale gelmiştir (106).

Tüm vücut vibrasyonunu içeren, hayvan ve insan çalışmaları mevcuttur. Chistiansen ve Silva çalışmalarında 40 fare üzerinde vibrasyon uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. 45 Hz frekanstaki ve değişik magnitudlerdeki titreşim, her gün 15 dakika toplam 5 hafta olmak üzere uygulanmıştır. Bu çalışma tüm vücut titreşim uygulamasının kemik seviyesinde artış olduğunu göstermiştir (107).

Rubin ve ark çalışmalarında 70 post menopozal kadın üzerinde tüm vücut titreşimini kullanmışlardır. 30 Hz 0.2 gr magnituddeki titreşim her gün 20 dakika boyunca hastalara uygulanmıştır. Femurda kemik kaybının inhibisyonu tespit edilmiştir (108).

Çalışmalarda tespit edilen kemik turnoverında ki artış bir dizi remodeling olayının meydana geldiği ortodontik diş hareketinin pozitif yönde etkilenebileceği fikrini ortaya koymuştur.

2.6.3.4.1.2 Atımlı elektromanyetik alan vibrasyonu (PEMF)

Elektrik alan uygulamalarının kemik ve kıkırdakta normal elektriksel durumu değiştirdiği, hücre metabolizması ve bölünmeyi artırdığı, kemik ve kıkırdaktaki defektlerin iyileşmesini hızlandırdığı bilinmektedir (109).

Stark ve Sinclair 12 gr' lık ortodontik kuvvetle 25 Hz PEMF uyguladıkları hayvan çalışmalarında, ortodontik diş hareket hızının kemikteki osteoklast sayısı ile orantılı şekilde arttığını tespit etmişlerdir (101).

Darendeliler ve ark çalışmalarında 15 Hz frekansında PEMF ile beraber 15 gr kuvvet uygulamışlardır. 10 günlük deney sonucunda sadece ortodontik kuvvet uygulanan kontrol grubuna göre PEMF grubunda oldukça fazla diş hareketi tespit etmişlerdir. Çalışmada ortodontik kuvvet uygulandıktan sonraki başlangıç lag fazının vibrasyon ile azaldığı belirtilmiştir (110).

2.6.3.4.1.3 Ultrasonik vibrasyon

Ultrasonik vibrasyonun, rezonans vibrasyonuna benzer etki mekanizması ile ortodontik diş hareketini hızlandırdığı bildirilmiştir (111).

Ultrasonik vibrasyonun kullanıldığı bir hayvan çalışmasında köpekler üzerinde bölümlü arklarla 80 gr kuvvet uygulanarak kanin diş distalize edilmiştir. Bir tarafa haftada 2 kez 2 dakikalık ultrasonik vibrasyon uygulanmıştır. Vibrasyon uygulanan tarafta daha fazla miktarda diş hareketi elde etmiştir (111).

Ultrasonik vibrasyonun ortodontik diş hareketini artırmasının yanında pulpada termal hasara neden olabileceği rapor edilmiştir (112).

2.6.3.4.1.4 Rezonans vibrasyon

Rezonans vibrasyon uygulamasının PDL’ de RANKL ekspresyonunu artırarak ortodontik diş hareketini hızlandırdığı bildirilmiştir. Bu etkisini yaparken diş sert ve yumuşak dokularına herhangi bir zarar verilmediği tespit edilmemiştir (113).

Yapılan bir hayvan çalışmasında maksiller 1. molar dişlere ekspansif springler ile 21 gün boyunca kuvvet uygulanmıştır. Gruplardan birine ilave olarak 0,7 ve 14. Günlerde 8’ er dakika vibrasyon uygulanmıştır. Çalışma sonunda vibrasyon uygulanan grupta %15 oranında daha fazla ortodontik diş hareketi bulunmuştur. (113).

Son yıllarda titreşim uygulayarak kemik remodelingini artıran ve böylece ortodontik diş hareketini artıran AcceleDent adında bir cihaz piyasaya sürülmüştür. Jeremy Mao tarafından icat edilen bu cihaz sabit veya hareketli apaneylere ile tedavi edilen hastalara günde 20 dakika kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu cihaz 30 Hz frekansta titreşir ve 20 gram kuvvet uygular (114).

Pavlin ve ark tarafından üst birinci premolar çekimli vakalarda kanin distalizasyonu sırasında AcceleDent cihazı ile günde 2 defa 10’ ar dakika 30 Hz frekansta ve 0.25 N (25 gr) kuvvette vibrasyon uygulanmıştır. Vibrasyon uygulanan grupta ortalama diş hareketi 1.16 mm/ay olurken kontrol grubunda 0.79mm/ay olarak ölçülmüştür. Aylık 0.37 mm daha fazla diş hareketi gözlenmiştir (21).

Leethanakul ve ark üst birinci premolar çekimli tedavi gören hastalara kaninleri distalize ederken sadece bir taraftaki dişlere elektrikli diş fırçası ile 2 ay boyunca her gün 15 dakika titreşim uygulamalarını söylemiştir. 3 ay sonunda titreşim uygulanan

tarafıta ortalama 2.85 mm hareket gözlenirken diğerk tarafıta 1.77 mm hareket gözlenmiştir. 3 ay sonunda 1.08 mm daha fazla diş hareketi sağlanmıştır (115).

Diş hareketini hızlandırmada vibrasyon uygulamaları ile yapılan çalışmalarda şaşırtıcı sonuçlar da elde edilmiştir. Genel olarak beklenenin aksine titreşimin diş hareket hızına bir etkisi olmadığı veya hızında azalmaya neden olduğu gibi çalışma sonuçları da rapor edilmiştir.

Miles ve ark "Tooth Masseuse" isminde, Aceledent'e göre çok daha ucuz olan benzer bir cihazı çalışmalarda kullanmışlardır. Firma tarafından cihazın diş hareket hızını artırdığını ve hastanın diş hareketinden doğan ağrı ve rahatsızlık hissini azalttığını öne sürülmektedir. Aceledent cihazından farklı olarak bu cihazla 111 Hz frekansta 6 gr kuvvet uygulanmıştır. Bu çalışmada mekanik titreşim uygulamasının klinik olarak herhangi bir avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır (116).

Daha sonra vibrasyon uygulamalarının hangi frekansta daha etkili olduğunu ortaya koymak için başka bir çalışma daha yapılmıştır. Dobie ve ark yaptıkları hayvan çalışmasında 5 Hz, 10Hz ve 20 Hz olmak üzere 3 farklı frekansta titreşim uygulamıştır. Çalışma sonunda farklı frekanslardaki diş hareketleri arasında istatistik olarak fark bulunamamıştır. Ancak genel olarak en fazla diş hareketi 5 Hz frekansta titreşim uygulanan grupta bulunmuştur (117).

Tüm bu çalışmalar ışığında genel olarak kabul edilen görüş vibrasyon uygulamasının kemikte anabolik etki yaptığıdır (108).

2.7. Ortodontik Tedavide Kuvvet Kaynaklı Kök Rezorbsiyonu

Kök rezorbsiyonu, ortodontik tedavinin yaygın ve öngörülemeyen bir yan etkisidir. Günümüzde, ortodontik uygulamaların kök rezorbsiyonunu nasıl etkilediği tam olarak bilinmemektedir. Etiyolojik faktörler karmaşık ve multifaktöryeldir, ancak kök rezorbsiyonun bireysel biyolojik değişkenlik, genetik yatkınlık ve mekanik faktörlerin etkisinden kaynaklandığı görülmektedir. Dişlerin uzun süreli canlılığını etkileyebileceği için kök rezorbsiyonu istenmemektedir ve literatürdeki raporlar, ortodontik tedavi uygulanan hastaların kök rezorbsiyonuna daha yatkın olduğunu göstermektedir (118).

Blake ve ark kök rezorbsiyonunu, sement ve dentin kaybına neden olan fizyolojik veya patolojik bir süreç olarak tanımlamışlardır(119) .

Kök rezorbsiyonları için çeşitli şekillerde sınıflandırma yapılmıştır. Bunlar; ortodontik kuvvet uygulanması sonucunda oluşan kök rezorbsiyonları; yer değiştirme rezorbsiyonları (ankiloz), yüzey rezorbsiyonları ve inflamatuvar kök rezorbsiyonları olarak tanımlanabilir (120).

Ortodontik tedavi ile ilişkili risk faktörleri arasında, tedavi süresi, uygulanan kuvvetin büyüklüğü, diş hareketinin yönü, intrüzyon miktarı ve kuvvet uygulama yöntemi (sürekli ve aralıklı), cihaz tipi ve tedavi tekniği yer alır (118).

Panoramik veya periapikal radyografiler ile teşhis edilen, ortodontik tedavi kaynaklı kök rezorbsiyonu genellikle 2.5 mm'den daha azdır. Grade skalaları kullanılarak ortodontik tedavi kaynaklı kök rezorbsiyonları sınıflandırıldığında çoğu ortodontik hastada genellikle küçük veya orta dereceli olarak sınıflandırılır. Rezorbsiyonun 4 mm'yi aşması veya orijinal kök uzunluğunun üçte birinin kaybı şiddetli rezorbsiyon olarak tanımlanır ve bu durum dişlerin % 1 ila % 5'inde görülür (118).

Acar ve ark elastikler aracılığıyla uyguladıkları 100 gr'lık bir kuvvetin, kesikli (günde 12 saat) ve sürekli (günde 24 saat) uygulanmasını karşılaştırmışlardır. Ortodontik harekete maruz kalan dişlerin, kontrol gurubuna göre kök rezorbsiyon oranı önemli derecede daha fazla olmuştur. Sürekli kuvvetin, kesikli kuvvet uygulamasına göre belirgin olarak daha fazla kök rezorbsiyonu ürettiğini raporlamışlardır (121).

Levander ve ark sabit ortodontik tedavilerde ilk 6 aylık periyotta kök rezorbsiyonu olan dişler üzerinde aktif tedavide duraklamanın etkisini araştırmıştır. Tüm hastalar 0,018 inç straight wire sabit apareylerle tedavi edilmiştir. Sonuçlar, aktif tedavi esnasında duraklamayla tedavi edilen (0.4 ± 0.7 mm) hastalarda kök rezorbsiyonunun duraklamasız (1.5 ± 0.8 mm) sürekli kuvvetlerle tedavi edilenlere göre anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermiştir (122).

Birçok araştırmacı da, aktif tedavi sırasındaki bir duraklamanın, rezorbe sementin rejenerasyonunu sağlayacağından, kesikli ortodontik kuvvetlerin daha az kök rezorbsiyonuna neden olacağı görüşünü desteklemektedir (17, 121, 123).

2.8. Ortodontide Ağrı

1979'da ağrının tanımını Uluslararası Ağrı Araştırmaları Teşkilatı (IASP) "Var olan veya olası doku hasarına eşlik eden veya bir hasar ile tanımlanabilen, hoş gitmeyen bir

duygu veya duyusal deneyim” olarak yapmıştır ve bu tanım hala geçerliliğini korumaktadır (124).

Ağrı her zaman öznel ve rahatsız edici olarak kabul edilir ve bir uyarı ile mutlaka ilişkili değildir. Duygusal veya bilişsel faktörlerden etkilenebilir ve dolayısıyla doğrudan doku hasarının olmadığı durumlarda da rapor edilebilir. İlke olarak, ağrı, organizmanın engellediği doku hasarını hissetmesini sağlayan ve böylece zarar vermemek için bir 'uyarı sinyali' olarak işlev görür (125).

Ağrı eşiği, algılanan en hafif ağrı düzeyidir. Ağrı toleransı ise kişinin dayanabileceği en yüksek ağrı değeridir. Her ikisi de sübjektif hislerdir ve dış uyaranlarca tanımlanamaz, yalnızca bireyin sübjektif açıklamasıyla anlaşılabilirler (126).

Hastaların ağrı şikâyeti ortodontide ve genel diş hekimliğinde önemli bir tanı aracıdır. Ancak ağrı her zaman patofizyolojik bir nedene bağlı oluşmayabilir ve bu durum ortodonti hastaları içinde geçerlidir (127).

Ortodonti hastalarının % 90'ının tedavilerinin ağrılı olduğu ve % 30'unun yaşadığı ağrı nedeniyle tedaviyi erken bıraktığı bildirilmektedir (128).

Ağrı, hastaların ortodontik tedavi arayışından vazgeçmesinin en önemli nedenlerinden biridir. Ortodontik diş hareketleri sırasında karşılaşılan ağrı nedeni tam olarak anlaşılamamış olsa da, çeşitli kavramlar tartışılmıştır. Hiperalejiye sebep olduğu gösterilen prostaglandinlerin, histamin, bradikinin, serotonin, asetilkolin ve P maddesi gibi zararlı maddelere karşı duyarlılığı arttırdığı bildirilmiştir. Ağrının algılanmasının PDL'de kan akışındaki değişikliklerden kaynaklandığına ve prostaglandinler ve P maddesi gibi maddelerin varlığı ile ilişkili olduğuna dair göstergeler bulunmaktadır (129).

Ortodontik kuvvetlerin uygulanması yoluyla periodontal bağ streslerinin oluşturulması periodontal dokularda akut bir inflamatuvar tepki ile sonuçlanır. İnflamatuvar sürecin bir parçası olarak serbest bırakılan prostaglandinler, ortodontik diş hareketi ve kemik rezorpsiyonu etkilerinin yanında ağrı araçlarıdır. Non Steroid Anti-İnflamatuvar İlaçlar (NSAİİ'ler) gibi prostaglandin inhibitörlerinin ağrıyı azalttığı gösterilmiş ancak diş hareketlerini de yavaşlatmışlardır. Bununla birlikte prostaglandinler diş hareketinde yer alan tek arabulucu değildir ve bu nedenle ortodontik tedavi uygulanan hastalarda NSAİİ kullanımı tamamen reddedilemez (130).

Ağrı ortodontik kuvvet uygulamasından kısa süre sonra başlar ve 2 saat sonra yavaş yavaş ağrıda artış görülür. 24 saat içinde ise maksimum seviyeye ulaşır ve 7 gün sonra ortadan kalkar (131). İlk ark telinin takılmasından sonraki 4 saat içinde, hastaların çoğunluğu biraz ağrı yaşadığını bildirmiştir. 24 saat sonra, sabit apareylerle tedavi gören hastaların %95'inin ağrı yaşadığı rapor edilmiştir. İlk 48 saat içindeki ağrının çok rahatsız edici olduğu, hatta hastaların yaklaşık %20'sinin gece uyuyamadığı ve bazı hastaların medikal destek alma ihtiyacı hissettiği bildirilmiştir (132).

Ağrı sadece dolaylı olarak değerlendirilebilir ve bunun için çeşitli ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. Bunlar arasında Görsel Analog Skalası (VAS), Sözlü Değerlendirme Skalası, Rahatsızlık İndeksi, Yüz Ağrı Skalası ve Renk Analogu Skalası sayılabilir (130).

Ağrıyı değerlendirmek için ortodontide yaygın kullanılan üç yöntem vardır. Ağrının şiddetinin ölçümünde en sık kullanılan yöntem Görsel Analog Skalası (Visual Analogue Scale, VAS) yöntemidir. Başında “Ağrı yok” , sonunda ise “Olabilecek en şiddetli ağrı” ibareleri bulunan bir ölçek üzerinde, hasta hissettiği ağrıya denk gelen kısma bir işaret koyarak değerlendirmede bulunmasıyla gerçekleştirilir.

Sözel Değerlendirme Skalası (Verbal Rating Scale, VRS) farklı şiddetteki ağrıları tanımlamak için farklı sıfatlardan oluşan bir listeden oluşur ve hasta kelimeleri okuyarak ağrının şiddetini en iyi tanımlayan kelimeyi seçer (133).

Bir başka yöntem ise Sayısal Değerlendirme Skalası (Numerical Rating Scale, NRS)'dir. Bu yöntem ağrı yüzdesinin saptanmasında kullanılır ancak ortodontide pek yaygın değildir. NRS uygulaması ile hasta ağrısını 0-10 ya da 0-100 arasında bir rakamla ifade eder. En küçük değer ağrının olmadığını en yüksek değerse en şiddetli ağrıyı temsil eder (134).

Genel olarak, cinsiyet ve sağlık durumlarından bağımsız olarak ağrı şiddetini tespit etmekte kullanılabilecek en güvenilir ve geçerli kabul edilen yöntem VAS'dır (130).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler ve Seçim Kriterleri

Çalışmamıza, Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran ve üst çenesinde çift taraflı birinci premolar dişlerinin çekimi gereken 16 kız 8 erkek toplam 24 birey dâhil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin tedavi başındaki ortalama yaşı $15,07 \pm 1,14$ 'tür. Çalışmaya dâhil edilecek hasta ve diş sayısı power analizi kullanılarak anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ güvenilirlikle, güç $\beta=0.80$ olacak şekilde belirlenmiştir. Power analizinde toplam 40 diş kullanılmasının yeterli olacağı bulunmuştur. Power: 0,90 olması durumunda 50 diş gerekliliği ortaya çıkmış ve bu sebeple tedaviye 25 hasta ve 50 diş ile başlanmıştır. Yetersiz kooperasyon göstermesi nedeniyle 1 hasta çalışma dışı bırakılmış ve 24 hasta ile çalışmaya devam edilmiştir.

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri şunlardır;

- ✓ Herhangi bir sistemik hastalığı olmayan,
- ✓ Periodontal olarak sağlıklı,
- ✓ Daha önce ortodontik tedavi görmemiş,
- ✓ Üst çenede konjenital diş eksikliği olmayan,
- ✓ Daimi dişlenmesini tamamlamış olan,
- ✓ Fonksiyonel tedavi ihtiyacı olmayan,
- ✓ Üst çenesinde çekimli ortodontik tedavi gerektiren dişsel Angle Sınıf II ilişkisinin olması,
- ✓ Maksimum ankraj için mini vida kullanımı endikasyonu konulmuş hastalar çalışmaya dâhil edilmiştir.

Dâhil edilmeme kriterleri ise;

- Yetersiz ağız hijyeni,
- Kooperasyon eksikliği,
- Üst çenede birinci premolarlar dışında çekim endikasyonu bulunan dişler bulunması,
- High vestibülde kaninlerin olması, seviyeleme sonrası çekim boşluğunun çok az kalma ya da kalmama ihtimali olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (TDH-2019-8701). Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulu'nun 04/07/2018 tarihli ve 2018/337 numaralı kararı ile onaylanmıştır (Ek-1). Tedavi başında yapılacak tüm uygulamalar hasta ve hasta yakınlarına ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve bir araştırma kapsamında tedavilerinin yürütüleceği ve istedikleri zaman çalışma grubundan ayrılacakları konusunda bilgilendirilmişlerdir. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyon Başkanlığı tarafından onaylanan “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” (Ek-2) tüm hastalar ve yakınları tarafından okunarak, doldurulup imzalanmıştır. Çalışma grupları tamamen gönüllü bireylerden oluşturulmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Braketlerin ve bantların yerleştirilmesi

Çalışmaya dâhil edilen bütün bireylerin tedavi başı film, fotoğraf ve ölçü kayıtları alındıktan sonra üst birinci premolar dişleri çekilmiştir. Diş çekimleri sonrası dişlerin seviyelenmesi ve sıralanması amacıyla 0.018 x 0.022 inç slotlara sahip straight wire braketler (American Orthodontics Corporation, Roth appliances, Twin, Metal, Mini Master Series, ABD) uygulanmıştır. Anterior dişlerin seviyelenmesi kanin distalizasyonu bittikten sonra yapılmıştır. Birinci molar dişler için yardımcı molar tüpü ve headgear tüpü olan molar bantları (3M Unitek TM, Victory Series Micro-Etched Bands, ABD) kullanılmıştır. İlk olarak 0.014 NiTi yuvarlak teller braketlere uygulanarak dişlerin seviyelenmesine başlanmıştır. Hastalara 4 haftada bir kontrol randevusu verilmiş ve sırasıyla 0.016 inç NiTi, 0.016 x 0.016 inç NiTi ve 0.016 x 0.022 inç NiTi tellerin kullanımıyla segmental şekilde seviyeleme safhası bitirilmiştir.

3.2.2. Röntgen ve Ölçü Kayıtlarının Alınması

Tüm hastalardan sefalometrik, panoramik, kanin dişlerinden çekilen periapikal radyograflar ve aljinat materyal ile ölçüler aşağıdaki zamanlarda alınmıştır.

T0: Tedaviye başlamadan önce

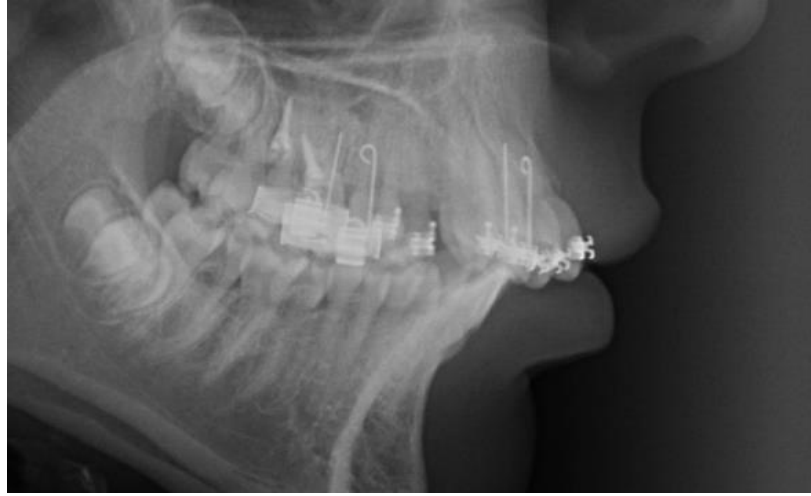
T1: Seviyeleme bitiminde (kanin distalizasyona başlanacak seansta)

T2: Kanin distalizasyonu sonunda

Her hastanın ağız içi fotoğraf kaydı distalizasyon süresince, yukarıdaki zamanlara ek olarak üç haftada bir alınmıştır. Distalizasyona başlanacak seans ve distalizasyon bitiminde röntgen kayıtları alınmadan önce birinci molar ve kanin dişlere 0.016 x 0.022 inç paslanmaz çelik telden referans telleri bükülmüş ve ligatürlenmiştir (Resim 1). Referans telleri sağ kanin ve birinci molar dişler için düz sonlanacak şekilde, sol taraftakiler için ise heliksli sonlanacak şekilde bükülmüştür ve dişlerin mezial tarafına yerleştirilerek sefalometrik filmler alınmıştır. Bu yöntem ile tek röntgen üzerinde sağ ve sol dişlerde olan değişikliklerin ölçümleri yapılabilmektedir (Resim 2).



Resim 1. Distalizasyona başlanacak seans röntgen kayıtları alınırken kanin ve molar dişlere yerleştirilen referans tellerin ağız içi görüntüleri



Resim 2. Röntgen görüntüleri

3.2.3. Ankrajın planlanması ve uygulanması

Çalışmaya dâhil edilen tüm hastaların maksimum ankraj ihtiyacı olması nedeniyle kanin distalizasyonu mini vida (PSM Medical Solutions, Quattro Standard Screw 1,5x7mm, Tuttlingen, Almanya) ankraj desteği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan mini vidalar 1.5 mm çapında ve 7 mm uzunluğundadır. Kendinden yuva açarak yerleştirilen “self drilling” mini vidalar, özel tornavidalarıyla uygulanmıştır (resim 3).



Resim 3. Ankraj amacıyla kullanılan mini vida ve tornavidası

Hastaların daha önce alınan panoramik filmi üzerinde mini vidaların yerleştirileceği alanın maksillar sinüs ve komşu dişler ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir. Her hastanın sağ ve sol üst birinci molar ve ikinci molar dişleri arasındaki bölgeye, lokal anestezi (Ultracaine D-S forte, Sanofi-Aventis İlaçları, Levent, İstanbul, Türkiye) altında toplam iki adet mini vida yerleştirilmiştir (Resim 4). Yerleştirilen mini vidalardan 0.012 inçlik paslanmaz çelik tel birinci molar dişlerde bulunan bantlara ligatüre edilmiştir. Bu sayede aygıtın birinci molar ve premolar dişlere mezial yönlü kuvvet uygulaması engellenmiştir.



