

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

SEGMENTAL KANİN RETRAKSİYONUNDA  
PREFABRİK BİR SPRİNGİN (LADANYİ SPRİNG)  
ETKİLERİNİN İKİ FARKLI KUVVET AKTİVASYONU  
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Merve Ece DEMİRBAĞ

Ortodonti Anabilim Dalı  
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Nihat KILIÇ

Erzurum  
2019

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

**SEGMENTAL KANİN RETRAKSİYONUNDA PREFABRİK BİR  
SPRINGİN (LADANYİ SPRİNG) ETKİLERİNİN İKİ FARKLI  
KUVVET AKTİVASYONU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Merve Ece DEMİRBAĞ**

**Tez Savunma Tarihi** : 29.07.2019

**Tez Danışmanı** : Prof. Dr. Nihat KILIÇ (Atatürk Üniversitesi)

**Jüri Üyesi** : Prof. Dr. Hüsametdin OKTAY (İstanbul Medipol Üniversitesi)

**Jüri Üyesi** : Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM (Atatürk Üniversitesi)

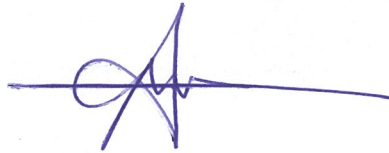
**Jüri Üyesi** : Prof. Dr. İsmail CEYLAN (Atatürk Üniversitesi)

**Jüri Üyesi** : Prof. Dr. Nihat KILIÇ (Atatürk Üniversitesi)

**Jüri Üyesi** : Doç. Dr. Ali KİKİ (Atatürk Üniversitesi)

**Onay**

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.



**Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı**  
**Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM**

Uzmanlık Tezi  
ERZURUM - 2019

# İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>X</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>3</b>
2.1. Ortodontik Diş Çekimi.....	3
2.1. Ortodontik Ankraj.....	4
2.1.1. Mini Vida ile İskeletsel Ankraj.....	7
2.2. Ortodontik Diş Hareketi.....	8
2.2.1. Diş Destekleyen Dokular ve Diş Hareketinin Biyolojik Kontrolü .....	8
2.2.1.1. Kuvvet Büyüklüğünün Etkileri .....	10
2.2.1.2. Diş Hareketinin Fazları .....	12
2.2.2. Diş Hareketinin Biyomekaniği .....	16
2.2.2.1. Ortodontik Kuvvet .....	17
2.2.2.2. Optimal Kuvvet.....	18
2.2.2.3. Diş Hareketi Tipleri .....	20
2.3. Kanin Retraksiyonu .....	22
2.3.1. Hareketli Apeylerle Kanin Retraksiyonu.....	22
2.3.2. Sabit Apeylerle Kanin Retraksiyonu .....	25
2.3.2.1. Ark Boyunca Kanin Retraksiyonu (Sürtünmeli Sistem).....	25
2.3.2.2. Arkla Birlikte Kanin Retraksiyonu (Sürtünmesiz Sistem) .....	29

2.3.3. Dentoalveolar Distraksiyon Osteogenezis ile Hızlı Kanin Retraksiyonu .....	34
2.4. Kanin Retraksiyonunda Kullanılan Sürtünmesiz Sistemlerin Etkileri .....	36
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>39</b>
3.1. Yöntem.....	40
3.1.1. Mini Vidanın Uygulanması ve Nance Apareyinin Yapımı .....	40
3.1.2. Retraktörlerin Uygulanması.....	41
3.1.3. Panoramik Değerlendirme .....	42
3.1.3.1. Panoramik Radyografide Kullanılan Noktalar Ve Doğrular .....	43
3.1.4. Dijital Model Değerlendirmesi .....	44
3.1.4.1. Dijital Model Değerlendirmesinde Kullanılan Referans Noktaları ve Doğrular .....	46
3.2. İstatistiksel Değerlendirme .....	50
3.3. Metot Hatasının Değerlendirilmesi.....	50
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>51</b>
4.1. Grup İçi Karşılaştırmalar .....	51
4.1.1. Panoramik Bulgular .....	51
4.1.1.1. 75 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular.....	51
4.1.1.2. 150 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular.....	52
4.1.2. Dijital Model Bulguları.....	53
4.1.2.1. 75 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular.....	53
4.1.2.2. 150 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular.....	53
4.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar.....	57
4.2.1. Kanin Retraksiyon Süreleri.....	57
4.2.2. Panoramik Bulgular .....	58
4.2.3. Dijital Model Bulguları.....	58

<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>60</b>
5.1. Materyal Metot Değerlendirilmesi.....	60
5.2. Panoramik Ölçümler ile Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi .....	63
5.3. Dijital Ortodontik Model Ölçümleri ile Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi.....	66
5.3.1. Kanin Rotasyonu.....	66
5.3.2. Diş Hareketi Miktarı .....	70
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>75</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>76</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>93</b>
<b>EK-1. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>93</b>
<b>EK-2. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU</b> .....	<b>94</b>
<b>EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU</b> .....	<b>96</b>

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitim sürem boyunca, tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde, yardımlarını ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Nihat KILIÇ'a,

Ortodonti eğitimimde teorik ve pratik katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM'e, Prof. Dr. İsmail CEYLAN'a, Doç. Dr. Ali KİKİ'ye ve Dr. Öğretim Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA'ya; uzmanlık tezimin istatistiksel değerlendirmelerinde yardımcı olan Prof. Dr. Ömer AKBULUT'a;

Özellikle tez çalışmam esnasında varlığını her zaman hissettiren, yol arkadaşım Dt. Emine Tancer'e;

Birçok paylaşımda bulunduğum asistan arkadaşlarıma ve Ortodonti Anabilim Dalı personeline;

Her zaman yanımda olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bu günlere gelmemde sonsuz emekleri olan, hayattaki en büyük şansım canım aileme;

En içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım...

**Dt. Merve Ece DEMİRBAĞ**

## ÖZET

### Segmental Kanin Retraksiyonunda Prefabrik Bir Springin (Ladanyi Spring) Etkilerinin İki Farklı Kuvvet Aktivasyonu İle Değerlendirilmesi

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı üst daimi birinci premolar çekimli maksimum ya da maksimuma yakın ankraj vakalarında, prefabrik bir spring olan Ladanyi spring ile yapılan segmental kanin retraksiyonunda farklı kuvvetlerin etkilerini incelemek ve karşılaştırmaktır.

**Materyal ve Metot:** Araştırma kapsamına, yaşları 13.08 yıl ile 19.58 yıl arasında değişen (ort. yaş  $17.67 \pm 1.46$ ) 20 hasta dahil edilmiştir. Hastaların sağ kanin dişlerine 75 gr kuvvet, sol kanin dişlerine ise 150 gr kuvvet uygulanarak kanin retraksiyonu tamamlanmıştır. Her iki gruptan tedavi öncesi ve kanin retraksiyonu sonrası panoramik radyografiler ve üç boyutlu dijital modeller elde edilmiştir ve kanin ve molar dişlerin devrilme miktarı, kanin dişlerin rotasyon derecesi, toplam diş hareketi ve aylık diş hareketi miktarı değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Kanin retraksiyonu 75 ve 150 gr kuvvet gruplarında sırasıyla  $4.46 \pm 1.34$  ve  $4.23 \pm 1.25$  ayda tamamlanmıştır. Toplam diş hareketi ve aylık diş hareketi miktarı 75 gr kuvvet grubunda  $6.09 \pm 1.46$  mm ve  $1.46 \pm 0.49$  mm/ay ve 150 gr kuvvet grubunda ise  $7.64 \pm 1.59$  mm ve  $1.93 \pm 0.63$  mm/ay olarak bulunmuştur. Her iki grupta da retraksiyon sonrası kanin dişlerde önemli miktarda distale devrilme ve disto-palatinal rotasyon ve molar dişlerde önemli miktarda meziale devrilme gözlenirken, 150 gr kuvvet grubunda 75 gr kuvvet grubuna göre kanin dişlerde daha fazla distale devrilme gözlenmiştir.

**Sonuç:** Ladanyi spring, her iki grupta da kanin retraksiyonu sırasında kanin dişlerde önemli miktarda distale devrilmeye sebep olmuş fakat bu devrilme miktarı 150 gr kuvvet grubunda önemli miktarda daha fazla bulunmuştur. Ladanyi spring'in kanin dişleri distale devirme etkisinden dolayı, bu spring retraksiyon öncesi distale eğimli kaninlere sahip hastalarda dikkatli kullanılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Kanin retraksiyonu, segmental ark tekniği, Ladanyi spring.

## ABSTRACT

### **Evaluation of the Effects of a Prefabricated Spring (Ladanyi Spring) with Two Different Force Activations During Segmental Canine Retraction**

**Aim:** The aim of this study is to evaluate and compare the effects of Ladanyi spring with different force activations during segmental canine retraction in maxillary first premolar extraction cases with maximum or nearly maximum anchorage.

**Material and Method:** Our study consisted of 20 patients aged from 13.08 years to 19.58 years (mean  $17.67 \pm 1.46$ ). The canine retraction was completed by applying 75 gram force to the right canine and 150 gram force on the left canine in all patients with premolar extraction. Panoramic radiographs and three-dimensional digital models were taken from all subjects before treatment and after canine retraction and tipping of the upper canines and molars, rotation of upper canines, total tooth movement and rate of the tooth movement were evaluated in both sides.

**Results:** Canine retraction completed  $4.46 \pm 1.34$  and  $4.23 \pm 1.25$  months in 75 and 150 gram force groups, respectively. Total tooth movement and rate of the tooth movement were found  $6.09 \pm 1.46$  mm and  $1.46 \pm 0.49$  mm/month in 75 gram force group and  $7.64 \pm 1.59$  mm and  $1.93 \pm 0.63$  mm/month in 150 gram force group. The canine teeth were showed significant distal tipping and disto-palatinal rotation and molar teeth were showed significant mesial tipping after the retraction in both groups, but tipping of the canine teeth in 150 gram force group found only significantly higher than that in 75 gram force group.

**Conclusion:** Ladanyi spring produced significant distal tipping of canines during the retraction in both groups, but the tipping is significantly greater in 150 gram force group. Because of considerable distal tipping of the appliance, Ladanyi spring should be used with caution in the patients with distally tipped canines.

**Keywords:** Canine retraction, segmented arch technique, Ladanyi spring.



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>%</b>	: yüzde
<b>°</b>	: derece
<b>ark.</b>	: arkadaşları
<b>cAMP</b>	: siklik adenozin monofostat
<b>DDY</b>	: dudak damak yarığı
<b>Kv</b>	: kilovolt
<b>M/F</b>	: Moment/Kuvvet oranı
<b>max.</b>	: maksimum
<b>min.</b>	: minimum
<b>mm</b>	: milimetre
<b>N</b>	: Newton
<b>n</b>	: birey sayısı
<b>Ni-Ti</b>	: nikel titanyum
<b>ort.</b>	: aritmetik ortalama
<b>p</b>	: istatistiksel anlamlılık (probability)
<b>r</b>	: tekralanma katsayısı
<b>std.</b>	: standart

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Moyers'e göre ankraj sınıflaması .....	5
Şekil 2.2. 3 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.3. 2 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.4. 4 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.5. Sürekli (A) kuvvet, kesikli (B) kuvvet, aralıklı (C) kuvvet.....	18
Şekil 2.6. Kontrolsüz tipping (A), Kontrollü tipping (B) .....	21
Şekil 2.7. İntikali hareket.....	21
Şekil 2.8. Tork hareketi .....	21
Şekil 2.9. Rotasyon hareketi .....	22
Şekil 2.10. U loop kanin retraktörü .....	23
Şekil 2.11. Helikal kanin retraktör.....	23
Şekil 2.12. Bukkal kanin retraktörü.....	24
Şekil 2.13. Palatal kanin retraktörü .....	24
Şekil 2.14. Reverse labial ark .....	24
Şekil 2.15. Mills retraktör.....	25
Şekil 2.16. Sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu .....	26
Şekil 2.17. Ricketts kanin retraktörü .....	31
Şekil 2.18. PG kanin retraksiyon springi.....	32
Şekil 2.19. T loop .....	32
Şekil 2.20. Drum Spring .....	33
Şekil 2.21. Ladanyi Spring. ....	33
Şekil 3.1. Lomas vida ve driver.....	41
Şekil 3.2. Lomas vida. ....	41

<b>Şekil 3.3.</b> E.K.'nin Ladanyi Spring ile kanin retraksiyonu yapıldıktan sonraki fotoğrafları. ....	42
<b>Şekil 3.4.</b> Panoramik değerlendirmede kullanılan açısız ölçümler. ....	44
<b>Şekil 3.5.</b> 3 Shape TRIOS 3 cihazı. ....	47
<b>Şekil 3.6.</b> Autocad programının masaüstü görünümü. ....	48
<b>Şekil 3.7.</b> Autocad programında 3 boyutlu dijital model görünümü. ....	48
<b>Şekil 3.8.</b> 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan referans doğruları. .	49
<b>Şekil 3.9.</b> 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan lineer ölçüm.....	49
<b>Şekil 3.10.</b> 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan açısız ölçüm.....	50
<b>Şekil 4.1.</b> 75 gr kuvvet grubu ve 150 gr kuvvet grubuna ait ölçümler için farklar grafiği. ....	56

## TABLULAR DİZİNİ

<b><u>Tablo No</u></b>	<b><u>Sayfa No</u></b>
<b>Tablo 4.1.</b> Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması. ....	51
<b>Tablo 4.2.</b> Ölçümlerin tekrarlama katsayıları .....	51
<b>Tablo 4.3.</b> 75 gr kuvvet grubuna ait tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ölçümü yapılan parametrelere ait tanımlayıcı veriler .....	55
<b>Tablo 4.4.</b> 150 gr kuvvet grubuna ait tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ölçümü yapılan parametrelere ait tanımlayıcı veriler .....	55
<b>Tablo 4.5.</b> 75 gr kuvvet grubunda ölçümü yapılan parametrelerin farklarına ait istatistik değerleri. ....	56
<b>Tablo 4.6.</b> 150 gr kuvvet grubunda ölçümü yapılan parametrelerin farklarına ait istatistik değerleri. ....	56
<b>Tablo 4.7.</b> Kanin retraksiyon sürelerinin karşılaştırması. ....	57
<b>Tablo 4.8.</b> Aylık diş hareket miktarının karşılaştırması. ....	57
<b>Tablo 4.9.</b> Ölçümü yapılan parametrelerde meydana gelen değişimlerin gruplar arası karşılaştırma sonuçları .....	59

# 1. GİRİŞ

Dengeli bir oklüzal ilişki, ideal kesici ve molar ilişkisi, alt ve üst çene kemiklerinin birbiriyle olan ilişkilerinin ve yüz iskeletindeki konumlarının düzeltilmesi, güzel bir gülümseme ve yüz estetiğinin sağlanması ortodontik tedavinin hedeflerindedir.

Ark-boyut uyumsuzluğu yaygın olarak görülen ortodontik problemlerden biridir. Şiddetli ark-boyut uyumsuzluğu görülen vakalarda, ortodontik tedavi amacıyla diş çekimi yaygın olarak yapılmaktadır.<sup>1</sup> Bu amaçla sıklıkla çekim için tercih edilen dişler daimi birinci premolar dişler olmaktadır.<sup>2</sup> Anterior bölgedeki çapraşıklıkla yakın olması artmış overjet ve protrüzyonun giderilmesinde daimi birinci premolar dişlerin çekimi pratik bir yoldur.<sup>1</sup>

Çekimli tedavilerde tedavinin en önemli unsurlarından biri ankraj kontrolüdür.<sup>3</sup> Ankraj çekim boşluğunun kullanılmasına göre maksimum, moderate ve minimum ankraj olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>4(s.409)</sup> Maksimum ankraj çekim boşluğunun büyük bir kısmının anterior dişlerin geri alınmasıyla, moderate ankraj çekim boşluğunun yarısının anterior dişlerin geri alınmasıyla, diğer yarısının ise posterior dişlerin öne alınmasıyla, minimum ankraj ise çekim boşluğunun büyük bir kısmının posterior dişlerin öne alınmasıyla kapatılması durumudur.<sup>4(s.409)</sup>

Maksimum veya moderate ankraj uygulanan vakalarda kanin retraksiyonu sıklıkla yapılan işlemlerden biri olup, kanin retraksiyonu için birçok yöntem geliştirilmiştir.<sup>5</sup> Kanin retraksiyonu hareketli ya da sabit ortodontik apareyler kullanılarak yapılmaktadır.<sup>6(223-229)</sup> Son yıllarda ise dentoalveolar distraksiyon osteogenezis ile hızlı kanin retraksiyonu yapılması tanıtılmıştır.<sup>7</sup> Sabit apareyler aracılığıyla yapılan kanin retraksiyon yöntemleri sürtünmeli (ark teli buyunca) ve sürtünmesiz (ark teli ile birlikte, segmental ark telleri ile) sistemler olmak üzere ikiye

ayrılmaktadır.<sup>5,8</sup> Sürtünmeli sistemler ark içi ve arklar arası uygulamalar olarak iki şekilde incelenir. Ark içi uygulamalarda kapalı sarmal nikel titanyum (Ni-Ti) yaylar, intramaksiller elastikler, elastik iplikler, mıknatıslar kullanılabilirken, arklar arası uygulamalarda ise intermaksiller elastikler tercih edilmektedir.<sup>6(s.224),9</sup> Sürtünmesiz sistemler ise arkı segmentlere ayırarak diş/dişlerin segmental ark teli ile birlikte hareketini sağlar. Ricketts'in kanin retraktörü, PG retraksiyon spring, reverse closing loop, T loop, Ladanyi spring ve Drum zembereği kanin retraksiyonunda kullanılan bazı springlerdir.<sup>4,5,10-12</sup>

Kanin retraksiyonunda retraksiyon için kullanılacak yöntem ile uygulanan kuvvetin optimal olması ideal diş hareketini sağlamada önemli faktörlerdir.<sup>13</sup> Kanin retraksiyonu sırasında uygulanması gereken kuvvet konusunda birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda optimal kuvvet büyüklüğü olarak farklı miktarlar önerilmiştir.<sup>14-20</sup>

Segmental arklarla kanin retraksiyonu için kullanılan PG retraksiyon springi, Ricketts'in kanin retraktörü, T loop, reverse closing loop'un etkileri yapılan çok sayıda çalışmada<sup>10,21-25</sup> değerlendirilmiştir. Prefabrik olarak 0.016x0.022 inç paslanmaz çelik telden üretilen ve bünyesinde bir yay bulunduran bir segmental kanin retraksiyon mekaniği olan Ladanyi springin etkileri sadece 1-2 çalışmada<sup>22,26</sup> değerlendirilmiştir. Görüleceği üzere Ladanyi springin etkileri çok az incelenmiş olup, bu springin etkilerinin aydınlatılması amacıyla bu çalışma planlanmıştır.

Çalışmamızda üst daimi birinci premolar çekimli maksimum ya da maksimuma yakın ankraj vakalarında, segmental kanin retraksiyonunda prefabrik Ladanyi spring'in etkilerinin 2 farklı kuvvet aktivasyonu ile incelenmesi ve 2 farklı kuvvet sisteminde görülen etkilerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ortodontik Diş Çekimi

Dengeli bir oklüzal ilişki, ideal kesici ve molar ilişkisi, alt ve üst çene kemiklerinin birbiriyle olan ilişkilerinin ve yüz iskeletindeki konumlarının düzeltilmesi, güzel bir gülümseme ve yüz estetiğinin sağlanması ortodontik tedavinin hedeflerindedir.

Sabit ortodontik tedavi öncesinde, ortodontist tedavi seçeneklerini, muhtemel tedavilerin potansiyel faydalarını ve risklerini göz önünde bulundurarak, gerekli görürse diş çekimine karar verebilir.<sup>27</sup> Tedavi amacıyla ortodontik diş çekiminin temelde iki sebebi bulunmaktadır. Bunlar, şiddetli çapraşıklık durumunda dişlerin düzgün bir şekilde sıralanmasını sağlamak için yer kazanmak ve ihtiyaç duyulması halinde keser dişlerin retraksiyonunu içeren diş hareketlerine izin vermektir. Diş çekimi ile sadece protrüze olan kesici dişlerin ideal konumuna gelmeleri sağlanmamakta aynı zamanda hafif iskeletsel Sınıf II ve iskeletsel Sınıf III problemler de kamufle edilebilmektedir.<sup>8</sup>

Bazı yazarlar Sınıf I molar ilişkiye sahip olan ve 5-9 mm arası ark-boyut uyumsuzluğu olan vakalarda çekimli veya çekimsiz tedavinin her ikisinin de uygulanabileceğini ancak karar verirken hastanın sert ve yumuşak doku ilişkilerine göre karar verilmesi gerektiğini ve 10 mm'den daha fazla ark-boyut uyumsuzluğu olan vakalarda çekimli tedavinin kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir.<sup>28</sup>

Daimi birinci premolar dişler sıklıkla çekim için tercih edilen dişlerdir. Bu dişlerin ön bölgeye yakın olması, çekim sırasında kesici dişlerin sıralanmasını daha kolay kılmaktadır.<sup>29</sup> Çapraşıklık bulunan vakalarda tedavi amacıyla birinci premolar dişler sıklıkla tercih edilmesine rağmen, ağız içerisinde yer alan yaygın çürükler, şiddetli periodontal problemler, travmaya uğramış ve önemli hasar almış dişler,

sürdürülemez kadar gömük dişler ile kist ve tümör gibi patolojilerin varlığında farklı dişlerin ortodontik amaçlı çekimleri yapılabilmektedir.<sup>30</sup>

## **2.1. Ortodontik Ankraj**

Ankraj, uygulanan kuvvet sonucu istenmeyen diş hareketlerine karşı olan direnç olarak tanımlanabilir. Ankrajın diğer bir tanımı bir dişin, harekete olan direncidir.<sup>13</sup> Ankraj bölgeleri ise harekete karşı direnci yüksek olan ve ortodontik kuvvetin destek aldığı bölgelerdir.<sup>4(s.404-405)</sup>

Newton'un üçüncü yasası olan etki-tepki prensibine göre, bir cisme uygulanan kuvvet sonucu cisim de eşit fakat zıt yönde bir kuvvet gösterir.<sup>31</sup> Bu felsefe ile, hareketi istenen bölge ile ankraj olarak alınan bölgenin dirençleri birbirlerine doğru olan hareket miktarlarını belirlemektedir.<sup>4,13</sup>

Angle 1907 yılında ankrajı; basit, sabit, karşılıklı (resiprokal), intermaksiller ve oksipital ankraj şeklinde sınıflandırmıştır.<sup>32</sup> Moyers'e göre ankraj sınıflaması ise şu şekildedir (Şekil 2.1):<sup>31</sup>

### **Ankraj Alınan Bölgeye Göre**

1. İntraoral ankraj: Ağız içi yapılardan, mukozadan veya dişlerden destek alınmaktadır.