Resim 4. Lokal anestezi altında mini vidaların yerleştirilmesi.

3.2.4. Kesikli kuvvetin uygulama prosedürü, vibrasyon uygulaması ve gruplar arası dağılımı

Çalışmaya dâhil edilen 24 hasta rastgele iki gruba ayrılmıştır. Gruplardan birine diş hareketini hızlandırmak amacıyla Acceledent cihazı (OrthoAccel Technologies, Inc- ABD) verilmiştir. Acceledent cihazı verilen hastalar günde 2 defa 10’ar dakika olmak üzere toplamda 20 dakika vibrasyon uygulaması yapmıştır. Hastaların cihazı kullanıp kullanmadığı her randevuda cihaz belleği taranarak kontrol edilmiştir. Ayrıca hastalar ve hastaların velilerinden sözlü olarak teyit alınmıştır.

Tüm hastalara kanin distalizasyonu amacıyla hycon cihazı (The Hycon Device, Adenta-Almanya) uygulanmıştır. Hycon cihazı 6 numaralı dişlerdeki bantlarda bulunan yardımcı tüplere adapte edilmiştir. Cihazın öne doğru kaymasını engellemek amacıyla cihazın ucu yardımcı tüpün arkasından yukarı doğru bükülmüştür. Hycon cihazının diğer ucu 0,012 inç paslanmaz çelik tel ile kanin braketine ligatüre edilmiştir.

Çalışmamız split-mouth olarak tasarlanmış olup her hastanın sağ tarafındaki hycon cihazı üretici firmanın önerileri doğrultusunda 3 günde 1 yarım tur aktive edilmiştir (Rutin protokol). Hastanın diğer tarafındaki hycon cihazı ise tarafımızdan modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre ilk 2 gün, günde yarım tur aktivasyon, 3.gün ise

yarım tur deaktivasyon olacak şekilde planlanmıştır (Modifiye protokol). Böylece 3 gün sonunda her iki taraftaki hycon cihazı toplamda 1 yarım tur aktive edilmiştir. Hycon cihazları ilk gün klinikte aktive edildikten sonra hastaya verilen özel çevirme anahtarının nasıl kullanılacağı hem hastaya hem velisine gösterilmiş ve uygulaması yaptırılmıştır.

Aktivasyon ve deaktivasyon protokollerini uygulamasında rehber olması için hastaya bir çizelge verilmiş ve çevrilen her turun çizelgede işaretlemesi ve tarihinin yazılması istenmiştir (Resim 5). Distalizasyon süresince hastalar haftada bir görülmüştür. Vida yivleri bittiğinde hycon cihazı çıkarılmadan ağız içerisinde vida geriye çevrilmiş ve tekrar aktive edilmiştir.

Grup Adı	TARİH									
	SAĞ	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	ÇEVİRME YOK	ÇEVİRME YOK	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	ÇEVİRME YOK	ÇEVİRME YOK	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	ÇEVİRME YOK	ÇEVİRME YOK
	SOL	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	TERS YÖNDE YARIM TUR	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	TERS YÖNDE YARIM TUR	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	OK YÖNÜNDE YARIM TUR	TERS YÖNDE YARIM TUR
		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Resim 5. Hycon cihazı çevirme protokolü

Hycon cihazı 1 tam tur aktive edilmesiyle 0,35 mm' lik aktivasyon sağlamaktadır. Bu çalışmada hycon cihazı yarım tur aktive edilerek kullanılmıştır ve böylece her uygulamada vida 0.175 mm aktivasyon sağlamıştır. Bu aktivasyon mesafesi de ortalama periodontal ligament aralığı olan 0.5 mm'den azdır. Bu sayede aktivasyon periyotları boyunca periodontal ligamentin kanlanması bozulmamıştır (79).

Hycon cihazının 1 tam tur döndürülmesi ile 410 gram kuvvet ürettiği bildirilmiştir (79). Üretici firma bu çalışmada olduğu gibi maksimum ankraj vakalarında yarım tur aktivasyon önermiştir. Böylece kanin distalizasyonu amacıyla 205 gramlık kuvvet uygulanmıştır. Hycon cihazının yerleştirildiği seans 0,016x0,022 inç paslanmaz çelik teller 3,5 ve 6 nolu dişlere segmental olarak yerleştirilmiş ve distalizasyona başlanmıştır. Çekim boşluğu tamamen kapanana kadar bu teller çıkarılmamıştır.

Çalışmamız split-mouth olarak tasarlanmış olup her hastanın üst çenesi de sağ ve sol olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Toplam 4 gruptan oluşan çalışmamızdaki hasta ve diş sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Split-mouth dizayn, gruplar ve diş sayıları

		Grup Adı	Hasta sayısı	Diş sayısı
ACCELEDENT KULLANAN GRUP	SAĞ	Rutin Kuvvet + Aceledent (RKA)	12	12
	SOL	Modifiye Kuvvet + Aceledent (MKA)		12
ACCELEDENT KULLANMAYAN GRUP	SAĞ	Rutin Kuvvet (RK)	12	12
	SOL	Modifiye Kuvvet (MK)		12

3.2.5. Çalışma Süresi

Her grupta premolar çekim boşlukları tamamen kapanıncaya kadar çalışma devam etmiştir. Her kanin diş için distalizasyonun başlangıç ve bitiş tarihleri çizelgelere not edilerek distalizasyon süresi her diş için tek tek hesaplanmıştır. Kanin distalizasyonu öncesi ve sonrası alınan modellerin taranıp karşılaştırılması ile kanin distalizasyon miktarı her diş için hesaplanmıştır.

3.2.6. Sefalometrik Film Analizleri

Çalışmamızda sefalometrik filmler, 4-12 mA akım şiddeti ve 60-240kV güç ile çalışan röntgen cihazı (Planmeca Prone X, Finland) ile dijital olarak çekilmiştir. Kaset ve ışın kaynağı arası mesafe 119 cm olarak sabitlenmiştir. Film çekimi sırasında hasta ayakta tutulmuş, kulak çubukları yerleştirildikten sonra nasion çubuğu yardımıyla baş frankfurt düzlemi yere paralel hale gelecek şekilde sabitlenmiştir. Hastanın dişleri sentrik oklüzyonda kapatılıp merkezi ışın orta oksal düzleme dik olacak şekilde ayarlanmıştır. 80Kv gücündeki ışın 0,60 saniye boyunca verilerek sefalometrik film çekimi tamamlanmıştır. Sağ ve sol kanin ve molar dişlerin çizim sırasında belirlenmesini

kolaylaştırmak amacıyla, daha önce bahsedilen referans telleri yerleştirilmiş şekilde filmler alınmıştır. Her hasta için özel olarak hazırlanan referans telleri araştırma süresince saklanarak, aynı bireylerde distalizasyona başlanacak seans ve distalizasyon bitiminde aynı teller kullanılmıştır.

Dolphin 11.8 premium programı kullanılarak sefalometrik analizler ile kanin ve molar dişlerin hareket ve devrilme miktarları değerlendirilmiştir.

3.2.6.1. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Noktaları

Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans noktaları şu şekildedir (Şekil 1):

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

Nasion (N): Frontonasal suturen orta oksal düzlemle kesiştiği en ileri noktadır.

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

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

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

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

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

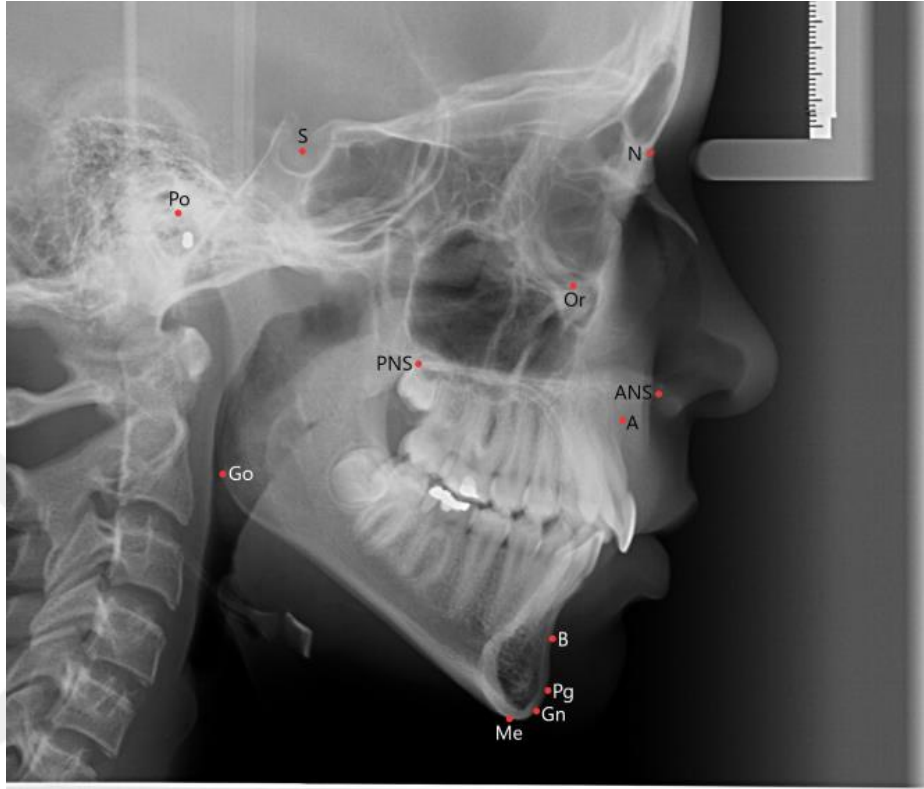
B Noktası (B): Sagital düzlemde mandibulada infradentale ile pogonion arasındaki içbükeyliğin en derin noktasıdır.

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

Menton (Me): Mandibular simfizin en alt noktasıdır.

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

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



Şekil 1. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans noktaları

Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans noktaları şu şekildedir (Şekil 2):

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

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

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

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

Sağ üst kanin oklüzal noktası (o13): Sağ üst kanin dişe yerleştirilen referans telinin sağ kanin braket slotunun meziali ile kesiştiği noktadır.

Sol üst kanin oklüzal noktası (o23): Sol üst kanin dişe yerleştirilen referans telinin sol kanin braket slotunun distali ile kesiştiği noktadır.

Sağ üst 1. molar oklüzal noktası (o16): Sağ üst birinci molar dişe yerleştirilen referans telinin sağ birinci molar tüpünün mezialli ile kesiştiği noktadır.

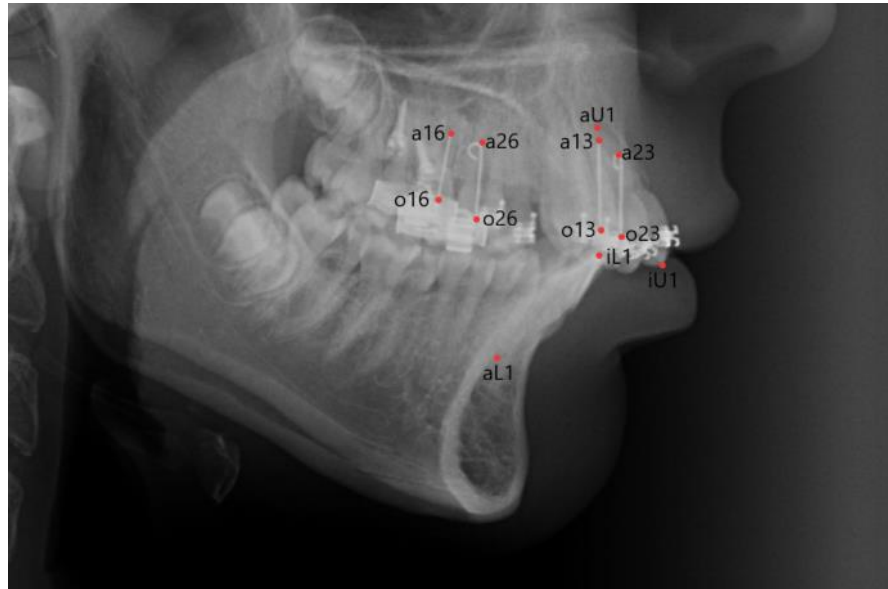
Sol üst 1. molar oklüzal noktası (o26): Sol üst birinci molar dişe yerleştirilen referans telinin sol birinci molar tüpünün distali ile kesiştiği noktadır.

Sağ üst kanin apikal noktası (a13): Sağ üst kanin dişe yerleştirilen referans telinin heliksten önceki en apikal noktasıdır.

Sol üst kanin apikal noktası (a23): Sol üst kanin dişe yerleştirilen referans telinin en apikal noktasıdır.

Sağ üst 1. molar apikal noktası (a16): Sağ üst birinci molar dişe yerleştirilen referans telinin heliksten önceki en apikal noktasıdır.

Sol üst 1. molar apikal noktası (a26): Sol üst birinci molar dişe yerleştirilen referans telinin en apikal noktasıdır.



Şekil 2. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans noktaları

3.2.6.2. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Düzlemleri

Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans düzlemleri şu şekildedir (Şekil 3):

Sella-Nasion düzlemi (SN): Sella ve nasion noktaları arasında çizilen düzlemdir.

Palatal düzlem (PD): ANS ve PNS noktaları arasında çizilen doğrudur.

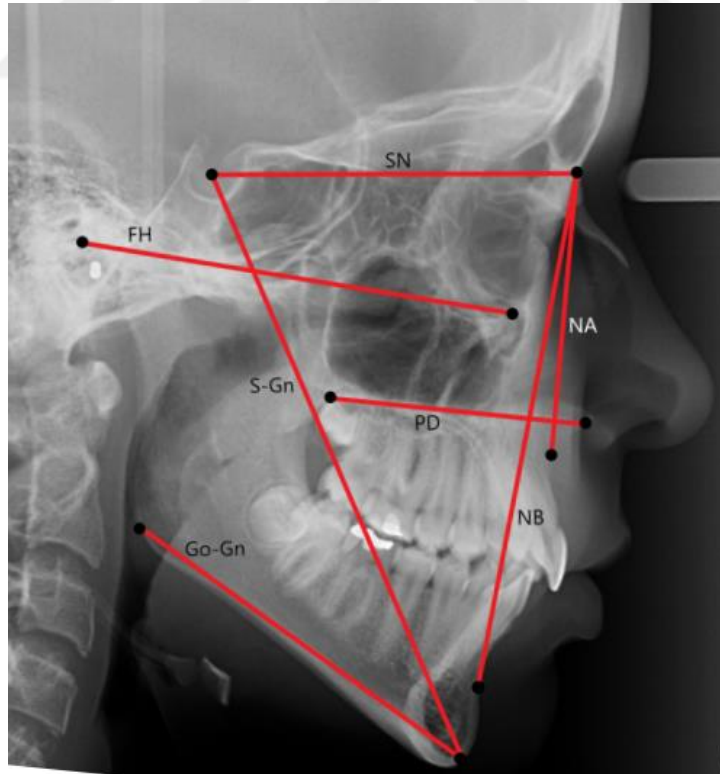
Nasion-A doğrusu (NA): Nasion ve A noktaları arasında çizilen doğrudur.

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

S-Gn düzlemi: Sella ve gnation noktalarından geçen düzlemdir.

Frankfurt horizontal düzlemi (FH): P ve Or noktalarını birleştiren düzlemdir. 51

Gonion-Gnathion düzlemi (Go-Gn): Go ve Gn noktaları arasında çizilen aynı zamanda mandibular düzlem olarak da adlandırılan düzlemdir .



Şekil 3. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan iskeletsel referans düzlemleri

Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans düzlemler şu şekildedir (Şekil 4):

Üst kesici düzlemi (U1D): U1a ve U1i noktaları arasında çizilen düzlemdir.

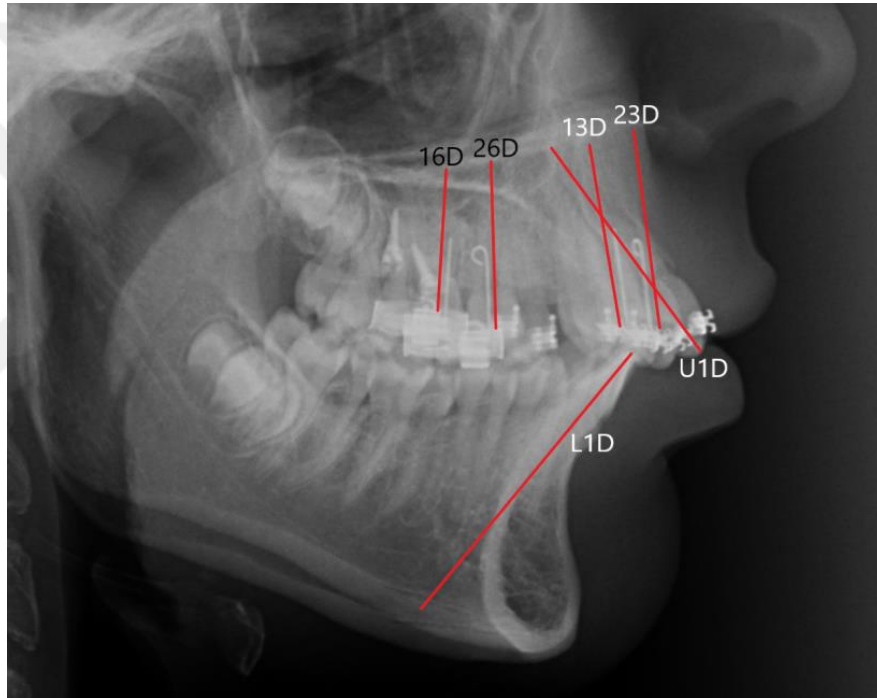
Alt kesici düzlemi (L1D): L1a ve L1i noktalarını birleştiren düzlemdir.

Sağ üst kanin düzlemi (13D): 13o ve 13a noktaları arasında çizilen düzlemdir.

Sol üst kanin düzlemi (23D): 23o ve 23a noktaları arasında çizilen düzlemdir.

Sağ üst molar düzlemi (16D): 16o ve 16a noktaları arasında çizilen düzlemdir.

Sol üst molar düzlemi (26D): 26o ve 26a noktaları arasında çizilen düzlemdir (Şekil 4).



Şekil 4. Lateral sefalometrik filmlerde kullanılan dişsel referans düzlemleri

3.2.6.3. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Ölçümler

Kanin distalizasyonunun başlangıcı ve sonu arasında meydana gelen iskeletsel değişikliklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan ölçümler şunlardır (Şekil 5):

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

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

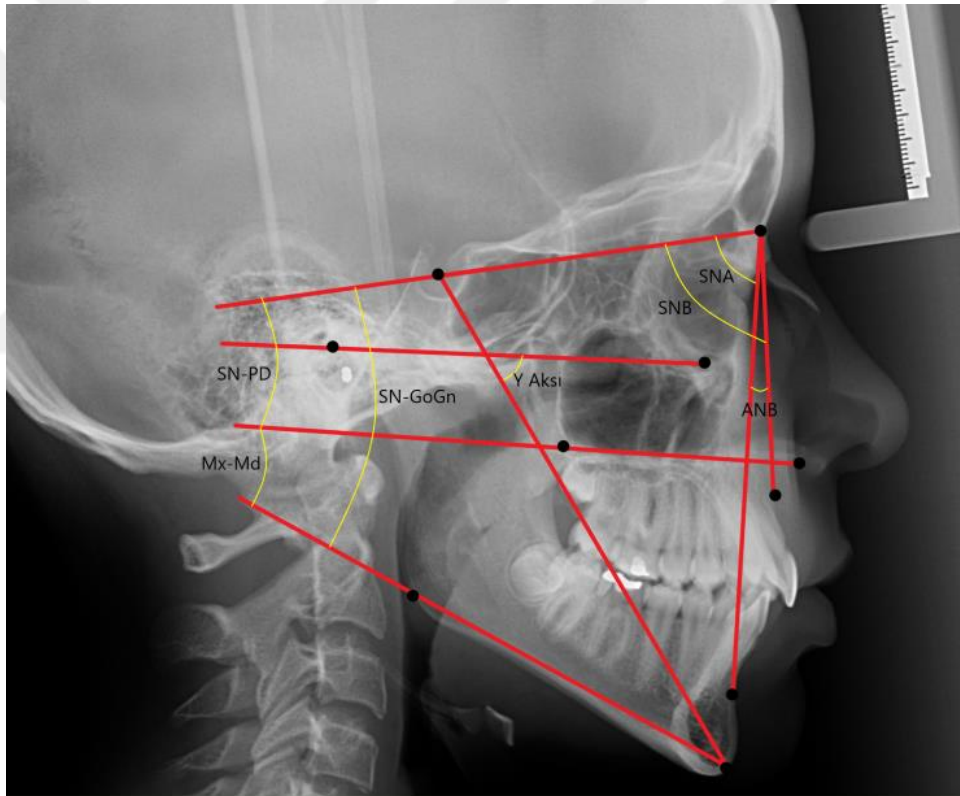
ANB: NA ve NB düzlemlerinin nasion noktasında oluşturdukları açıdır. Alt ve üst çenenin birbirlerine göre konumunu belirler.

Y Aksı (SGn-FH): S-Gn ve FH düzlemleri arasında ölçülen açıdır. Alt çenenin rotasyonunu ve dik yönde meydana gelen değişimleri gösterir.

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

SN-PD: SN düzlemi ve PD arasındaki açıdır

Mx-Md Açı: Mandibular düzlem ile PD arasındaki açıdır.



Şekil 5. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümler

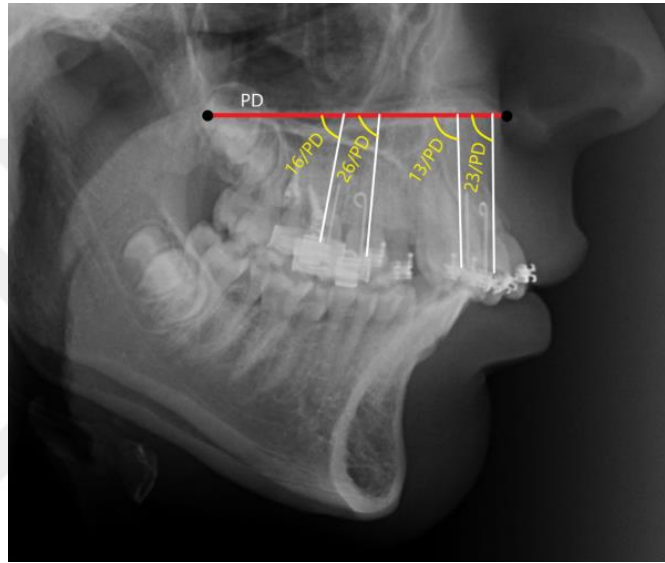
Keser dişlere ait dentoalveolar ölçümler şu şekildedir (Şekil 6):

13D/PD açısı: 13D ile PD arasındaki açıdır.

23D/PD açısı: 23D ile PD arasındaki açıdır.

16D/PD açısı: 16D ile PD arasındaki açıdır.

26D/PD açısı: 26D ile PD arasındaki açıdır.



Şekil 6. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait açısal ölçümler

Kanin ve büyük azılara ait dentoalveolar açısal ölçümler şöyledir (Şekil 6):

U1/PD açısı: U1D'in PD ile yaptığı açıdır.