2. Ekstraoral ankraj: Ağız dışında servikal, oksipital, kraniyal ve fasiyal yapılardan destek alınmaktadır.

3. Musküler ankraj: Ankraj, kaslardan ve/veya kas hareketlerinden elde edilmektedir.

### **İlgili Çeneye Göre**

1. İntramaksiller: Ankraj aynı çene içerisinden sağlanmaktadır.

2. İntermaksiller: Ankraj karşı çeneden sağlanmaktadır.



### Kuvvet Uygulama Şekline Göre

1. Basit ankraj: Devrilme hareketine karşı oluşan direnç olarak tanımlanır.
2. Sabit ankraj: Paralel harekete karşı oluşan dirençtir.
3. Karşılıklı (resiprokal) ankraj: İki veya daha fazla dişin birbirlerine doğru hareket ettirilmesinde, hareket eden bölge ile ankraj bölgesinin ankraj değerlerinin aynı olmasıdır. Bu ankraj tipinde genellikle hareket eden bölge ile ankraj bölgesi birbirlerine karşı eşit ve zıt yönlü bir direnç gösterirler.

### Ankraj Ünitesinin Sayısına Göre

1. Tek ankraj: Tek bir diş ankraj ünitesi olarak kullanılır.
2. Birleşik ankraj: İki veya daha fazla diş ankraj ünitesi olarak kullanılır.
3. Güçlendirilmiş ankraj: Ankraj, dental olmayan yapılardan destek alınarak elde edilmektedir. Ör: mukoza, kaslar, kafa vs.



Şekil 2.1. Moyers'e göre ankraj sınıflaması.<sup>31</sup>

Çekimli vakalarda, çekim boşluğunun kapatılması dişlerin ankraj gereksinimlerine göre maksimum, moderate (midi) ve minimum ankraj olarak adlandırılır. Çekim boşluğunun, dörtte üçü kanin ve ön grup dişlerin geriye alınması ile yani önden-arkaya doğru, dörtte biri ise, arka grup dişlerin mezial hareketi ile yani arkadan-öne doğru kapatılıyorsa, ‘maksimum ankraj’, çekim boşluğunun, dörtte ikisi ön grup dişlerin arkaya, dörtte ikisinin de arka grup dişlerin öne doğru hareketiyle kapatılıyorsa ‘moderate (midi) ankraj’, çekim boşluğunun, dörtte biri ön grup dişlerin arkaya, dörtte üçü ise arka grup dişlerin öne doğru hareketiyle kapatılıyorsa ‘minimum ankraj’ söz konusudur.<sup>4(s.409)</sup>

Burstone<sup>33</sup> ve Marcotte<sup>34</sup> ankrajı, ankraj ünitelerinin boşluk kapatma sırasındaki hareket miktarlarına göre A, B, C kategorilerine ayırmıştır. A grubu, arka segmentlerin orijinal pozisyonunda kalması ve anterior retraksiyon için tüm boşluğun kullanılmasını gerektirirken, B grubu boşluğun yaklaşık yarısının dişlerin geri alınması için kullanılmasını gerektirir. C grubu ise, tüm boşluğun posterior dişlerin öne alınması ile kapatılmasını gerektirmektedir.<sup>33</sup>

Modern anlamda ankraj sınıflaması Proffit<sup>13</sup> tarafından yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre ankraj, diğer dişlerden, palatinal kemikten, baştan, boyundan ve sıklıkla çene kemiklerine uygulanan vidalardan sağlanmaktadır. Proffit ankrajı, resiprokal diş hareketi, güçlendirilmiş ankraj, sabit ankraj, kortikal ankraj ve iskeletsel ankraj olarak sınıflandırmıştır. Sınıflandırmaya göre resiprokal diş hareketinde, ankraj dişler ile hareketi istenen dişlere uygulanan kuvvet eşittir. Güçlendirilmiş ankrajda, ankraj bölgesi birden fazla diş içerir veya ankrajı arttırmak için ağız dışı kuvvet üniteleri ankraj bölgesine eklenir. Sabit ankraj ise geleneksel tanımlamalarda da olduğu gibi paralel harekete direnç olarak tanımlanmaktadır. Kortikal ankraj, diş kökünün kortikal kemik içerisinde konumlandırılmasıyla sağlanan ankraj olarak tanımlanmaktadır. Bu

ankraj tipinde bukkal veya lingual kök torku aracılığıyla diş kökünün kortikal kemik içerisinde kalması sağlanır. Diş hareketi büyük ölçüde yavaşlar ancak köklerde rezorpsiyon oluşma ihtimali vardır. İskeletsel ankrajda ise kemik içerisine yerleştirilen implantlardan faydalanılır. Dişeti üzerinden alveolar kemiğe uygulanan veya dişeti altından alveolar kemiğe yerleştirilen geçici ankraj üniteleri aracılığıyla ankraj sağlanmaktadır.

### **2.1.1. Mini Vida ile İskeletsel Ankraj**

Günümüzde geliştirilen materyaller ile yeni ankraj sistemlerinin klinik kullanımı mümkün olmuştur. Geçici ankraj üniteleri, ortodontik ankrajı desteklemek amacı ile kemik içine yerleştirilen ve ankraj amaçlı kullanımı sonrası çıkartılabilen aygıtlardır. Geçici ankraj üniteleri, kemiğe mekanik olarak (kortikal kemiğe stabilizasyon) tutunurlar ve/veya kemiğe kısmi olarak kaynaşırlar (osseointegrasyon). Başlıca geçici ankraj üniteleri; dental restoratif implantlar, mini vidalar, mikro vidalar ve mini plaklardır. Bunlar ortodontik ankraj amacıyla iki şekilde kullanılabilir.<sup>35</sup>

Geçici ankraj ünitesinin mukoza dışında kalan bölümünden ankraj alınarak kuvvet uygulanması direkt ankraj olarak kabul edilmektedir.<sup>32</sup>

İndirekt ankrajda ise bir diş veya diş grubu ankraj ünitesi ile stabilize edilip bu sistemden ankraj alınarak kuvvet uygulanmaktadır.<sup>35</sup>

Mini vidalar ilk olarak Costa ve ark.<sup>36</sup> tarafından 1998 yılında tanıtılmıştır. Oral ve maksillofasiyal cerrahide kullanılan dental implantların bir versiyonu olup değişik çap ve boyutta bulunmaktadır.<sup>37</sup> Geleneksel endosseoz implantlarla karşılaştırıldığında, mini vidalar, daha küçük boyutta olmaları, yerleştirme kolaylığı, güvenli bir şekilde yerleştirilecek alan çeşitliliği ve düşük maliyet gibi bazı avantajlara sahiptir. Kısmi osseointegrasyon yapabilirler ancak asıl ankraj stabiliteyi mekanik kilitlemeden kaynaklanmaktadır. Bu durum, kuvvet uygulamasından önce bekleme

süresine olan ihtiyacı ortadan kaldırır ve kullanım sonrası kolayca sökülmesine müsaade eder.<sup>36,38-41</sup>

Mini vidalar çoğunlukla titanyum alaşımlardan üretilmelerine rağmen paslanmaz çelikten üretilenler de bulunmaktadır.<sup>42</sup>

Hem direkt hem de indirekt ankrajı karşılamak ve doku tahrişini önlemek için mini vidalar farklı tasarımlara sahiptir. Küre şeklinde, çift küre şeklinde veya altıgen şeklindeki buton tasarımlarının yanında braket başlı olanlar da bulunmaktadır.<sup>42</sup>

Mini vidanın yerleştirilmesinde iki teknik belirtilmiştir. Kemik içerisinde frez ile bir tünel oluşturulduktan sonra vidanın içerisine yerleştirildiği yöntem 'self-tapping', kemik içerisine bir frez ile tünel oluşturmadan mini vidanın direkt yerleştirildiği teknik ise 'self-drilling' olarak adlandırılmaktadır.<sup>42</sup>

Mini vidaların başlıca yerleştirildiği bölgeler ise maksillada spina nazalis anterior, midpalatal sutur, palatal kemik, infrazigomatik sırt, maksiller tüber bölgesi, alveolar kemik ve mandibulada ise retromolar bölge, mandibular simfiz, parasimfiz ve alveolar kemiktir. Ayrıca interradiküler alanlar ve çekim boşlukları da sıklıkla kullanılan diğer bölgelerdir.<sup>38,43,44</sup>

## **2.2. Ortodontik Diş Hareketi**

### **2.2.1. Dişi Destekleyen Dokular ve Diş Hareketinin Biyolojik Kontrolü**

Diş hareketi, dişeti, periodontal ligament, sement ve alveoler kemikte değişiklikler meydana getiren karmaşık bir süreçtir.<sup>45</sup>

Dişeti, serbest ve yapışık dişeti olmak üzere iki kısımdan oluşur. Serbest dişeti sürmüş bir dişin mine-sement birleşiminin 0.5-2 mm koronalinde yer alır. Yapışık dişeti ise altındaki alveolar kemiğe bağlanmış durumdadır ve mukogingival bağlantıya kadar devam eder. Dişeti; kollajen lifler, fibroblastlar, damar ve sinir dokularından oluşur.<sup>45</sup>

Sement; kök yüzeyini kaplayan, kan damarları ve sinir ihtiva etmeyen, mineralize bir doku olup birçok yönden kemik dokusuna benzer.<sup>45</sup>

Alveolar kemik, etrafındaki bağ dokusundan periost ile ayrılan, diş soketlerini oluşturan, diş kökünü kaplayan ve üç kompakt tabakası olan kemik olarak tanımlanmaktadır. Bu tabakalar, kribriform plak olarak da bilinen labial ve lingual kortikal plaklar ile aradaki destek trabeküler kemiktir.<sup>45</sup>

Periodontal ligament (PDL), 0.5 mm kalınlığında, diş köklerini saran ve kök sementi ile lamina duraya veya alveolar kemiğe uygun şekilde bağlanan, yumuşak, vasküler, hücreli bir bağ dokusudur.<sup>45</sup> Majör komponenti sementten lamina duraya giren paralel kollajen fibril ağlardır. Kollajen fibril ağlardan başka vasküler ve nöral elementlerin etrafını saran mezenşimal kök hücreler de dahil olmak üzere hücreli elementler ve doku sıvıları da diğer komponentleri oluşturur.<sup>13,46</sup>

Ortodontik diş hareketi cevabını yönlendiren iki muhtemel biyolojik kontrol mekanizması bulunmaktadır.<sup>13</sup>

Piezoelektrik (biyoelektrik) teorisi diş hareketini, kemiğin bükülmesiyle oluşan elektrik sinyallerinin oluşturduğu kemik metabolizmasına bağlı olarak meydana gelen değişimler ile ilişkilendirilir. Basınç etkisiyle oluşan şekil değiştirme sonucu kristallerde meydana gelen elektrik akımına 'piezoelektrik' denilmektedir. Kristalsi yapı gösteren kemik kuvvet karşısında büküldüğünde iç yüzeyler negatif, dış yüzeyler ise pozitif yüklenir. Kuvvet etkisiyle kemikte oluşan bu elektrik kutuplaşmasının sırasıyla kemik rezorpsiyonu ve appozisyonunu başlatan tetik stimulus olduğu düşünülmektedir. Bu elektrik sinyallerinin ömürleri kısadır ve kuvvet devam etse bile hemen sıfırlanırlar. Ayrıca uygulanan kuvvete son verildiğinde ters yönde ve önceki ile eş değerde bir sinyal daha ortaya çıkar. Deneysel olarak düşük voltajda elektrik akımlarının diş hareketini hızlandırdığı gösterilmiştir.<sup>13,47,48</sup>

Basınç-gerilim teorisi; 1932 yılında Schwarz tarafından öne sürülmüştür. Diş hareketini, PDL'deki kan damarlarının basınç etkisiyle daralması ya da genişlemesi sonucu kan akımı değişikliklerinin oluşturduğu hücresel değişikliklere bağlar. Temel olarak, bu görüş üç aşama içerir; (1) PDL içindeki basınçla ilişkili kan akışındaki değişiklikler, (2) kimyasal habercilerin oluşumu ve serbest bırakılması (3) hücrelerin aktivasyonu.<sup>13,49,50</sup> PDL'nin basınca maruz kaldığı bölgelerde kan akımı yavaşlamakta, gerilime uğradığı bölgelerde ise hızlanmaktadır. Hayvan deneyleri ile vasküler sisteme Hint mürekkebi enjekte edilmiş ve bu durum gözlenmiştir. Basınca maruz kalan ve kan akımının yavaşladığı bölgelerde hücreler kaybolarak hyalinizasyon meydana gelir. Kan akımındaki değişiklik hızla kimyasal ortamı değiştirmekte, basınç bölgelerinde oksijen seviyesi düşmekte ve gerilim safhalarında ise artmaktadır. Diğer metabolitlerde de değişimler kaçınılmazdır. Sonuçta kimyasal değişiklikler hücresel değişikliklere yol açmaktadır.<sup>13,51,52</sup>

#### **2.2.1.1. Kuvvet Büyüklüğünün Etkileri**

Devamlı kuvvetin büyüklüğü ne kadar fazla ise, PDL'nin basınç bölgelerinde kan akımındaki azalma da o kadar fazla olur. Kan akımındaki bu azalma kan damarlarının total kollapsına kadar gidebilir ve böylece kan akımı durur.<sup>13</sup>

Hem hafif hem de ağır kuvvetler uygulandığında 2 saniyeye kadar sürede oluşan biyolojik olaylar benzerdir. Bir saniyeden az bir zaman içerisinde alveoler kemik bükülür ve piezoelektrik sinyaller üretilir. 1-2 saniye içinde PDL'deki doku sıvısı baskılanır ve diş PDL içerisinde hareket eder.

Hafif kuvvetlerde 3-5 saniye içinde PDL içindeki kan damarları PDL'nin basınç bölgesinde bölümlü olarak baskılanır, gerilme bölgesinde ise genişlerler. PDL lifleri ve PDL'deki hücreler mekanik olarak distorsiyona uğrar. Dakikalar içinde kan akımı değişir, oksijen miktarı değişmeye başlar. Prostoglandinler ve sitokinler salgılanır.

Saatler içinde metabolik değişimler oluşur. Kimyasal messengerlar hücresele aktiviteyi etkileyerek enzim seviyelerini değiştirir. 4 saate kadar cAMP (siklik adenozin monofosfat) seviyelerinde artış olur ve PDL'de hücresele farklılaşma başlar. Hayvan deneyleri, hücresele farklılaşmada rol oynayarak cAMP'nin seviyesinde 4 saat sonra artış olduğunu göstermektedir. Bu durum hareketli apareylerin 4 saatten kısa kullanılmalarının ortodontik etki oluşturmayacağını göstermektedir. Kan akımının yavaşlamasıyla 36-72 saat arasında PDL sahasında monositler osteoklastlara dönüşür. Osteoklastlar lamina duraya hücum eder ve direkt rezorpsiyon başlar.<sup>13,53</sup>

Ağır kuvvetler uygulandığında ise 3-5 saniye içinde basınç bölgesindeki PDL de bulunan kan damarları tıkanır. Dakikalar içerisinde kan akımı basınç bölgesinde kesilir. Kuvvetin şiddeti kan akımını tamamen durduracak miktarda ise yalnızca PDL'deki hücreler osteoklasta dönüşmez, aynı zamanda basınç uygulanan bölgede steril bir nekroz alanı görülür. Mikroskop altında bakıldığında herhangi bir hücreye sahip olmayan bu alana 'hyalinize doku', bu sürece de 'hyalinizasyon' adı verilir. Hyalinizasyon oluşması sonucu diş hareketi durur. Saatler içinde bu bölgede hücresele ölümler oluşur. Nekrotik sahaya komşu sağlam kemik bölgesindeki hücreler remodellingde rol oynar. 3-5 gün içinde diğer bölgelerdeki hücreler nekrotik sahayı istila eder, daha da önemlisi nekrotik sahaya komşu sağlam kemikteki kemik iliğindeki kök hücreler farklılaşarak osteoklasta dönüşür ve nekrotik sahayı istila eder. Bu durum indirekt rezorpsiyon olarak adlandırılır. Lamina dura alttan yıkılmaya başlar. İndirekt rezorpsiyonun oluşması diş hareketinde gecikmeyi zorunlu kılar. Uygulanan kuvvetin şiddetine göre diş hareketinin başlaması 7-14 gün içinde oluşabilir. Direkt rezorpsiyon çok daha uygun olmasına karşın pratikte uygulanması zordur. Hafif kuvvetlerle çalışıldığı zaman bile küçük avasküler sahalarda gelişmekte ve bunların indirekt rezorpsiyonla yıkılmaları zaman almaktadır.<sup>13,54</sup>

Direkt ve indirekt rezorpsiyon ile bir ay sonunda yaklaşık olarak aynı miktarda ortodontik diş hareketi elde edildiği belirtilmesine rağmen, aradaki fark, hareketin hızı ve ankraj dişler üzerindeki etkisidir.<sup>13</sup> Direkt rezorpsiyonda diş sabit bir hızla hareket ederken ankraj olarak alınan dişler üzerinde ciddi kuvvetler oluşmaz. Buna karşılık, indirekt rezorpsiyonda, uygulanan ağır kuvvet sonucu hareketi istenen dişlerde optimal kuvvetten daha yüksek, ankraj dişlerde düşük düzeyde kuvvet oluşmaktadır. Bu nedenle ağır kuvvetler ile ankraj kaybı oluşabilmektedir.<sup>6(s.4)</sup>

#### **2.2.1.2. Diş Hareketinin Fazları**

Diş hareketi fazları bir çok araştırmacı tarafından farklı değerlendirilmiştir.<sup>55-58</sup>

Burstone<sup>55</sup> 1962'de diş hareketini 3 safhaya ayırmıştır:

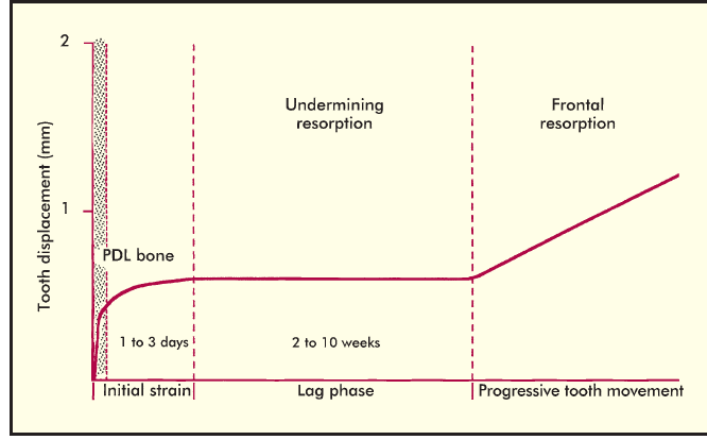
1. Safha (başlangıç fazı-Initial phase): Kuvvet uygulamasının hemen ardından başlayan bu fazda, fizyolojik diş hareketi ve doku elastikiyetiyle diş, periodontal aralığın genişliği miktarınca mekanik olarak (initial displacement) yer değişikliği yapar. Bu diş hareketi kemikte bir miktar bükülmeye neden olur ve bu olay 24 saat-2 gün içerisinde gerçekleşir.<sup>55</sup> Çalışmalar, hem hafif hem de ağır kuvvetlerin, diş hareketinin bu ilk aşamasında diş aynı ölçüde hareket ettirdiğini göstermiştir.<sup>59</sup>

2. Safha (duraklama fazı-Arrest Phase): Bu safha hyalinize dokunun kaldırılması ile ilişkilidir. Kemikte baskı olan tarafta hyalinize dokunun varlığı ve bunun diş hareketini engellemesinden dolayı ya çok az diş hareketi oluşur veya hiç oluşmaz. 2. Safhanın süresi kuvvet miktarına ve hyalinize dokunun büyüklüğüne ve hastanın yaşına bağlıdır. Hafif kuvvetler uygulandığında hyalinizasyon daha az gözlenir ve direkt rezorpsiyon meydana gelir. Ağır kuvvetler uygulandığında ise hyalinizasyon daha fazla olacağından bu dokunun eliminasyonu için gereken zaman da artar. Bu durum duraklama fazının uzamasına sebep olur.<sup>59</sup> Bu safha 4-20 gün arasında meydana gelir.<sup>55</sup>



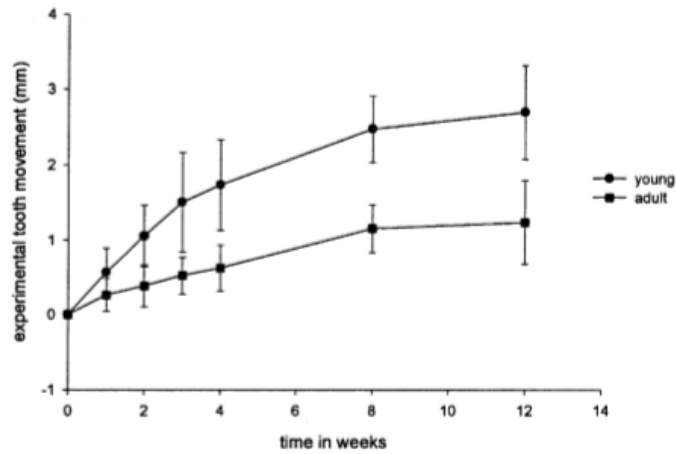
3. Safha (duraklama sonrası faz-hızlanma (acceleration) fazı) : İlave kuvvet olmaksızın hücrel rezorpsiyon ve apozisyona bağlı olarak diş hareketi kademeli olarak veya aniden meydana gelir.<sup>55</sup>

Graber<sup>45</sup> benzer şekilde diş hareketini 3 safhaya ayırmıştır (Şekil 2.2). Başlangıç fazı, kuvvet uygulaması sonucu dişin, periodontal ligamentin daralmasıyla alveol içerisinde hareket etmesini kapsar. Genç erişkinlerde 30-40 saat sonra alveolar kemik boyunca osteoklastlar farklılaşır. Osteoklastik aktive sonucu membran genişliği artar. 2. Faz olan hyalinizasyon fazı ise, periodontal ligamentin sıkışması ile hücrelerin ve damar yapılarının bozulması sonucu camsı dokudaki hyalinize dokunun oluşmasıyla gözlenir. Hyalinizasyon; dejenerasyon, eliminasyon ve yeni doku oluşumunu içerir. Dejenerasyon, basıncın en yüksek olduğu ve periodontal ligamentdeki daralmanın en belirgin olduğu yerde başlar, periodontal ligament ile sınırlı kalabileceği gibi alveolar kemiğe de uzanabilir. Kan akımının azalmasıyla hücreler değişikliğe uğrar ve piknozis gözlenir. Hyalinizasyonun ilk belirtisi piknozistir. Hafif kuvvet uygulanması sonucu 2-4 hafta boyunca hyalinize dokunun kalacağı, kemik densitesi arttıkça bu sürenin de artacağı belirtilmektedir. Hyalinize doku çevresindeki sağlam PDL hücreleri ve kan damarları ile elimine edilir. Bitişik alveolar kemik ise osteoklastlara farklılaşan hücreler tarafından rezorpsiyona uğrar. Hyalinize bölgenin elimine olmasının ardından yeni doku sentezi başlar. PDL hücreden zenginleşir ve daha geniş bir hal alır. 3. Faz olan ikincil diş hareketi fazı ise, PDL'nin genişlediği ve kuvvetin belli limitler içerisinde tutulduğu takdirde direkt kemik rezorpsiyonun gözleendiği fazdır. Bu fazda fibröz ataçmanlar yeni periodontal fibriller oluşturarak reorganize olur. Kuvvet aktivasyonu uygun olarak yapıldığında kuvvet tarafındaki kemik yüzeyinde daha fazla osteoklast görülür ve hızlı diş hareketi gözlenir. Gerilim bölgesinde ise apozisyon oluşur.<sup>45</sup>



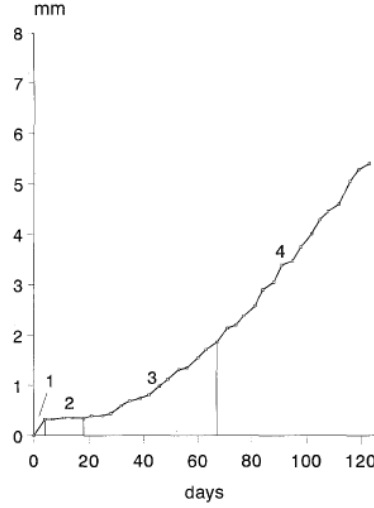
Şekil 2.2. 3 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.<sup>60</sup>

Bazı araştırmacılar ise diş hareketinin iki fazda gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir (Şekil 2.3).<sup>56,57</sup> Kohno ve ark.<sup>56</sup> ratlar üzerinde yaptıkları çalışmada diş hareketinin 2 fazdan oluştuğunu belirtmiş, ilk hareketin PDL'nin sıkışması kadar oluştuğunu, ardından daha sabit bir hızda diş hareketi gerçekleştiğini belirtmiştir. 7-14 gün içerisinde baskı bölgesindeki alveolar kemikte direkt kemik rezorpsiyonun gerçekleştiğini ve hyalinizasyonun görülmediğini bildirmişlerdir. Ren ve ark.<sup>57</sup> benzer şekilde ratlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında diş hareketinin iki fazda gerçekleştiğini belirtmiş, zaman-yer değişim eğrisini linear ve non-linear faz olarak ikiye ayırmıştır. Non-linear fazın 0-3 haftada, linear fazın ise 4-12 haftada gerçekleştiğini belirtmiştir.



Şekil 2.3. 2 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.<sup>57</sup>

Literatürde deneysel diş hareketi çalışmalarında 4 fazlı diş hareketi oluştuğunu gözlemleyen çok sayıda çalışma da bulunmaktadır.<sup>58,61-63</sup> Bu 4 faz sırasıyla; başlangıç fazı, duraklama fazı, artan diş hareketi fazı ve diş hareketinin sabit bir şekilde gerçekleştiği doğrusal fazdır (Şekil 2.4).<sup>58,63,64</sup> Başlangıç fazı ilk 24 saat ile 2 gün arasında gözlenen hücre ve doku reaksiyonlarının başladığı fazdır. Dişin başlangıçtaki hareketi olarak yorumlanmaktadır. Diş hareketi diş soketi içerisinde gerçekleşir. Basınca maruz kalan kısımda PDL lifleri sıkışırken gerilim bölgesinde ise PDL lifleri gerilir. Osteoklastlar ve osteoblastlar önce basınç bölgesinde ardından gerilim bölgesinde artar. İkinci faz, 4-20 gün süren, hyalinize doku ile karakterize fazdır. Ağır kuvvet karşısında daha erken dönemde ve daha geniş bir alanda hyalinize doku gözlenir. Hyalinize dokuya yakın kemik bölgesinde, 20 günlük sürecin sonunda fazın başlangıcına göre osteoklast sayısında artış gözlenir. Bu artış ağır kuvvet uygulandığında daha fazla görülmektedir. Gerilim bölgesinde ise osteoblast sayısında bir artış olmaktadır. Üçüncü faz artan oranda devamlı diş hareketiyle karakterizedir. Bu hızlanma fazı, periodontal ligament ve alveolar kemiğin yeniden şekillenmesiyle ilgili biyolojik işlemlerin maksimum kapasiteye ulaştığı dönem olarak yorumlanabilir. Üçüncü faza kuvvet uygulanmasının ardından geçen 40 günde, 4. faza ise 80 günde ulaşılır. Her iki fazda da, hem hafif hem de ağır kuvvetlerde basınç bölgesinde direkt kemik rezorpsiyonuna bağlı olarak düzensiz bir kemik dokusu gözlenir. Bazı basınç bölgelerinde ise hyalinize doku gözlenmeye devam eder. Bu bölgelerde PDL tamamıyla kaybolmuştur ve hücreler ayırt edilemez. Gerilim bölgesinde ise kemik depozisyonu gözlenir. Üçüncü ve dördüncü faz gerçek diş hareketini içeren fazlardır.<sup>58,62,63</sup> von Böhl ve ark.<sup>61</sup> yapmış olduğu deneysel çalışmada, hyalinize dokunun sadece tek bir fazda (2.faz-duraklama fazı) değil sonraki fazlarda da devam ettiğini bildirmişlerdir.



**Şekil 2.4.** 4 fazlı diş hareketinin şematik gösterimi.<sup>61</sup>

### 2.2.2. Diş Hareketinin Biyomekaniği

Dişin translasyon hareketi yapmasına sebep olan bileşke kuvvetin etki çizgisinin, dişin uzun eksenini kestiği nokta direnç merkezi olarak tanımlanır. Dişlerin direnç merkezi kök üzerinde olan teorik bir noktadır.<sup>6(s.6)</sup> Tek köklü dişlerde alveolar kret tepesinin yaklaşık %40'ı kadar apikalinde, çok köklü dişlerde ise furkasyon noktasının 1-2 mm altında yer alır.<sup>65</sup> Destek kemik dokusu veya periodontal ataşman kayıplarında direnç merkezi apikale doğru yer değiştirir.<sup>66</sup>

Moment, kuvvetin şiddeti ile dişin direnç merkezinden, bu kuvvetin etki çizgisine indirilen dik mesafesinin çarpımı ile hesaplanır ve cismin dönme merkezi etrafında dönmesine neden olur.<sup>6(s.7)</sup> Hem kuvvetin şiddetine hem de direnç merkezine olan dik uzaklığa bağlı olduğundan, kuvvet şiddetini iki kat arttırıp mesafeyi yarıya düşürmenin veya mesafeyi iki kat arttırıp kuvvet şiddetini yarıya düşürmenin aynı dönme etkisine (moment) sebep olacağı unutulmamalıdır.<sup>67</sup>

Dişin, etrafında dönme hareketi yaptığı hayali nokta rotasyon merkezi olarak adlandırılır. Bu noktanın yeri moment-kuvvet oranına (M/F) bağlı olarak değişiklik göstermektedir.<sup>6(s.7)</sup>

Klinik olarak M/F oranı diş hareketinin tipini belirler.<sup>68</sup> M/F oranı, dişin direnç merkezi ile braket arasındaki mesafeye bağlıdır.<sup>6(s.12)</sup> Direnç merkezi ile etki çizgisi arasındaki mesafe arttıkça, M/F oranı da artar.<sup>68</sup> Kontrollü ve istenen diş hareketini sağlamak için doğru M/F oranını oluşturmak oldukça önemlidir.<sup>69</sup>

### **2.2.2.1. Ortodontik Kuvvet**

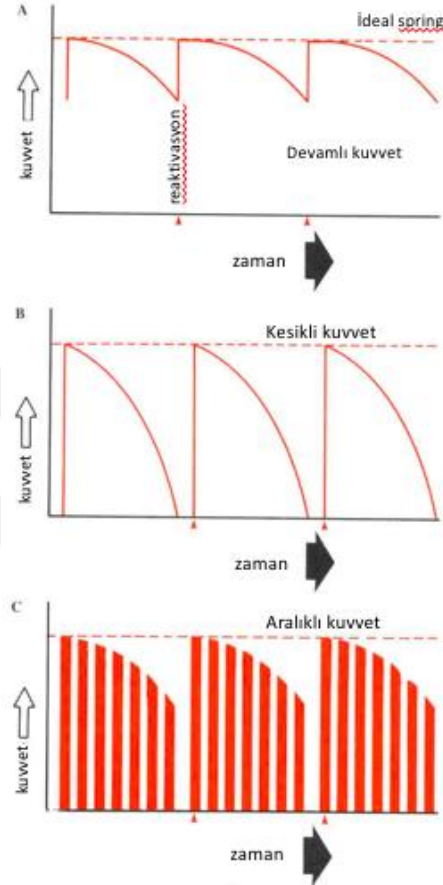
Kuvvet, fizikte kütleli bir cisme hareket kazandıran etki olarak tanımlanır. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür, yani doğrultu, yön, şiddet ve uygulama noktası gibi özelliklere sahiptir. Bu özelliklerin dışında dağılım ve süre de ortodontik kuvvetin uygulamasında önemlilik arz eder.<sup>6(s.3)</sup> Dişe uygulanan kuvvetin yönü ve kuvvetin dişin direnç merkeziyle olan ilişkisi, diş hareketi tipini etkileyen faktörlerdendir.<sup>5,70</sup>

Ortodontik kuvvetler şiddetlerine ve uygulama sürelerine göre sınıflandırılabilirler.<sup>6(s.3)</sup>

Şiddetlerine göre kuvvetler hafif ve ağır kuvvetler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hafif kuvvetler; dişin harekete başlaması için gerekli kuvvetin üzerinde olan optimal düzeydeki kuvvetlerdir ve direkt kemik rezorpsiyonuna neden olur. Ağır kuvvetler ise hyalinizasyona ve indirekt kemik rezorpsiyonuna neden olacak şiddetteki kuvvetlerdir.<sup>6(s3-4)</sup>

Süresine göre kuvvetler sürekli, kesikli ve aralıklı olmak üzere üçe ayrılır. Sürekli kuvvetler, belirsiz bir süre boyunca yaklaşık olarak aynı kuvvet büyüklüğünü korur, şiddeti yavaş yavaş azalır ancak sıfırlanmaz.<sup>31</sup> Ni-Ti open coil springlerin uyguladığı kuvvetler bu tip kuvvettir. Kesikli kuvvetler, genellikle ağır kuvvettir ve kuvvet şiddetinin kısa bir süre içinde sıfırlanmasıyla tanımlanır. Çevre dokularda çoğunlukla indirekt rezorpsiyona neden olurlar. Bu kuvvetlerin avantajı uygulanmasını takiben tekrar kuvvet uygulanana kadar çevre dokularda tamir gerçekleşmesidir. Bu nedenle aktivasyonların, çevre dokuların tamirine imkan sağlayacak aralıklarla

gerçekleştirilmesi gerekir. Hızlı genişletme vidaları kesikli kuvvet uygulayan mekaniklerdir. Aralıklı kuvvetlerde ise hasta apareyini ağza taktığında kuvvet oluşur, çıkardığında kuvvet sıfırlanır ve yeniden ağza taktığında kaldığı düzeyden başlayarak devam eder. Ağız dışı apareylerin kullanımında aralıklı kuvvetler uygulanmaktadır (Şekil 2.5).<sup>6(s.4-6)</sup>



Şekil 2.5. Sürekli (A) kuvvet, kesikli (B) kuvvet, aralıklı (C) kuvvet.<sup>13</sup>

#### 2.2.2.2. Optimal Kuvvet

Ortodontik tedavi, köklere, alveoler kemiğe veya periodontal ligamente geri dönüşü olmayan bir hasar vermeden en fazla miktarda diş hareketini hedefler.<sup>58</sup> Optimal kuvvet, hastaya herhangi bir rahatsızlık vermeden en az doku harabiyeti ile mümkün olan en fazla diş hareketini sağlayan kuvvettir.<sup>11,18</sup>

1932 yılında Schwarz<sup>71</sup> tarafından optimal kuvvet ilk kez tanımlanmış ve periodontal ligamente uygulanacak kuvvetin optimal olabilmesi için kapiller kan basıncından daha fazla olmaması gerektiğini belirtmiştir.

Birçok araştırmacı kanin retraksiyonu için farklı kuvvet değerleri önermişlerdir. Kanin retraksiyonunda optimum kuvvetin belirlenmesi amacıyla çok sayıda çalışma yapılmış olup bu çalışmalarda oldukça farklı değerlerde optimum kuvvet önerileri olduğu görülmüştür.<sup>14-19,72-74</sup>

Storey<sup>18</sup>, kanin retraksiyonu için optimal kuvvetin 150-200 gr arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Reitan<sup>46</sup>, üst kaninlerin paralel hareketi için 150-250 gr kuvvet, alt kaninler için 100-200 gr kuvvet uygulanmasını önermiştir.

Lee<sup>74</sup>, üst kaninlerin retraksiyonu için 150-260 gr arası kuvvet uygulanmasını önermiştir.

Utley<sup>75</sup>, 21 evcil kedi üzerinde 40-60 gr, 135-165 gr ve 400-560 gr şiddetindeki kuvvetlerle yaptığı deneysel bir çalışmada, uygulanan kuvvetler sonucunda gerçekleşen diş hareketinin farklılık göstermediğini belirtmiştir.

Hixon ve ark.<sup>76</sup> sekiz hastada mandibular kanin diş hareketi konusunda yaptıkları bir çalışmada, optimal kuvvet bulunmadığını, ancak diş hareket hızının yaklaşık 300 gr'a kadar artma eğiliminde olduğunu göstermiş, 300 gr'dan daha fazla kuvvet uygulandığında kanin dişlerde rotasyon ve devrilmenin kaçınılmaz olacağını ve lingual taraftan da kuvvet uygulanmasının gerekli olacağını öne sürmüşlerdir.

Sleighter<sup>15</sup>, 150-200 gr'lık kuvvetlerin kanin dahil çoğu dişin hareketi için yeterli olduğunu, 150 gr kuvvetin yeterli olduğu durumlarda kuvvet arttırımının gereksiz olduğunu bildirmiştir.

Boester ve Johnston<sup>72</sup>, kanin dişlere dört farklı kuvvet miktarları uygulamıştır. Araştırmacılar 140 gr, 255 gr ve 310 gr kuvvetlerle yapılan kanin retraksiyonunda diş hareketinde anlamlı bir fark oluşmadığını ancak 55 gr kuvvet ile kanin retraksiyonunda anlamlı derecede düşük hareket oluştuğunu bildirmişlerdir.

Nikolai<sup>17</sup>, 33 gr/cm<sup>2</sup>lik kuvvetin teorik olarak optimum olduğunu, kanin retraksiyonunda devrilme hareketi için 60 gr kuvvet, paralel hareket için 210-365 gr kuvvetin yeterli olduğunu belirtmiştir.

Quinn ve Yoshikawa<sup>14</sup>, maksimum etki ile kanin retraksiyonu yapabilmek için uygulanacak kuvvetin 100-200 gr arası olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Andreasen ve Zwanziger<sup>77</sup>, kanin ve molar dişlere 100-150 gr ve 400-500 gr kuvvetlerle diş hareketlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kuvvet arttıkça diş hareket hızının arttığı sonucuna varmışlardır.

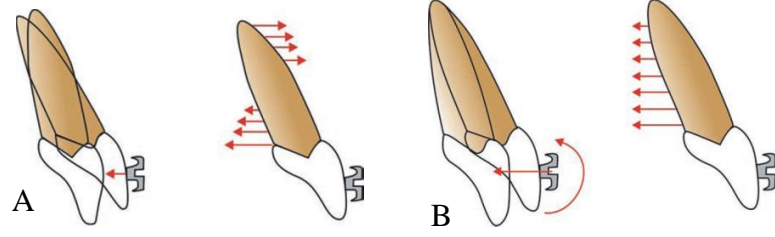
Iwasaki ve ark.<sup>73</sup> etkili bir üst kanin diş hareketi için 18 gr kuvvetin yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Deguchi ve ark.<sup>19</sup> kanin dişin ayda yaklaşık olarak 1 mm hareket edebilmesi için en az 100 gr kuvvetin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

### 2.2.2.3. Diş Hareketi Tipleri

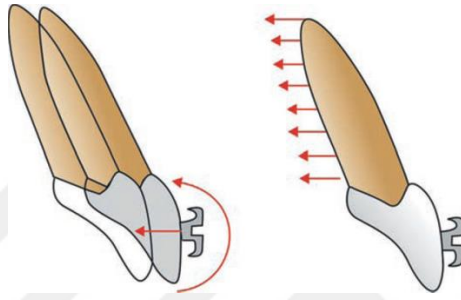
**Tipping (Devrilme) Hareketi:** Pratikte en kolay gerçekleşen diş hareket şeklidir. Kuvvetin, dişin direnç merkezinden daha uzakta uygulanması ve oluşan momentin etkisi ile dişte bir devrilme hareketi meydana gelmektedir.<sup>6(s.10)</sup> Kontrollü ve kontrolsüz tipping olarak ikiye ayrılır. Kontrolsüz tipping hareketi, direnç merkezinin daha apikalinde yer alan bir rotasyon merkezi etrafında diş kökünün bir tarafa kronunun ise diğer tarafa hareket etmesidir.<sup>34</sup> M/F oranı 0:1 ile 5:1 arasında değişir.<sup>6(s.10)</sup> Kontrollü tipping hareketinde ise uygulanan kuvvete karşı kronunda bir moment oluşur ise rotasyon merkezi kök ucuna kayar. Gerekli M/F oranı 7:1'dir (Şekil 2.6).<sup>6(s.10)</sup>





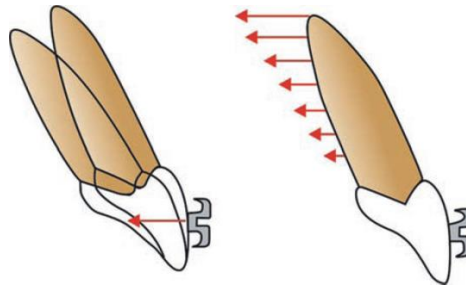
Şekil 2.6. Kontrolsüz tipping (A), Kontrollü tipping (B).<sup>78</sup>

**Translasyon Hareketi (İntikali hareket):** Uygulanan kuvvete bağlı olarak dişin tamamının paralel şekilde hareket ederek diş üzerindeki tüm noktaların aynı yolu aldığı hareket şeklidir. M/F oranı 10:1 dir.<sup>6(s.11)</sup> Rotasyon merkezi sonsuzdandır (Şekil 2.7).<sup>34</sup>



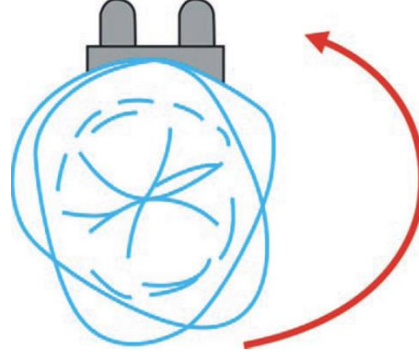
Şekil 2.7. İntikali hareket.<sup>78</sup>

**Tork Hareketi:** Tork hareketinde dişin dönme merkezi kesici kenarına yakın olup diş bu merkez etrafında hareket etmektedir (Şekil 2.8).<sup>34</sup> Bu hareket tipinde kron sabit kalmaktadır ve M/F oranının 12:1 veya daha fazla olması gerekmektedir.<sup>78</sup> Tork hareketi kök hareketi olarak da adlandırılıp, dikdörtgen kesitli tellerde burma hareketi yapılarak oluşturulabilmektedir.<sup>79</sup>



Şekil 2.8. Tork hareketi.<sup>78</sup>

**Rotasyon Hareketi:** Sabit bir referans düzlemine göre herhangi bir doğrunun belirli bir cismin üzerinde açı değiştirerek yapmış olduğu harekettir (Şekil 2.9). Cisim, direnç merkezi etrafında dönüyorsa buna saf dönme hareketi adı verilir.<sup>6(s.11)</sup>



Şekil 2.9. Rotasyon hareketi.<sup>78</sup>

### 2.3. Kanin Retraksiyonu

Kanin dişler, oral fonksiyonda ve estetikte oldukça önemli bir role sahiptir. Dental arktaki konumları sebebiyle dental arkın anterior ve posterior segmentlerini birbirine bağlarlar. Kanin dişlerin ortodontik hareketleri özellikle premolar çekimli vakalarda büyük klinik önem taşır.<sup>80</sup>

Kanin retraksiyon yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

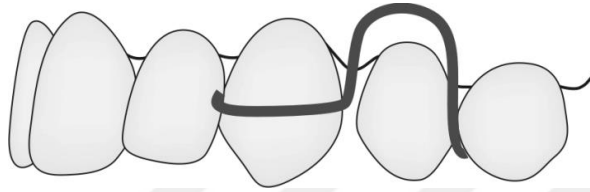
1. Hareketli apareylerle kanin retraksiyonu
2. Sabit apareylerle kanin retraksiyonu
  - I. Ark ile birlikte, sürtünmesiz sistem, segmental ark tekniği
  - II. Ark boyunca, sürtünmeli sistem, sliding teknik
    - i. Arklar arası
    - ii. Ark içi
3. Dentoalveolar distraksiyon osteogenezis ile hızlı kanin retraksiyonu