U1/SN açısı: U1D'in SN ile yaptığı açıdır

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

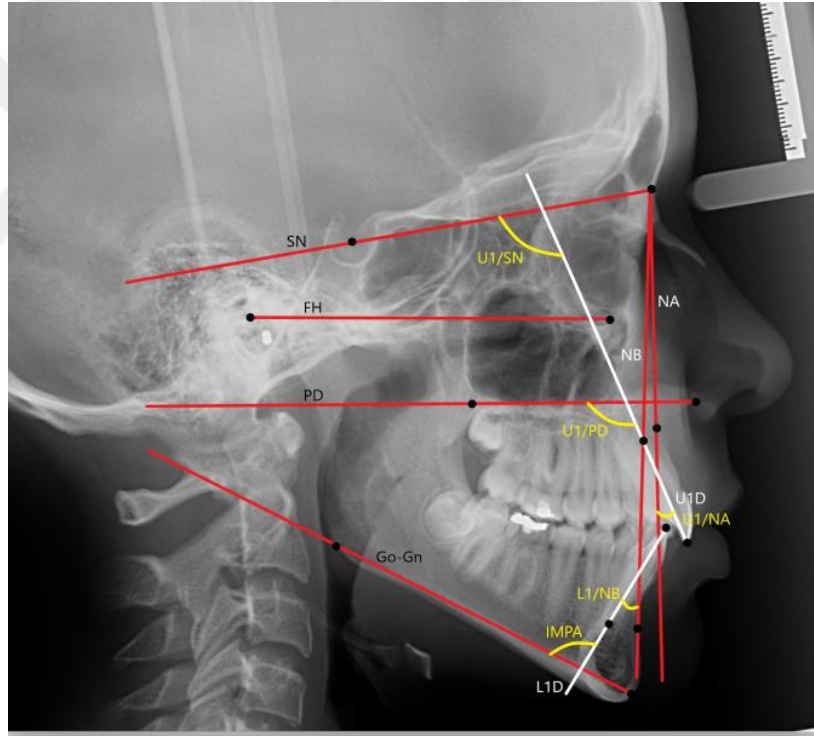
U1/NA mm: U1i noktasından NA düzlemine ölçülen dik uzaklıktır.

L1/APog: L1i noktasından APog düzlemine ölçülen dik uzaklıktır.

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

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

L1/NB mm: L1i noktasından NB düzlemine ölçülen dik uzaklıktır.



Şekil 7. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan kanin ve molar dişlere ait açısal ölçümler

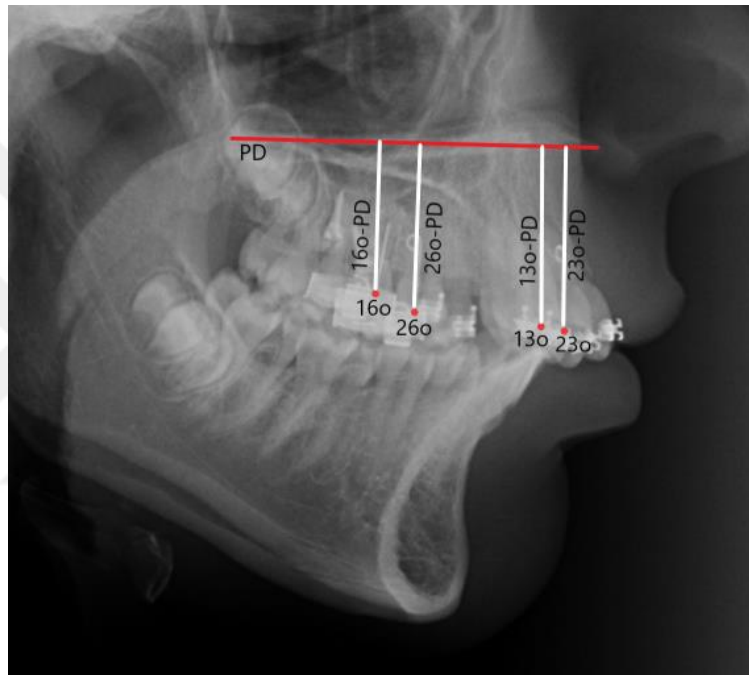
Kanin ve büyük azılara ait dentoalveolar lineer ölçümler şöyledir (Şekil 8):

13o/PD mm: 13o noktası ile PD arasındaki dik uzaklıktır.

23o/PD mm: 23o noktası ile PD arasındaki dik uzaklıktır.

16o/PD mm: 16o noktası ile PD arasındaki dik uzaklıktır.

26o/PD mm: 26o noktası ile PD arasındaki dik uzaklıktır.



Şekil 8. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan dentoalveolar mesafe ölçümleri

3.2.6.4. Lateral Sefalometrik Film Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Kanin Distal Devrilme Miktarı: T1 röntgeni üzerinde ölçülen 13/PD ve 23/PD açılarından T2 röntgeninde ölçülen aynı açı değerlerinin çıkarılması yöntemiyle her kanin dişi için hesaplanmıştır.

Molar Mezial Devrilme Miktarı: T2 röntgeni üzerinde ölçülen 16/PD ve 26/PD açılarından T1 röntgeninde ölçülen aynı açı değerlerinin çıkarılması yoluyla her molar diş için hesaplanmıştır.

Kanin Vertikal Hareket Miktarı: T2 röntgeninde ölçülen o13-PD ve o23/PD uzaklıklarından T1 röntgeninde ölçülen aynı uzaklık değerlerinin çıkarılması yöntemiyle her kanin diş için hesaplanmıştır. Pozitif değerler ekstrüzyon, negatif değerler intrüzyon hareketini göstermektedir.

Molar Vertikal Hareket Miktarı: T2 röntgeninde ölçülen o16-PD ve o26/PD uzaklıklarından T1 röntgeninde ölçülen aynı uzaklık değerlerinin çıkarılması yöntemiyle her molar diş için hesaplanmıştır. Pozitif değerler ekstrüzyon, negatif değerler intrüzyon hareketini göstermektedir.

3.2.7. Üç Boyutlu (3D) Ortodontik Model Analizi

T0, T1 ve T2 dönemlerinde hastalardan ölçüler alınarak alçı modeller elde edilmiştir. Toplam 72 alçı model 3D lazer model tarama cihazı (3 Shape, R 700 Desktop Scanner, Szczecin, Poland) ile taranarak dijital ortama aktarılmış ve cihaza ait olan yazılım programı (3Shape Ortho Analyzer™ 12) ile analiz edilmiştir (Resim 6).

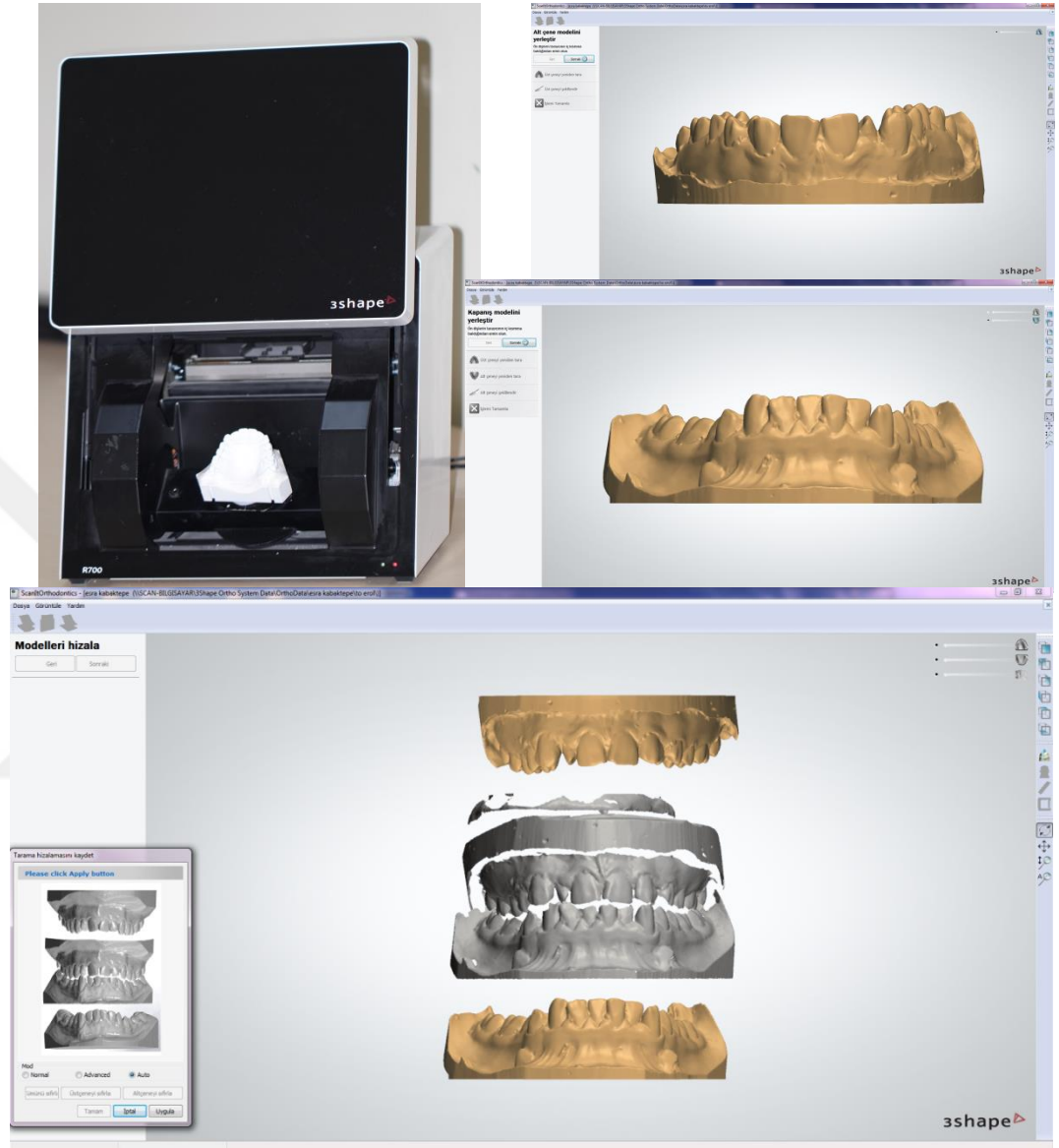
Model tarama cihazının 3 nokta yüzey karşılaştırma seçeneği kullanılarak 3 nokta ve bir yüzey seçilmiş ve hastaların T1 ve T2 modelleri karşılaştırılmıştır (Resim 7).

Çakıştırmada seçilen yüzey ve referans noktaları;

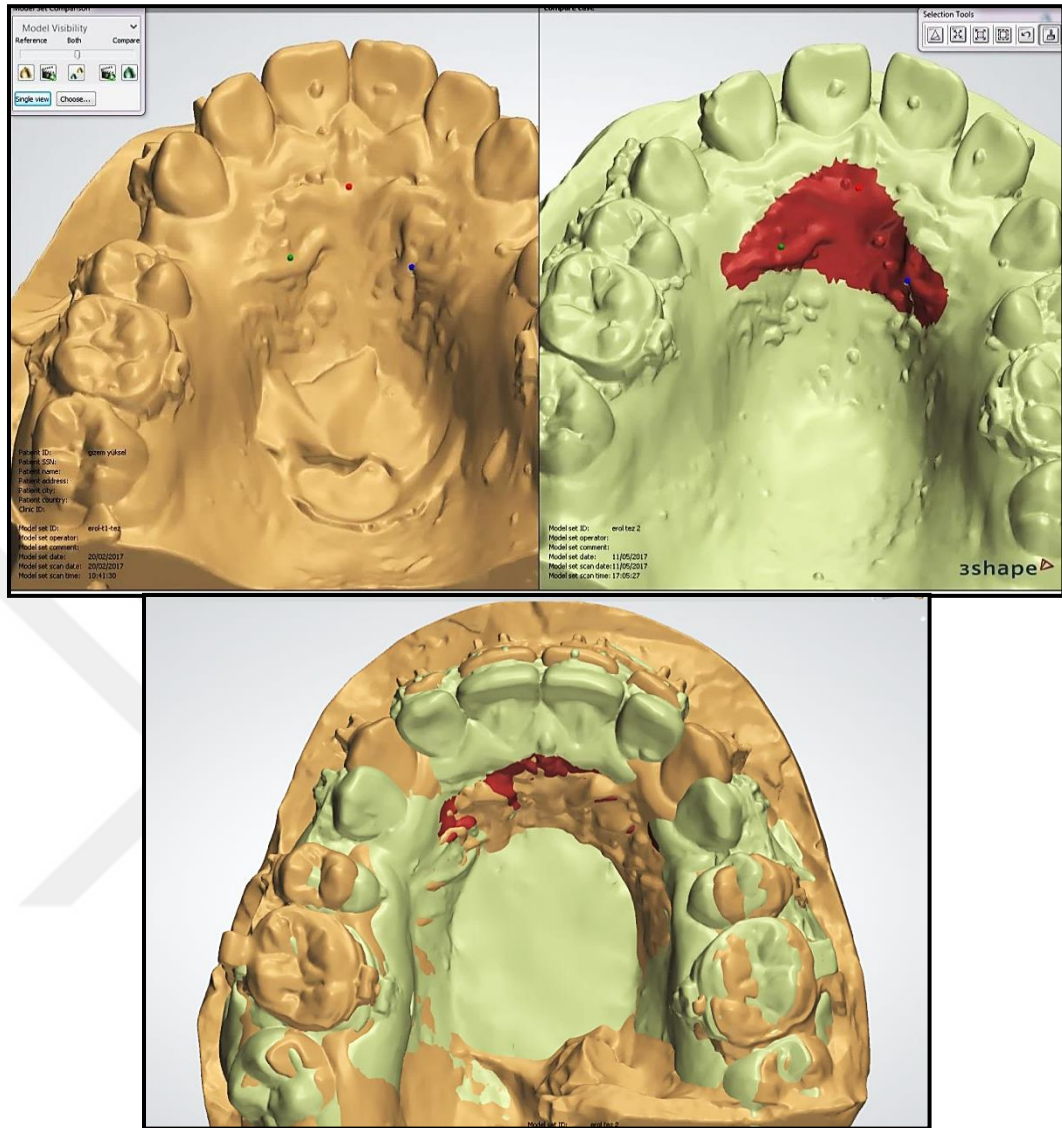
A: Sağ 1. ruganın medial noktası,

B: Sol 1. ruganın medial noktası ve

C: İnsiziv papillanın en posterior noktası şeklinde belirlenmiştir (135, 136).



Resim 6. Hastalara ait modellerin taranması ve dijital 3 boyutlu modellerin elde edilmesi

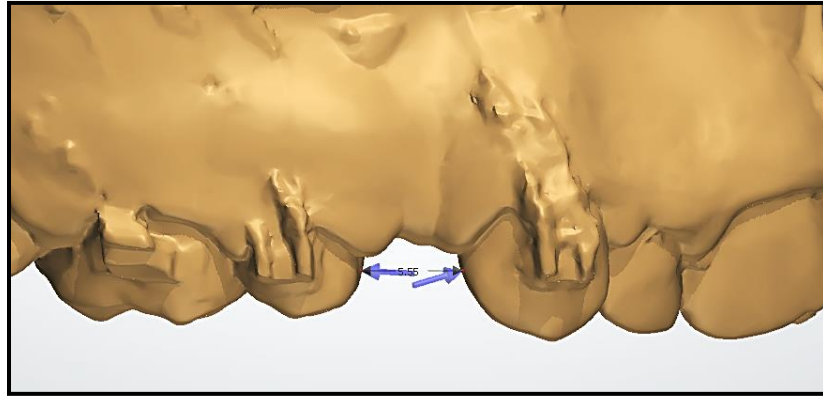


Resim 7. T1 ve T2 modellerinin çakıştırılmasında kullanılan noktalar ve çakıştırılmış modellerin görünümü

3.2.7.1. ekim Boşluğu Değerlendirmeleri

T1 modelleri üzerindeki boşluk miktarı milimetrik kumpas kullanılarak alçı modeller üzerinde ölçülmüş, 3 boyutlu model analiz programı kullanılarak diğital modeller üzerinde de aynı ölçümler yapılarak değerler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ölçümlerin verdiği değerler benzer olduğundan yazılımın verdiği değerler kullanılmıştır.

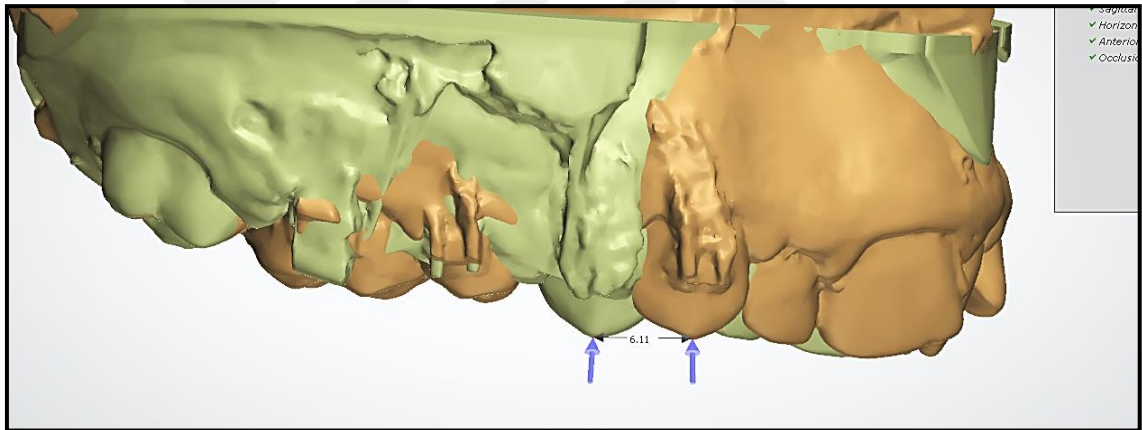
Seviyeleme sonrası boşluk miktarı her kanin dişin distal noktası (KD) ile ikinci premolar dişin en mezial noktası (PM) arasındaki doğrusal mesafe llmştir (Resim 8).



Resim 8. 3 boyutlu model üzerinde çekim boşluğunun ölçülmesi

3.2.7.2. Kanin Distalizasyon Hareketi Miktarı Değerlendirmeleri

T1 modelindeki kanin tüberkül tepesi (KTT1) ile T2 modelindeki kanin tüberkül tepesi (KTT2) arasındaki mesafe ölçülerek kanin distalizasyon hareket miktarı hesaplanmıştır. Tüm gruplar için ölçümler ayrı ayrı yapılarak kaydedilmiştir (Resim 9).



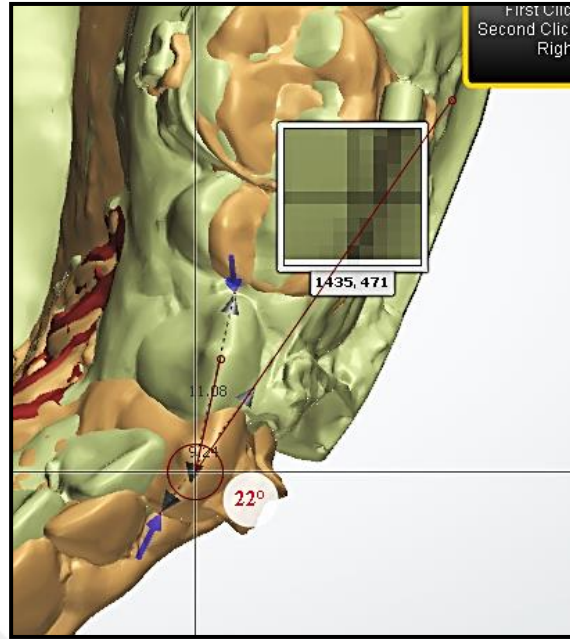
Resim 9. 3 boyutlu model üzerinde kanin distalizasyon hareketi miktarı ölçümü

3.2.7.3. Molar Mesializasyon Hareketi Miktarı Ölçümleri

Molar mesializasyon hareketi miktarı T1 modelindeki birinci molar dişin en mezial noktası (MM1) ve T2 modelindeki birinci molar dişin en mezial noktası (MM2) arasındaki doğrusal mesafe ölçülerek çıkan değer kaydedilmiştir.

3.2.7.4. Kanin Rotasyon Miktarı Ölçümleri

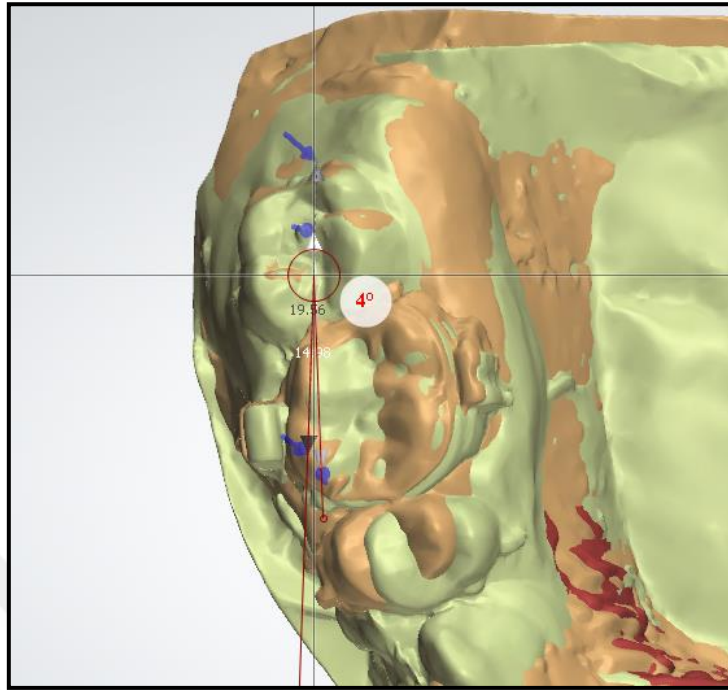
T1 ve T2 modelleri üzerinde kanin dişlerinin en mesiali (MN) ve en distalini (DN) birleştiren doğru ayrı ayrı çizilmiştir. İki modelin çakıştırma görüntüleri üzerinde bu iki doğru arasında ölçülen dar açı kanin dişlerinin rotasyon miktarı olarak kaydedilmiştir (Resim 10).



Resim 10. 3 boyutlu model üzerinde kanin rotasyon miktarının ölçümü

3.2.7.5. Molar Rotasyon Miktarı Ölçümleri

Birinci molar dişin meziobukkal ve distobukkal tüberkül tepeleri T1 ve T2 modelleri üzerinde işaretlenmiş ve bu iki noktanın birleştirilmesi ile bir doğru oluşturulmuştur. Modellerin çakıştırılması ile oluşan iki doğrunun kesişimi ile aralarında oluşan açı ölçülmüş ve rotasyon miktarı olarak kaydedilmiştir (Resim 11).



Resim 11. 3 boyutlu model üzerinde molar rotasyon miktarının ölçümü

3.2.8. Kök Rezorpsiyonu Ölçümleri

T0, T1 ve T2 zamanlarında kuvvet uygulanan kanin dişlerinden paralel teknikle alınan periapikal radyografiler kullanılarak kök rezorpsiyonu ölçümleri yapılmıştır. Rezorpsiyonun değerlendirilmesinde Sharpe ve ark tarafından belirlenmiş ve modifiye edilmiş rezorpsiyon değerlendirme skalası kullanılmıştır. Bu skala dikkate alınarak kök rezorpsiyonları aşağıdaki şekilde dört kategoriye göre değerlendirilmiştir (137).

S0 = Apikal kök rezorpsiyonu mevcut değildir,

S1 = Kök ucunda periodontal ligament aralığı genişlemiştir,

S2 = Kök ucunda kök uzunluğunun 1/3'üne kadar orta derecede rezorpsiyon mevcuttur,

S3= Kök ucunda kök uzunluğunun 1/3'ünden fazla olacak şekilde ciddi miktarda rezorpsiyon mevcuttur.

3.2.9. Ağrı Deneyimi Ölçümleri

Her hastaya mekaniklerin takıldığı ve aktive edildiği andan itibaren distalizasyon süresince sağ ve sol kanin dişlerde deneyimlediği ağrıyı skorlaması için çizelgeler verilmiştir (Resim 12).

Ağrı skorlama çizelgesinde “ağrı yok-dayanılmayacak şiddette ağrı” hislerini temsil eden 0-10 aralığındaki görsel analog skalası (Visual Analogue Scale, VAS) değerlendirme için kullanılmıştır. VAS üzerindeki rakamların karşılık geldiği ağrı düzeyleri ağrısını değerlendirirken hastaya yardımcı olması için kelimeler ve şekiller ile tanımlanmıştır. Hastadan hissettiği ağrı hissinin, skala üzerindeki rakamlara karşılık geleni seçmesi ve ilgili tarihin karşısına sağ ve sol kanin diş için ayrı ayrı not etmesi istenmiştir. Distalizasyon bitiminde skorlamalar hastalar teslim alınmış ve kaydedilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

HYCON + ACCELEDENT GRUBU ☐

HYCON GRUBU ☐

AĞRI ANKETİ

Lütfen ağrınızın şiddetini belirtmek için ilgili zaman diliminin karşısına aşağıdaki ölçeklere göre işaretleme yapınız.