#### 2.3.1. Hareketli Apareylerle Kanin Retraksiyonu

Hareketli apareyler 3 temel bileşenden oluşmaktadırlar. Bunlar; tutucu elemanlar, aktif elemanlar ve akrilik tabakadır. Tutucu elemanlar apareyi yerinde

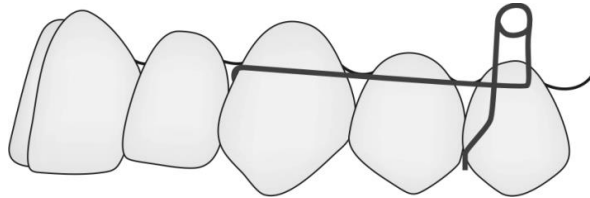
tutmaya yarayan ve yer değiştirmesine engel olan yardımcı bileşenlerdir. Aktif elemanlar ise gerekli diş hareketini sağlamak için kuvvet uygulayan bileşenlerdir. Aktif elemanlar; arklar, springler, elastikler ve vidalardan oluşur.<sup>59,81</sup>

*U Loop Kanin Retraktörü:* 0.6 mm veya 0.7 mm telden yapılan, aktif bir kol ve distal retantif bir koldan oluşmaktadır. 1-2 mm'lik retraksiyon gerektiğinde kullanılmaktadır (şekil 2.10).<sup>81</sup>



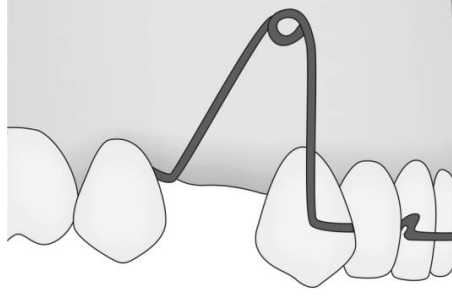
**şekil 2.10.** U loop kanin retraktörü.<sup>81</sup>

*Helikal Kanin Retraktör:* Reverse loop kanin retraktör olarak da adlandırılmaktadır. 0.6 mm telden yapılan, 3 mm çapında bir helix, aktif bir kol ve retantif bir koldan oluşmaktadır. Sığ sulkuslu hastalarda endikedir (şekil 2.11).<sup>81</sup>



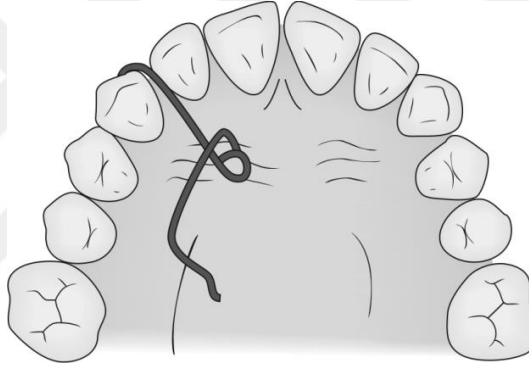
**şekil 2.11.** Helikal kanin retraktör.<sup>81</sup>

*Bukkal Kanin Retraktörü:* 0.7 mm telden yapılan, 3 mm çapında bir helix, dokudan uzakta bulunan aktif bir kol ve retantif bir koldan oluşmaktadır. Helix kanin dişin distalinde yer alır. Bukkal yerleşimli veya yüksek yerleşimli kanin dişler için endikedir (şekil 2.12).<sup>81</sup>



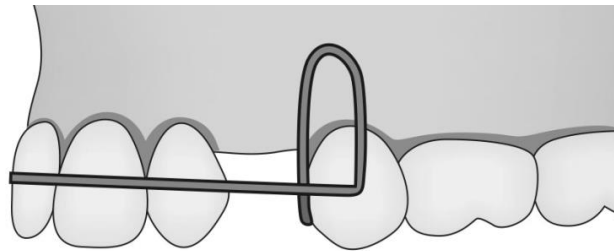
**Şekil 2.12.** Bukkal kanin retractorü.<sup>81</sup>

*Palatal Kanin Retraktörü:* 0.6 mm paslanmaz çelik telden yapılan, 3 mm çapında bir helix, aktif bir kol ve rehber bir koldan oluşmaktadır. Aktif kol kanin dişin mezialinde yer alır. Palatinalde bulunan kanin dişlerin retraksiyonunda endikedir (Şekil 2.13).<sup>81</sup>



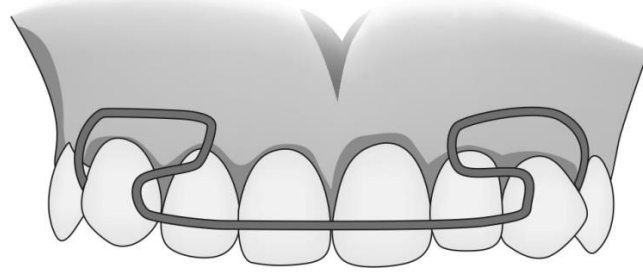
**Şekil 2.13.** Palatal kanin retractorü.<sup>81</sup>

*Reverse Labial Ark:* U looplar kanin dişin yerleşmesi planlanan yerde bulunur. Labial arkın aktivasyonu iki adımda yapılmaktadır. İlk önce 'U' looplar açılır, bunun sonucunda labial ark kesici bölgesinde insizale yaklaşır. Daha sonra yayın uygun seviyesini korumak için U loopların tabanına büküm verilmektedir (Şekil 2.14).<sup>81</sup>



**Şekil 2.14.** Reverse labial ark.<sup>81</sup>

*Mills Retraktör:* Telin esnekliğini ve etki aralığını arttırmak için farklı loop bükümlerine sahiptir. Overjeti fazla olan hastalarda endikedir. Yapımının zor olması, karmaşık tasarımı ve hasta kabulünün zor olması dezavantajlarıdır (Şekil 2.15).<sup>81</sup>



**Şekil 2.15.** Mills retraktör.<sup>81</sup>

### **2.3.2. Sabit Aparentlerle Kanin Retraksiyonu**

Kanin dişler, bireysel veya keser dişler ile birlikte en masse olarak retrakte edilebilmektedir.<sup>16</sup> Kaninler arası bölgede şiddetli çapraşıklık olgularında kanin retraksiyonu ile keser retraksiyonunun ayrı ayrı yapılması gerekmektedir.<sup>33</sup>

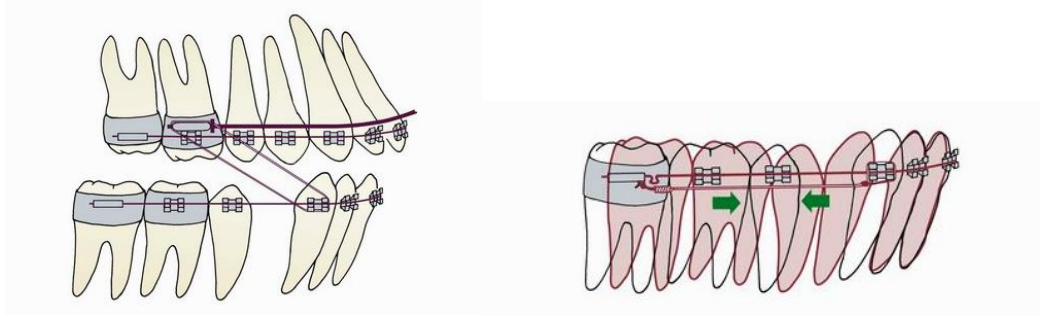
#### **2.3.2.1. Ark Boyunca Kanin Retraksiyonu (Sürtünmeli Sistem)**

Bu sistemde kanin dişlere kuvvet, devamlı ark teli üzerinde uygulanmaktadır. Kanin retraksiyonu; kanin dişin devrilme ve dikleşme hareketleriyle ark teli boyunca, kayarak hareket etmesi sonucu gerçekleşir (Şekil 2.16).<sup>8</sup>

Diş hareketi sırasında braket ile ark teli arasındaki bir sürtünme kuvveti oluşur.<sup>82</sup> Braket ve telin kontak noktasında meydana gelen kuvvet ile sürtünme katsayısı arasındaki oran sürtünme kuvvetini verir.<sup>83</sup> Braket ile ark teli arasındaki sürtünme kuvvetini doğrudan veya dolaylı yoldan etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında ark tellerinin yüzey yapısı ve sertliği, kesit şekli, uzunluğu ve hangi materyalden yapıldığı gelmektedir. Ark telini brakete elastomerlerle veya ligatür teliyle ligatüre etmek de sürtünmeyi etkileyen bir diğer faktördür. Aynı zamanda, braketin hangi materyalden yapıldığı, slot genişliği ve derinliği, tel üzerinde yapılan 1. düzen, 2. düzen ve 3. düzen bükümler de sürtünmeyi etkilemektedir. Diğer faktörler ise braketler

arası mesafe, braket slotu ile komşu diş braket slotu arasındaki seviye farkı, retraksiyon için uygulanan kuvvet, tükürük, plak, pelikül oluşumu ve korozyondur.<sup>84</sup>

Sürtünmeli sistemin pratik olması ve loop bükümü gerektirmemesi en büyük avantajıdır. Böylece hasta başında geçen zaman azalmaktadır.<sup>85(s.79)</sup> Loopların sebep olduğu hijyen sorunu, yumuşak doku iritasyonu gibi hastayı rahatsız eden özellikler bulunmamaktadır. Genellikle ortodontik tedavi esnasında devamlı arklar kullanıldığı için tüm diş kavsi tek bir arka kontrol edilebilmektedir. Ancak sürtünme birçok faktöre bağlı olduğundan ankraji tehlikeye sokması büyük bir dezavantajdır. İnteroklüzal ilişkilerin ve oklüzal düzlem eğiminin intermaksiller elastikler, mikro implantlar veya headgearler tarafından kontrol edilmesi gerekebilir.<sup>85(s.79)</sup> Kanin retraksiyonu sırasında uygulanan kuvvet yüksek olduğu takdirde, kanin dişin distal yönde aşırı devrilmesine bağlı olarak tel esner veya plastik deformasyona uğrar. Bu durum keser dişlerin ekstrüzyonuna ve overbite'ın artmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kanin dişin distal yönde aşırı devrilmesi sonucunda tel ile braket arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti dişin hareketinin yavaşlamasına veya tamamen durmasına sebep olmaktadır.<sup>6(s.222)</sup>



**Şekil 2.16.** Sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu.<sup>86</sup>

Huffman ve Way<sup>87</sup>, Pletcher spring ile, 200 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları bir çalışmada 10 haftalık sürede kanin dişlerde retraksiyon sonucu 0.016 inç arkta 3.37 mm, 0.020 inç arkta 2.99 mm kanin retraksiyonu elde etmiş, 0.016 inç arkta 5.30°, 0.020 inç arkta 1.70° distal devrilme olduğu sonucuna ulaşmıştır. 0.016 inç arkta 1.4 mm/ay,

0.020 inç arkta 1.2 mm/ay hızla hareket elde etmişlerdir. Bu değerler sonucunda 0.020 inç tel ile kanin distalizasyonunda daha kontrollü diş hareketi elde edildiğini söylemişlerdir.

Garner ve ark.<sup>88</sup>, sürtünmeli sistemde Ni-Ti, paslanmaz çelik ve beta titanyum ark tellerinin kanin retraksiyonuna olan etkilerini inceledikleri pilot bir çalışmada, 0.016x0.022 inç ve 0.017x0.025 inç paslanmaz çelik telin en az sürtünmeye sebep olduğunu, aynı boyutlardaki beta titanyum telin ise en fazla sürtünmeye sebep olduğu sonucuna varmışlardır.

Ziegler ve Ingervall<sup>23</sup>, sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, üst çenede bir tarafta 0.018 inç slotlu braket ile 0.018 inç paslanmaz çelik ark teli üzerinde, diğer tarafta ise PG retraksiyon springi ile kanin retraksiyonu yapmışlardır. Sürtünmeli sistemde elastik zincir kullanılmış ve başlangıç kuvveti 380 gr olup zamana bağlı düşüş göstermiştir. PG retraksiyon springi ile 160 gr kuvvet uygulanmıştır. Elastik zincir ile aylık 1.4 mm diş hareketi, PG retraksiyon springi ile 1.9 mm diş hareketi elde etmişlerdir. 6 mm'lik retraksiyon sonucunda PG retraksiyon springi ile 4.5° distal devrilme, 30° disto-palatinal rotasyon, elastik zincir ile 8.5° distal devrilme, 24° disto-palatinal rotasyon gözlemlenmişlerdir. Elastik zincirin başlangıçta uyguladığı 380 gr'lık kuvvetin optimal kanin hareketi için fazla olduğu, dolayısıyla şiddetli kuvvetin etkisiyle dişin hızla devrilerek ark teli ile braket arasında takılma (binding) meydana geldiğini, bu durumun sürtünme kuvvetini arttırarak diş hareketini geciktirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Sonis ve ark.<sup>9</sup>, Unitek elastik zincir, Rocky Mountain elastomerik zincir ve Unitek nylon kaplamalı elastığı, kanin retraksiyonu sırasında 0.022x0.028 inç braketlerle 0.016x0.022 inç ark teli üzerinde 350-400 gr kuvvet uygulayarak

karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanin dişin hareket hızında aralarında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Angolkar ve ark.<sup>89</sup>, paslanmaz çelik (SS), Kobalt-Krom-Nikel (Co-Cr-Ni) ve Nikel-Titanium (Ni-Ti) alaşımlarından yapılan coil springlerin uyguladıkları kuvvet miktarlarıyla ilgili yaptıkları in-vitro bir çalışmada, her bir springi 150-160 gr kuvvet uygulayacak şekilde aktive etmişler ve 4 saat, 24 saat, 3 gün, 7 gün, 14 gün, 21 gün ve 28 gün aralıklarla ürettikleri kuvvetleri kayıt altına almışlardır. SS springin ilk 24 saatte % 17.3, 28 gün sonrasında ise % 21 kuvvet kaybettiği, Co-Cr-Ni springin ise ilk 24 saat sonunda % 10, 28 gün sonunda ise % 19.4 kuvvet kaybettiği, Ni-Ti springin ise 4 saat sonrasında % 3.3, 28 gün sonrasında % 14.6 kuvvet kaybettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Samuels ve ark.<sup>90</sup>, 0.022x0.028 inç slotlu braketler ile 0.019x0.025 paslanmaz çelik üzerinde kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, Ni-Ti coil spring ile elastik modülleri aynı ark içerisinde kullanıp karşılaştırmışlardır. Ni-Ti coil spring ile 150 gr kuvvet, elastik modül ile başlangıçta 400-450 gr kuvvet uygulamışlardır. Ni-Ti coil springlerin elastiklere göre daha hızlı kanin retraksiyonu yaptığı sonucuna ulaşmışlardır.

Rajcich ve Sadowsky<sup>91</sup>, 0.018x0.025 inç slotlu braketler ile 0.016 inç paslanmaz çelik tel üzerinde Ni-Ti coil spring kullanarak kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, 150-200 gr kuvvet ile sol tarafta ortalama 5.8 mm, sağ tarafta ise ortalama 5.6 mm kanin retraksiyonu elde etmişlerdir. 0.016 inç ark telinden bükülen ilave utility arka 45°lik büküm verilerek molar dişler distal devrilmeye zorlanmış ve bu şekilde ankraj artırılmıştır Sağ molarda 9.2°, sol molarda 7.6° mezio-palatinal rotasyon; sağ kaninde 15.3° ve sol kaninde ise 15.2° disto-palatinal rotasyon tespit etmişlerdir. Sonuç olarak bu teknikte molar dişte mezio-palatinal ve kanin dişte disto-palatinal rotasyonların kaçınılmaz olduğunu gözlemişlerdir.



Kojima ve Fukui<sup>92</sup>, sonlu elemanlar analizi yöntemi ile sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu yaptıkları çalışmalarında, kanin dişin önce devrilip sonra dikleşerek hareket ettiğini, ortodontik kuvvetin sürtünme ile % 60-80 oranında azalma gösterdiğini ve ortodontik kuvvet arttıkça kanin dişte devrilmenin de daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Monini ve ark.<sup>93</sup> self-ligating braketler ve konvansiyonel braketler kullanarak sentalloy coil spring ile 100 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları kanin retraksiyonu çalışmalarında, self-ligating braketlerde maksillada aylık diş hareketi miktarını 0.71 mm/ay, mandibulada 0.54 mm/ay, konvansiyonel braketlerde maksillada 0.72 mm/ay, mandibulada ise 0.60 mm/ay olarak bulmuş, maksiller kaninlerin daha hızlı diş hareketi gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir.

Makhlouf ve ark.<sup>25</sup> 10 hasta üzerinde 150 gr kuvvet uygulayarak sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemde kanin dişte meydana gelen kök rezorpsiyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, kontrollü retraksiyon kuvveti ile her iki sistemde de kök rezorpsiyonu oluşmayacağını belirtmişlerdir.

### **2.3.2.2. Arkla Birlikte Kanin Retraksiyonu (Sürtünmesiz Sistem)**

Sürtünmeli sistemin sonuçlarının tahmin edilmesindeki bazı eksiklikler ve birçok faktörden etkilenebilir oluşu araştırmacıları daha öngörülebilir kuvvet sistemlerini aramaya yöneltmiştir. Bu arayışlar, araştırmacıların segmental ark tekniğine yönelmesini sağlamıştır. Segmental ark tekniği sürtünme sisteminin dezavantajlarını ortadan kaldırması sebebiyle tercih edilmeye başlanmıştır.<sup>85(s.78)</sup> Segmental ark tekniğinde ön ve arka segment ayrı iki parçaya bölüdüğü için kuvvet sistemi basitleştirilmiş ve daha kontrollü bir mekanizma sağlanmıştır. Her segmentin kendi direnç merkezi bulunmaktadır ve segmentler kendi rotasyon merkezleri etrafında hareket

etmektedir.<sup>85(s.151)</sup> Bu sistemde, braketler arası mesafenin uzun olması daha hafif kuvvet uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.<sup>85(s.78)</sup>

Segmental ark tekniğinde, kanin dişlerin hareketi çeşitli loop ve springler ile sağlanmaktadır.<sup>4(s.452-453)</sup> Loopların amacı, tellerin yük/esneme oranını düşürerek, elastikiyetlerini arttırmak ve geniş bir çalışma aralığı içinde dişlere fizyolojik sınırlarda kuvvet uygulamaktır.<sup>6(s.15)</sup> Segmental arklar, telin braket slotu içerisinde dönmesini engellemek amacıyla köşeli tellerden hazırlanmaktadır.<sup>8</sup>

Ricketts kanin retraktörü<sup>12</sup>, reverse closing loop<sup>4(s.390),94</sup>, vertikal loop<sup>95</sup>, Burstone T loop<sup>33</sup>, Ladanyi spring<sup>96</sup>, Drum springi<sup>11</sup> ve PG kanin retraksiyon springi<sup>5</sup> gibi kanin retraksiyonunda kullanılmak üzere birçok loop mekanizmaları tanıtılmıştır.

Moment/kuvvet oranı bir retraksiyon springinin en önemli özelliği olup dişin nasıl hareket edeceğini belirleyen orandır.<sup>16</sup> Bu oran loopların dikey ve yatay uzunluğundan, loopların konumundan, aktifleştirme miktarından ve kullanılan telin özelliği ile kalınlığından etkilenmektedir.<sup>97</sup>

Loopların dikey uzunluğu arttıkça M/F oranı da artmaktadır.<sup>98</sup> Burstone ve Koenig<sup>16</sup>, bir loopun vertikal uzunluğunun M/F oranının belirlenmesinde en önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmiştir. Loopların horizontal uzunluğunun ve helikslerin M/F oranı üzerine etkileri ise oldukça azdır. Bir loopun fazla tel içermesi M/F oranını ve çalışma aralığını arttırsa da hasta için rahatsız edici olmaktadır.<sup>85(s.150)</sup>

Kullanılan springler prefabrik ve önceden kalibre edildiği takdirde dişlere uygulayacakları moment ve kuvvet değerleri önceden belirli olduğundan dolayı daha kontrollü diş hareketi meydana gelmektedir.<sup>5,85(s.78)</sup> Looplar, moment-kuvvet oranını etkili bir şekilde arttırdıklarından kanin retraksiyonu sırasında anterior dişlerin tork kontrolüne izin vermektedir.<sup>85(s.79)</sup> Segmental ark tekniğinde, keserlerde istenmeyen hareketler oluşmamaktadır ve ön bölgede görünen bir aparey olmadığından hastalar

tarafından daha estetik bulunmaktadır.<sup>70</sup> Bu avantajlarına rağmen, prefabrik springler kullanılmıyorsa arkların yapımının zaman alması, hastanın looplardan rahatsız olması, yumuşak doku yaralanmalarının oluşma ihtimali ve oral hijyeni olumsuz etkilemesi gibi dezavantajları bulunmaktadır.<sup>6(s.37),85(s.79)</sup>

### **Ricketts Kanin Retraktörü**

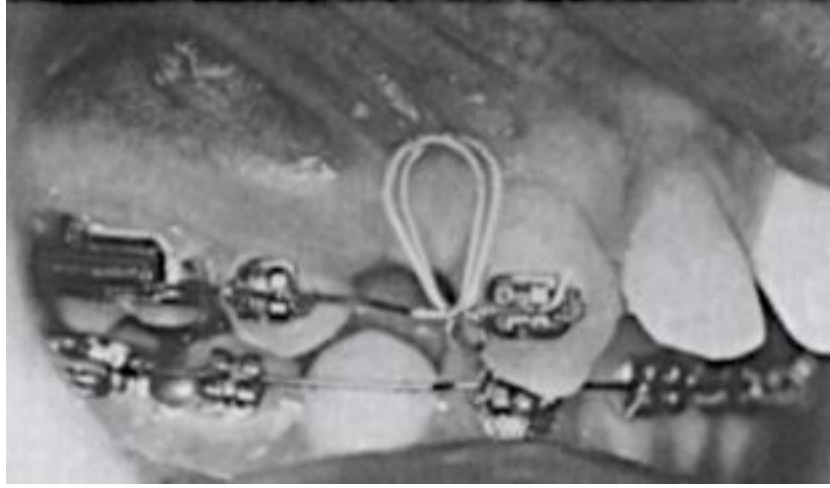
0,016 inç Blue Elgiloy telden hazırlanan, çift kapalı helix ile çapraz T kapayıcı looptan oluşan bir springtir. Her 1 mm'lik aktivasyon 30-50 gr kuvvet üretmektedir. Ricketts üst kanin retraksiyonu için 3-4 mm aktivasyonla ortalama 120 gr kuvvet önermiştir (Şekil 2.17).<sup>12</sup>