AD SOYAD: _____ PROTOKOL NO: _____

DOĞUM TARİHİ: _____ CİNSİYET: _____

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ağrı yok Çok hafif ağrı Rahatsızlık verici hafif ağrı Sıkıntı verici, sinir bozucu ağrı Şiddetli ağrı (ızdırap verici) Dayanılmaz şiddette ağrı

ZAMAN	TARİH	SAĞ SKORLAMA	SOL SKORLAMA
Aygit takıldığında(0.dk)	/...../2019		
Aygit takıldıktan 1 saat sonra	/...../2019		
Aygit takıldıktan 24 saat sonra	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 3.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 6.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 9.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 12.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 15.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 18.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 21.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 24.gün	/...../2019		
Aygit takıldıktan sonra 27.gün	/...../2019		

Resim 12. Hastalara deneyimlenen ağrıyı skorlamaları için verilen skala

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma sonucunda elde edilen veriler Microsoft Office Excel programına (Microsoft Office Excel 16.22, Microsoft, Washington, ABD) aktarılmış ve düzenlenmiştir. Veriler, SPSS 24.0 (Statistical Package for Social Sciences, Version 24.0, SPSS Inc. , Chicago, IL, ABD) programına aktarılarak analizlerin yapılması için hazırlanmıştır. Değişkenlerin normallik değerlendirmeleri Shapiro-Wilks testi kullanılarak yapılmıştır.

Verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında parametrik yöntem olarak One- Way ANOVA testi non-parametrik yöntem olarak Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunan parametreler için çoklu karşılaştırmalarda Post-Hoc testi istatistiği olarak Tukey metodundan yararlanılmıştır. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunan parametreler için ikili karşılaştırmalar Mann Whitney U testi ile gerçekleştirilmiştir.

3.4. Metot Hata Kontrolünün Değerlendirilmesi

Yapılan ölçümler için hata payının hesaplanması amacıyla rastgele seçilen 10 bireyin lateral sefalometrik filmlerine ve modellerine ait tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından 15 gün sonra tekrarlanmış ve standart yöntem hatası hesaplanmıştır. Standart yöntem hatasını hesaplamak için “Dahlberg” formülü kullanılmıştır (138).

$$SH = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

SH: Standart yöntem hatası

d: Birinci ve ikinci ölçüm arasındaki fark

n: Tekrarlanan ölçüm sayısı



Distalizasyona başlamadan
hemen önce



Distalizasyonda 28.gün



Distalizasyonda 51.gün



Distalizasyonda 73.gün



Distalizasyon bitimi 92.gün

4.BULGULAR

Çalışmamız yaşları 13,26 yıl ile 17.83 yıl arasında değişen yaş ortalaması $15,07 \pm 1,14$ yıl olan 16 kız 8 erkek hasta üzerinde yapılmıştır. Kız ve erkek hastaların yaş dağılımında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,723$).

Çalışmaya ait verilerin homojenitesi Shapiro-Wilk normalite testi ile değerlendirilmiş ve gruplardaki dağılımın homojen olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Dahlberg formülü kullanılarak yapılan değerlendirmenin sonucuna göre metot hatası lateral sefalometrik filmlerde doğrusal ölçümler için $0,09-0,15$ mm ve açısal ölçümler için $0,11^{\circ}-0,23^{\circ}$ arasında, model ölçümleri için ise $0,016-0,021$ mm arasında değişim göstermiştir. 15 gün arayla yapılan ölçümler hata paylarının önemsiz olduğunu ve bu çalışmadaki sonuçların istatistiksel olarak önemli oranda etkilenmeyeceğini göstermektedir (138).

Ort: Ortalama SS: Standart (* $p<0,05$, ** $p\leq 0,01$, *** $p\leq 0,001$)

Tablo 4. Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümlerin T1-T2 dönemleri arasındaki karşılaştırmaları

	T1 (Ort $\pm$ SS)	T2 (Ort $\pm$ SS)	P
SNA	(81,45 $\pm$ 3,34)	(81,63 $\pm$ 3,31)	,151
SNB	(77,32 $\pm$ 4,22)	(77,38 $\pm$ 4,23)	,625
ANB	(4,26 $\pm$ 2,06)	(4,24 $\pm$ 2,11)	,138
Mx-Md açısı	(26,93 $\pm$ 4,87)	(26,13 $\pm$ 4,84)	,559
Y aksı açısı	(61,51 $\pm$ 2,03)	(61,03 $\pm$ 2,00)	,321
SN-GoGn	(33,25 $\pm$ 4,56)	(33,35 $\pm$ 4,42)	,851
SN-PD	(7,37 $\pm$ 2,69)	(7,51 $\pm$ 2,61)	,306

4.1. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları

4.1.1. Lateral Sefalometrik Filmlerde Yapılan İskeletsel Ölçümlere Ait Bulgular

Seviyelemenin bittiği T1 dönemi ile distalizasyonun tamamlandığı T2 döneminde alınan lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel ölçümlerin değişimi Tablo 4’de gösterilmiştir. T1-T2 döneminde SNA, SNB, ANB, Mx-Md açısı, Y Aksı açısı, SN-GoGn ve SN-PD açlarına ait ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir.

4.1.2. Lateral Sefalometrik Filmlerde Yapılan Dentoalveolar Ölçümlere Ait Bulgular

4.1.2.1. Keser Dişlere Ait Dentoalveolar Ölçüm Bulguları

T1-T2 dönemlerinde alınan lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan keser dişlere ait dentoalveolar ölçümlere ait bulguların karşılaştırması Tablo 5’te gösterilmiştir. U1/SN (açı), U1/PD (açı), U1/NA (mm), U1/NA (açı) ölçümlerinde iki dönem arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Üst keserler kanin dişin distalizasyon süresi boyunca anlamlı düzeyde retrüze ve retrokline olmuştur. Alt keser dişlere ait ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir.

Ort: Ortalama SS: Standart (* $p<0,05$, ** $p\leq 0,01$, *** $p\leq 0,001$)

Tablo 5. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst keser dişlere ait bulguların T1-T2 dönemleri arasındaki karşılaştırmaları

	T1 (Ort ±SS)	T2 (Ort ±SS)	P
U1/SN (açı)	(102,56±5,64)	(97,21±6,08)	,003**
U1/PD (açı)	(111,85±6,12)	(107,52±6,14)	,000***
U1/NA (mm)	(3,56±2,58)	(2,25±2,51)	,000***
U1/NA (açı)	(20,35±7,98)	(16,45±6,12)	,000***
L1/APog	(2,32±1,67)	(2,25±2,01)	,452
IMPA	(92,65±4,04)	(92,33±4,69)	,123
L1/NB (açı)	(28,95±3,70)	(28,81±4,58)	,378
L1/NB (mm)	(5,20±2,06)	(4,98±1,80)	,325

4.1.2.2. Üst kanin ve birinci molar dişlere ait dentoalveolar ölçüm bulguları

T1 ve T2 dönemlerinde alınan lateral sefalometrik filmler üzerinde, üst kanin ve birinci molar dişlerdeki değişimi değerlendirmek için yapılan dentoalveolar ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 6,7,8 ve 9’da gösterilmiştir.

Kanin dişlerin ortalama vertikal hareket miktarları şu şekildedir;

RKA grubundaki dişler ortalama $0,33 \pm 1,68$ mm intrüzyona uğramışlardır.

MKA grubundaki dişler ortalama $0,32 \pm 1,33$ mm intrüzyona uğramışlardır.

RK grubundaki dişler ortalama $0,27 \pm 1,25$ mm intrüzyona uğramışlardır.

MK grubundaki dişler ortalama $0,51 \pm 1,74$ mm intrüzyona uğramışlardır.

Kanin dişlerin ortalama distale devrilme miktarları şu şekildedir;

RKA grubundaki dişler ortalama $3,41 \pm 9,87$ derece distale devrilmiştir.

MKA grubundaki dişler ortalama $3,87 \pm 8,21$ derece distale devrilmiştir.

RK grubundaki dişler ortalama $3,55 \pm 8,98$ derece distale devrilmiştir.

MK grubundaki dişler ortalama $4,10 \pm 10,81$ derece distale devrilmiştir.

Kanin dişlerin distale devrilme miktarları ve vertikal hareket miktarları grup içinde karşılaştırıldığında iskeletsel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Veriler normal dağılım gösterdiğinden gruplar arası karşılaştırmalar için ise One Way ANOVA testi, grup içi karşılaştırmalar için Tukey testi kullanılmıştır.

Tablo 6. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst kanin dişlere ait ölçümler ve grup içi karşılaştırmaları

KANİN	Acceledent kullanan hastalar			
	RKA (rutin kuvvet + acceledent)		MKA (modifiye kuvvet + acceledent)	
	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)
T1	20,45±2,45	92,58±9,98	21,76±2,87	91,56±12,65
T2	20,12±2,51	89,17±10,21	21,44±2,66	87,69±11,28
Fark	-0,33±1,68	3,41±9,87	-0,32±1,33	3,87±8,21
p	,365	,229	,217	,563
KANİN	Acceledent kullanmayan hastalar			
	RK (rutin kuvvet)		MK (modifiye kuvvet)	
	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)
T1	21,64±3,12	90,74±12,32	21,54±3,54	91,26±9,87
T2	21,37±2,87	87,19±11,24	21,03±2,69	87,16±11,54
Fark	-0,27±1,25	3,55±8,98	-0,51±1,74	4,10±10,81
p	,125	,217	,429	,515

(* p<0,05, ** p≤0,01, *** p≤0,001)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Tablo 7. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst kanin dişlere ait ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmaları

KANİN	Palatal Düzlem (mm) <i>P</i>	Palatal Düzlem (açı) <i>p</i>
RKA – MKA	,268	,546
RKA – RK	,368	,287
RKA – MK	,103	,186
MKA – RK	,597	,924
MKA – MK	,826	,529
RK – MK	,261	,361

(* $p < 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Molar dişlerin ortalama vertikal hareket miktarları şu şekildedir;

RKA grubundaki dişler ortalama $0,37 \pm 1,95$ mm intrüzyona uğramışlardır.

MKA grubundaki dişler ortalama $0,28 \pm 1,18$ mm intrüzyona uğramışlardır.

RK grubundaki dişler ortalama $0,45 \pm 1,58$ mm intrüzyona uğramışlardır.

MK grubundaki dişler ortalama $0,41 \pm 1,09$ mm intrüzyona uğramışlardır.

Molar dişlerin ortalama mesiale devrilme miktarları şu şekildedir;

RKA grubundaki dişler ortalama $1,35 \pm 5,89$ derece mesiale devrilmiştir.

MKA grubundaki dişler ortalama $0,12 \pm 4,74$ derece mesiale devrilmiştir.

RK grubundaki dişler ortalama $1,26 \pm 6,54$ derece mesiale devrilmiştir.

MK grubundaki dişler ortalama $0,29 \pm 7,05$ derece mesiale devrilmiştir.

Molar dişlerin mesiale devrilme miktarları ve vertikal hareket miktarları grup içinde ve gruplar arası karşılaştırıldığında iskeletsel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Veriler normal dağılım gösterdiğinden gruplar arası karşılaştırmalar için ise One Way ANOVA testi, grup içi karşılaştırmalar için Tukey testi kullanılmıştır.

Tablo 8. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst molar dişlere ait ölçümler ve grup içi karşılaştırmaları

MOLAR	Acceledent kullanan hastalar			
	RKA (rutin kuvvet + acceledent)		MKA (modifiye kuvvet + acceledent)	
	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)
T1	18,82±1,89	76,21±6,21	19,06±3,08	72,09±4,21
T2	18,45±2,28	77,56±5,56	18,78±2,54	72,21±4,89
Fark	-0,37±1,95	1,35±5,89	-0,28±1,18	0,12±4,74
p	,689	,781	,903	,281
MOLAR	Acceledent kullanmayan hastalar			
	RK (rutin kuvvet)		MK (modifiye kuvvet)	
	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)
T1	18,59±2,29	78,95±6,87	19,11±1,96	73,21±7,21
T2	18,14±2,65	80,21±7,85	18,70±2,03	73,56±5,98
Fark	-0,45±1,58	1,26±6,54	-0,41±1,09	0,29±7,05
p	,158	,125	,325	,198

(* p<0,05, ** p≤0,01, *** p≤0,001)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Tablo 9. Lateral sefalometrik filmlerde yapılan üst molar dişlere ait ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmaları

MOLAR	Palatal Düzlem (mm)	Palatal Düzlem (açı)
	<i>P</i>	<i>p</i>
RKA – MKA	,636	,267
RKA – RK	,758	,251
RKA – MK	,394	,156
MKA – RK	,550	,436
MKA – MK	,751	,147
RK – MK	,129	,474

(* p<0,05, ** p≤0,01, *** p≤0,001)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

4.2. Üç Boyutlu (3d) Ortodontik Model Analizi Değerlendirme Bulguları

3D modellerin karşılaştırılması ile elde edilen kanin distalizasyonu, molar mesializasyonu, molar ve kanin rotasyonu ile çekim boşluğu miktarı ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırması Tablo 10 ve 11’de gösterilmiştir.

Kanin dişlerde 3D modellerin karşılaştırılması ile elde edilen distalizasyon miktarları dört grup için karşılaştırıldığında, RKA’da ortalama 5,92 mm, MKA’da 6,08 mm, RK’de 6,04 mm, MK’de ise 6,02 mm hesaplanmıştır (Tablo 10). Distalizasyon miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Molar mezializasyon ve rotasyon miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır (Tablo 10). Molar mesializasyon miktarları RKA’da 0,69 mm, MKA’da 0,71 mm, RK’de 0,50 mm, MK’de 0,47 mm molar mesializasyonu meydana gelmiştir (Tablo 10).

3D modellerin karşılaştırılması ile elde edilen kanin dişlerinde meydana gelen rotasyon miktarları istatistiksel olarak anlamlı derece farklıdır ($p<0.05$). En fazla kanin rotasyonu 14,14 derece ile MK grubunda meydana gelmiştir. MKA’da 11,91 derece, RK’de 9,36 derece ve RKA’da 8,57 derece kanin rotasyonu ölçülmüştür (Tablo 10).

Distalizasyon öncesi ölçülen çekim boşlukları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur. Gruplardaki diş çekim boşlukları şu şekildedir; RKA’da 6,77 mm, MKA’da 6,94 mm, RK’de 6,65 mm, MK’de ise 6,51 mm’dir (Tablo 10).

Tablo 10. 3D model analizi ölçümlerine ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması

	Kanin Distalizasyon (mm)	Molar Mesializasyon (mm)	Kanin Rotasyon (açı)	Molar Rotasyon (açı)	Çekim Boşluğu (mm)
RKA	5,92±0,97	0,69±0,54	8,57±3,25	5,51±2,37	6,77±0,49
MKA	6,08±1,21	0,71±0,39	11,91±5,47	6,12±3,78	6,94±0,23
RK	6,04±0,74	0,50±0,35	9,36±4,56	6,07±2,11	6,65±0,67
MK	6,02±0,93	0,47±0,47	14,14±5,09	6,81±2,09	6,51±0,53
p	,267	,158	,019*	0,329	0,657

(* $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Tablo 11. 3D model analizi ölçümlerine ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması

	Kanin Distalizasyon (mm) <i>p</i>	Molar Mesializasyon (mm) <i>p</i>	Kanin Rotasyon (açı) <i>p</i>	Molar Rotasyon (açı) <i>p</i>	Çekim Boşluğu (mm) <i>p</i>
RKA – MKA	,329	,328	,318	,356	,480
RKA – RK	,546	,512	,736	,164	,621
RKA – MK	,201	,687	,002**	,058	,158
MKA – RK	,954	,192	,423	,945	,913
MKA – MK	,684	,209	,506	,115	,687
RK – MK	,728	,456	,003**	,602	,286

(* $p < 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

4.2.1. Kanin Distalizasyon Hızı Bulguları

3D model analiz verilerine göre her grup için hesaplanan günlük ve 28 günlük kanin distalizasyon hızı bulgularının gruplar arası karşılaştırması tablo 12 ve 13’de gösterilmiştir.

Acceledent kullanan hastalarda (RKA ve MKA) kullanmayan hastalara (RK ve MK) göre daha hızlı kanin distalizasyonu gerçekleşmiştir. Ortalama kanin distalizasyon hızı göz önüne alındığında hem acceledent kullanan hastalar içinde hem de kullanmayan hastalar içinde modifiye vida çevirme protokolü uygulanan sol kaninler daha hızlı hareket etmiştir.

Acceledent cihazını kullanan hastaların sağ ve sol kanin distalizasyon hızları karşılaştırıldığında 28 günde; sağ kaninler(RKA) ortalama 1.26 mm, sol kaninler(MKA) 1.36 mm hareket etmiştir. Modifiye vida çevirme protokolü uygulanan sol kaninlerde, sağ kaninlere göre daha hızlı diş hareketi görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Acceledent cihazı kullanmayan hastaların sağ ve sol kanin distalizasyon hızları karşılaştırıldığında 28 günde; sağ kaninler (RK) ortalama 1.17 mm, sol kaninler (MK) 1.22 mm hareket etmiştir. Ancak 0.05 mm’ lik bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Gruplar arası karşılaştırmalarda acceledent kullanan ve vida çevirme protokolü modifiye edilmiş olan MKA grubu ile acceledent kullanmayan ve vidayı normal ritminde çeviren RK grubu arasında ortalama 0.19 mm/ay fark vardır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.001$) (Tablo 13).

Hycon vidasının modifiye protokolde çevrildiği MKA ve MK' deki ortalama hareket miktarları sırasıyla 1,36 mm/ay ve 1.22 mm/ay olarak ölçülmüştür. MKA'daki hastalar, MK'deki hastalardan farklı olarak distalizasyon süreci boyunca acceledent cihazı ile günde 20 dakika titreşim uygulaması yapmışlardır. Gruplar arasında meydana gelen 0.14 mm/ay'lık fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) (Tablo 13).

Kanin dişlerinin ortalama distalizasyon süreleri RKA grubunda 131 gün, MKA grubunda 125 gün, RK grubunda 144 gün ve MK grubunda 138 gün olarak ölçülmüştür (Tablo 13.).

Tablo 12. Kanin distalizasyon hız ve sürelerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Günlük (mm)	28 günlük (mm)	Distalizasyon süresi (gün)
RKA	0,0450±0,08	1,26±0,11	131,55
MKA	0,0485±0,01	1,36±0,09	125,36
RK	0,0417±0,13	1,17±0,12	144,36
MK	0,0435±0,15	1,22±0,25	138,39
p	,002**	,002**	,089

(* $p<0,05$, ** $p\leq 0,01$, *** $p\leq 0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Tablo 13. Kanin distalizasyon hızlarının gruplar arası karşılaştırılması

	Kanin Distalizasyon hızı
	<i>p</i>
RKA – MKA	,109
RKA – RK	,743
RKA – MK	,692
MKA – RK	,001***
MKA – MK	,038*
RK – MK	,264

(* $p<0,05$, ** $p\leq 0,01$, *** $p\leq 0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

4.3. Kök Rezorpsiyonu Bulguları

Periapikal radyografiler üzerinde yapılan kök rezorpsiyonu skorlamalarının T0-T2 dönemleri arasında gruplar arasındaki karşılaştırmaları Tablo 14’de gösterilmiştir.

Acceledent kullanan gruplarda (RKA ve MKA) distalizasyon sonunda 6 dişte S-0 derecesinde, 16 dişte S-1 derecesinde, 2 dişte ise S-2 derecesinde rezorpsiyon tespit edilmiştir.

Acceledent kullanmayan gruplarda (RK ve MK) distalizasyon sonunda 3 dişte S-0 derecesinde, 19 dişte S-1 derecesinde, 2 dişte ise S-2 derecesinde rezorpsiyon tespit edilmiştir.

Distalizasyon sonunda hiçbir dişte ciddi kök veya kemik kaybı izlenmemiş olup S-3 derecesinden kök rezorpsiyonuna rastlanmamıştır.

Çalışma genelinde 9 dişte hiçbir bulgu izlenmezken (S-0), 4 dişte apikal bölgede hafif küntleşme gözlenmiştir (S-2). Diğer dişlerde ise periodontal ligamentte hafif bir aralanma tespit edilmiştir (S-1).

Tablo 14. Kök rezorpsiyonu skorlamalarının gruplar arası karşılaştırılması

	RKA				MKA				RK				MK			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
T0	12	x	x	x	12	x	x	x	12	x	x	x	12	x	x	x
T1	6	6	x	x	5	7	x	x	6	6	x	x	4	8	x	x
T2	4	6	2	x	2	10	x	x	1	9	2	x	2	10	x	x

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

4.4. Ağrı Bulguları

Kanin distalizasyon süresinin 27. gününe kadar her 3 günde bir elde edilen ağrı skoru verilerine ait ortalamaların gruplar arası karşılaştırılması tablo 15 ve grafik 1’de gösterilmiştir.

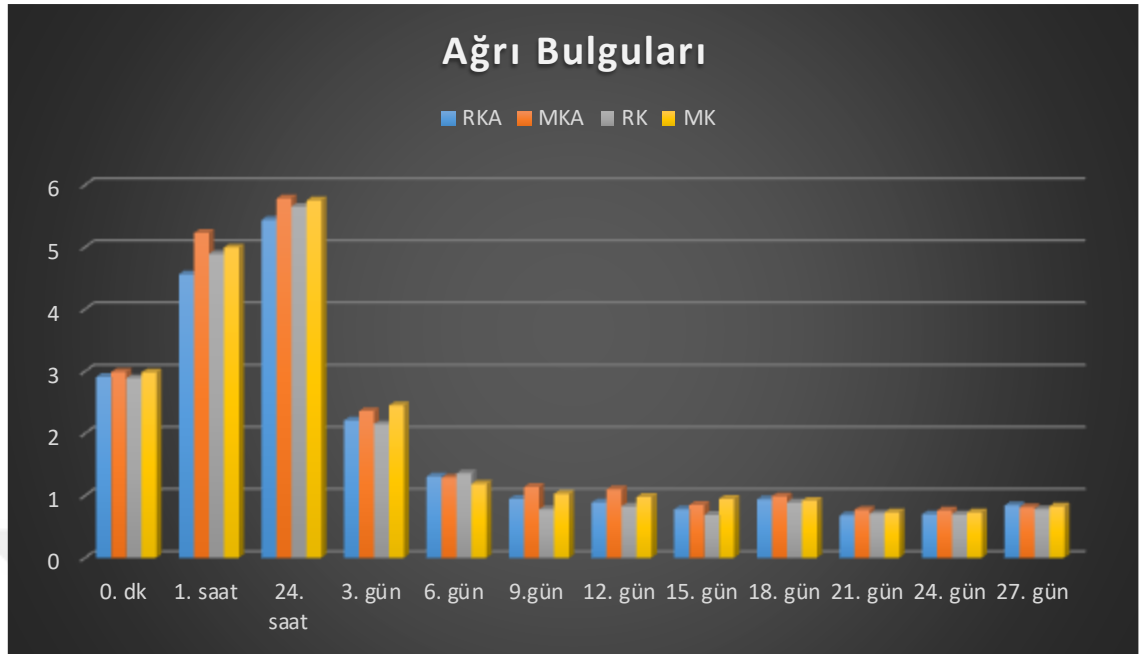
Hem gruplar içinde hem de gruplar arasında ağrı skorlaması açısından ufak farklılıklar olsa da bulgular birbirine çok yakındır. Bu değerler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tablo 15. Ağrı bulgularının gruplar arası karşılaştırılması

	Ortalama
RKA	1,23±0,51
MKA	1,67±0,54
RK	1,19±0,48
MK	1,42±0,67
<i>p</i>	,264

(* $p<0,05$, ** $p\leq0,01$, *** $p\leq0,001$)

(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)



(RKA: rutin kuvvet + acceledent, MKA: modifiye kuvvet + acceledent, RK: rutin kuvvet, MK: modifiye kuvvet)

Grafik 1. Ağrı bulgularının gruplar arası karşılaştırılması

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Amaç

Çapraşıklık, ortodontik olarak tedavi edilen hastalarda görülen en yaygın semptomlardandır. Çapraşıklığın tedavisinde molar distalizasyonu, ark ekspansiyonu veya daimi diş çekimi yapılabilmektedir (139). Dental arklarda yer kazanmak amacıyla çürük dişlerin çekimini ilk öneren 18.yüzyılda John Hunter olmuştur (43). Daha sonraki yıllarda Begg, Jarabak ve Tweed sağlıklı dişlerin çekimini önermiştir (44, 51).

Ortodontik tedavi uzun soluklu bir süreçtir ve çekimli tedavilerde kanin distalizasyonu aşaması 6-8 ay sürmektedir. Geleneksel tekniklerle yapılan kanin distalizasyonunda ayda yaklaşık 1 mm diş hareketi beklenmektedir (140). Özellikle çekimli vakalarda ortodontik tedavinin uzun sürmesi hem hasta hem de hekim açısından sorun teşkil etmektedir. Uzun süren ortodontik tedavilerin kök rezorbsiyonu, gingival problemler ve çürük gibi istenmeyen yan etkilerinin olması tedavi süresini kısaltacak tedavi yaklaşımlarını ön plana çıkarmıştır (141).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla cerrahi uygulamalar, ilaç uygulamaları ve mekanik-fiziksel stimulasyon uygulamaları çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (21, 86, 87, 90, 97, 98, 112-114).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla uygulanan cerrahi yöntemler, ilaç enjeksiyonları, ultrasonik uygulamalar gibi yöntemler faydalı olsa da, istenmeyen yan etkilerinden dolayı bu yöntemler rutin tedavi protokollerinde kullanılamamaktadır.

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için yapılan cerrahi işlemlerin invaziv olması, post-operatif ağrı ve şişlik, enfeksiyon olasılığı ve komşu anatomik yapılara zarar verme riski gibi dezavantajları mevcuttur (70).

Sistemik ve lokal ilaç uygulamalarının ortodontik diş hareketini hızlandırdığı gösterilmiş olmakla birlikte dişeti büyümesi, ağız kuruluğu, kök rezorbsiyonu ve istenmeyen sistemik etkileri olduğu gösterilmiştir (20). Günümüzde ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla güvenle kullanılabilecek bir ilaç henüz yoktur.

Ultrasonik vibrasyonun ortodontik diş hareketini artırmasının yanında pulpada termal hasara neden olabileceği rapor edilmiştir (112).

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacıyla kullanılan yöntemler göz önüne alındığında rezonans titreşim uygulamaları; kullanımlarının kolay ve basit olması, hasta tarafından uygulanabilmesi ve tüm braket teknolojileri ile beraber kullanılabilmeleri gibi avantajlara sahiptir (142). Titreşim uygulaması ile ortodontik diş hareketi hızlandırılarak toplam tedavi süresi kısaltılabilmektedir (143).

Minimum doku hasarı ile birlikte hızlı diş hareketinin oluştuğu, aynı zamanda hasta konforunun maksimum seviyede olduğu durumda oluşan diş hareketi optimum diş hareketi olarak tanımlanır (5, 11). Ortodontik diş hareketinin meydana gelmesi için uygulanacak kuvvet hücreleri aktive etmelidir ancak PDL aralığında kan akışını durdurmamalıdır. Ortodontik kuvvetler uygulama büyüklüklerine göre hafif ve ağır olmak üzere ikiye ayrılırken, uygulama süresine göre kesikli, sürekli ve aralıklı kuvvetler olmak üzere üçe ayrılmaktadırlar (4, 5). Kesikli tipteki kuvvetlerde aktivasyon ve deaktivasyon aşamaları mevcutken, sürekli tipteki kuvvetlerde kuvvet devamlı uygulanır (78). Kesikli tipteki kuvvetler uygulandığında periodontal dokular tamir için fırsat bulabilmektedir. Reitan sürekli uygulanan kuvvetlerde kuvvet hiç ortadan kalmadığı için periodontal dokuların tamir fırsatı bulamadığını, bu sebeple de hiyalinizasyonun kaçınılmaz olduğunu bildirmiştir (13). Hayvanlarda yapılan kısa süreli kuvvetlerin etkisini araştıran çalışmalar, kesikli ve pulsatif kuvvetlerin devamlı kuvvetlere göre diş hareketini arttırdığını bildirmişlerdir (16, 144).

Optimum kuvvet ile ilgili literatürde bir fikir birliği yoktur ancak dinlenme periyodlarının daha fizyolojik diş hareketini destekleyeceği yönünde genel bir görüş hakimdir.

Bu tez çalışmasında kanin distalizasyonu sırasında farklı kuvvet uygulama modelleriyle birlikte titreşim uygulamasının diş hareketi hızı, kanin dişlerinin hareket miktarı, kök rezorbsiyonu ve ağrı bulguları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Literatürde farklı kuvvet uygulama modelleriyle birlikte vibrasyon uygulamasının beraber kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

5.2. Birey Ve Yöntem

5.2.1. Birey

Çalışmamıza 25 hasta dâhil edilmiş ancak kooperasyon eksikliği nedeniyle 1 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamız 16 kız 8 erkek olmak üzere toplam 24 hasta üzerinde yapılmıştır. Literatüre bakıldığında çalışma gruplarının çoğunu bizim çalışmamızda olduğu gibi kız bireyler oluşturmaktadır (34, 145, 146). Çalışmaya dâhil edilecek hasta ve diş sayısı power analizi kullanılarak anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ güvenilirlikle, güç $\beta=0.80$ olacak şekilde belirlenmiştir. Power analizinde toplam 40 diş kullanılmasının yeterli olacağı bulunmuştur. Power: 0,90 olması durumunda 50 diş gerekliliği ortaya çıkmış ve bu sebeple tedaviye 25 hasta ve 50 diş ile başlanmıştır. Yetersiz kooperasyon göstermesi nedeniyle 1 hasta çalışma dışı bırakılmış ve 24 hasta ile çalışmaya devam edilmiştir.

Çalışmaya katılan bireylerin tedavi başındaki ortalama yaşı $15,07 \pm 1,14$ 'tür. Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda yaş ortalamasının 12-20 yaş aralığında olduğu görülmüştür (34, 140, 147). Kanin distalizasyonu yapılan çalışmaların genellikle genç erişkin bireyler üzerinde yapıldığı görülürken, çalışmamızda yer alan bireylerin yaş ortalamaları da genel literatür ile uyumludur.

Daha önce belirtilmiş olan dahil etme kriterlerini taşıyan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Seviyeleme sonrası çekim boşluğunun azalması ya da kalmaması ihtimalini ortadan kaldırmak amacıyla high vestibülde kanin dişi olan hastalar çalışma dışı tutulmuştur.

Literatür incelendiğinde alt ve üst çene kemiklerinin yapısal farklılıkları ve diş anatomisinin değişkenliğinden dolayı yalnızca üst çene dişleri kullanarak değerlendirmeler yapmışlardır (10, 34, 145, 148).

Bizim çalışmamızın, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılmasında sağlıklı sonuçlar sunabilmesi açısından üst çene uygulama bölgesi olarak seçilmiştir.

5.2.2. Yöntem

Çalışmamız, dâhil edilen 24 hastanın üst çeneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hycon cihazı üst çenenin her iki tarafına da olmak üzere tüm hastalara uygulanmıştır. Daha sonra hastalar rastgele 2 gruba ayrılarak bir gruba Accedent cihazı ile vibrasyon uygulaması yapılmıştır. Seviyelemeye başlanacak seansta, Roberts ve ark.'nın tarif

ettiği randomizasyon yöntemi kullanılarak çalışmaya dahil edilen ilk hasta Aceledent grubuna alınırken, 2. gelen hasta Aceledent kullanmayan gruba dahil edilmiş, 3. gelen hasta tekrar Aceledent grubuna dahil edilmiş ve bütün hastalar bu şekilde sıra ile gruplandırılmıştır (149).

Çalışmamız split-mouth olarak tasarlanmış olup her hastanın sağ tarafındaki hycon cihazı üretici firmanın önerileri doğrultusunda 3 günde 1 yarım tur aktive edilmiştir (Rutin protokol). Hastanın diğer tarafındaki hycon cihazı ise tarafımızdan modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre ilk 2 gün, günde yarım tur aktivasyon, 3.gün ise yarım tur deaktivasyon olacak şekilde planlanmıştır (Modifiye protokol). Böylece 3 gün sonunda hastanın her iki taraftaki hycon cihazı toplamda 1 yarım tur aktive edilmiştir.

Split-mouth dizayna sahip çalışmalar bireysel farklılıkları ortadan kaldırarak, değişken faktörleri mümkün olduğunca bağımlı hale getirmektedir. Bu sayede aynı hasta üzerinde karşılaştırılan değişkenler daha güvenli sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Birçok çalışma bu şekilde tasarlanmıştır (81, 150, 151).

5.2.2.1. Ankraj

Çalışmamızda sabit mekanikler aracılığıyla kanin distalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu mekaniklerle yapılan kanin distalizasyonu sürtünmeli ya da sürtünmesiz olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir (8). Split-mouth tarzında yapılan çalışmamızda kanin distalizasyonu sürtünmeli sistemle gerçekleştirilmiştir. Sürtünmeli sistemde kuvvet uygulanan diş, ark teli yardımı ile dikleştirilir ve devrilmesinin önüne geçilerek paralel bir diş hareketi gerçekleşir (4). Bizim çalışmamızda kalın ark telleri kullanılarak sürtünmeli sistem uygulanmıştır, bu şekilde devrilme olmadan paralel diş hareketi hedeflenmiştir.

Sürtünmeli sistemin en büyük dezavantajı ark üzerinde kanin distalizasyonu yapılırken kuvvet kaybına neden olmasıdır. Meydana gelen bu kuvvet kaybını tolere etmek için kuvvet büyüklüğünün artırılması gerekmektedir (152). Ancak yüksek şiddetteki kuvvetler de ankraj kaybını beraberinde getirmektedir (35).

Çalışmamızda çekim boşluklarının tamamının kanin distalizasyonu ile kapatılması hedeflenmiştir. Posterior dişlerin mesializasyonunu engelleyebilmek için maksimum ankraj ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Çeşitli ankraj güçlendirme yöntemleri olmasına rağmen daha az hasta kooperasyonu gerektiren ve son yıllarda başarılı şekilde kullanılan mini

vidalar ankraj desteği olarak kullanılmıştır (57, 153). Mini vidalar üst çenenin her iki tarafında 1.molar ve 2.molar dişlerinin arasında yerleştirilmiştir.

5.2.2.2. Kesikli Kuvvet Sistemi

Kanin distalizasyonu amacıyla kesikli kuvvet sisteminin kullanıldığı çalışmamızda kuvvet uygulanması iki farklı protokol ile gerçekleştirilmiştir. Kuvvet kaynağı olarak vida şeklinde tasarıma sahip hycon cihazı kullanılmıştır. McLaughlin ve ark tarafından tasarlanan hycon aygıtı, 2005 yılında araştırmacıların 3 vaka raporundan oluşan yayımları ile tanımlanmıştır (79). Raporlarında, distalize edilen dişlerden dijital görüntüler almışlar ve bu dişlerin periodontal aralıklarının mezialinde olan genişlemenin ve distalinde oluşan sıkışmanın tüm diş yüzeyinde eşit olduğunu göstermişlerdir. Bu durumu paralel diş hareketinin bir kanıtı olarak sunmuşlardır.

Literatüre baktığımızda Shankar ve ark. 20 hasta üzerinde yaptıkları split-mouth çalışmada hycon cihazı ve close coil'lerin etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda çekim boşluklarının hycon cihazı ile % 22 oranında daha hızlı kapandığını rapor etmişlerdir. Hycon cihazının kullanıldığı tarafta, çekim boşluğu ayda 1,03 mm kapanırken close coil kullanılan tarafta 0,84 mm kapanmıştır (154).

Yine Shankar ve ark'larının yaptığı çalışmaya benzer şekilde Mathew ve ark. 20 hasta üzerinde yaptıkları split-mouth çalışmada hycon cihazı ve close coil'lerin etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çekimli tedavi edilen hastalarda, çekim boşluğunun hycon cihazı ile 3 aylık bir sürede kapatılabildiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca hycon cihazı ile kaninlerin paralel hareket ettiğini, ankraj kaybının daha az olduğunu bildirmişlerdir (155).

Başka bir çalışmada hycon cihazı ile çekim boşluklarının kapatıldığı 3 vaka raporu yayınlanmıştır. Iyano ve ark. yaptıkları çalışmada premolar çekim boşluklarının 3 ay içinde tamamen kapandığını rapor etmişlerdir (76).

McLaughlin ve ark. hycon aygıtını kullanarak yaptıkları kanin distalizasyonunda aygıtın 1 tam tur aktivasyon miktarının 0,35mm olduğunu ve bunun 410 gr kuvvet uyguladığını belirtmişlerdir. Moderate ankraj vakalarında tam tur aktivasyonu önermişlerdir. Bu şekilde kuvvetin mesial ve distaldeki dişlere 0,175'er mm (205 gr) yansıyacağını bildirmişlerdir. Ancak maksimum ankraj vakalarında destek dokularda kan akısının devam etmesi ve doku cevabını uyarması amacıyla yarım tur, yani 0,175 mm (205gr) aktivasyonun yeterli olacağını belirtmişlerdir. Maksimum ankraj vakalarında uygulanan

yarım tur aktivasyon sonucu oluşan kuvvet miktarının osteoblast ve osteoklast aktivitesi ve metabolizması için optimal olduğunu belirtmişlerdir (79).

Profitt hafif kuvvet uygulamalarının ardından diş hareketinin 2 gün içinde başladığını ve mediatörlerin salınımının kuvvet uygulandıktan 24 saat sonrasında azaldığı bildirilmiştir (5). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda sağ tarafta bulunan hycon cihazı tavsiye edildiği şekilde 3 günde 1 yarım tur aktive edilmiştir (Rutin protokol). Hastanın diğer tarafındaki hycon cihazı ise tarafımızdan modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre ilk 2 gün, günde yarım tur aktivasyon, 3.gün ise yarım tur deaktivasyon olacak şekilde planlanmıştır (Modifiye protokol). Böylece 3 gün sonunda her iki taraftaki hycon cihazı toplamda 1 yarım tur aktive edilmiş ve kuvvetler eşitlenmiştir.

Basınç-gerilim teorisi, kuvvet uygulanması ile basınç gerilim bölgelerinin oluştuğunu ve oluşan bu basınç ve gerilim alanlarının, periodontal bölgenin kimyasal yapısında bazı değişikliklere sebep olduğunu, bu değişiklikler sonucunda da diş hareketinin gerçekleştiği bildirir (5). Diş hareketinin oluşmasını sağlayan bu mediatörlerin ortodontik kuvvet uygulanması ile arttığı ve kesikli kuvvetlerin bu mediatörlerin salınım süresini uzattığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (77, 79, 156-158).

Periodontal aralığın ortalama 0,5 mm olduğu bilinmektedir. Modifiye kesikli kuvvet uyguladığımız tarafta vidanın aktivasyonu ile ilk gün 0,175mm ve ikinci günde 0,175mm aktivasyon meydana gelecektir. Bunun sonucunda periodontal aralıkta 2 günlük süreçte kısmi bir sıkışma olacaktır ancak üçüncü gün vida 0,175mm deaktive edilecek ve periodontal aralıkta kan akışı devam edecektir.

Hughes ve King kuvvetin uygulanmasından 3 gün sonra diş hareketinin gerçekleştiğini göstermiştir. Diş hareketinin bu süreçte gerçekleşmesi sıkışma tarafında direk kemik rezorbsiyonunun gerçekleştiği anlamına gelir. Sıkışma tarafında PDL genişliğinin yeniden sağlanabilmesi için 3-4 günün yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple kesikli kuvvet uygulanması için 3-4 günlük aktivasyon sıklığı önermişlerdir (159).

Literatürle uyumlu şekilde çalışmamızda 3 günde bir aktivasyon sağlayarak kanin dişlerin distalize etmeyi hedefledik.

5.2.2.3. Titreşim Uygulama prosedürü

Ortodontik diş hareketini hızlandırarak toplam tedavi süresini kısaltmak, özellikle son yıllarda ortodontistler arasında popüler bir konu haline gelmiştir. Bu amaçla cerrahi

uygulamalar, ilaç uygulamaları, mekanik ve fiziksel uygulamalar gibi birçok teknik gündeme gelmiştir.

Cerrahi uygulamalarının invaziv olması, ilaç enjeksiyonlarının ise istenmeyen lokal ve sistemik yan etkilerinin ortaya çıkması araştırmacıları invaziv olmayan ve daha kolay uygulanabilen titreşim uygulamalarına yönlendirmiştir.

Titreşim uygulamalarının ortodontik diş hareketi hızı ve hastada meydana gelen ağrıya etkilerinin incelenmesi üzerine birçok çalışma vardır (21, 114, 116, 160).

Pavlin ve ark. 45 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada titreşim uygulamasının ortodontik diş hareketi üzerin etkilerini incelemişlerdir. Günde 20 dakika 30 Hz frekansta titreşim uyguladıkları grupta aylık 1,16 mm, kontrol grubunda ise aylık 0,79 mm hareket tespit etmişlerdir. Titreşim grubundaki dişlerin aylık 0,37 mm daha fazla hareket ettiği gösterilmiştir (21).

Leethanakul ve ark. premolar çekimli hastalarda kaninleri distalize ederken sadece bir taraftaki dişlere elektrikli diş fırçası ile 3 ay boyunca her gün 15 dakika titreşim uygulamalarını söylemiştir. 3 ay sonunda titreşim uygulanan tarafta ortalama 2.85 mm hareket gözlenirken diğer tarafta 1.77 mm hareket gözlenmiştir. 3 ay sonunda titreşim uygulanan tarafta 1.08 mm daha fazla diş hareketi sağlanmıştır (115).

Son yıllarda titreşim uygulayarak kemik remodelingini artıran ve böylece ortodontik diş hareketini artıran AcceleDent adında bir cihaz piyasaya sürülmüştür. Jeremy Mao tarafından icat edilen bu cihaz sabit veya hareketli apaneylere ile tedavi edilen hastalara günde 20 dakika kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu cihaz 30 Hz frekansta titreşir ve 20 gram kuvvet uygular (114).

Bu cihazın kullanımın kolay olması, her braket sistemiyle kullanılabilmesi, hijyen problemlerine neden olmaması ve hastalar tarafından kabulünün yüksek olması gibi avantajları mevcuttur (143).

Çalışmamızda AcceleDent cihazı ile önerildiği gibi günde 20 dakika, 30Hz frekansta ve 20 gram kuvvetinde titreşim uygulaması yaparak ortodontik diş hareketini hızlandırmayı hedefledik. Diğer çalışmalardan farklı olarak titreşim uygulaması ile hycon cihazının bahsedilen olumlu etkilerini birleştirerek sinerjistik bir sonuç alabileceğimizi öngördük.

5.2.2.4. Üç Boyutlu Ortodontik Model Analizleri

Ortodontide teşhiste, tedavi planlamasında, tanı ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde 3 boyutlu analiz yöntemleri sıkça kullanılır. 3D modelleme cihazları gün geçtikçe daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Depolama kolaylığı sağlamasıyla fiziksel alan ihtiyacını ortadan kaldırması ve analiz programları ile kolay model analizi olanakları sunması avantajlarındanır. Ark boyu, diş boyu analizleri ve depolama en yaygın kullanım alanlarıdır (161).

Literatürde alçı modeller ile dijital modelleri karşılaştıran ve dijital modeller üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilir olduğunu belirten birçok çalışma mevcuttur (162, 163).

3D modeller, iki farklı modelin karşılaştırılabilmesi gibi bir avantajı da beraberinde getirirler. Program yardımıyla iki farklı model farklı renkte gösterilebilmekte, bu sayede dişlerde ortaya çıkan değişiklikler ayırt edilebilmektedir (161). Model çakıştırma çalışmalarının doğruluğu analizin sunduğu renk skalası ile değerlendirebilmekte ve gerekirse tekrar tekrar çakıştırma yapılabilmektedir. En önemlisi alçı modeller üzerinde yalnızca doğrusal ölçümler yapılabiliyorken, dijital modeller devrilme, tork ve rotasyon gibi açisal ölçümleri de iyi bir hassasiyetle gerçekleştirebilme imkanı sunmaktadır (164-166). Bu gibi avantajları ve çalışmamızın hedefi göz önüne alınarak, çalışmamızda diş hareketi 3D modeller üzerinde incelenmiştir.

3D modeller üzerinde çakıştırma uygulamalarının artması ile birlikte çakıştırma işlemi için en uygun noktaların araştırılması konusu gündeme gelmiş ve üst çenede zamanla en az değişiklik gösteren bölge palatal ruga bölgesi olarak belirlenmiştir (167, 168). Aynı zamanda, rugaların dışında insiziv papilla da çakıştırmalar için referans noktası olarak kullanılabilmektedir (169). Bizim çalışmamızda seçilen 3 nokta ve bir yüzey çakıştırması yapılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmalarda birinci, ikinci ve üçüncü palatal rugaların çakıştırma işlemi için güvenilir bölgeler olduğu bildirilmiştir. Ancak 3. Ruganın kanin dişin hareketinden etkilenebilme ihtimali bildirildiğinden, birinci palatal rugaların medial noktaları çalışmamızda referans noktası olarak alınmıştır (170). Yüzey olarak çakıştırma için ise palatal rugaların dâhil olduğu ve dişlerin servikal sınırlarına 5 mm uzaktan geçen alanlar seçilmiştir.

5.3. Bulgular

5.3.1. Sefalometrik Değerlendirme Bulguları

5.3.1.1. İskeletsel Ölçümlere Ait Bulgular

Distalizasyona başlanan seans (T1) ve distalizasyonun tamamlandığı seanslarda (T2) alınan sefalometrik filmler üzerinde iskeletsel ölçümler değerlendirilmiştir. T1-T2 dönemleri arasındaki sürecin kısa olması (tüm gruplar ortalaması:134.91 gün) ve iskeletsel yapıya etki edecek ortopedik bir kuvvetin uygulanmamış olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı iskeletsel değişiklik meydana gelmemiştir. Kanin distalizasyonu segmental arklar üzerinden yapılmıştır ve bu süreçte üst keserlere herhangi bir kuvvet uygulanmamıştır. Keser dişlerde fizyolojik bir retrüzyon ve retroklinasyon olmasına rağmen A noktası bu hareketlerden minimum düzeyde etkilenmiştir. Yine bu dönemde molar ve kanin dişlerde meydana gelen vertikal hareketler istatistiksel olarak anlamlı olmadığından dik yönde de anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

5.3.1.2. Keser Dişlerde Yapılan Ölçümlere Ait Bulgular

Seviyeleme esnasında çapraşık durumdaki keser dişler de seviyelenirse, dişler önce procline olacak ve kanin distalizasyonu sonrasında tekrar geriye hareket ettirilmeleri gerekecek olmaları sebebiyle istenmeyen jiggling hareketi meydana gelecektir. Bu durum göz önünde bulundurularak çalışmamızda seviyeleme ve kanin distalizasyonu aşamalarında keser dişlere kuvvet uygulanmamıştır. Buna rağmen transseptal fibrillerin gerilimine bağlı olarak spontan keser retraksiyonu meydana gelmiştir. U1/SN açısı 5,35 derece, U1/PD açısı 4,33 derece, U1/NA açısı 3,90 derece ve U1-NA mesafesi 1,31 mm azalmıştır. Üst keser dişlere ait bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Alt keserlere ait ölçümlerde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Sayın ve ark. periodontal ligament distraksiyonu ile hızlı kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında üst keser dişlerin Frankfurt horizontal düzlemi ile yaptığı açının 1,44 derece azaldığını bildirmişlerdir (171). Özkan, 4 aylık sürede kanin distalizasyonu yaptığı tez çalışmasında U1/PD açısında direkt iskeletsel ankraj grubunda 2,3 derece, indirekt iskeletsel ankraj grubunda ise 1,69 derece azalma ile birlikte iki grupta da keser dişlerin bir miktar retrüze olduğunu göstermiştir (172). Aylıkçı, bizim çalışmamızda olduğu gibi üst keser dişleri arka dahil etmeden kanin distalizasyonu yapmıştır. Kanin distalizasyonu sonunda U1/NA açısında 2,87 derece, U1-NA mesafesinde 1,76 mm'lik

azalma olduğunu ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir (173). Bizim çalışmamızda ki keser dişlerdeki spontan keser retrüzyonu ve retroklinasyonu, literatürdeki çalışmalar ile uyumludur. Ancak bu değişimin diğer çalışmalara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu fark bireysel farklılıklar ve distalizasyon sürelerinin farklı olması gibi sebeplerden ortaya çıkmış olabilir.