**Şekil 2.17.** Ricketts kanin retraktörü.<sup>12</sup>

### **PG Kanin Retraksiyon Springi**

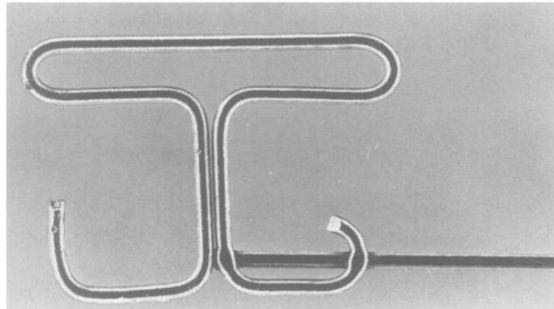
Poul Gjessing<sup>99</sup> tarafından tanıtılmıştır. 0.016x0.022 inç paslanmaz çelik telden yapılan, 10 mm uzunluğunda çift ovoid helix ile 2 mm çapında daha küçük bir helixten oluşan springtir. Spring, çift ovoid helikslerin birbirinden 1 mm ayrılmasıyla 160 gr kuvvet uygulamaktadır ve ayda 1.5 mm hareket elde edileceği düşünülmektedir (Şekil 2.18).<sup>5,100</sup>



**Şekil 2.18.** PG kanin retraksiyon springi.<sup>5</sup>

### **Burstone T loop**

Charles H. Burstone tarafından tanıtılmıştır. Orijinal T loop; 0.018 inç beta titanyum telden yapılan loop'un 0.017x0.025 inç beta titanyum tele lehimlenmesiyle oluşturulmaktadır. 8 mm vertikal, 10 mm horizontal uzunlukta olması etkinlik ve konfor açısından önerilmiştir. 6 mm aktivasyon ile ortalama 201 gr kuvvet uygulamaktadır (Şekil 2.19).<sup>33,101</sup>



**Şekil 2.19.** T loop.<sup>33</sup>

### **Drum Spring**

Drum spring, devamlı 50 gr kuvvet uygulayacak şekilde tasarlanmış hooklu bir yay, drum (davul), spring kutusu ve molar bandına lehimlenmiş bir pin olmak üzere dört parçadan oluşmaktadır. Molar bantlarına yerleştirilen drum spring son kısmından çekilerek aktive edilir ve yeniden aktivasyona gerek duyulmamaktadır (Şekil 2.20).<sup>11</sup>



**Şekil 2.20.** Drum Spring.<sup>11</sup>

### **Ladanyi Spring**

Ladanyi Spring, Csaba Ladanyi<sup>96</sup> tarafından 1981 yılında tasarlanan ters kapayıcı loop'a benzeyen büküme aktivasyon sırasında sıkışarak kuvvetin devamlılığını sağlayan bir yayın eklenmesi ile oluşturulmuş bir springtir. Springin kanin dişe gelen kısmı kare kesitli (0.41x0.41 mm), molar tüpe uzanan kısmı ise dikdörtgen kesitli (0.41x0.46 mm) telden olacak şekilde planlanmıştır. Springin kanin braketine uygulanacak olan kısmının mezial kısmı diş eti irritasyonuna sebep olmayacak şekilde tasarlanmıştır. Daha önce tanıtılan retraktörlerden daha küçük yapıda tasarlanması ile springin distorsiyona uğramasının azaltılması amaçlanmıştır. 2 mm aktivasyonu yaklaşık olarak 100-120 gr kuvvet, 3 mm aktivasyonu ise 140 gr kuvvet uygulamaktadır. Springin fabrikasyon ürünü ise 0.016x0.022 inç paslanmaz çelikten üretilmektedir (Şekil 2.21).



**Şekil 2.21.** Ladanyi Spring.

### 2.3.3. Dentoalveolar Distraksiyon Osteogenezis ile Hızlı Kanin Retraksiyonu

Distraksiyon osteogenezi, artan çekme kuvvetleri ile aşamalı olarak ayrılan kemik kısımlarının yüzeyleri arasında yeni kemiğin oluştuğu biyolojik bir süreçtir. Bu süreç, kemik kısımlarına çekme kuvveti uygulandığında başlar ve kallus dokuları gerildiği sürece devam eder. Bu çekme kuvveti kemik kısımlarını birbirine bağlayan dokular içinde gerilim oluşturur, bu da distraksiyon vektörüne paralel olacak şekilde yeni kemik oluşumunu stimule eder.<sup>102,103</sup>

Distraksiyon osteogenezi, ilk olarak Codivilla<sup>104</sup> tarafından 1905'te femur boyunun uzatılmasında kullanılmış ve daha sonra İlzarov'un<sup>105</sup> endokondral kemikleri uzatma ile ilgili çalışmaları sayesinde popüler hale gelmiştir.

Ortodontik tedavi süresi ortodontik hastaların özellikle yetişkin hastaların şikayet ettiği durumlardan biridir.<sup>7</sup> Bu amaçla diş hareketinin hızlandırılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır.<sup>106-109</sup> Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kortikotomi ve osteotominin kombine olarak uygulanması ilk olarak 1959 yılında Heinrich Köle<sup>106</sup> tarafından tanıtılmıştır. Köle<sup>106</sup>, dişlerin hareketine karşı oluşan direncin temel olarak kortikal kemiğin kalınlığı ve devamlılığından kaynaklandığını, dişlerde daha hızlı hareket elde edebilmek için dişlerin kökleri etrafına kortikotomiler ve osteotomiler uygulanabileceğini öne sürmüştür. 1975 yılında Düker<sup>107</sup>, Köle'nin temel cerrahi tekniğini kortikotomi kesileriyle uygulamış ve ortodontik hareket uygulanan dişlerde pulpal veya periodontal dokuların hasar görmediğini göstermiştir. Frost<sup>108</sup> ise Bölgesel Hızlanma Fenomeni (Regional Acceleratory Phenomenon) olarak bilinen kortikotomi sahalarında hızlanan metabolik aktivite için kullanılan terimi tanımlamıştır.

1990 yılında Gantes ve ark.<sup>109</sup> beş hasta üzerinde çekimli tedavi uygulayarak kanin retraksiyonu yaptıkları çalışmalarında, tedavi sürelerini kortikotomi uygulamadan

yaptıkları kanin retraksiyonunu ile 28.3 ayda, kortikotomi destekli kanin retraksiyonunu ile 14.8 ayda tamamlamışlardır.

1991 yılında Suya<sup>110</sup> 395 erişkin hastada Gantes ve ark.<sup>109</sup> ile aynı tekniği kullanarak yaptığı çalışmasında vakalarının çoğunun tedavisinin 12 aydan daha kısa sürede tamamlandığını ve bazı vakaların tedavisinin de altı ay gibi kısa bir sürede tamamlandığını belirtmiştir. Suya<sup>110</sup>, kortikotomi destekli ortodontinin geleneksel tedavilere göre daha az kök rezorpsiyonuna ve relaps riskine sahip ve daha az ağrılı olduğunu savunmuştur.

1998 yılında Liou ve Huang<sup>111</sup> 15 hasta üzerinde yaptıkları çalışma ile ‘periodontal ligament distraksiyonunu’ tanımlamışlardır. Bu çalışmada birinci premolarların çekiminden sonra kaninin distalindeki interseptal kemik, vertikal olarak zayıflatılmış ancak tamamen kaldırılmamıştır. Distraksiyon apareyi ark telleri olmaksızın uygulandığı için distraksiyon esnasında kanin dişlerin istenmeyen rotasyonunu engellemek için molarların ve kaninlerin linguallerinden elastik zincir asılmıştır. Bu teknik ile dişlerde paralel hareket gözlemlendiğini ve kanin dişlerin köklerinde minimal rezorpsiyon olduğunu belirtmişlerdir.

2001 yılında Wilcko ve ark.<sup>112</sup> tarafından ‘Wilckodontics’ olarak bilinen ‘periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodonti’ uygulamasını tanıtmışlardır. Kortikotomi sonrası diş hareketinin hızlanmasını, alveolar kemikte oluşan hızlı osteoklastik aktivite sonucu oluşan demineralizasyon ve remineralizasyon süreci ile açıklamışlardır. Bu yöntemle hastaların tedavilerinin geleneksel ortodontik tedavilere göre üç-dört kat daha kısa sürede tamamlandığından bahsetmişlerdir.<sup>112</sup> Bu yöntem ile kök rezorpsiyonu ve ortodontik tedavinin relaps riskinin azaldığını ancak yöntemin cerrahi bir işlem gerektirmesi ve bu işlemin ek masraf oluşturması, alveolar krette kemik kaybı oluşturması, diş eti çekilmesine ve ağrı, şişlik, enfeksiyon gibi cerrahi

komplasyonlara neden olabilmesi gibi dezavantajlara sahip olduğunu bildirmişlerdir.<sup>113,114</sup>

2002 yılında Kişnişçi ve ark.<sup>115</sup> ve 2005 yılında İşeri ve ark.<sup>7</sup> kanin dişini taşıyan alveoler segmenti mobilize ederek, dentoalveolar distraksiyon tekniğini tanıtmışlardır. Bu teknikle literatürde bilinen en hızlı diş hareketini elde etmişlerdir. Molarlardaki ankraj kaybı minimal düzeyde gerçekleşmiş olmasına rağmen alınan tüm önlemlere karşın kaninlerde devrilme meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Sukurica ve ark.<sup>116</sup>, segmental alveolar distraksiyon osteogenezisi ile hızlı kanin retraksiyonu yaptıkları çalışmalarında, ortalama 14.65 günde ortalama 5.35 mm kanin retraksiyonu elde etmişlerdir.

#### **2.4. Kanin Retraksiyonunda Kullanılan Sürtünmesiz Sistemlerin Etkileri**

Çetinşahin<sup>21</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, zigoma ankraji kullanılan grupta kanin dişte 11.93° distale devrilme, 6.27 mm disto-palatinal rotasyon, molar dişte 1° meziale devrilme, ankraj ile desteklenmeyen grupta kanin dişte 13.03° distale devrilme, 5.37 mm disto-palatinal rotasyon ve molar dişte 0.97° meziale devrilme olduğunu tespit etmiştir.

Memili<sup>117</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, mini vida destekli hibrit retraktör ile kanin retraksiyonunda, kanin dişte direkt iskeletsel ankraj kullandığı grupta 0.35° distale devrilme, 0.613 mm disto-palatinal rotasyon, molar dişte 2.26° meziale devrilme, indirekt iskeletsel ankraj kullandığı grupta ise kanin dişte 3.32° distale devrilme, 0.317 mm disto-palatinal rotasyon, molar dişte ise 3.12° meziale devrilme olduğunu tespit etmiştir.

Dinçer ve İşcan<sup>94</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak, kanin retraksiyonunda farklı segmental arkların etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanin dişte tersine



kapayıcı (reverse closing) looplu retraksiyon arkı ile 5.4°, PG retraksiyon springi ile 3.3° distal devrilme olduğu sonucuna varmışlardır.

Toroğlu ve ark.<sup>118</sup>, 100 gr kuvvet uygulayarak Ladanyi spring ve LasVegas springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, Ladanyi spring grubunda kanin dişte 12.31° distale devrilme, 1.38° disto-palatinal rotasyon, molar dişte 2.54° meziale devrilme, LasVegas spring grubunda ise kanin dişte 12.75° distale devrilme, 3.17° disto-palatinal rotasyon ve molar dişte 0.38° meziale devrilme tespit etmişlerdir.

Odabaş<sup>24</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak 3 farklı ağız içi ankraj sistemi ile kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, sol üst kanin dişte; mini vida grubunda 4.08°, 2. molar bantlı grupta 4.55°, TPA grubunda 4.17°, sağ üst kanin dişte; mini vida grubunda 4.71°, 2. molar bantlı grupta 4.09°, TPA grubunda ise 4.22° distale devrilme, sol üst molar dişte; mini vida grubunda 0.65°, 2. molar bantlı grupta 0.56°, TPA grubunda 0.34°, sağ üst molar dişte; mini vida grubunda 0.44°, 2. molar bantlı grupta 0.76° ve TPA grubunda 0.18° meziale devrilme olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sol üst kanin dişte; mini vida ve TPA grubunda 20.60°, 2. molar bantlı grupta 18.87°, sağ üst kanin dişinde; mini vida grubunda 18.47°, 2. molar bantlı grupta 18.80°, TPA grubunda ise 18.13° disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir.

Kök<sup>22</sup>, prefabrik springler ile 75 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, Ladanyi spring grubunda kanin dişte 7.08° distale, molar dişte 1.50° meziale, LasVegas spring grubunda kanin dişte 5.50° meziale, molar dişte 2,50° distale devrilme olduğunu tespit etmiştir.

Özkan<sup>26</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, vida destekli nance apareyi ile ankraj sağlayarak, tersine kapayıcı (reverse closing) loop grubunda kanin diş için ortalama 27.66°, Ladanyi spring grubunda ise ortalama 28.19° disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir. Aylık diş hareketi miktarını

tersine kapayıcı (reverse closing) loop grubunda 1.45 mm/ay, Ladanyi grubunda ise 1.42 mm/ay olarak elde etmiştir. Özkan her iki retraksiyon springine de 45°lik anti-tip ve 15-20°lik anti-rotasyon bükümleri uygulamıştır.

Aslan ve ark.<sup>119</sup> 100 gr kuvvet uygulayarak, PG retraktör ve Hibrit retraktörü karşılaştırdıkları çalışmalarında, PG retraktör grubunda maksillada kanin diş hareket miktarını 4.94 mm, süresini 5.26 ay, hızını 1.03 mm/ay, kanin dişin distale devrilme miktarını 8.50°, disto-palatinal rotasyon miktarını 11.81°, mandibulada kanin diş hareket miktarını 4.13 mm, süresini 5.16 ay hızını 0.88 mm/ay, kanin dişin distale devrilme miktarını 4.88°, disto-lingual rotasyon miktarını 16.12°, hibrit retraktör grubunda ise maksillada kanin diş hareket miktarını 5 mm, süresini 4.75 ay, hızını 1.13 mm/ay, kanin dişin distale devrilme miktarını 11.06°, disto-palatinal rotasyon miktarını 18.34°, mandibulada kanin diş hareket miktarını 4 mm, süresini 4.94 ay, hızını 0.92 mm/ay, kanin dişin distale devrilme miktarını 5.16° ve disto-palatinal rotasyon miktarını 17.69° olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda segmental kanin retraksiyonu amacıyla prefabrik olarak 0.016x0.022 inç paslanmaz çelik telden üretilen ve bünyesinde bir yay bulunduran Ladanyi spring kullanılmıştır. Ancak bu springin etkileri çok az çalışmada<sup>22,26</sup> değerlendirilmiş olup etkilerinin aydınlatılması amacıyla bu çalışma planlanmıştır.

Çalışmamızda üst daimi birinci premolar çekimli maksimum ya da maksimuma yakın ankraj vakalarında, prefabrik Ladanyi spring'in etkilerinin iki farklı kuvvet aktivasyonu ile incelenmesi ve görülen etkilerin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmaya, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi için başvurmuş olup, üst çenede kanin retraksiyonu ihtiyacı olan yaşları 13.08 yıl ile 19.58 yıl arasında değişen 20 birey (Ort.  $17.67 \pm 1.46$  yıl) dahil edilmiştir (Tablo 4.1).

Araştırmamız için Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.04.2019 tarihli B.30.2.ATA.0.01.00/183 sayılı kararla çalışmamızın etik değerlere uygun olduğuna dair rapor alınmıştır (EK-3). Hasta ve yakınları uygulanacak tedavi hakkında bilgilendirilmiş ve onayları alınmıştır (EK-2).

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

1. Oral hijyenlerinin iyi olması,
2. 12 yaş dişleri dahil olmak üzere daimi dişlerin sürmüştüğü olması,
3. Ortodontik tedavi amaçlı maksiller 1. premolar diş çekiminin gerekli olması,
4. Maksiller kanin dişlerinin ark içerisinde bulunması,
5. Transversal yönde çene gelişiminin normal olması,
6. Yüz profilinin diş çekimine uygun olmasıdır.

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

1. Kraniyofasiyal yapıları etkileyen herhangi bir sendromu bulunan hastalar,
2. Sistemik ve/veya hormonal rahatsızlığı olan hastalar,
3. Posterior dişlerde eksikliği olan hastalar,
4. DDY gibi konjenital deformiteli hastalar,
5. Önceden ortodontik tedavi görmüş olan hastalar,
6. Kooperasyonu zayıf olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışma kapsamına alınan her hastaya vida destekli Nance apareyi uygulanmış olup kanin retraksiyonu için standardizasyonu sağlamak amacıyla prefabrik *Ladanyi*

*Spring (Dentaurum, 989-781-00: 758-861-00, 758-862-00, Ispringen, Germany)*

kullanılmıştır. 2 farklı kuvvet grubu oluşturmak için hastalarda kanin retraksiyonu sağ tarafta 75 gr kuvvet, sol tarafta ise 150 gr kuvvet ile sağlanmıştır.

Kanin retraksiyonuna başlamadan önce ve kanin retraksiyonu tamamlandıktan sonra hastalardan panoramik film çekilmiş ve hastaların ağız içi taramaları yapılmıştır.

### **3.1. Yöntem**

#### **3.1.1. Mini Vidanın Uygulanması ve Nance Apareyinin Yapımı**

Çalışmaya dahil edilen hastaların, ankraji arttırmak amacıyla palatinal ruga bölgesine yaklaşık 0.2 ml infiltratif anestezi ile 1 adet 2 mm çapında ve 7 mm uzunluğunda mini-vida (LOMAS: Mondeal, Tuttlingen, Germany) rehber yuva açılmadan (self-drilling), driver aracılığıyla uygulanmıştır (Şekil 3.1-3.2). Yerleştirme işleminden sonra alınan oklüzal radyografiler ile mini vidaların pozisyonu değerlendirilmiştir. Birinci molar dişlere prefabrik, tüplü molar bantlar adapte edilmiş, aljinat ölçü maddesiyle üst birinci molar dişler bantlı şekilde iken üst çene ölçüsü alınmıştır. Daha sonra bantlar ölçüye transfer edilmiş ve bu haliyle sert alçı dökülerek çalışma modelleri elde edilmiştir. Teknisyen tarafından, 1.1 mm'lik yuvarlak tel molar bantlara lehimlenmiş ve palatinal bölgeye tellerin uçlarını ve mini vidaları kapsayacak şekilde akrilik düğme yapılmış, polimerizasyonu sağlanmıştır. Yapılan apareyin hasta ağızında uyumu kontrol edildikten sonra mini-vidanın üzerine gelecek olan akrilik düğme içindeki boşluk akışkan kompozit dolgu materyali (3M Unitek, Transbond™ LR Adhesive, Monrovia, CA, USA) ile, molar bantlar ise cam iyonomer siman (Aqua Meron, VOCO GmbH Anton-Flettner-Str. 1-3, D-27472 Cuxhaven) ile doldurularak aparey ağıza simante edilmiştir. Simantasyonu takiben hastaların üst birinci premolar dişleri çekilmiş ve çekim yerlerinin iyileşmesi için bir hafta beklenmiştir.



**Şekil 3.1.** Lomas vida ve driver.



**Şekil 3.2.** Lomas vida.

### **3.1.2. Retraktörlerin Uygulanması**

Sağ ve sol üst kanin dişlere 0.018 inç slota sahip Roth braketler yapıştırılmıştır. Ladanyi Spring'in distal kolu molar tüpü içerisine yerleştirilmiş, mezial kolu ise kanin braketine ligatür teli ile ligatüre edilmiştir. Araştırmacı tarafından springe aktivasyon amacıyla molar tüpün arkasından yapılan arkadan kavrayıcı büküm (chined back) hariç ekstra bir büküm yapılmamıştır. Hastalara kanin retraksiyonu için sağ tarafa 75 gr kuvvet, sol tarafa 150 gr kuvvet uygulanmıştır. Hasta randevuları, aralarında 4 hafta

olacak şekilde ayarlanmıştır. Her randevuda reraktörler sağ taraf için 75 gr kuvveti, sol taraf için 150 gr kuvveti sağlayacak şekilde gauge kullanılarak ölçülmüş, yeniden aktive edilmiş ve retraksiyon tamamlanana kadar bu uygulamaya devam edilmiştir.



**Şekil 3.3.** E.K.'nin Ladanyi Spring ile kanin retraksiyonu yapıldıktan sonraki fotoğrafları.

### 3.1.3. Panoramik Değerlendirme

Tüm panoramik radyografler standart şartlar altında Planmeca ProMax 2D S3, (Helsinki, Finland) tipi 84 kV gücünde 2.5 mm alüminyum filtreli röntgen cihazı kullanılarak çekilmiştir. Panoramik radyografler çekilirken klinik Frankfurt Horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde ve hastanın yüz orta hattı yere dikey olacak şekilde baş konumlandırılmıştır.<sup>120</sup>

Panoramik radyografilerde sağ ve sol orbitanın alt noktaları birleştirilerek üst çene referans doğrusu<sup>121</sup> oluşturulmuştur. Kanin dişlerin kök kanallarının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru ile kanin eksenini, molar dişlerin palatinal kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru ile molar eksenini oluşturulmuştur. Bu eksenlerin üst çene referans doğrusu ile yaptığı açılar ölçülüp ilgili dişlerdeki açısal değişiklikler değerlendirilmiştir. Bu ölçümler için Gwyddion 2.53 programı kullanılmıştır.