5.3.2. Kanin ve Molar Dişlerde Meydana Gelen Değişiklikler

Çalışmamızda kanin distalizasyonu, molar mezializasyonu, kanin rotasyonu ve molar rotasyonu ölçümleri 3D modeller üzerinde yapılmıştır. Kanin ve molar dişlerde meydana gelen devrilme ve vertikal hareket ölçümleri ise dişlere yerleştirilen referans teller yardımı ile sefalometrik filmler üzerinde yapılmıştır.

5.3.2.1 Kanin Distalizasyon Miktarı

3D model ölçümlerinde kanin distalizasyon miktarı RKA grubunda 5,92 mm, MKA grubunda 6,08 mm, RK grubunda 6,04 mm ve MK grubunda 6,02 mm olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Çalışmamızda sağ kanin dişleri rutin kuvvet uygulanan gruba (RKA ve RK), sol kanin dişleri ise modifiye kuvvet uygulanan gruba (MKA ve MK) dahil edilmiştir. Seviyeleme sonrasında RKA grubundaki çekim boşluğu 6,77 mm, MKA grubundaki çekim boşluğu 6,94 mm, RK grubundaki çekim boşluğu 6,65 mm ve MK grubundaki çekim boşluğu 6,51 mm olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Çalışmamızda distalizasyon çekim boşlukları tamamen kapanıp, kanin dişler premolar dişlerle temas edene kadar devam etmiştir. Her kanin dişin hareket ettiği çekim boşluğu miktarı farklı olduğundan ve her dişin toplam distalizasyon süresi değişkenlik gösterdiğinden toplam distalizasyon miktarları açısından değerlendirme yapmak anlamlı sonuçlar ortaya koymayacaktır. Bu sebeple çalışmamızdaki toplam distalizasyon miktarları literatür ile karşılaştırılmamıştır. Distalizasyon hızı ise daha sonra tartışılacaktır.

5.3.2.2 Molar Mesializasyon Miktarı

Çalışmamızda bulunan dört grup için kanin distalizasyonu süresince ankrajı kuvvetlendirmek amacıyla mini vidalar kullanılmıştır. Bu ankraj sistemi ile molar dişlerinin mezial yöndeki hareketinin engellenmesi amaçlanmıştır. 3D model ölçümlerine göre RKA grubunda 0,69 mm, MKA grubunda 0,71 mm RK grubunda 0,50

mm ve MK grubunda 0,47 mm molar mezializasyon meydana gelmiştir ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Wehrbein ve ark. bir palatal vida ile posterior dişlerin ankrajını güçlendirmiş ve kapalı yay kullanarak kanin distalizasyonu yapmışlardır. Çalışmalarında molar dişlerin mesiodistal hareketini model ve sefalometrik filmler üzerinde incelemişler ve her iki ölçümde de ortalama 0,9 mm molar mezializasyonu kaydetmişlerdir (174). Memilli ve Başçiftçi, minivida desteği ile hibrid retraktör kullanarak kanin distalizasyonu yapmışlar ve sağda 1,3 mm, solda 0,8 mm molar mezializasyonu bulmuşlardır (175). El-Beialy ve ark, 12 hastada kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında ankraj kaynağı olarak mandibulada 18, maksillada 22 olmak üzere toplam 40 minivida kullanmışlar ve 2 hafta iyileşme periyodu sonrası 6 ay boyunca minividalardan kanin dişlere 150-250 gr kuvvet uygulamışlardır. Çalışma sonucunda mini vidaların baş kısımlarının 0,9-1,7 mm yer değiştirdiğini gözlemlemişlerdir (176).

Literatüre baktığımızda mini vida kullanılarak yapılan kanin distalizasyonu çalışmalarında az miktarda ankraj kaybı görülmektedir. Bizim çalışmamızda görülen önemsiz düzeydeki ankraj kaybı literatür ile uyumludur. Bu durum mini vidanın yer değiştirmesinden dolayı veya mini vidadan molar bandına bağlanan 0,012 inçlik telin deformasyona uğraması sonucu görülmüş olabilir. Aceledent kullanan hastalarda daha fazla molar mesializasyonu meydana gelmesinin sebebi olarak titreşim uygulamasının mini vidaların stabilizasyonu üzerine negatif etki yaptığı ve bu nedenle Aceledent grubundaki molarların daha fazla mesiale hareket ettiği düşünülmektedir.

5.3.2.3. Kanin Distal Devrilme Miktarı

Distalize edilen kaninlerde RKA grubunda 3,41 derece, MKA grubunda 3,87 derece, RK grubunda 3,55 derece ve MK grubunda 4,20 derece distal tipping gözlenmiştir. Distale devrilme miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Hayashi ve ark. molar tüpü ve kanin braketi arasına uyguladıkları NiTi kapalı yaylar ile kanin dişlere 150 gr kuvvet uygulamış ve 7,94 derece distal yönde devrilme meydana geldiğini tespit etmişlerdir (177). Öz ve ark. ise farklı olarak NiTi kapalı yayları molar tüpü üzerinden değil de mini vida üzerinden kanin braketine uygulamış ve self-ligating braketli dişlerde 5,15 derece, ikiz braketli dişlerde ise 5,58 derece devrilme bulmuşlardır (178). Aylıkçı, üst kanin dişlerin distalizasyonu için bir tarafta bizim

çalışmamızdaki gibi hycon aygıtı ile kesikli kuvvetler ve diğer tarafta NiTi kapalı yaylar ile sürekli kuvvetler uygulamıştır. Kanin distalizasyonunun sonunda kesikli kuvvet uygulanan dişlerde 4,58 derece, sürekli kuvvet uygulanan kaninlerde ise 10,08 derece distale devrilme olduğunu göstermiştir (173).

Çalışmamızda tüm gruplarda meydana gelen distal devrilme miktarları literatür ile uyum içindedir. Aceledent kullanan grupta hycon cihazını modifiye tipte aktive eden MKA grubunda, rutin şekilde aktivasyon yapılan RKA grubuna göre daha fazla dental tipping gözlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak modifiye aktivasyon yapılan dişlerde 2 gün üst üste aktivasyon yapılması gösterilebilir. Rutin protokolde aktivasyon yapılan grupta 3 gün ara ile aktivasyon yapıldığı için periodontal dokuların tamir için daha fazla zamanı olması bu grupta daha az distal tipping meydana gelmesini açıklayabilir. Rutin ve modifiye şekilde hycon aktivasyonu yapılan ve aceledent cihazı kullanmayan gruplarda da fark aynı şekildedir.

5.3.2.4. Molar Mezial Devrilme Miktarı

Çalışmamızda molar dişlerde minimal miktarda mesiale devrilme gözlenmiştir. Distalizasyonun 0,016 X 0,022 inçlik kalın paslanmaz çelik teller üzerinde yapılması ve uyguladığımız kuvvetlerin fizyolojik sınırlar içinde olması bu etkinin meydana gelmesini sağlamıştır. RKA grubunda 1,35 derece, MKA grubunda 0.12 derece, RK grubunda 1,26 derece ve MK grubunda 0,29 derece mesial devrilme ölçülmüştür. Ölçümler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde Aylıkçı hycon cihazı ile kesikli ve coiller ile sürekli kuvvetler uygulayarak kanin distalizasyonu yaptığı çalışmasında minivida kullanmış ve molar dişlere indirekt ankraj uygulamıştır, çalışmanın sonucunda kesikli kuvvet uygulanan grupta 1,21 derece, sürekli kuvvet uygulanan grupta ise 1,79 derece molar dişlerde meziale devrilme olduğunu göstermiştir (173). Memilli ve Başçiftçi (175) molar dişleri bir ligatür teli ile minividaya bağlamışlar ve kanin distalizasyonu sırasında sağ ve sol tarafta sırası ile 2,26° ve 3,12° meziale devrilme bulmuşlardır. Çetinşahin zigoma ankrajı olarak PG retraktörle yaptığı kanin distalizasyonu sonrasında molar dişlerde ortalama 1 derece devrilme gözlerken, zigoma ankrajı kullanmadan PG retraktörle kanin distalizasyonu yaptığı diğer grupta ise 0.97 derece meziale devrilme saptamıştır (179). Literatürde kanin distalizasyonu sırasında kullanılan ankraj ve kanin distalizasyon yönteminden bağımsız olarak molar dişlerde benzer miktarlarda

devrilmeler gözlenmiştir. Çalışmamızda molar dişlerde meydana gelen mesial devrilme miktarı literatür ile uyumludur. İskeletsel mini vida ankrajına rağmen molar dişlerde görülen devrilmenin sebebi mini vidanın hareket etmesi ve mini vidadan molar bandına bağlanan 0,012 inçlik telin hafif deformasyona uğraması olabilir.

5.3.2.5. Kanin Rotasyon Miktarı

3D modeller üzerinde değerlendirilen kanin rotasyon miktarları RKA grubunda 8,57 derece, MKA grubunda 11,91 derece, RK grubunda 9,36 derece ve MK grubunda 14,14 derece olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,05$). Ziegler ve Ingervall, 0,018 inç çelik tel üzerinde elastomerik zincirler kullanarak yaptıkları kanin distalizasyonu sonucunda 24 derece rotasyon miktarı ölçmüşlerdir (7). Hayashi ve ark. kanin distalizasyonu amacıyla NiTi kapalı yay kullanmışlar ve 22,06 derece kanin rotasyonu ölçmüşlerdir (180).

Yazarlar kanin dişini ligatür teli ile arka bağlamanın distal yönlü kuvvetin bukkalden uygulanmasına bağlı oluşacak rotasyon karşısında yetersiz kaldığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 0,016 x 0,022 çelik ark telleri kullanılmıştır. Ancak birinci premolar dişin çekilmesi ve üst keser dişlerin arka dâhil edilmemesi ile kanin dişin mezial ve distalinde ark teli desteksiz kalmıştır. Dolayısıyla braketler arası mesafe artmış, ark telinin deformasyonu ve bükülmesi kolay hale gelmiştir. Kojima ve ark. kanin distalizasyonu esnasında ark telinin kurvatürüne bağlı olarak distopalatinal bir rotasyon görüleceğini bildirmiştir. Yazarlar kanin bölgesi ile premolar bölgesi arasındaki bu rotasyonel değişikliği distalizasyon miktarına bağlı olmakla birlikte ortalama 10 derece olarak bildirmişlerdir (181). Çalışmamızdaki kanin rotasyonuna ait bulgular genel literatür ile benzerdir. Genel olarak bakıldığında hycon cihazını modifiye protokolde çeviren gruplarda yani ilk 2 günde yarım tur aktive edip 3. Gün yarım tur deaktivasyon yapan gruplarda daha fazla kanin rotasyonu görülmüştür. Bu durum hycon cihazını rutin protokolde aktive eden gruplarda 3 günde 1 yarım tur aktivasyon yapıldığı için periodontal dokuların tamir için daha fazla zamanı olmasından dolayı bu gruplarda daha az kanin rotasyonu meydana gelmesini açıklayabilir. Acelede kullanımı kanin rotasyonu üzerine etkisine baktığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da rotasyon miktarını bir miktar azalttığı görülmektedir. Aynı protolde hycon cihazını aktive eden RKA ve RK grupları karşılaştırıldığında acelede kullanan RKA grubunda 0,79 derece daha az kanin rotasyonu meydana gelmiştir. Modifiye

protokolde hycon aktivasyonu yapan gruplar(MKA ve MK) karşılaştırıldığında yine acceledent kullanan hastalarda 2,23 derece daha az kanin rotasyonu ölçülmüştür. Bu durum titreşim uygulamasının ark teli ile braket arasındaki sürtünmeyi azaltmasına ve dişin daha kolay hareket etmesine bağlanabilir (182).

5.3.2.6. Molar Rotasyon Miktarı

Çalışmamızda molar dişler için ait rotasyon miktarları RKA grubunda 5,51 derece, MKA grubunda 6,12 derece, RK grubunda 6,07 derece ve MK grubunda 6,81 derece olarak 3D modeller üzerinde ölçülmüştür. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. M'Lissa ve Sadowsky kuvvetin bukkalden uygulanması nedeni ile kanin distalizasyonu sırasında kanin ve molar dişlerde rotasyon meydana gelmesinin kaçınılmaz olduğunu vurgulamışlardır. Aynı araştırmacılar 0,016 inç çelik tel üzerinde kanin distalizasyonu yapmışlar ve 9,2 derece üst molar rotasyonu bildirmişlerdir. Bu değeri ince ark teli kullanımına bağlamışlar ve daha kalın ark teli kullanımında bu miktarın azalacağını bildirmişlerdir (46). Bu çalışmada belirtildiği gibi biz çalışmamızda daha kalın olan 0,016 X 0,022 inç çelik ark tellerini kullandık ve daha az molar rotasyonu tespit ettik. Aylikçi yaptığı tez çalışmasında kanin distalizasyonu sırasında kesikli kuvvet uyguladığı grupta 1,68 derece, sürekli kuvvet uyguladığı grupta ise 1,26 derece molar rotasyonu bildirmiştir (173). Yazarın bulduğu molar rotasyon değeri bizim verilerimizden daha azdır. Bunun sebebi molar dişleri rijit bir çelik tel ile mini vidaya bağlaması olabilir. Bizim çalışmamızda mini vidadan molar bandına 0,012 inçlik ligatür teli bağlanmıştır. Molar dişlere bukkal yönden uygulanan kuvvet rotasyona neden olmuş olabilir. Çalışmamızda aktivasyon protokollerini karşılaştırdığımızda modifiye şekilde aktive edilen dişlerde rutin aktivasyona göre daha fazla molar rotasyonu gözlenmiştir. Bu durum modifiye gruptaki dişlere 2 gün arka arkaya yükleme yapıldığından ark telinde rutin gruptakinden daha fazla deformasyon gelişmesine bağlanabilir. Titreşim uygulamasının molar rotasyonunu minimal seviyede (ortalama 0,62 derece) azalttığı gözlenmiştir. Bulunan fark istatistiksel ve klinik olarak anlamlı değildir. Bu durumun titreşim uygulamasının ark teli ile braket arasındaki sürtünmeyi azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak çalışmamızda ölçülen rotasyon değerleri literatürde bildirilen değerlere yakındır.

5.3.2.7. Kanin Vertikal Hareket Miktarı

Sefalometrik filmlerde yapılan ölçümlerde RKA grubunda 0,33 mm intrüzyon, MKA grubunda 0,32 mm intrüzyon, RK grubunda 0,27 mm intrüzyon ve MK grubunda 0,51 mm intrüzyon meydana gelmiştir. Literatüre baktığımızda kanin distalizasyonunda hem intrüzyon ve hem ekstrüzyon görülen çalışmalar mevcuttur. Martins ve ark. maksillada T zembereklerle kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında, kanin dişlerdeki vertikal hareket miktarını 0,7 mm intrüzyon olarak bildirmişlerdir (183). Hamed ve ark. ise çelik ark teli kullanarak yaptıkları kanin distalizasyonunda 0,7 mm ve 3,23 mm ekstrüzyon rapor etmişlerdir. Literatürdeki bu farklı sonuçlar karşılaştırma yapmayı ya da belli bir kuvvet tipine bağlı vertikal hareketten söz etmeyi zorlaştırmaktadır. Ayılıkçı yaptığı tez çalışmasında kanin distalizasyonu için kesikli kuvvet uyguladığı grupta 0,43 mm, sürekli kuvvet uyguladığı grupta ise 0,9 mm ekstrüzyon bulmuştur (173). Bizim çalışmamızda ise intrüzyon değerleri ortaya çıkmıştır. Bu farklı bulguların nedeni ark tellerinin, kuvvet sistemlerinin, kuvvet tiplerinin, kuvvet şiddet ve yönünün çalışmalar arasında farklılık göstermesidir. Çalışmamızda tüm gruplarda az miktarda intrüzyon görülmesinin sebebi kanin dişlerde meydana gelen distal yönlü devrilme, ark telinde alveol krete doğru meydana gelen deformasyon ve mini vidadan molar bandına bağlanan ligatürün az da olsa vertikal yönde bir kuvvet bileşeninin olması sebep olmuş olabilir. Çalışmamızda ortaya çıkan kanin diş vertikal hareket miktarı istatistiksel olarak ve klinik olarak anlamlı değildir.

5.3.2.8. Molar Vertikal Hareket Miktarı

Kanin distalizasyonu sırasında molar dişlerde RKA grubunda 0,37 mm, MKA grubunda 0,28 mm, RK grubunda 0,45 mm ve MK grubunda 0,41 mm intrüzyon meydana gelmiştir. Ölçülen vertikal hareket miktarları gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sueri ve Türk ankraj önlemi almadan kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında NiTi kapalı yay grubunda 0,13 mm, laceback grubunda ise 0,7 mm ekstrüzyon rapor etmişlerdir (68). Dinçyürek, kanin distalizasyonu yaptığı çalışmasında ankraj önlemi olarak üst çenede TPA alt çenede lingual ark kullanmış ve bu nedenle molar dişlerin vertikal hareketini ölçmemiştir (184). Memilli ve Başçiftçi'de minivida kullanarak yaptıkları çalışmalarında molar vertikal hareketini ölçmemişlerdir (175). Literatürde ankraj arttırıcı önlem alınan çalışmalarda genellikle molar dişlerin vertikal hareketi ölçülmemiştir. Ölçüm yapan çalışmaların bazıları

intrüzyon hareketi rapor ederken, bazıları ekstrüzyon hareketi bildirmiştir. Çalışmamızdaki molar intrüzyon değerleri anlamsızdır. Meydana gelen intrüzyonun sebebi olarak mini vidadan molar bandına bağlanan 0,012 inçlik ligatür telinin vertikal yöndeki kuvvet bileşeni görülmektedir.

5.3.3. Kanin Distalizasyon Hızı

Çalışmamızda her gruptaki çekim bölgesinin boşluk miktarının farklı olmasından dolayı gruplar arasındaki kanin distalizasyon hızı, kanin dişlerin birim zamandaki distalizasyon miktarları hesaplanarak değerlendirilmiştir. Literatürde günlük ve 4 haftalık (28 gün) boşluk kapanma miktarlarından bahsedilmektedir. 3D modeller üzerinde hesaplanan distalizasyon ve seviyeleme sonrası kalan çekim boşluk miktarları çalışmamızda boşluk kapanma hızlarını değerlendirmek için kullanılmıştır.

Çalışmamızın bulgularına göre 28 günlük süreçte kanin distalizasyon miktarları RKA grubunda 1,26 mm, MKA grubunda 1,36 mm, RK grubunda 1,17 mm ve MK grubunda 1,22 mm olarak ölçülmüştür. Kanin distalizasyon hızları incelendiğinde İstatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). İlk kapanan çekim boşluğu 92.günde MKA grubunda meydana gelmiştir. Grupların 92 günlük ortalama boşluk kapanma miktarları(kanin distalizasyonu+molar mesializasyonu) incelendiğinde RKA grubunda 4,62 mm, MKA grubunda 4,98 mm, RK grubunda 4,14 mm ve MK grubunda 4,31 mm olduğu görülmektedir.

Çevirme protokollerini karşılaştırdığımızda modifiye tipte aktivasyon yapılan dişlerde rutin aktivasyon yapan dişlere göre daha hızlı diş hareketi tespit edilmiştir.MKA grubunda ölçülen kanin distalizasyon hızı RK*** ve MK* gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (** $p<0,001$ ve * $p<0,05$). MKA grubunda ölçülen kanin distalizasyon hızı RKA grubuna göre daha fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aynı çevirme protokolü kullanılan dişler arasında Aceledent ile titreşim uygulamasının etkisini karşılaştırdığımızda, MKA grubunda MK grubuna göre aylık ortalama 0,14 mm daha fazla hareket meydana gelmiştir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. RKA ile RK gruplarında meydana gelen aylık kanin distalizasyon miktarlarını karşılaştırdığımızda RKA grubunda 0,09 mm daha fazla hareket görülmesine rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Kameyama ve ark. ratlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında sürekli kuvvetler ile farklı inaktivasyon periyotlarından oluşan kesikli kuvvetleri karşılaştırdıkları çalışmalarında günlük 4 saat inaktivasyon periyodunun diş hareketini hızlandırdığını göstermişlerdir (185). Bu durum kesikli kuvvetlerin etkili diş hareketi sağlayacağını gösterirken, çalışmamızın modifiye grubunda uygulanan aktivasyon protokolünün daha etkili olmasını desteklemektedir. Dinçyürek, bizim rutin protokol uyguladığımız gruplara benzer bir uygulama olan hycon cihazı ile 28 günde 1.78 mm, lace back tarafında ise 1.03 mm kanin distalizasyon miktarı tespit etmiştir (184). Aylıkçı, hycon ve NiTi kapalı yayları karşılaştırdığı tez çalışmasında 28 günde sırası ile 1.77 mm ve 1.12 mm kanin distalizasyonu elde etmiştir (173).

Literatürde diş hareketini hızlandırmak için çok sayıda yöntem kullanılmıştır. Türker, bölünmüş ağız olarak tasarladığı tez çalışmasında düşük doz lazer (DDLTL) ve piezosizyon uygulayarak diş hareketi hızını değerlendirmiş ve 4 haftada sırasıyla 1.52 mm ve 1,34 mm boşluk kapanma miktarı ölçmüştür (186). Abbas ve ark. ise kanin dişlere 150 gr kuvvet uygulayan coil springler ile piezosizyon ve kortikotomi uygulamalarının diş hareketi hızı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında piezosizyon grubunda 4 haftanın sonunda 0,5 mm, kortikotomi grubunda ise 0,6 mm kanin distalizasyonu elde etmişlerdir (94). Pavlin ve ark tarafından üst birinci premolar çekimli vakalarda kanin distalizasyonu sırasında Aceledent cihazı vibrasyon uygulanmıştır. Vibrasyon uygulanan grupta ortalama diş hareketi 1.16 mm/ay olurken kontrol grubunda 0.79mm/ay olarak ölçülmüştür. Aylık 0.37 mm daha fazla diş hareketi gözlenmiştir (21). Bizim çalışmamızın sonuçları bu çalışmaya benzetmekle birlikte titreşimin hızlandırma etkisi daha azdır (ortalama 0,12 mm). Leethanakul ve ark üst birinci premolar çekimli tedavi gören hastalara kaninleri distalize ederken sadece bir taraftaki dişlere elektrikli diş fırçası ile 2 ay boyunca her gün 15 dakika titreşim uygulamalarını söylemiştir. 3 ay sonunda titreşim uygulanan tarafta ortalama 2.85 mm hareket gözlenirken diğer tarafta 1.77 mm hareket gözlenmiştir. 3 ay sonunda 1.08 mm daha fazla diş hareketi sağlanmıştır (115).

Literatürü incelediğimizde kesikli kuvvetin periodontal aralık sınırları dâhilinde daha etkili ve hızlı bir diş hareketi meydana getirdiği, aynı zamanda vida tipi bir apaceyle ağrısız bir diş hareketi sağlandığı görülmektedir (187, 188). Çalışmamızda iki tarafta da kesikli bir ortodontik kuvvet uygulanmıştır. Başınç-gerilim teorisi, diş hareketinin meydana gelme mekanizmasını açıklayan ve en kabul gören teorilerden biridir. Bu teori,

basınç ve gerilim mekanizmasının periodontal aralıkta bazı mesajcılarının salınımını uyararak, rezorbsiyon ve apozisyon mekanizmalarını tetiklediği düşünülmektedir (5). Bizim çalışmamızın modifiye gruplarında basınç ve gerilim mekanizması rutin gruplara göre daha kısa periyotlarla tetiklenmiş, basınç ilk gün arttırılmış, ikinci gün daha fazla arttırılmış, üçüncü gün ise azaltılmış ancak sifıra düşmemiştir. Rutin grupta ise 3 günde bir periodontal aralık sınırları dâhilinde bir kuvvet uygulanmıştır. Modifiye gruplardaki bu basınç değişimlerinin sitokin ve prostaglandin salınımını arttırdığı ve daha fazla medyatör salınımını uyararak kemik turn-overını pozitif yönde etkilediğini düşünebiliriz. Bütün bu sebepler modifiye ve rutin protokol karşılaştırıldığında modifiye protokolün daha hızlı diş hareketi meydana getirdiğini açıklayabilir.