### **3.1.3.1. Panoramik Radyografide Kullanılan Noktalar Ve Doğrular**

#### **Panoramik Radyografide Kullanılan Referans Noktaları**

1. ROr: Sağ orbitanın en alt noktasıdır.
2. LOr: Sol orbitanın en alt noktasıdır.

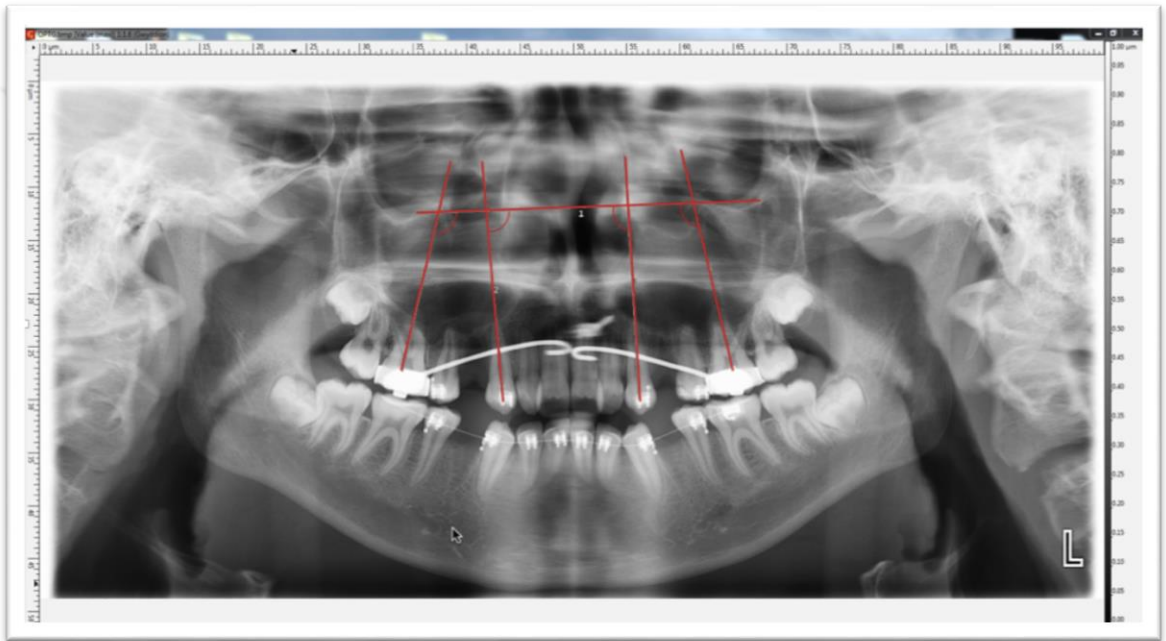
#### **Panoramik Radyografide Kullanılan Doğrular**

1. ROr-LOr (Üst Çene Referans Doğrusu): sağ orbitanın en alt noktası ile sol orbitanın en alt noktasını birleştiren doğrudur (Şekil 3.4).
2. 13K: Sağ üst kanin dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğrudur (Şekil 3.4).
3. 23K: Sol üst kanin dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğrudur (Şekil 3.4).
4. 16M: Sağ üst birinci molar dişin palatinal kökünün apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğrudur (Şekil 3.4).
5. 26M: Sol üst birinci molar dişin palatinal kökünün apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğrudur (Şekil 3.4).

#### **Panoramik Radyografide Kullanılan Açısal Ölçümler**

1. 13K ve ROr-LOr doğrusu arasında oluşan açıdır (Sağ Kanin Angulasyon Açısı) (Şekil 3.4).

2. 23K ve ROr-LOr doğrusu arasında oluşan açıdır (Sol Kanin Angulasyon Açısı) (Şekil 3.4).
3. 16M ve ROr-LOr doğrusu arasında oluşan açıdır (Sağ Molar Angulasyon Açısı) (Şekil 3.4).
4. 26M ve ROr-LOr doğrusu arasında oluşan açıdır (Sol Molar Angulasyon Açısı) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Panoramik değerlendirmede kullanılan açısal ölçümler.

### 3.1.4. Dijital Model Değerlendirmesi

Çalışmaya dahil edilen hastaların kanin retraksiyonuna başlamadan önce (T1) ve retraksiyon tamamlandıktan sonra (T2) ağız içi taramaları 3Shape TRIOS 3 (Copenhagen, Denmark) cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.5). Bu cihaz, bir ağız içi tarayıcı ve tarayıcıdan gelen bilgileri kaydeden ve işleyen bir bilgisayardan oluşmaktadır. Ağız içi tarayıcı, dişlerin ve çenelerin 3 boyutlu dijital modellerini oluşturmak için kullanılan elektronik bir cihazdır ve dişlerin tüm yüzeylerinin



fotoğrafını saniyede yüzlerce kez çekmektedir. Çekilen fotoğraflar özel program sayesinde bir araya getirilerek 3 boyutlu bir görüntü elde edilmektedir.

Çalışmamızdaki bütün hastaların modelleri stl (stereolithography) formatında elde edilmiş ve daha sonra dwg formatına dönüştürülerek Autocad (version O.49.0.0; Autodesk, San Rafael, California) yazılımına aktarılmıştır (Şekil 3.6). Stereolithography (stl), 3 boyutlu tasarlanmış modelin yüzeylerinin matematiksel bir sıra içerisinde çok sayıda üçgene bölünmesiyle yaratılan ve bu üçgenlerin kendi normali ve üç adet noktasıyla 3 boyutlu modeli temsil ettiği bir formattır. Üçgenlerin sayısı arttıkça 3 boyutlu modelin detay seviyesi de aynı oranda artmaktadır. Autocad programı; Amerika merkezli Autodesk firması tarafından geliştirilen bilgisayar destekli bir tasarım (CAD) programı olup, bu programda çizimler görüntü kalitesi bozulmadan rahatlıkla büyütülüp küçültülebilmekte ve iki ve/veya üç boyutlu çizimler kolaylıkla yapılabilmektedir. Autocad programının resmi dosya uzantısı olan 'dwg' ile bu programdaki çizimler kaydedilerek başka bilgisayarlarda da kolaylıkla açılabilir. Modeller Autocad yazılımında 1:1 oranında ölçeklendirilmiştir.

3 boyutlu dijital modeller üzerinde yumuşak dokudaki sutura palatina media'nın üzerinde yer alan insiziv papilin distalindeki anterior rafe noktası ile fovea santralis hizasında posterior rafe noktası belirlenerek dikey referans doğrusu oluşturulmuştur.<sup>122</sup> Sağ ve sol kanin dişlerin mezial ve distal kontak noktaları ile tüberkül tepeleri, üst birinci molar dişlerin ise mezio-bukkal tüberkül tepeleri dişsel ölçüm noktaları olarak belirlenmiştir.

Kanın dişlerin kaç derecelik rotasyon<sup>23,91</sup> yaptığını belirlemek için mezial ve distal kontak noktalarını birleştiren doğru ile dikey referans doğrusu arasındaki açı retraksiyon öncesi ve sonrası alınan 3 boyutlu dijital ortodontik modellerde Autocad

programını kullanılarak ölçülmüştür. Bu ölçümle retraksiyon sonrası kanin dişlerde oluşan rotasyon açısı tespit edilmiştir.

Kanin dişlerin retraksiyon miktarlarının belirlenmesi için kanin dişlerin tüberkül tepeleri ile birinci molar dişlerin mezio-bukkal tüberkül tepeleri arası mesafe retraksiyon öncesi ve sonrası alınan dijital ortodontik modellerde Autocad programını kullanılarak ölçülmüştür.

Retraksiyon başlangıcındaki ve bitişindeki tarihler sağ ve sol taraf için ayrı ayrı kaydedilmiştir ve her iki gurup için retraksiyon süresi ay bazında hesaplanmıştır. Kanin retraksiyonuna başlamadan önce ölçülen kanin dişlerin tüberkül tepeleri ve birinci molar dişlerin mezio-bukkal tüberkül tepeleri arası mesafe retraksiyon süresine bölünmüş ve aylık ortalama kanin retraksiyon hızı (mm/ay) hesaplanmıştır.

#### **3.1.4.1. Dijital Model Değerlendirmesinde Kullanılan Referans Noktaları ve Doğrular**

##### **Dijital Model Değerlendirmesinde Kullanılan Referans Noktaları**

1. RCm: Sağ üst kanin dişin mezial kontak noktası.
3. RCt: Sağ üst kanin dişin tüberkülünün tepe noktası.
4. RCd: Sağ üst kanin dişin distal kontak noktası.
5. LCm: Sol üst kanin dişin mezial kontak noktası.
7. LCt: Sol üst kanin dişin tüberkülünün tepe noktası.
8. LCD: Sol üst kanin dişin distal kontak noktası.
9. RMmb: Sağ üst birinci molar dişin mezio-bukkal tüberkülünün tepe noktası.
10. LMmb: Sol üst birinci molar dişin mezio-bukkal tüberkülünün tepe noktası.

##### **Dijital Model Değerlendirmesinde Kullanılan Doğrular**

1. Dikey Referans Doğrusu: Anterior rafe noktası ve posterior rafe noktalarını birleştiren doğrudur (Şekil 3.8).

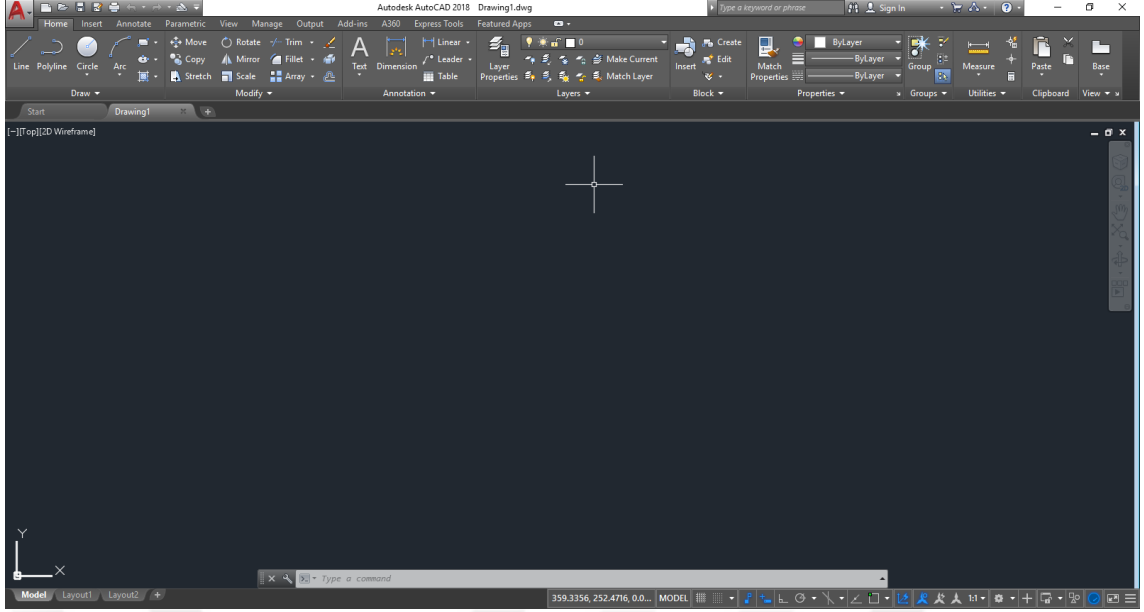
2. Sağ Kanin Aksı: Sağ üst kanin dişin mezial kontak noktası ile distal kontak noktasını birleştiren doğru (Şekil 3.8).
3. Sol Kanin Aksı: Sol üst kanin dişin mezial kontak noktası ile distal kontak noktasını birleştiren doğru (Şekil 3.8).

### **Dijital Model Değerlendirmesinde Kullanılan Ölçümler**

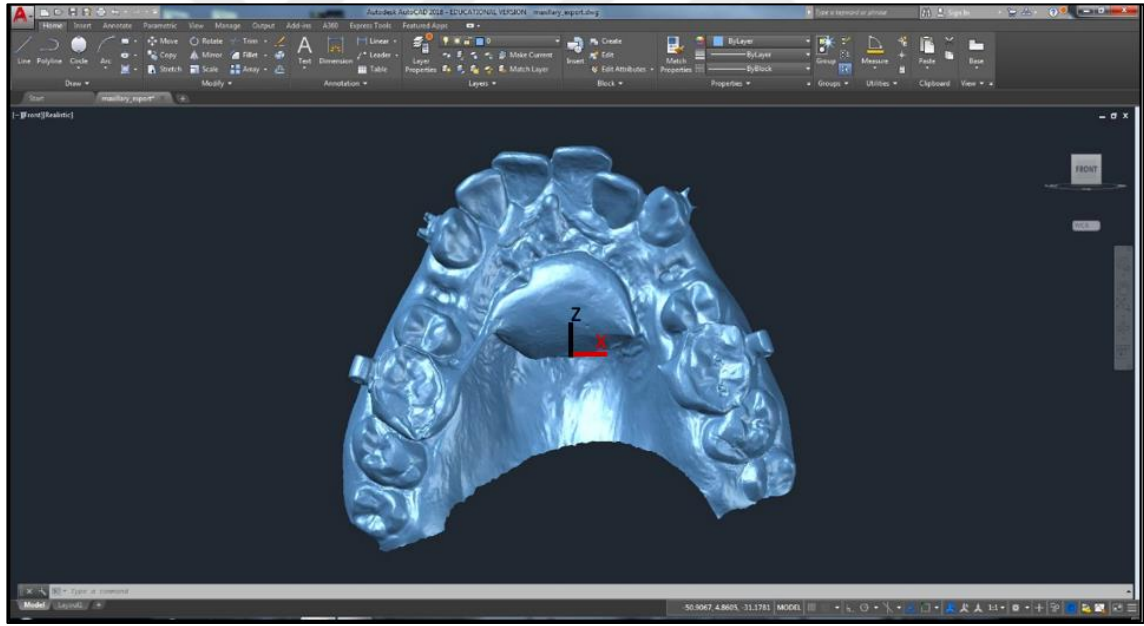
1. Diş Hareketi Ölçümü-Sağ: Sağ üst kanin dişin tüberkül tepesi ile sağ üst birinci molar dişin mezio-bukkal tüberkül tepesi arası mesafedir (Şekil 3.9).
2. Diş Hareketi Ölçümü-Sol: Sol üst kanin dişin tüberkül tepesi ile sol üst birinci molar dişin mezio-bukkal tüberkül tepesi arası mesafedir.
3. Sağ Kanin Rotasyon Açısı: Sağ üst kanin aksının dikey referans doğrusu ile yaptığı açıdır (Şekil 3.10).
4. Sol Kanin Rotasyon Açısı: Sol üst kanin aksının dikey referans doğrusu ile yaptığı açıdır (Şekil 3.10).



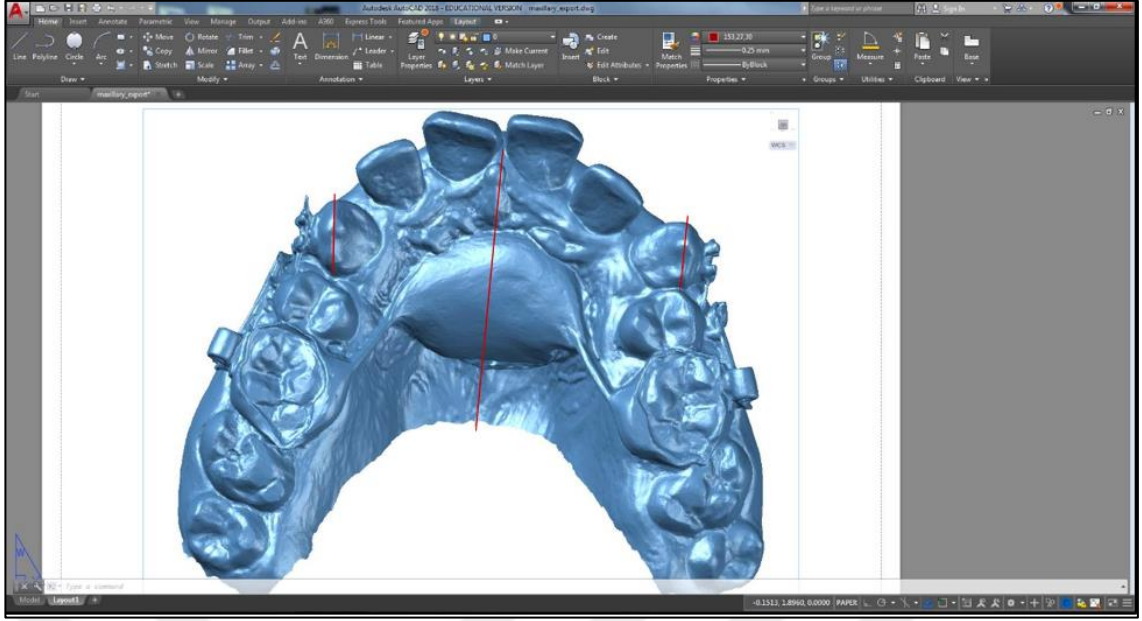
**Şekil 3.5.** 3 Shape TRIOS 3 cihazı.



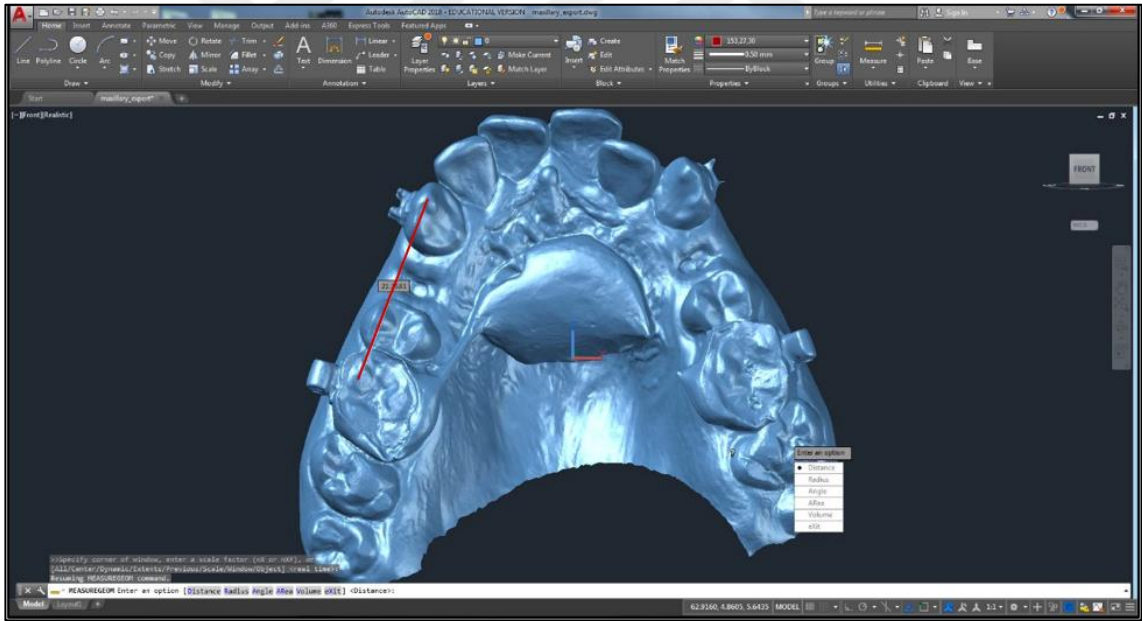
Şekil 3.6. Autocad programının masaüstü görünümü.



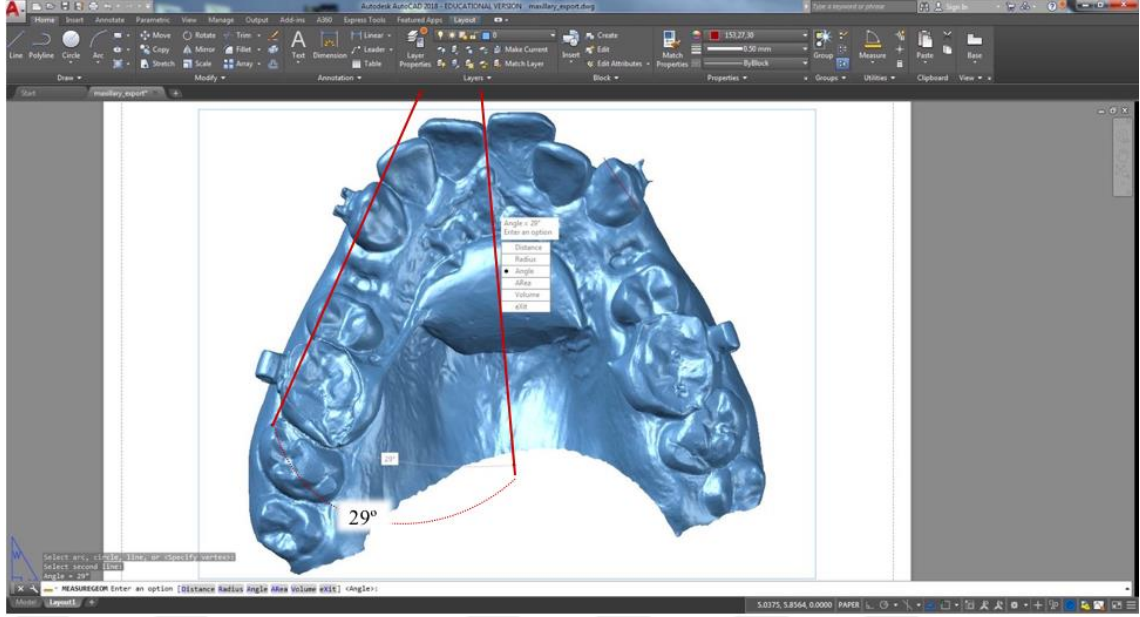
Şekil 3.7. Autocad programında 3 boyutlu dijital model görünümü.



Şekil 3.8. 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan referans doğruları.



Şekil 3.9. 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan lineer ölçüm.



Şekil 3.10. 3 boyutlu dijital model değerlendirilmesinde kullanılan açısız ölçüm.

### 3.2. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda elde edilen bulguların istatistiksel analizleri için IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 25.0 yazılımı kullanılmıştır.

Parametreler, Kolmogorov-Smirnov testi ve Histogram ile kontrol edilerek normal dağılım gösteren ve göstermeyen parametreler belirlenmiştir. Çalışmamızda normal dağılım göstermeyen parametre bulunmamıştır. Grup içi karşılaştırmalarda Eşleştirilmiş T Test (Paired-Samples T test) uygulanırken, gruplar arası karşılaştırmalarda Bağımsız Örneklem T Test'i (Independent-Samples T test) yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirmelerde önemlilik sınırı  $p < 0.05$  olarak alınmıştır.

### 3.3. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Metot hatasını değerlendirmek amacıyla rastgele seçilen 20 adet panoramik radyografi ve dijital ortodontik model üzerinde yapılan tüm ölçümler, ilk ölçümlerden yaklaşık 1 ay sonra aynı araştırmacı tarafından tekrarlanmıştır. Birinci ve ikinci ölçümler arasındaki metot hatasını değerlendirmek amacıyla Houston<sup>123</sup> tarafından önerilen analiz kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen 20 hastanın kanin retraksiyonu öncesi kronolojik yaş dağılımlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik bulgular Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalaması.

Birey Sayısı	Ortalama Yaş (Yıl)	Minimum	Maksimum	Standart sapma
20	17.67	13.08	19.58	1.46

Üç boyutlu dijital model üzerinde ve panoramik radyografi üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğine ilişkin metot hata değeri sonuçları Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Bu analiz sonucunda incelenen tüm ölçümlerin yüksek güvenilirlik katsayısına sahip olduğu (0.90-0.99) belirlenmiştir.

**Tablo 4.2.** Ölçümlerin güvenilirlik katsayıları

Parametre	Güvenilirlik katsayısı
Kanin Rotasyon Açısı (sağ)	0.939
Kanin Rotasyon Açısı (sol)	0.997
Diş Hareketi (sağ)	0.918
Diş Hareketi (sol)	0.912
Kanin Angulasyon Açısı (sağ)	0.965
Kanin Angulasyon Açısı (sol)	0.982
Molar Angulasyon Açısı (sağ)	0.962
Molar Angulasyon Açısı (sol)	0.953

### 4.1. Grup İçi Karşılaştırmalar

#### 4.1.1. Panoramik Bulgular

##### 4.1.1.1. 75 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce alınan panoramik kayıtlara göre yapılan ölçümlerde, üst çene referans doğrusu ile kanin diş eksenindeki açı

minimum 76.30°, maksimum 98.70° ve ortalama 89.92° bulunmuş olup, retraksiyon sonrasında ise bu açı minimum 83.50°, maksimum 121.40° ve ortalama 103.74° gözlenmiştir (Tablo 4.3).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta kanin dişin retraksiyonla ortalama 13.82° distale devrildiği görülmüştür (Tablo 4.5). Bu devrilme miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ).

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce alınan panoramik kayıtlara göre yapılan ölçümlerde üst çene referans doğrusu ile molar diş eksenindeki açı minimum 85.60°, maksimum 101.60° ve ortalama 93.39° bulunmuş olup; retraksiyon sonrasında bu açı minimum 80.20°, maksimum 103.70° ve ortalama 90.81° olarak gözlenmiştir (Tablo 4.3).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta molar dişin ortalama 2.58° meziale devrildiği görülmüştür (Tablo 4.5). Bu devrilme miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

#### **4.1.1.2. 150 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular**

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce alınan panoramik kayıtlara göre yapılan ölçümlerde, üst çene referans doğrusu ile kanin diş eksenindeki açı minimum 81.20°, maksimum 97.00° ve ortalama 87.80° bulunmuş olup, retraksiyon sonrasında ise bu açı minimum 92.40°, maksimum 121.50° ve ortalama 106.28° olarak gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta kanin dişin retraksiyonla ortalama 18.48° distale devrildiği görülmüştür (Tablo 4.6). Bu devrilme miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ).

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce panoramik kayıtlara göre yapılan ölçümlerde üst çene referans doğrusu ile molar diş eksenindeki açı



minimum 85.30°, maksimum 105.20° ve ortalama 94.23° bulunmuş olup, retraksiyon sonrasında ise bu açı minimum 73.70°, maksimum 101.90° ve ortalama 90.55° gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta molar dişin ortalama 3.68° meziale devrildiği görülmüştür (Tablo 4.6). Bu devrilme miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

#### **4.1.2. Dijital Model Bulguları**

##### **4.1.2.1. 75 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular**

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce alınan dijital model kayıtlarına göre yapılan ölçümlerde dikey referans doğrusu ile kanin dişler arasındaki açı minimum 18.00°, maksimum 61.00° ve ortalama 39.10° bulunmuş olup, retraksiyon sonrasında ise bu açı minimum -5.00°, maksimum 37.00° ve ortalama 9.85° olarak gözlenmiştir (Tablo 4.3).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta kanin diş ortalama 29.25° disto-palatinal rotasyon göstermiştir (Tablo 4.5). Bu rotasyon miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ).

Yapılan dijital model ölçümlerine göre 75 gr kuvvet uygulanan grupta kanin dişin distale hareketi 6.09 mm olarak gözlenmiş olup bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ) (Tablo 4.5).

##### **4.1.2.2. 150 gr Kuvvet Uygulanan Gruba Ait Bulgular**

Çalışmamızda kanin retraksiyonuna başlamadan önce alınan dijital model kayıtlarına göre yapılan ölçümlerde dikey referans doğrusu ile kanin dişler arasındaki açı minimum 18.00°, maksimum 68.00° ve ortalama 33.95° bulunmuş olup, retraksiyon sonrasında ise bu açı minimum -20.00°, maksimum 17.00° ve ortalama 2.80° olarak gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Çalışmamızın sonucunda kanin retraksiyonu sonrasında bu grupta kanin diş ortalama 31.15° disto-palatinal rotasyon göstermiştir (Tablo 4.6). Bu rotasyon miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ).

Yapılan dijital model ölçümlerine göre 150 gr kuvvet uygulanan grupta kanin dişin distale hareketi 7.64 mm olarak gözlenmiş olup bu değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ) (Tablo 4.6).



**Tablo 4.3.** 75 gr kuvvet grubuna ait tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ölçümü yapılan parametrelere ait tanımlayıcı veriler

75 gr kuvvet grubu	Tedavi Öncesi					Tedavi Sonrası			
	n	Min.	Max.	Ort.	Std. sapma	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapma
Kanin Rotasyon Açısı	20	18.00	61.00	39.10	12.07	-5.00	37.00	9.85	12.13
Diş Hareketi	20	18.41	23.72	21.07	1.25	12.41	17.39	14.98	1.06
Kanin Angulasyon Açısı	20	76.30	98.70	89.92	6.47	83.50	121.40	103.74	9.27
Molar Angulasyon Açısı	20	85.60	101.60	93.39	4.16	80.20	103.70	90.81	5.73

**Tablo 4.4.** 150 gr kuvvet grubuna ait tedavi öncesi ve tedavi sonrasında ölçümü yapılan parametrelere ait tanımlayıcı veriler

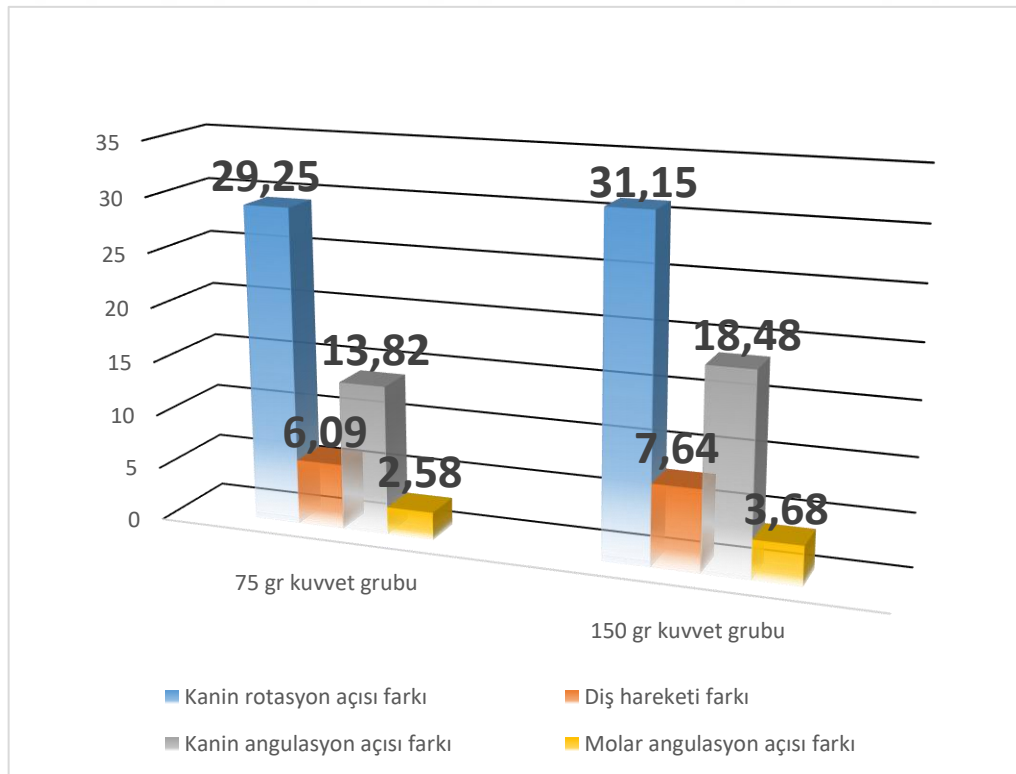
150 gr kuvvet grubu	Tedavi Öncesi					Tedavi Sonrası			
	n	Min.	Max.	Ort.	Std. sapma	Min.	Max.	Ort.	Std. Sapma
Kanin Rotasyon Açısı	20	18.00	68.00	33.95	10.52	-20.00	17.00	2.80	9.11
Diş Hareketi	20	18.79	25.89	21.60	1.49	11.30	16.38	13.96	1.20
Kanin Angulasyon Açısı	20	81.20	97.00	87.80	4.57	92.40	121.50	106.28	6.53
Molar Angulasyon Açısı	20	85.30	105.20	94.23	5.79	73.70	101.90	90.55	7.55

**Tablo 4.5.** 75 gr kuvvet grubunda ölçümü yapılan parametrelerin farklarına ait istatistik değerleri.

75 gr Kuvvet Grubu			
Parametreler	Ortalama	Standart sapma	p
Kanin Rotasyon Açısı Farkı	29.25	8.74	0.000
Diş Hareketi Farkı	6.09	1.46	0.000
Kanin Angulasyon Açısı Farkı	13.82	7.21	0.000
Molar Angulasyon Açısı Farkı	2.58	4.99	0.032

**Tablo 4.6.** 150 gr kuvvet grubunda ölçümü yapılan parametrelerin farklarına ait istatistik değerleri.

150 gr Kuvvet Grubu			
Parametreler	Ortalama	Standart sapma	p
Kanin Rotasyon Açısı Farkı	31.15	8.36	0.000
Diş Hareketi Farkı	7.64	1.59	0.000
Kanin Angulasyon Açısı Farkı	18.48	5.78	0.000
Molar Angulasyon Açısı Farkı	3.68	5.37	0.006



**Şekil 4.1.** 75 gr kuvvet grubu ve 150 gr kuvvet grubuna ait ölçümler için farklar grafiği.

## 4.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

### 4.2.1. Kanin Retraksiyon Süreleri

75 gr kuvvet uygulanan grupta kanin retraksiyonu süresi minimum 2.66 ay, maksimum 7.66 ay ve ortalama  $4.46 \pm 1.34$  ay olup 150 gr kuvvet uygulanan grupta ise minimum 2.66 ay, maksimum 7.66 ay ve ortalama  $4.23 \pm 1.25$  ay olarak gerçekleşmiş ve ortalama retraksiyon sürelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4.7).

75 gr kuvvet uygulanan grupta aylık kanin diş hareket miktarı minimum 0.69 mm/ay, maksimum 2.55 mm/ay ve ortalama 1.46 mm/ay olup 150 gr kuvvet uygulanan grupta aylık kanin diş hareket miktarı minimum 0.74 mm/ay, maksimum 3.68 mm/ay, ortalama 1.93 mm/ay olarak gözlenmiş ve ortalama aylık diş hareketi miktarlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Tablo 4.8). Aylık ortalama diş hareketi miktarı, 150 gr kuvvet uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur.

**Tablo 4.7.** Kanin retraksiyon sürelerinin karşılaştırması.

	Süre					
	n	Min.	Max.	Ortalama	Standart sapma	p
<b>75 gr kuvvet grubu</b>	20	2.66	7.66	4.46	1.34	0.585
<b>150 gr kuvvet grubu</b>	20	2.66	7.66	4.23	1.25	

**Tablo 4.8.** Aylık diş hareket miktarının karşılaştırması.

	Mesafe/ay					
	n	Min.	Max.	Ortalama	Standart sapma	p
<b>75 gr kuvvet grubu</b>	20	0.69	2.55	1.46	0.49	0.011
<b>150 gr kuvvet grubu</b>	20	0.74	3.68	1.93	0.63	

#### **4.2.2. Panoramik Bulgular**

Kanin dişlerde, retraksiyonla 150 gr kuvvet grubunda 75 gr kuvvet grubuna nazaran istatistiksel olarak önemli şekilde daha fazla distale devrilme meydana gelmiş ve bu sebeple kanin diş angulasyonunda gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklı değişim bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Tablo 4.9).

Molar dişlerde ise, retraksiyonla gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklı bir değişim meydana gelmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.9).

#### **4.2.3. Dijital Model Bulguları**

Kanin diş rotasyonlarında meydana gelen değişimlerde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.9).

Retraksiyon sırasında kanin dişinde 75 gr kuvvet uygulanan grupta ortalama 6.09 mm hareket ve 150 gr kuvvet uygulanan grupta ortalama 7.64 mm hareket gözlenmiş olup, gözlemlenen bu diş hareket miktarları gruplar arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklı bulunmuştur ( $p<0.01$ ) (Tablo 4.9).

**Tablo 4.9.** Ölçümü yapılan parametrelerde meydana gelen değişimlerin gruplar arası karşılaştırma sonuçları

	Grup	Ortalama	Standart sapma	p
Kanin Rotasyon Açısı (T1)	75 gr kuvvet grubu	39.10	12.07	0.158
	150 gr kuvvet grubu	33.95	10.52	
Kanin Rotasyon Açısı (T2)	75 gr kuvvet grubu	9.85	12.13	0.045
	150 gr kuvvet grubu	2.80	9.11	
Kanin Rotasyon Açısı-fark-	75 gr kuvvet grubu	29.25	8.74	0.487
	150 gr kuvvet grubu	31.15	8.36	
Diş Hareketi (T1)	75 gr kuvvet grubu	21.07	1.25	0.229
	150 gr kuvvet grubu	21.60	1.49	
Diş Hareketi (T2)	75 gr kuvvet grubu	14.98	1.06	0.007
	150 gr kuvvet grubu	13.96	1.20	
Diş Hareketi-fark-	75 gr kuvvet grubu	6.09	1.46	0.003
	150 gr kuvvet grubu	7.64	1.59	
Kanin Angulasyon Açısı (T1)	75 gr kuvvet grubu	89.92	6.47	0.239
	150 gr kuvvet grubu	87.80	4.57	
Kanin Angulasyon Açısı (T2)	75 gr kuvvet grubu	103.74	9.27	0.324
	150 gr kuvvet grubu	106.28	6.53	
Kanin Angulasyon Açısı-fark-	75 gr kuvvet grubu	13.82	7.21	0.030
	150 gr kuvvet grubu	18.48	5.78	
Molar Angulasyon Açısı (T1)	75 gr kuvvet grubu	93.39	4.16	0.601
	150 gr kuvvet grubu	94.23	5.79	
Molar Angulasyon Açısı (T2)	75 gr kuvvet grubu	90.81	5.73	0.903
	150 gr kuvvet grubu	90.55	7.55	
Molar Angulasyon Açısı-fark-	75 gr kuvvet grubu	2.58	4.99	0.506
	150 gr kuvvet grubu	3.68	5.37	

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Materyal Metot Değerlendirilmesi

Çalışmamıza toplam 20 birey dahil edilmiş olup, bu bireylerde üst birinci premolar dişler çekilmiş ve maksimum ankraj ile kanin retraksiyonu yapılmıştır. Dahil edilen bireylerin yaş ortalaması  $17.67 \pm 1.46$  yıl, yaş aralığı ise 13.08-19.58 yıldır. Literatürde, kanin retraksiyonu çalışmalarına dahil edilen bireylerin geniş bir yaş dağılım aralığına sahip olduğu görölmektedir.<sup>22,24,93,94,117,124-129</sup> Çalışmamızdaki hastaların yaş aralığı çok sayıdaki çalışmada belirtilen yaş aralığı ile<sup>26,94,117,125</sup> benzerlik göstermektedir.

Sınıf II malokluzyon bulunan hastalarda ortodontik tedavi genellikle overjeti azaltmak ve/veya bimaxiller protrüzyon vakalarında da dudak belirginliğini azaltmak için birinci premolar dişlerin çekilmesini ve ardından keser dişlerin retraksiyonunu içermektedir.<sup>130,131</sup> Sıklıkla çekimi tercih edilen dişler, daimi birinci premolar dişler olmaktadır.<sup>132</sup> Çalışmamızda da daimi birinci premolar dişlerin çekimi yapılan bireyler tercih edilmiştir.

Çekimli ortodontik tedavilerde ankraj kontrolü çok önemli olmakla birlikte etkili ve güvenilir bir ankraj yöntemi tedavinin başarısını arttırmaktadır.<sup>126</sup> Ankraj kaybetmeden kanin dişlerin distal hareketini gerçekleştirmek için çeşitli yöntemler tarif edilmiştir olup posterior dişlerin distal tippingi, molar dişlere bukkal kök torqu verilmesi ve hafif kuvvetlerinin uygulanması sıklıkla klinisyenler tarafından kullanılmaktadır. Headgearler, transpalatal arklar (TPA'lar) ve Nance apareyleri, aynı amaç için tasarlanmış ve klinik tedavi sırasında ankrajı arttırmak için rutin olarak kullanılmaktadır.<sup>80</sup> Headgear gibi ekstraoral apareyler ankraj kontrolünde etkili olmasına rağmen, birçok hasta sosyal ve estetik kaygılar nedeniyle takmayı reddetmekte ve bu durum tedavinin başarısını tamamen hasta kooperasyonu ile



dayandırmaktadır.<sup>133,134</sup> Bobak ve ark.<sup>135</sup>, TPA'nın, ortodontik ankrajı güçlendirme kabiliyetine sahip olmadığını iddia etmişlerdir. Zablocki ve ark.<sup>136</sup>, maksimum ankraj gereken durumlarda TPA'dan farklı alternatif ankraj arttırma yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. İmplantın diş hekimliğinde kullanıma girmesinden sonra ortodontik ankraj kaynağı olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Özel olarak tasarlanmış ortodontik implantlar alveoler kemik, retromolar bölge, midpalatal alan, lingual ve bukkal kortikal kemik gibi farklı bölgelere yerleştirilebilmektedir.<sup>126</sup> Palatal bölgeye yerleştirilen mini vidaların kullanım kolaylığının olması, stabil olması, hasta kooperasyonundan bağımsız olması ve daha estetik olmaları gibi avantajları bulunmaktadır.<sup>137,138</sup> Yapılan çalışmalarda palatal implantların daha iyi ankraj sağladığı da gösterilmiştir.<sup>139,140</sup> Çalışmamızda bu sebeplerle ankrajı arttırmak amacıyla palatal bölgeye yapılan vida destekli Nance apareyi tercih edilmiştir. Mini vida destekli Nance apareyi uygulaması ile ankraj kaybının olmadığı düşünülmektedir.<sup>138</sup>

Kanın dişlerin ve birinci molar dişlerin kanin retraksiyonu öncesi ve sonrası mezio-distal yöndeki devrilme miktarlarını belirlemek amacıyla panoramik radyografiler kullanılmıştır. Lucchesi ve ark.<sup>141</sup> ile Ursi ve ark.<sup>121</sup>, panoramik filmler üzerinde dişlerin aksiyel eğimlerini tespit etmek için yapılan ölçümlerin en az diğer filmlerden elde edilen kayıtlar kadar güvenilir olduğunu tespit etmişlerdir.

Fonksiyon ve estetik açıdan büyük öneme sahip olan kanin dişlerin retraksiyonu, sürtünmeli veya sürtünmesiz sistemlerle yapılmaktadır.<sup>16</sup> Sürtünmeli sistemde kanin dişlere kuvvet devamlı ark teli üzerinde uygulanmakta ve sürtünme kuvveti oluşmaktadır.<sup>8</sup> Sürtünmesiz sistemde ise diş ark ile birlikte hareket ettirilmekte, hareket çeşitli loop ve springler ile sağlanmaktadır.<sup>4(s.452-453)</sup> Sürtünme kuvvetinin eliminasyonu için birçok çalışmada sürtünmesiz sistemler ile kanin retraksiyonu tercih edilmiştir.<sup>70,72,11,118</sup> Çalışmamızda da sürtünme kuvvetini ortadan kaldırmak amacıyla

sürtünmesiz sistem tercih edilmiştir. Prefabrik springlerin fabrikasyon olmaları, tekdüze geometri, form ve boyutta olmaları ile uygulayacakları kuvvet düzeylerinin sabit olması sebebiyle standart oldukları kabul edilmektedir.<sup>33</sup> Çalışmamızda, standardizasyonu sağlamak amacıyla prefabrik bir spring olan Ladanyi Spring tercih edilmiştir. Ayrıca, aynı hasta üzerinde, tek bir mekanikle farklı kuvvetler uygulanarak kanin retraksiyonu gerçekleştirilmiş böylece bireysel farklılıklardan oluşabilecek değişimleri önlemek amaçlanmıştır.