Diş hareketi, osteoklast ve osteoblast aktivitesi ile kemiğin remodelingi sonucu meydana gelmektedir. Ayrıca travma ve mekanik uyarıcılar diş hareketinin gerçekleşmesinde rol oynayan inflamatuvar araçların salınımını tetikler (189). Titreşim uygulamalarının anabolik aktiviteyi arttırdığı bilinmektedir (190). Bu uygulamalar kemikte mikro travmalar yaratarak remodelin sürecini desteklemektedir. Çalışmamızda titreşim uygulaması yapılan hastalarda da bu etkiler gözlenmiştir. Titreşim uygulaması kanin distalizasyon süreci boyunca günde 20 dakika, 30 Hz frekansında ve 20 gram kuvvetinde yapılmıştır. Kullanımı çok kolay olan bu cihaz ile diş hareketi hızlandırılmıştır.

Çalışmamız hiçbir invaziv teknik içermemesine rağmen literatürde bulunan cerrahi tekniklere benzer bulgular vermiştir. Bu etkiyi almamızda, daha önce hiç yapılmamış olan modifiye kesikli kuvvet uygulaması ile titreşim uygulamasını beraber kullanmamız gösterilebilir. Ayrıca kullandığımız modifiye çevirme protokolünün ve titreşim uygulamasının hiç bir invaziv yöntem içermemesi diş hareketini hızlandırması açısından büyük avantaj oluşturmaktadır.

5.3.4. Kök Rezorpsiyonu Bulguları

Kök rezorpsiyonu değerlendirmesinde birçok yöntem kullanılmakla birlikte bunlardan yaygın olarak kullanılan radyografilerdir. Ancak radyolojik incelemenin yalnızca 2 boyutlu inceleme imkânı sunması gibi bir dezavantajı söz konusudur. Radyografiler kök uzunluğundaki değişim konusunda araştırmacıya bilgi sağlarken, dişin lateral yüzeylerindeki rezorpsiyonları ve rezorptif alanların derinliği konusunda yetersiz kalırlar (191). Çalışmamızda hastaların minimal derecede radyasyona maruz kalmalarını

istediğimiz için kök rezorbsiyonlarını paralel teknikle çekilmiş periapikal radyograflar üzerinde değerlendirdik.

Rygh, kuvvet tipinin sürekli olması durumunda hiyalinize doku ortadan kalktıktan sonra sementoid dokunun da uzaklaştırıldığını bildirmiştir. Buna dayanarak belirli periyotlarda kuvvetin kesilmesinin kök rezorbsiyonunu engelleyeceğini belirtmiştir (192). Literatüre baktığımızda birçok araştırmacı belirli periyotlarda kuvvet uygulamasındaki duraklamanın rezorbe sementte tamir yaratacağını ve kesikli kuvvetlerin daha az kök rezorbsiyonu yaratacağı görüşünü paylaşmaktadırlar (15, 17, 121, 193). Bu görüşlerle çelişen araştırmacılar kesikli kuvvetin dişlerde jigging hareketine neden olduğunu ve bu sebeble kök rezorbsiyonunu arttırabileceğini bildirmişlerdir (194). Bir kısım araştırmacı ise kesikli ve sürekli kuvvet uygulamalarının kök rezorbsiyonu üzerine etkilerinin benzer olduğunu bildirmiştir (195). Bir çok konuda olduğu gibi bu konuda da görüş ayrılıkları vardır.

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz titreşim uygulamasının kök rezorbsiyonuna etkisini inceleyen bir çok çalışma yapılmıştır. Nishimura, titreşimin diş hareket hızına olan etkisini değerlendirdiği çalışmada kök rezorbsiyon bulgularına da bakmıştır. Çalışma sonunda diş hareket hızının artması yanında periodontal ve diş dokularında herhangi bir hasar oluşmadığını bildirmiştir (113). Diğer bir çalışmada titreşim uygulamalarının kök rezorbsiyonunu arttırmadığı tam aksine kök rezorbsiyonuna duyarlı kişilerde titreşim uygulamasının faydalı olabileceği belirtilmiştir (114). DiBiase titreşim-kök rezorbsiyonu ilişkisini incelediği çalışmada titreşim uygulamalarının kök rezorbsiyonuna etkisi olmadığını bildirmiştir (196). Literatürde titreşim uygulamalarının kök rezorbsiyonu üzerine negatif etkisinin olmadığı hatta bazı çalışmalarda kök rezorbsiyonunu azaltabileceği fikri hakimdir.

Çalışmamız genelinde 9 dişte hiçbir bulgu izlenmezken (S-0), 4 dişte apikal bölgede hafif küntleşme gözlenmiştir (S-2). Diğer dişlerde ise periodontal ligamentte hafif bir aralanma tespit edilmiştir (S-1). Gruplar arası değerlendirmede kök rezorbsiyonları açısından klinik ve istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bulgularımız literatür ile uyumludur. Kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde güncel üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanımı dişin tüm yüzeylerini değerlendirme olanağı sunacağından daha sağlıklı sonuçlar verebilir.

5.3.5. Ağrı Bulguları

Çalışmamızda kanin distalizasyonu mekaniklerinin takıldığı ve aktive edildiği andan itibaren 0. dakika, 1. saat, 24. saat, 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24. ve 27. günlerde olmak üzere, distalizasyon boyunca sağ ve sol kanin dişlerde deneyimlediği ağrıyı skorlaması için hastalara çizelgeler verilmiştir. Distalizasyon sonunda bu skorlar değerlendirilmiştir. Çalışmamız bölünmüş ağız şeklinde tasarlandığı için bireysel farklılıklar elimine edilmiştir. Bu şekilde algılanan ağrının iki grup arasında karşılaştırılması olası hale gelmiştir. Genel olarak apareylerin ilk takıldığı andan 24 saat sonrasına kadar ağrı seviyeleri artmış ve 24. saatte pik yapmıştır. Daha sonra ağrı seviyeleri azalarak 3. günden sonra düşük seviyelere inmiştir. Zamana bağlı ağrı dalgalanması tüm gruplarda benzer şekilde seyretmiştir.

Literatürde bir dişe kuvvet uygulandığında ilk 24 saat ağrıda artış görüldüğü devamında azalarak 7 günden sonra normal seviyelere düştüğü bildirilmektedir (197, 198). Aylıkçı, yaptığı tez çalışmasında bir grupta, bizim çalışmamıza benzer bir prosedürle bir tarafta Hycon vidası, diğer tarafta ise coil springler ile kanin distalizasyonu sırasında hastalarda meydana gelen ağrıyı değerlendirerek karşılaştırmıştır. Sonuçlarında, iki grupta da 24. saatte ağrı skorunun pik yaptığını ve 3. Günden sonra azaldığını bildirmiştir göstermiştir (173). Bu bulgu bizim bulgularımız ile benzerdir. Bizim çalışmamızda da ilk kuvvet uygulaması ile ağrı skorunda artış görülmüş ve 3. günden sonra düşüş izlenmiştir. Noda ve ark. periodontal aralıktaki kan akımının kesilmesi ile hiyalinizasyon dokusu oluşumu ve buna bağlı olarak diş hareketi sırasında ağrı olduğunu bildirmişlerdir. Vida dizaynına sahip bir aparey ile kanin distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında hastaların ağrı şikâyetlerinin olmadığını rapor etmişlerdir (187, 188). Titreşim uygulamalarının birçok dental işlem sırasında meydana gelen ağrıyı azalttığı bildirilmiştir. Lokal anestezi uygulaması sırasında titreşim uygulanmasının hastanın hissettiği ağrıyı azalttığı rapor edilmiştir (199, 200). Ortodontik tedavi sırasında titreşim uygulamasının hastanın hissettiği ağrı seviyesini azalttığı birkaç araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (22, 201, 202). Kimi araştırmacılar ile titreşim uygulamasının hissedilen ağrı üzerine etkisinin olmadığı bildirmiştir (203-205). Bizim çalışmamızın bulgularında da farklı kuvvet uygulamaları ile titreşim uygulamasının ağrı seviyeleri üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır. Tüm gruplardaki ağrı seviyeleri benzer bulunmuştur. Hasta sayısı artırılarak karşılaştırmalar yapmak gruplar arasındaki sonuçları değiştirebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Split-mouth olarak tasarlanan çalışmamızda, üst birinci premolar çekimli vakalarda kanin distalizasyonu sırasında Hycon cihazının farklı aktivasyon protokollerinin ve titreşim uygulamasının etkileri değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Premolar çekim boşluğu tamamen kapanana kadar yaptığımız çalışmada, tüm kanin dişleri başarılı şekilde distalize edilmiştir.
2. Hycon cihazının aktivasyon ve deaktivasyon protokolünde kullanılması, sadece aktivasyon protokolünde kullanılmasından daha hızlı kanin distalizasyonu sağlamıştır. Tarafımızdan geliştirilen bu kesikli kuvvet uygulama metodu boşluk kapatmada son derece etkilidir.
3. Titreşim uygulamalarının da diş hareketini hızlandırmada etkili olduğu ancak bu etkinin sınırlı bir aralıkta kaldığı gözlenmiştir.
4. En hızlı diş hareketi modifiye tipte kesikli kuvvet uygulanan ve aynı zamanda titreşim cihazını kullanan hastalarda gerçekleşmiştir. Bu iki non-invaziv yöntemin beraber kullanılması sinerjistik bir etki yaratarak diş hareketini hızlandırmıştır.
5. Kanin distalizasyonu sırasında kanin dişlerde bir miktar distal yönlü devrilme, destek alınan 1.molar dişlerde ise bir miktar mesial yönlü devrilme olmaktadır. Bu devrilmeler tüm gruplarda yakın miktarlarda olmuştur.
6. Distalizasyon bittiğinde tüm guplardaki kanin dişlerinde ortalama 10 derece distopalatinal rotasyon tespit edilmiştir. Modifiye protokolde aktivasyon yapılan dişlerde bir miktar daha fazla rotasyon meydana gelmiştir. Bukkal taraftan uygulanan kuvvetler sonucu bu rotasyonun oluşması beklenen bir durumdur. Bunu önlemek için bukkal taraftaki kuvvete ek olarak palatinal taraftanda distalizasyon kuvveti uygulanabilir.

7. Kesikli kuvvet uygulamasında kullanılan Hycon cihazının hacimce büyük olması hijyen kontrolünü zorlaştırsa da iyi bir hijyen motivasyonu bu sorunun önüne geçilmiş ve herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır.
8. 27 günlük ağrı skorlamasında çoğu hastanın ağrı skoru 0 ile 1 arasında olmuştur. Sadece ilk 24 saat hafif ağrı cevapları alınmıştır ve daha sonra şikayetler azalmıştır. Gruplar arasında fark bulunmamıştır.
9. Çalışma sonunda sadece 4 dişin kök ucunda hafif küntleşme gözlenmiştir. Bu 4 dişin 2'si acceledent kullanılan gruptayken diğer 2'si kullanmayan gruptadır. Titreşim uygulamasının ve kesikli kuvvet uygulama protokolünün kök rezorbsiyonu üzerine etkileri arasında fark bulunmamıştır.
10. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında özellikle hycon cihazının modifiye edilmiş çevirme protokolü ile kullanılması diş hareketini hızlandırma açısından hekim için avantaj oluşturacaktır. Titreşim uygulamalarının maliyeti ve getirileri göz önüne alındığında şuanki şartlar altında ortodonti pratiğinde kullanılmasının çok avantajlı olacağı düşünülmemektedir.

7.KAYNAKLAR

1. El-Angbawi A, McIntyre GT, Fleming PS, Bearn DR. Non-surgical adjunctive interventions for accelerating tooth movement in patients undergoing fixed orthodontic treatment. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015(11).
2. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. Orthodontics & craniofacial research. 2006;9(1):38-43.
3. Bishara SE, Saunders W. Textbook of orthodontics: Saunders Book Company; 2001.
4. Biyomekanik TYSOA. Prensipieri. Ege Üniversitesi Basımevi. 1999.
5. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics: Elsevier Health Sciences; 2006.
6. Ricketts R, Bench R, Gugino C, Hilgers J. Schulhof RJ. Bioprogressive therapy Denver: Rocky Mountain Orthodontics. 1979.
7. Ziegler P, Ingervall B. A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1989;95(2):99-106.
8. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. 1993.
9. Nikolai RJ. On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1975;68(3):290-302.
10. Boester CH, Johnston LE. A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. The Angle Orthodontist. 1974;44(2):113-9.

11. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(1):86-92.
12. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(2):160. e1-. e10.
13. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1960;46(12):881-900.
14. Gibson JM, King GJ, Keeling SD. Long-term orthodontic tooth movement response to short-term force in the rat. *The Angle Orthodontist*. 1992;62(3):211-5.
15. Oppenheim A. A possibility for physiologic orthodontic movement. *American journal of orthodontics and oral surgery*. 1944;30(6):277-328.
16. Oates JC, Moore RN, Caputo AA. Pulsating forces in orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1978;74(5):577-86.
17. Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *The Angle Orthodontist*. 1964;34(4):244-55.
18. Shenava S, Nayak K, Bhaskar V, Nayak A. Accelerated orthodontics—a review. *International Journal of Scientific Study*. 2014;1(5):35-9.
19. Seifi M, Eslami B, Saffar AS. The effect of prostaglandin E2 and calcium gluconate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *The European Journal of Orthodontics*. 2003;25(2):199-204.
20. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(1):16-26.
21. Pavlin D, Anthony R, Raj V, Gakunga PT, editors. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: a double-blind, randomized controlled trial. *Seminars in Orthodontics*; 2015: Elsevier.
22. Lobre WD, Callegari BJ, Gardner G, Marsh CM, Bush AC, Dunn WJ. Pain control in orthodontics using a micropulse vibration device: A randomized clinical trial. *The Angle Orthodontist*. 2016;86(4):625-30.

23. Persson M. A 100th anniversary: Sandstedt's experiments on tissue changes during tooth movement. *Journal of orthodontics*. 2005;32(1):27-8.
24. Graber T, Vanarsdall Jr R, Vig K. *Orthodontics. Current principles and techniques*, Mosby. Year Book Inc, St Louis University of Michigan. 1994:233-8.
25. Thilander B, Rygh P, Reitan K. Tissue reactions in orthodontics: *Orthodontics current principles and techniques*. Graber T, Ed. 2005.
26. Smith RK, Roberts WE. Cell kinetics of the initial response to orthodontically induced osteogenesis in rat molar periodontal ligament. *Calcified Tissue International*. 1980;30(1):51-6.
27. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(4):469. e1-. e32.
28. Bassett CAL, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*. 1962;137(3535):1063-4.
29. Zengo A, Bassett C, Pawluk R, Prountzos G. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1974;66(2):130-9.
30. Patil AK, Shetty AS, Setty S, Thakur S. Understanding the advances in biology of orthodontic tooth movement for improved ortho-perio interdisciplinary approach. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2013;17(3):309.
31. Kuhlberg AJ, Priebe DN, editors. *Space closure and anchorage control*. *Seminars in Orthodontics*; 2001: Elsevier.
32. Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(1):16-23.
33. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1932;18(4):331-52.
34. Darendeliler MA, Darendeliler H, Üner O. The drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction. *European Journal of Orthodontics*. 1997;19(2):115-30.

35. Storey E. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Australian J Dent.* 1952;56:11-8.
36. Heasman PA, Millett DT, Chapple IL. *The periodontium and orthodontics in health and disease*: Oxford University Press, USA; 1996.
37. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1957;43(1):32-45.
38. Siatkowski RE. Continuous arch wire closing loop design, optimization, and verification. Part I. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics.* 1997;112(4):393-402.
39. Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. *American journal of orthodontics.* 1976;70(1):1-19.
40. Lee BW. Relationship between tooth-movement rate and estimated pressure applied. *Journal of dental research.* 1965;44(5):1053-.
41. Luppapornlarp S, Johnston Jr LE. The effects of premolar-extraction: a long-term comparison of outcomes in “clear-cut” extraction and nonextraction Class II patients. *The Angle Orthodontist.* 1993;63(4):257-72.
42. Konstantonis D, Anthopoulou C, Makou M. Extraction decision and identification of treatment predictors in Class I malocclusions. *Progress in orthodontics.* 2013;14(1):47.
43. Hunter J. *The natural history of the human teeth: explaining their structure, use, formation, growth, and diseases*: R. Hardwicke; 1865.
44. Tweed CH. Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *American journal of orthodontics and oral surgery.* 1944;30(8):405-28.
45. Bolender CJ, Bounoure G, Barat Y. *Extraction versus nonextraction*: Sid Publisher; 1995.
46. M'Lissa MR, Sadowsky C. Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics.* 1997;112(4):441-8.
47. Güray E, Orhan M. “En masse” retraction of maxillary anterior teeth with anterior headgear. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics.* 1997;112(5):473-9.

48. Kuhlberg AJ, Priebe DN, editors. Space closure and anchorage control. *Seminars in Orthodontics*; 2001: Elsevier.
49. Angle EH. *Treatment of Malocclusion of the Teeth: Angle's System. Greatly Enl. and Entirely Rewritten, with Six Hundred and Forty-one Illustrations*: SS White dental manufacturing Company; 1907.
50. Tweed CH. *Clinical orthodontics*: CV Mosby; 1966.
51. Begg PR. *Begg Orthodontic Theory and Technique.[With Illustrations.]*: Philadelphia, London; 1965.
52. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic anchorage: a systematic review. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(3):493-501.
53. McLaughlin R, Bennett JC. Anchorage control during leveling and aligning with a preadjusted appliance system. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1991;25(11):687-96.
54. Clemmer EJ, Hayes EW. Patient cooperation in wearing orthodontic headgear. *American journal of orthodontics*. 1979;75(5):517-24.
55. Nanda RS, Tosun YS. *Biomechanics in orthodontics. Principles and practice* Hanover Park IL: Quintessence Publishing Co. 2010:38-9.
56. Benson PE, Tinsley D, O'Dwyer JJ, Majumdar A, Doyle P, Sandler PJ. Midpalatal implants vs headgear for orthodontic anchorage—a randomized clinical trial: cephalometric results. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2007;132(5):606-15.
57. Baumgaertel S, Razavi MR, Hans MG. Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):621-7.
58. Melsen B, Verna C, editors. *Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system*. *Seminars in Orthodontics*; 2005: Elsevier.
59. Gainsforth BL, Higley L. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1945;31(8):406-17.
60. Jeon YJ, Kim YH, Son WS, Hans MG. Correction of a canted occlusal plane with miniscrews in a patient with facial asymmetry. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2006;130(2):244-52.
61. Keles A, Erverdi N, Sezen S. Bodily distalization of molars with absolute anchorage. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(4):471-82.

62. Kyung H-M. Overview development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J clin Orthod*. 2003;37:321-8.
63. Wilmes B. Fields of application of mini-implants. Ludwig B, Baumgaertel S, Bowman SJ. *Mini-Implants in Orthodontics: Innovative Anchorage Concepts*. Quintessence Publishing Co.: New York, NY; 2008.
64. Cheng S-J, Tseng I-Y, Lee J-J, Kok S-H. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2004;19(1).
65. Perez CA, de Alba JA, Caputo AA, Chaconas SJ. Canine retraction with J hook headgear. *American journal of orthodontics*. 1980;78(5):538-47.
66. Lane T. The role of the permanent canines in the race for space. *American Journal of Orthodontics*. 1962;48(4):241-50.
67. Gjessing P. Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. *American Journal of orthodontics*. 1985;87(5):353-62.
68. Sueri MY, Turk T. Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. *The Angle orthodontist*. 2006;76(6):1010-4.
69. McLaughlin R, Bennett J. The transition from standard edgewise to preadjusted appliance systems. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1989;23(3):142.
70. Irvine R, Power S, McDonald F. The effectiveness of laceback ligatures: a randomized controlled clinical trial. *Journal of orthodontics*. 2004;31(4):303-11.
71. McLaughlin RP, Bennet J. *Orthodontic treatment mechanics and the preadjusted appliance*: Wolfe; 1993.
72. Manhartsberger C, Seidenbusch W. Force delivery of Ni-Ti coil springs. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;109(1):8-21.
73. Angolkar PV, Arnold JV, Nanda RS, Duncanson MG. Force degradation of closed coil springs: an in vitro evaluation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1992;102(2):127-33.
74. Balhoff DA, Shuldborg M, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Force decay of elastomeric chains—a mechanical design and product comparison study. *Journal of orthodontics*. 2011;38(1):40-7.
75. Bishara SE, Andreasen GF. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. *The Angle Orthodontist*. 1970;40(4):319-28.

76. Iyano H, Himuro T, Ryu T, Fukui K, McLaughlin RP. Anterior retraction using a preadjusted edgewise appliance with interrupted orthodontic force generated by a screw device. *orthodontic waves*. 2006;65(1):31-42.
77. Lee K-J, Park Y-C, Yu H-S, Choi S-H, Yoo Y-J. Effects of continuous and interrupted orthodontic force on interleukin-1 β and prostaglandin E2 production in gingival crevicular fluid. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(2):168-77.
78. Hacopian N, HOSSEINZADEH NT, Ghahremani MH, Rahimi HR, Ostad SN. Effects of continuous and interrupted forces on gene transcription in periodontal ligament cells in vitro. 2011.
79. McLaughlin RP, Kalha AS, Schuetz W. An alternative method of space closure: The Hycon Device. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2005;39(8):474.
80. Årtun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *The European Journal of Orthodontics*. 1986;8(4):229-34.
81. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *The Angle Orthodontist*. 1995;65(6):395-401.
82. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(2):160. e1-. e10.
83. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1959;12(5):515-29.
84. Frost H. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*. 1983;31(1):3.
85. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1998;114(4):372-82.
86. Kişnişci RŞ, İşeri H, Tüz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2002;60(4):389-94.
87. Wilcko W, Wilcko M, Bouquot J, Ferguson D. Accelerated orthodontics with alveolar reshaping. *J Ortho Practice*. 2000;10(1):63-70.

88. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF, editors. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Seminars in Orthodontics*; 2008: Elsevier.
89. AlGhamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. *The Saudi Dental Journal*. 2010;22(1):1-5.
90. Park Y, Kang S, Kim S, PARK Y, KIM S. Accelerated tooth movement by corticision as an osseous orthodontic paradigm. 2006.
91. Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(2):284-91.
92. Mheissen S, Khan H, Samawi S. Is Piezocision effective in accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2020;15(4):e0231492.
93. Dibart S, Surmenian J, David Sebaoun J, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2010;30(5):487.
94. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;149(4):473-80.
95. Ileri Z, Akin M, Erdur EA, Dagi HT, Findik D. Bacteremia after piezocision. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;146(4):430-6.
96. Teixeira C, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant L, et al. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *Journal of dental research*. 2010;89(10):1135-41.
97. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(5):639-48.
98. Sekhavat AR, Mousavizadeh K, Pakshir HR, Aslani FS. Effect of misoprostol, a prostaglandin E1 analog, on orthodontic tooth movement in rats. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2002;122(5):542-7.
99. Karanth H, Shetty K. Orthodontic tooth movement and bioelectricity. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*. 2001;12(4):212-21.

100. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1980;77(1):33-47.
101. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;91(2):91-104.
102. Altan AB. Ortodontide lazer uygulamaları. *Türkiye Klinikleri Journal of Orthodontics-Special Topics*. 2015;1(1):42-9.
103. Ge M, He W, Chen J, Wen C, Yin X, Hu Z, et al. Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Lasers in medical science*. 2015;30(5):1609-18.
104. Wong-Riley MT, Liang HL, Eells JT, Chance B, Henry MM, Buchmann E, et al. Photobiomodulation directly benefits primary neurons functionally inactivated by toxins role of cytochrome c oxidase. *Journal of Biological Chemistry*. 2005;280(6):4761-71.
105. Ekizer A, Uysal T, Güray E, Akkuş D. Effect of LED-mediated-photobiomodulation therapy on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Lasers in medical science*. 2015;30(2):779-85.
106. Training WIV. History & Science behind Whole-Body Vibration.
107. Christiansen BA, Silva MJ. The effect of varying magnitudes of whole-body vibration on several skeletal sites in mice. *Annals of biomedical engineering*. 2006;34(7):1149-56.
108. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2004;19(3):343-51.
109. Norton LA, Rodan GA, Bourret LA. Epiphyseal cartilage cAMP changes produced by electrical and mechanical perturbations. *Clinical orthopaedics and related research*. 1977(124):59-68.

110. Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;107(6):578-88.
111. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Qu H, Seki K, Kurabayashi H. Biomechanical acceleration of experimental tooth movement by ultrasonic vibration in vivo—part 1. Homo-directional application of ultrasonication to orthodontic force Orthod Waves. 2001;60:201-12.
112. Trenter SC, Landini G, Walmsley AD. Effect of loading on the vibration characteristics of thin magnetostrictive ultrasonic scaler inserts. *Journal of periodontology*. 2003;74(9):1308-15.
113. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, et al. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):572-83.
114. Tan D. The effect of mechanical vibration (Acceleident 30Hz) applied to the hemimaxilla on root resorption and tooth movement after application of orthodontic force. A micro CT study 2011.
115. Leethanakul C, Suamphan S, Jitpukdeebodintr S, Thongudomporn U, Charoemratrote C. Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2016;86(1):74-80.
116. Miles P, Smith H, Weyant R, Rinchuse DJ. The effects of a vibrational appliance on tooth movement and patient discomfort: a prospective randomised clinical trial. *Australian orthodontic journal*. 2012;28(2):213.
117. Dobie TG. The effect of varying frequencies of mechanical vibration on the rate of orthodontic tooth movement in mice. 2013.
118. Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(4):462-76.
119. Blake M, Woodside D, Pharoah M. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(1):76-84.

120. Herrera Chávez MG. Apical root resorption incidence in finished cases of the Orthodontics Department of the Postgraduate Studies and Research Division of the Faculty of Dentistry, UNAM, during the 2010-2012 period. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 3(3-ING).
121. Acar A, Canyürek Ü, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(2):159-63.
122. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16(3):223-8.
123. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *The European Journal of Orthodontics*. 1988;10(1):30-8.
124. Patel NB. Physiology of pain. *Guide to pain management in low-resource settings*. 2010:13.
125. Sternbach R, Wall P, Melzack R. Acute versus chronic pain, *Textbook of pain* (pp. 242). Edinburgh: Churchill Livingstone. 1989.
126. Berguis M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics. *J Orofac Orthop*. 2000;61:125-37.
127. Horowitz L, Kehoe L, Jacobo E. Multidisciplinary patient care in preventive dentistry: idiopathic dental pain reconsidered. *Clinical preventive dentistry*. 1990;13(6):23-9.
128. Krukemeyer AM, Arruda AO, Inglehart MR. Pain and orthodontic treatment: patient experiences and provider assessments. *The Angle orthodontist*. 2009;79(6):1175-81.
129. Erdinc A, Dinçer B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod*. 2004;26(1):79-85.
130. Brown A. PAIN AND ORTHODONTICS. Chairman's remarks. 2005;1:28.
131. Marie S, Powers M, Sheridan J. Vibratory stimulation as a method of reducing pain after orthodontic appliance adjustment. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2003;37(4):205-8.
132. Firestone AR, Scheurer PA, Bürgin WB. Patients' anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic

- treatment with fixed appliances. *The European Journal of Orthodontics*. 1999;21(4):387-96.
133. Jones M, Richmond S. Initial tooth movement: force application and pain—a relationship? *American journal of orthodontics*. 1985;88(2):111-6.
 134. Polat O, Karaman AI. Pain control during fixed orthodontic appliance therapy. *The Angle orthodontist*. 2005;75(2):214-9.
 135. Kim H-K, Moon S-C, Lee S-J, Park Y-S. Three-dimensional biometric study of palatine rugae in children with a mixed-model analysis: a 9-year longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(5):590-7.
 136. Hoggan BR, Sadowsky C. The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(5):482-8.
 137. Sharpe W, Reed B, Subtelny JD, Polson A. Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;91(3):252-8.
 138. Dahlberg G. *Statistical Methods for Medical and Biological Students*. New York: Interscience Publications; 1940.
 139. Kirschneck C, Proff P, Reicheneder C, Lippold C. Short-term effects of systematic premolar extraction on lip profile, vertical dimension and cephalometric parameters in borderline patients for extraction therapy—a retrospective cohort study. *Clinical oral investigations*. 2016;20(4):865-74.
 140. İşeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2005;127(5):533-41.
 141. Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;146(5):620-32.
 142. Kau CH. A radiographic analysis of tooth morphology following the use of a novel cyclical force device in orthodontics. *Head & face medicine*. 2011;7(1):14.
 143. ORTH T. Accelerating Orthodontic Treatment with AcceleDent.
 144. Reitan K. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function. *Acta Odonto Scand*. 1951;6:1-240.

145. Yee JA, Türk T, Elekdağ-Türk S, Cheng LL, Darendeliler MA. Rate of tooth movement under heavy and light continuous orthodontic forces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;136(2):150. e1-. e9.
146. Genc G, Kocadereli I, Tasar F, Kilinc K, El S, Sarkarati B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers in medical science*. 2013;28(1):41-7.
147. Mezomo M, de Lima ES, de Menezes LM, Weissheimer A, Allgayer S. Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets: A randomized clinical trial. *The Angle Orthodontist*. 2011;81(2):292-7.
148. Bengi AO, Karacay S, Akin E, Olmez H, Okçu KM, Mermut S. Use of zygomatic anchors during rapid canine distalization: a preliminary case report. *The Angle orthodontist*. 2006;76(1):137-47.
149. Roberts C, Torgerson D. Randomisation methods in controlled trials. *Bmj*. 1998;317(7168):1301-10.
150. Daskalogiannakis J, McLachlan KR. Canine retraction with rare earth magnets: an investigation into the validity of the constant force hypothesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;109(5):489-95.
151. Rüdin H, Overdiek H, Rateitschak K. Correlation between sulcus fluid rate and clinical and histological inflammation of the marginal gingiva. *Helvetica odontologica acta*. 1970;14(1):21.
152. Garner L, Allai W, Moore B. A comparison of frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1986;90(3):199-203.
153. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007;103(5):e6-e15.
154. Shankar D, Verma N, Mudgal P. " Hycon Device" A Choice For Orthodontic Space Closure: A Clinical Study. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2019;7(8):165-8.
155. Mathew R, Acharya SS, Prabhakar R, Karthikeyan M, Saravanan R, Rajvikram N. Comparison of individual canine retraction using HYCON device and nickel

- titanium closed coil spring: In vivo study. *Journal of Indian Orthodontic Society*. 2015;49(3):145-51.
156. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *The European Journal of Orthodontics*. 2006;28(3):221-40.
 157. Karacay S, Saygun I, Bengi AO, Serdar M. Tumor Necrosis Factor- α Levels during Two Different Canine Distalization Techniques. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(1):142-7.
 158. Keeling SD, King GJ, McCoy EA, Valdez M. Serum and alveolar bone phosphatase changes reflect bone turnover during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(4):320-6.
 159. Hughes B, King GJ. Effect of orthodontic appliance reactivation during the period of peak expansion in the osteoclast population. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*. 1998;251(1):80-6.
 160. Aljabaa A, Almoammar K, Aldrees A, Huang G. Effects of vibrational devices on orthodontic tooth movement: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;154(6):768-79.
 161. HUANCA GHISLANZONI L. THREE-DIMENSIONAL DENTAL IMAGING THROUGH VIRTUAL STUDY MODELS. 2013.
 162. Fleming P, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*. 2011;14(1):1-16.
 163. Keating AP, Knox J, Bibb R, Zhurov AI. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. *Journal of orthodontics*. 2008;35(3):191-201.
 164. Hayashi K, Araki Y, Uechi J, Ohno H, Mizoguchi I. A novel method for the three-dimensional (3-D) analysis of orthodontic tooth movement—calculation of rotation about and translation along the finite helical axis. *Journal of biomechanics*. 2002;35(1):45-51.

165. Grauer D, Proffit WR. Accuracy in tooth positioning with a fully customized lingual orthodontic appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(3):433-43.
166. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V, Serrao G. Three-dimensional inclination of the dental axes in healthy permanent dentitions—a cross-sectional study in a normal population. *The Angle Orthodontist*. 2001;71(4):257-64.
167. Jang I, Tanaka M, Koga Y, Iijima S, Yozgatian JH, Cha BK, et al. A novel method for the assessment of three-dimensional tooth movement during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(3):447-53.
168. Chen G, Chen S, Zhang X, Jiang R, Liu Y, Shi F, et al. Stable region for maxillary dental cast superimposition in adults, studied with the aid of stable miniscrews. *Orthodontics & craniofacial research*. 2011;14(2):70-9.
169. Kim H-K, Moon S-C, Lee S-J, Park Y-S. Three-dimensional biometric study of palatine rugae in children with a mixed-model analysis: a 9-year longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;141(5):590-7.
170. Hoggan BR, Sadowsky C. The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(5):482-8.
171. Sayin S, Bengi AO, Gürton AU, Ortakoğlu K. Rapid canine distalization using distraction of the periodontal ligament: a preliminary clinical validation of the original technique. *Angle Orthod*. 2004;74(3):304-15.
172. Özkan S. Direkt ve İndirekt İskeletsel Ankraj Kullanılarak Yapılan İki Farklı Kanin Distalizasyon Tekniğinin Etkinliklerinin Karşılaştırılması: Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon; 2012: 119.
173. Aylıkçı Ö. Farklı Kuvvet Tiplerinin Ortodontik Diş Hareketine Etkilerinin Değerlendirilmesi: Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri; 2013: 185.
174. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: a prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(6):678-86.

175. Memilli B BF. Çekimli vakalarda mikrovida yöntemi ile üst kanin distalizasyonunun ankraj yönünden değerlendirilmesi. SÜ Dışhek Fak Derg. 2009;18:161-9.
176. El-Beialy AR, Abou-El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AM, Mostafa YA. Loss of anchorage of miniscrews: a 3-dimensional assessment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2009;136(5):700-7.
177. Hayashi K, Uechi J, Murata M, Mizoguchi I. Comparison of maxillary canine retraction with sliding mechanics and a retraction spring: a three-dimensional analysis based on a midpalatal orthodontic implant. Eur J Orthod. 2004;26(6):585-9.
178. Oz AA, Arici N, Arici S. The clinical and laboratory effects of bracket type during canine distalization with sliding mechanics. Angle Orthod. 2011;82(2):326-32.
179. A. Ç. Çekimli Olgularda Zigoma Ankrajının Kanin Retraksiyonuna Etkilerinin İncelenmesi [Tez]. Ankara: Başkent Üniversitesi; 2007.
180. Hayashi K, Uechi J, Murata M, Mizoguchi I. Comparison of maxillary canine retraction with sliding mechanics and a retraction spring: a three-dimensional analysis based on a midpalatal orthodontic implant. The European Journal of Orthodontics. 2004;26(6):585-9.
181. Kojima Y, Fukui H. Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2005;127(5):542-51.
182. Seo Y-J, Lim B-S, Park YG, Yang I-H, Ahn S-J, Kim T-W, et al. Effect of tooth displacement and vibration on frictional force and stick-slip phenomenon in conventional brackets: a preliminary in vitro mechanical analysis. European journal of orthodontics. 2015;37(2):158-63.
183. Martins RP, Buschang PH, Gandini Jr LG. Group A T-loop for differential moment mechanics: an implant study. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;135(2):182-9.
184. Dinçyürek Ç. Sınıf I Moderate Ankraj Olgularında Kanin Dişlerinin Distalizasyonunda Kullanılan İki Farklı Kuvvet Sisteminin Karşılaştırılması Ondokuz Mayıs Üniversitesi; 2009.

185. Kameyama T, Matsumoto Y, Warita H, Soma K. Inactivated periods of constant orthodontic forces related to desirable tooth movement in rats. *Journal of orthodontics*. 2003;30(1):31-7.
186. Türker G. Düşük doz lazer tedavisi ve piezosizyon uygulamalarının kanin distalizasyonu sırasında ortodontik diş hareketi hızı üzerine etkilerinin incelenmesi [Uzmanlık Tezi]. Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2016.
187. Noda K, Nakamura Y, Oikawa T, Shimpo S, Kogure K, Hirashita A. A new idea and method of tooth movement using a ratchet bracket. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(3):225-31.
188. Noda K, Nakamura Y, Oikawa T, Hirashita A. Tooth movement limited to periodontal ligament width using interrupted orthodontic force. *Orthodontic waves*. 2006;65(2):73-80.
189. Yadav S, Dobie T, Assefnia A, Gupta H, Kalajzic Z, Nanda R. Effect of low-frequency mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015;148(3):440-9.
190. Darendeliler MA, Zea A, Shen G, Zoellner H. Effects of pulsed electromagnetic field vibration on tooth movement induced by magnetic and mechanical forces: a preliminary study. *Australian dental journal*. 2007;52(4):282-7.
191. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(2):180-4.
192. Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *The Angle Orthodontist*. 1977;47(1):1-16.
193. Maltha J, Dijkman G. Discontinuous forces cause less extensive root resorption than continuous forces. *Eur J Orthod*. 1996;18:420.
194. Hall A. Upper incisor root resorption during stage II of the Begg technique: two case reports. *British Journal of Orthodontics*. 1978;5(1):47-50.
195. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. *The Angle Orthodontist*. 1995;65(6):403-8.
196. DiBiase AT, Woodhouse NR, Papageorgiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J, et al. Effect of supplemental vibrational force on orthodontically induced inflammatory root resorption: A multicenter randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;150(6):918-27.

197. Jones M, Chan C. The pain and discomfort experienced during orthodontic treatment: A randomized controlled clinical trial of two initial aligning arch wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;102(4):373-81.
198. Ngan P, Kess B, Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;96(1):47-53.
199. Nanitsos E, Vartuli R, Forte A, Dennison P, Peck C. The effect of vibration on pain during local anaesthesia injections. *Australian dental journal*. 2009;54(2):94-100.
200. Ungor C, Tosun E, Dayisoğlu EH, Taskesen F, Senel FC. The effects of vibration on pain and anxiety during local anesthesia administration. *JSM Dent*. 2014;2(1):1022.
201. Alansari S, Atique MI, Gomez JP, Hamidaddin M, Thirumoorthy SN, Sangsuwon C, et al. The effects of brief daily vibration on clear aligner orthodontic treatment. *Journal of the World Federation of Orthodontists*. 2018;7(4):134-40.
202. Lobre WD, Dunn WJ. Pain control in orthodontics using vibration. *Research Highlight*. 2016;3:e1165.
203. Jing D, Xiao J, Li X, Li Y, Zhao Z. The effectiveness of vibrational stimulus to accelerate orthodontic tooth movement: a systematic review. *BMC oral health*. 2017;17(1):143.
204. Long H, Wang Y, Jian F, Liao L-N, Yang X, Lai W-L. Current advances in orthodontic pain. *International journal of oral science*. 2016;8(2):67-75.
205. Bakdach W, Hadad R. Effectiveness of supplemental vibrational force in reducing pain associated with orthodontic treatment: a systematic review. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*. 2020;2-16.

EKLER

EK-1: ETİK KURUL KARARI

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KAEK-603)									
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU									
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Hyoon Cihazının Farklı Aktivasyon Protokollerinin ve Vibrasyonunun Kanin Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU									
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili					
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	BELGE ADI	Açıklama							
	SİGORTA								
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ								
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU								
	İLAN								
	YILLIK BİLDİRİM								
	SONUÇ RAPORU								
	GÜVENLİK BİLDİRİMLERİ								
	DİĞER								
KARAR BİLGİLERİ	Karar No :	2018/337	Tarih :	04.07.2018					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerektirdiği amaç, yöntem ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bululara ulaşıp araştırmanın yapılmasına karar verildiği hususunda belgelerin incelenmesinde gerektirilen belgelerin eksik ve bütümlü olarak bulunmadığına dair herhangi bir karar verilmiştir.								
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI									
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI		Prof. Dr. Sami Aydoğan							
Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	Araştırma ile ilgili	Katılım (*)	İmza			
Prof. Dr. Sami AYDOĞAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Haik Sağlığı	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Kemal DENİZ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Güven KAHRİMAN	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Kemal ÖZYURT	Dermatoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Ağzı, Diş ve Çene Radyolojisi	Kıyaseti Eğitim Hast.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Cihangir BİÇER	Anest. ve Rean.	E.Ü. Diş Hek. Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Faruk KARDAŞ	Çocuk Sağ. ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Serpil TAHERİ	Tıbbi Biyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Doç. Dr. Murat SİPHAIOĞLU	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Dr. Öğr. Üyesi Gökmen ZARARSIZ	Biyostatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Av. Serhat ÖSTÜNEL	Avukat	Hukuk Müşaviri	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Sevapo Koçer	Sivil Üye	Serbest	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
* Toplamda Bulunan Etik Kurul Başkanı Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Sami AYDOĞAN İmza: Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmamalıdır.									

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KAEK-80)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Hycon Cihazının Farklı Aktivasyon Protokollerinin ve Vibrasyonunun Kanın Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU				
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ERCIYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
	AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Melikgazi/KAYSERİ		
	TELEFON	0 352 437 49 10 - 11		
	FAKS	0 352 437 52 85		
	E-POSTA	sukriye@erciyes.edu.tr		
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	Doç.Dr.Ahmet Yağcı		
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti		
	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Kayseri		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ ADI SOYADI			
	DESTEKLEYİCİ			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
FAZ 4		☐		
Gözlemsel ilaç çalışması		☐		
Tıbbi cihaz klinik araştırması		☐		
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☒		
Diger ise belirtiniz:	Uzmanlık Tezi			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ ☒	ÇOKMERKEZ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Sami AYDOĞAN
İmza:



ASLI GİBİDİR



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

EK-2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ORTODONTİ ANABİLİM DALI ÇEKİMLİ ORTODONTİK TEDAVİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

1. BÖLÜM: BİLGİLENDİRME

Muayene, fotoğraf, alçı model ve röntgen filmi incelemeleri sonucunda ortodontik sorununuzun, diş boyu ile dişlerin üzerinde olduğu çene kemiği arasındaki boyut uyumsuzluğundan kaynaklanan çapraşıklık olduğu ve dişlerin düzgün sıralanması için çene kemiği üzerinde yeterli yer olmadığı tespit edilmiştir. Bu problemin düzeltilmesi dişlerinizin ilerideki sağlıkları açısından gereklidir.

Bu çapraşıklığı gidermek amacıyla uygulanacak çeşitli yöntemler mevcuttur. Yer darlığı miktarına göre boyutu büyük olan dişlerin ara yüzeylerinden minimal miktarda aşındırmalar yapılabilir veya dişler biyolojik sınırlar çerçevesinde yer kazanacak şekilde hareket ettirilebilir. Ancak çapraşıklık fazla miktarda olduğunda, yer kazanmak için uygulanabilecek en etkin yöntem diş çekimidir.

Diş çekimi yapıldıktan sonra dişleri ideal şekilde sıralamak için geleneksel yöntemler mevcuttur. Normal ortodontik tedavi sürecinde dişlerin düzgün sıralanması için belirli bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sürenin uzun olması halinde ortodontik tedavinin diş köklerinde erime, dişetlerinde büyüme ve çevre kemik dokuda çekilmelere sebep olma, hastaların motivasyonlarının kırılması, kullanılan mekanik parçalardaki yıpranma gibi yan etkileri ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenlerle ortodontik tedavilerdeki temel amaç istenilen sonuca en kısa sürede ulaşabilmektir. Tedavi süresinin kısaltmak amacıyla, rutin tedavi metotlarına ek olarak hastalara verilecek olan cihazlar ile hastanın kendisi tarafından günde 20 dakika titreşim uygulaması istenebilmektedir. Bu da tedavi süresini kısaltmaktadır. Bu amaçla kliniğimizde bu yöntem ile tedavi edilmesi gereken hastalarımızın klinik kayıtlarından faydalanacağımız bir araştırma planlanmıştır.

Bu araştırmanın adı; **‘Hycon Cihazının Farklı Aktivasyon Protokollerinin ve Vibrasyonun Kanin Distalizasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi’** dir.

Araştırmanın amacı: Bu çalışmanın amacı ortodontik tedavi sırasında hycon cihazının farklı aktivasyon protokollerinin ve titreşim uygulamalarının, ortodontik diş hareketi hızı üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmanın sağlıklı sonuç verebilmesi için gereken gönüllü sayısı ‘25’ dir.

Teşhis için başlangıç lateral sefalometrik radyograflar, ölçüler ve ortodontik fotoğraflar alınacaktır. Tedavi süresince diş hareket hızı ve miktarını belirlemek amacıyla sefalometrik ve panoramik film, ortodontik model kayıtları alınacaktır. Hastalara tedavi boyunca ağız hijyenlerini istenilen seviyede tutabilmeleri için gerekli bilgi ve motivasyon sağlanacaktır.

Ortodontik tedavi süresince tedavinin gerektirdiği şekilde ve hekimin uyarıları doğrultusunda hareket edildiği takdirde tedavi hiçbir risk içermemektedir. Ağız hijyenine dikkat edilmesi, önerilen hijyen sağlama yöntemleri ve araçlarının önerilen biçimde ve sıklıkta kullanılması ile istenmeyen etkiler önlenmiş olacaktır. Hekim hastayı ortalama 4 haftada 1 kez görmek isteyecektir. Ancak çekim boşluğunun kapatılmasına başlandığı seanstan itibaren hekim 2 haftada 1 kez görmek isteyecektir. Daha sonra başlangıçta olduğu gibi hastanın ortalama 4 haftada 1 kez görülmesi planlanmaktadır. Hastanın randevularına zamanında gelmesi ve aksatmaması tedavinin etkinliği açısından son derece önemlidir.

Bu araştırmaya katılım hastanın isteğine bağlıdır, hasta istediği zaman herhangi bir ceza veya yaptırıma maruz kalmaksızın araştırmaya katılmaktan vazgeçebilir.

Hastanın kimliğini ortaya koyacak kayıtlar gizli tutulacaktır; kamuoyuna açıklanmayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde bile hastanın kimliği gizli kalacaktır.

Araştırma süresince ulaşılabilecek hekim; Osman YILDIZ

Telefon numarası: 0 507 931 84 89

2. BÖLÜM: GÖNÜLLÜ OLURU

Yukarıdaki metni okudum. Gerekli olan ve yapılması gereken tedavi ve alınması gereken kayıtlar hakkında bana doktorum Osman YILDIZ tarafından yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, **“istediğim zaman**

gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabilceğimi biliyorum”
Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı ve alınan bu kayıtların ve tedavi sonuçlarının ulusal ve uluslararası dergilerde **kullanılmasını kabul ediyorum.**

Hastanın:

Adı soyadı, adresi, telefonu, tarih ve imzası:

Yasal yeterliliği olmayan hastalar için hastanın velisi / yasal vasisi tarafından doldurulacaktır.

Hasta velisinin:

Adı soyadı, adresi, telefonu, tarih ve imzası:

Açıklamaları yapan doktorun (Araştırmacının):

Adı soyadı ve imzası

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Osman YILDIZ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 29.07.1990 / KIRŞEHİR

Medeni Durumu: Evli

Tel: + 90 507 931 84 89

E mail: dt.osman.yildiz@gmail.com

Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD 38039

Melikgazi/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2014
Lise	Kırşehir Prof. Dr. İlhan Kılıçözlü Fen Lisesi	2008

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2015 - Halen	ERÜ Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD	Araştırma Görevlisi

YABANCI DİL

İngilizce