Kanin retraksiyonu için gerekli olan optimum kuvvete yönelik birçok çalışma yapılmasına rağmen, optimum kuvvet miktarı konusunda fikir birliğine varılamamıştır. İdeal kanin retraksiyonu için Quinn ve Yoshikawa<sup>14</sup> 100-200 gr arası kuvvetin optimum olduğunu, Storey<sup>18</sup> kuvvetin 175-300 gr arasında, Chung ve ark.<sup>20</sup> 125-310 gr arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Sleichter<sup>15</sup> 150-200 gr arası kuvvetlerin kanin dahil çoğu diş hareketi için, Burstone ve Koenig<sup>16</sup> 200 gr kuvvetin kanin retraksiyonu için yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Nikolai<sup>17</sup>, 33 gr/cm<sup>2</sup>lik kuvvetin teorik olarak optimum olduğunu, kanin retraksiyonunda devrilme hareketi için 60 gr, paralel hareket için 210 gr kuvvetin yeterli olduğunu bildirmiştir. Deguchi ve ark.<sup>19</sup> kanin dışın yaklaşık olarak ayda 1 mm hareket edebilmesi için en az 100 gr kuvvetin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Iwasaki ve ark.<sup>73</sup> etkili bir diş hareketi için 18 gr kuvvetin yeterli olacağını ve optimum kuvvetin 100 gr'dan daha düşük olması gerektiğini belirtmişlerdir. Lee<sup>74</sup> üst kaninlerin retraksiyonu için 150-260 gr kuvvet uygulanmasını önermiştir. Reitan<sup>46</sup>, kaninlerin paralel hareketi için yaklaşık 250 gr kuvvet uygulanmasını önermiştir. Boester ve Johnston<sup>72</sup> 140, 255 ve 310 gr kuvvetlerle yaptıkları kanin retraksiyonunda, bu üç kuvvet miktarı için diş hareketinde aralarında anlamlı bir fark bulmazken, 55 gr kuvvette anlamlı derecede düşük hareket gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda kanin retraksiyonu amacıyla hastaların sağ üst kanin

dişlerine 75 gr kuvvet, sol üst kanin dişlerin 150 gr kuvvet uygulanmış ve iki farklı kuvvet değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda hasta randevuları 4 haftada bir olacak şekilde ayarlanmıştır ve bu aktivasyon aralığı yapılan çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir.<sup>11,19,23,94</sup>

## **5.2. Panoramik Ölçümler ile Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi**

Çalışmamızda, segmental kanin retraksiyonu ile kanin dişte görülen distale devrilme miktarı 75 gr kuvvet uygulanan tarafta ortalama 13.82°, 150 gr kuvvet uygulanan tarafta ise 18.48° dir. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çalışmamızda, segmental kanin retraksiyonu ile molar dişte görülen meziale devrilme miktarı 75 gr kuvvet uygulanan tarafta ortalama 2.58°, 150 gr kuvvet uygulanan tarafta ise 3.68° dir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çalışmamızdaki bu bulgular, Ladanyi spring ile yapılan segmental kanin retraksiyonunun hem 75 gr kuvvet uygulanan grupta hem de 150 gr kuvvet uygulanan grupta önemli miktarda kanin dişlerde distale devrilme ile sonuçlandığını göstermektedir. Kanin retraksiyonu ile ilgili çalışmalarda, retraksiyon sonrası kanin dişlerde kaçınılmaz olarak distale devrilme olduğu konusunda araştırmacılar hemfikirdir.<sup>10,21-24,87,94,117,118,142-144</sup>

Bazı araştırmacılar segmental arka kanin retraksiyonu sonrası kanin dişlerde çalışmamızda görülen distale devrilme miktarlarına yakın bulgular elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>21,118</sup>

Çetinşahin<sup>21</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, kanin dişte zigoma ankrajı kullanılan grupta 11.93° ve ankraj ile desteklenmeyen grupta ise 13.03° distale devrilme olduğunu tespit etmiştir.

Toroğlu ve ark.<sup>118</sup>, 100 gr kuvvet uygulayarak Ladanyi spring ve LasVegas springin etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanin dişte Ladanyi spring grubunda 12.31° ve LasVegas spring grubunda ise 12.75° distale devrilme olduğunu tespit etmişlerdir.

Ancak, diğer bazı araştırmacılar ise hem devamlı ark teli üzerinde yapılan kanin retraksiyonu ve hem de segmental ark telleri ile yapılan kanin retraksiyonu sonrası kanin dişlerde daha az distale devrilme gözlemlediklerini rapor etmişlerdir.<sup>10,22-24,87,94,117,143,144</sup>

Ziegler ve Ingervall<sup>23</sup>, sürtünmesiz sistemde 160 gr kuvvet sürtünmeli sistemde ise yaklaşık 200 gr kuvvet uygulayarak bu iki sistemi karşılaştırdıkları çalışmalarında, 6 mm'lik kanin retraksiyonu sonucunda, PG spring uygulanan tarafta kanin dişlerde 4.5°, elastik zincir kullanılan tarafta ise 8.5° distale devrilme saptamışlardır.

Hayashi ve ark.<sup>10</sup>, 102 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, 2 aylık kanin retraksiyonu sonucunda Ricketts kanin rekraktörü uygulanan tarafta 7.89°, kayma mekaniği ile 7.94° distale devrilme meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Huffman ve Way<sup>87</sup>, Pletcher spring ile 200 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, 10 haftalık sürede kanin dişlerde retraksiyon sonucu 0.016 in arkta 5.30° ve 0.020 in arkta 1.70° distal devrilme olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dinçer ve İşcan<sup>94</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonunda farklı segmental arkların etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanin dişlerde tersine kapayıcı (reverse closing) looplu retraksiyon arkı ile 5.4° ve PG retraksiyon springi ile 3.3° distale devrilme olduğu sonucuna varmışlardır.

Odabaş<sup>24</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak 3 farklı ağız içi ankraj sistemi ile kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, kanin dişlerde 4-5° distale devrilme rapor etmiştir.

Kök<sup>22</sup>, prefabrik springler ile 75 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, kanin dişlerde Ladanyi spring uygulanan tarafta 7.08° distale ve LasVegas spring uygulanan tarafta 5.50° meziale devrilme tespit etmiştir.

Herman ve ark.<sup>142</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları pilot bir çalışmada, mini vida ankrajı kullanarak Ni-Ti coil springlerle kanin retraksiyonu sonucunda çalışma grubunun %57'sinde gövdesel hareket, %29'unda hafif derecede distale devrilme ve %14'ünde aşırı distale devrilme saptamışlardır.

Sueri ve Türk<sup>143</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak laceback ve süperelastik Ni-Ti coil springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, laceback uygulanan grupta kanin dişlerin distale devrilme miktarının 4.50° ve coil spring grubunda ise kanin dişlerin distale devrilme miktarının 11.63° olduğunu tespit etmişlerdir.

Mehta ve Sable<sup>144</sup>, 0.017x0.025 inç TMA T loop ve 0.016x0.022 inç paslanmaz çelik T loop ile 200 gr kuvvet uygulayarak 4 ay süreyle kanin retraksiyonu yaptıkları çalışmalarında, kanin dişlerde TMA T loop ile 7.83° ve paslanmaz çelik T loop ile 10° distale devrilme tespit etmişlerdir.

Bu araştırmacıların daha az distale devrilme rapor etmelerinin sebeplerinin kullanılan apaceylerin, uygulanan kuvvetlerin, hastaların yaş aralığının, retraksiyon süresinin ve miktarının çalışmamızdakilerden farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda gruplar arasında gözlemediğimiz bulgumuzu, aynı mekaniği farklı kuvvet uygulamaları ile karşılaştıran çalışmalar olmadığından karşılaştırma imkanımız bulunmamaktadır. Ancak, kuvvet miktarının arttırımıyla diş hareketinin de

arttığı göz önüne alındığında, bu grupta daha fazla devrilme gözlenmesinin normal bir sonuç olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca, apareyin dizaynını dikkate aldığımızda, kuvvet arttırımıyla daha fazla miktarda kanin tippingine yol açan bir dizayna sahip olduğu görülmektedir. Kanin retraksiyon zembeklerinin yapımında karşılaşılan en büyük sorun biyomekanik gereksinimlerin oluşmasıdır. Braketler üzerinden uygulanacak olan yatay kuvvetler istenmeyen diş hareketlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu hareketlerin önüne geçebilmek için uygun moment/kuvvet oranını oluşturmak gerekir.<sup>68</sup> Uygulanan kuvvetin kanin dişin direnç merkezinin altından geçmesi de kanin dişin distale devrilmesine neden olabilecek başka bir faktördür.

Çalışmamızda molar dişlerde gruplar arasında önemsiz bir farkla 2-4° mezial devrilme görülmüş ve yapılan çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.<sup>21,22,117,143</sup>

Memili<sup>117</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, mini vida destekli hibrit retraktör ile kanin retraksiyonu sonrasında molar dişlerde direkt iskeletsel ankraj kullandığı grupta 2.26°, indirekt iskeletsel ankraj kullandığı grupta ise 3.12° meziale devrilme gözlediğini bildirmiştir.

Sueri ve Türk<sup>143</sup>, kanin retraksiyonunda lace-back ve süper elastik Ni-Ti coil spring kullanmış ve molar dişlerde 3-4° meziale devrilme rapor etmişlerdir.

Odabaş<sup>24</sup> ise PG retraksiyon springi ile yapılan kanin retraksiyonu için TPA ve mini vidalı ankraj uygulamalarında retraksiyon sonrasında molar dişlerde 3°den az meziale devrilme rapor etmiştir.

### **5.3. Dijital Ortodontik Model Ölçümleri ile Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi**

#### **5.3.1. Kanin Rotasyonu**

Kanin retraksiyonu sırasında, kuvvetin dişin direnç merkezi ile olan ilişkisine bağlı olarak kanin dişlerde disto-palatinal yönde rotasyon meydana gelebilmektedir.

Kanin retraksiyonu sırasında kanin dişlerde meydana gelebilecek rotasyon miktarını ölçmek amacıyla çoğunlukla ortodontik model kullanılmaktadır.<sup>10,73,145,146</sup> Çalışmamızda, literatürle uyumlu olarak kanin dişlerde kanin retraksiyonu ile meydana gelen rotasyon miktarını ölçmek amacıyla kanin retraksiyonu öncesi ve kanin retraksiyonu sonrasında oluşturulan 3 boyutlu dijital ortodontik modeller kullanılmıştır.<sup>22,26,117</sup> Ölçümlerin bilgisayar ortamında yapılmasıyla daha hassas kayıtların elde edilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmamızda segmental kanin retraksiyonu ile kanin dişlerin disto-palatinal rotasyon miktarı 75 gr kuvvet uygulanan grupta ortalama 29.25°, 150 gr kuvvet uygulanan grupta ise 31.15° dir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Segmental arklarla<sup>10,21-24,26,117,118,147</sup> veya devamlı arklarla yapılan<sup>10,23,91,143,147</sup> kanin retraksiyonu sonrasında, kanin dişlerde disto-palatinal rotasyonun olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Bazı araştırmacılar segmental arklarla kanin retraksiyonu sonrası kanin dişlerde çalışmamızda görülen disto-palatinal rotasyon miktarlarına yakın bulgular elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>10,23,24,26,147</sup>

Ziegler ve Ingervall<sup>23</sup>, sürtünmesiz sistemde 160 gr kuvvet sürtünmeli sistemde ise yaklaşık 200 gr kuvvet uygulayarak bu iki sistemi karşılaştırdıkları bir çalışmada kanin dişte elastik zincir ile 24°lik disto-palatinal rotasyon ve PG retraktör ile 30°lik disto-palatinal rotasyon bulmuşlardır.

Rhee ve ark.<sup>147</sup>, tyodont simülasyon sistemi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kanin dişlerde, sürtünmeli sistemde 13.20° ve segmental sistemde ise 20.03°lik bir rotasyon saptamışlardır.

Hayashi ve ark.<sup>10</sup>, 102 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, 2 aylık kanin retraksiyonu sonucunda kayma mekaniği ile 4.07° ve Ricketts kanin rekraktörü ile ortalama 22.06°lik bir rotasyon saptamışlardır.

Özkan<sup>26</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, vida destekli nance apareyi ile ankraj sağlayarak, kanin dişte tersine kapayıcı (reverse closing) loop grubunda ortalama 27.66° disto-palatinal rotasyon, Ladanyi spring grubunda ise ortalama 28.19° disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir. Özkan her iki retraksiyon springine de 45°lik anti-tip ve 15-20°lik anti-rotasyon bükümleri yapmıştır.

Odabaş<sup>24</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak 3 farklı ağız içi ankraj sistemi ile kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, sol üst kanin dişte; mini vida ve TPA grubunda 20.60°, 2. molar bantlı grupta 18.87°, sağ üst kanin dişte; mini vida grubunda 18.47°, 2. molar bantlı grupta 18.80° ve TPA grubunda ise 18.13° disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir.

Bazı araştırmacılar ise hem devamlı ark teli üzerinde yapılan kanin retraksiyonu ile hem de segmental ark telleri ile yapılan kanin retraksiyonu sonrası kanin dişlerde çalışmamızda gözlemlenenenden daha az disto-palatinal rotasyon gözlemlediklerini rapor etmişlerdir.<sup>21,22,91,117,118,143</sup>

Rajcich ve Sadowsky<sup>91</sup>, Ni-Ti coil spring ile 150-200 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları bir çalışmada, kaninin ortalama disto-palatinal rotasyon miktarının sağda 15.3° ve solda 15.2° olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sueri ve Türk<sup>143</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak laceback ve süperelastik Ni-Ti coil springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, kaninlerde laceback uygulanan grupta 2.68° disto-bukkal rotasyon saptarken, coil spring grubunda ise 7.75° disto-palatinal rotasyon tespit etmişlerdir.



Toroğlu ve ark.<sup>118</sup> 100 gr kuvvet uygulayarak Ladanyi spring ve LasVegas springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, iki springe de devrilmeye (antitip) ve dönmeye (antirotasyon) karşı 45°lik bükümler verilmiş ve kanin dişlerde Ladanyi spring grubunda 1.38° ve LasVegas spring grubunda ise 3.17° disto-palatinal rotasyon tespit etmişlerdir.

etinşahin<sup>21</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, kanin dişlerde zigoma ankrajı kullanılan grupta 6.27 mm, ankraj ile desteklenmeyen grupta ise 5.37 mm disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir.

Kök<sup>22</sup>, prefabrik springler ile 75 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, Ladanyi spring grubunda kanin dişin mezial kontak noktasının 1.88 mm ve tüberkül tepesinin 0.96 mm, LasVegas spring grubunda kanin dişin mezial kontak noktasının 3.54 mm ve tüberkül tepesinin ise 1.83 mm bukkale yer değiştirdiğini tespit etmiştir.

Memili<sup>117</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, mini vida destekli hibrit retraktör ile kanin retraksiyonunda, kanin dişte direkt iskeletsel ankraj kullandığı grupta 0.613 mm, indirekt iskeletsel ankraj kullandığı grupta ise 0.317 mm disto-palatinal rotasyon tespit etmiştir.

Çalışmamızda görüldüğü gibi kanin retraksiyonu sırasında klinik olarak kanin dişin kontrollü hareketinin sağlanmasının zor olduğu bildirilmektedir.<sup>10,23,26,147</sup> Uygulanan kuvvetin uygulanma noktasının dişin direnç merkezinin bukkalinde olması kanin dişin disto-palatinal yönde rotasyon yapmasına sebep olduğu düşünülmektedir.<sup>146</sup> Kanin dişlerin kök morfolojilerindeki bireysel farklılıklar, destek kemik seviyesi, periodontal dokuların sağlığı, braketlerin konumu ve st kanin dişler retrakte olurken alt kanin dişlerle oluşan oklüzal temaslar loopların etkinliğini azaltan faktörlerdir.<sup>23,46,127</sup> Ayrıca alışmamızda st ikinci premolar dişlerin ankraj ünitesine dahil edilmemiş

olması desteksiz tel miktarının fazla olmasına sebep olacağından daha fazla distopalatinal rotasyona neden olduğunu düşünmekteyiz.

### 5.3.2. Diş Hareketi Miktarı

Çalışmamızda 75 gr kuvvet uygulanan grupta 6.09 mm diş hareketi ve aylık kanin diş hareket miktarı ortalama 1.46 mm/ay, 150 gr kuvvet uygulanan grupta 7.64 mm diş hareketi ve aylık kanin diş hareket miktarı ortalama 1.93 mm/ay olarak gözlenmiştir. Toplam diş hareketi miktarı ile aylık diş hareket miktarları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Elde edilen bu diş hareketi miktarı, 75 gr grubunda  $4.46\pm 1.34$  ay, 150 gr grubunda  $4.23\pm 1.25$  ayda gerçekleşmiş olup, bu süreler gruplar arasında istatistiksel olarak farksız bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Literatürde segmental arkla kanin retraksiyonu için çalışmamızdaki sürelerle yakın benzer retraksiyon süreleri rapor edilmiştir.<sup>21-24,118</sup>

Bazı araştırmacılar kanin dişlere çalışmamızdaki 75 gr kuvvete yakın kuvvet uygulayarak çalışmamızda görülen aylık diş hareketi miktarına benzer bulgular elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>11,21,22,24,118,148</sup>

Darendeliler ve ark.<sup>11</sup>, 50 gr kuvvet ile kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, adolesanlarda aylık diş hareketi miktarını Drum spring grubunda  $1.97\pm 0.62$  mm, pull coil retraktör grubunda  $1.52\pm 0.56$  mm, yetişkinlerde ise, Drum spring grubunda  $1.28\pm 0.17$  mm ve pull coil retraktör grubunda  $0.87\pm 0.39$  mm olarak gözlemlemişlerdir.

Daskalogiannakis ve Mc Lachlan<sup>148</sup>, mıknatıs ve vertikal loop ile 70 gr kuvvet ile kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, mıknatıs kullandıkları grupta 28 günde 1.22 mm, vertikal loop kullandıkları grupta ise aynı sürede 0.63 mm diş hareketi elde etmişlerdir.

Toroğlu ve ark.<sup>118</sup> 100 gr kuvvet uygulayarak Ladanyi spring ve LasVegas springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, Ladanyi spring grubunda 6.31 mm, LasVegas spring grubunda ise 4.87 mm diş hareketi elde etmiş, aylık diş hareketi miktarını Ladanyi spring grubunda 1.39 mm/ay ve LasVegas spring grubunda ise 1.04 mm/ay olarak elde etmişlerdir.

etinşahin<sup>21</sup>, PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında zigoma ankrajı kullanılan grupta 5.57 mm, ankraj ile desteklenmeyen grupta ise 6.20 mm kron retraksiyonu olduğunu gözlemiş, aylık diş hareketi miktarını zigoma ankrajı kullanılan grupta 1.20 mm/ay ve ankraj ile desteklenmeyen tarafta ise 1.64 mm/ay olarak bulmuş fakat köklerde hareket izlenmediğini söylemiştir.

Odabaş<sup>24</sup> ise PG retraksiyon springi ile 100 gr kuvvet uygulayarak 3 farklı ağız içi ankraj sistemi ile kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, sol üst kanin diş için; TPA grubunda 4.29 mm, mini vida grubunda 4.67 mm, 2. molar bantlı grupta 4.37 mm, sağ üst kanin diş için; TPA grubunda 4.06 mm, mini vida grubunda 4.68 mm, 2. molar bantlı grupta ise 4.58 mm diş hareketi elde etmiştir. 2.molar bantlı grupta sol kaninin 1.03 mm/ay, sağ kaninin 1.08 mm/ay, mini vida grubunda sol kaninin 1.07 mm/ay, sağ kaninin 1.08 mm/ay, TPA grubunda ise sol kaninin 1.00 mm/ay, sağ kaninin 0.94 mm/ay hızla hareket ettiğini gözlemlemiş ve çalışmamıza göre daha az miktarda aylık diş hareketi elde etmiştir.

Bazı araştırmacılar kanin dişlere 150 gr kuvvet veya yakın kuvvet uygulayarak çalışmamıza benzer aylık diş hareketi miktarı elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>23,129,143</sup>

Sueri ve Türk<sup>143</sup>, kanin retraksiyonunda 150 gr kuvvet uygulayarak laceback ve süperelastik Ni-Ti coil springin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, laceback uygulanan grupta 1.67 mm, coil spring uygulanan grupta ise 4.07 mm kanin diş hareketi

gözlemiş, aylık diş hareketi miktarının laceback grubunda 0.66 mm/ay ve coil spring grubunda ise 1.61 mm/ay olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ziegler ve Ingervall<sup>23</sup>, sürtünmesiz sistemde 160 gr kuvvet, sürtünmeli sistemde ise yaklaşık 200 gr kuvvet uygulayarak bu iki sistemi karşılaştırdıkları çalışmalarında, maksillada sürtünmeli sistemde 5 mm, PG retraksiyon springi ile 6 mm kanin diş hareketi elde etmiş aylık diş hareketi miktarını sürtünmeli sistemde 1.41 mm/ay ve PG retraksiyon springi ile 1.91 mm/ay olarak gözlemlemişlerdir.

Bokas ve Woods<sup>129</sup>, power chain ve Ni-Ti coil spring ile 200 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, aylık diş hareketi miktarını power chain ile 1.68 mm/ay ve Ni-Ti coil spring ile 1.85 mm/ay olarak elde etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar ise kanin dişlere 150 gr kuvvet veya yakın kuvvet uygulayarak çalışmamıza göre daha az miktarda aylık diş hareketi miktarı elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>26,87,94,117,127,128</sup>

Memili<sup>117</sup>, 120-150 gr kuvvet uygulayarak yaptığı tez çalışmasında, mini vida destekli hibrit retraktör ile kanin retraksiyonunda, direkt iskeletsel ankraj kullandıkları grupta 5.2 mm, indirekt iskeletsel ankraj kullandıkları grupta ise 4.8 mm kanin diş hareketi gözlemiş, direkt iskeletsel ankraj grubunda 0.52 mm/ay, indirekt iskeletsel ankraj grubunda ise 0.31 mm/ay hızla hareket elde etmiştir.

Özkan<sup>26</sup>, vida destekli nance apareyi ile ankraj sağlayarak 120-150 gr kuvvet ile kanin retraksiyonu yaptığı tez çalışmasında, aylık diş hareketi miktarının tersine kapayıcı (reverse closing) loop grubunda ortalama 1.45 mm/ay, Ladanyi Spring grubunda ise ortalama 1.42 mm/ay olduğunu gözlemlemiştir.

Dinçer ve İşcan<sup>94</sup>, 150 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonunda farklı segmental arkların etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, aylık diş hareketi miktarını PG retraksiyon springi ile 0.85 mm/ay ve reverse closing loop ile 0.59 mm/ay olarak

gözlemişlerdir. Maksiller kaninlerde, PG retraksiyon springi ile 4.67 mm kron hareketi, 2.38 mm kök hareketi, reverse closing loop ile 4.00 mm kron hareketi, 1.08 mm kök hareketi elde etmişlerdir.

Huffman ve Way<sup>87</sup>, Pletcher spring ile, 200 gr kuvvet uygulayarak yaptıkları bir çalışmada 10 haftalık sürede kanin dişlerde retraksiyon sonucu 0.016 inç arkta 3.37 mm, 0,020 inç arkta 2.99 mm hareket gözlemiş, 0.016 inç arkta 1.37 mm/ay, 0.020 inç arkta 1.20 mm/ay hızla hareket elde etmişlerdir.

Dixon ve ark.<sup>128</sup> aktif ligatür, power chain ve Ni-Ti coil spring ile 200 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonnu yaptıkları bir çalışmada, aktif ligatür ile 0.35 mm/ay, power chain ile 0.58 mm/ay ve Ni-Ti coil spring ile 0.81 mm/ay hızla diş hareketi elde etmişlerdir.

Samuels ve ark.<sup>127</sup>, başlangıç kuvveti 400 gr olan elastik chain ve Ni-Ti kapayıcı coil ile 100 gr, 150 gr ve 200 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada, elastik zincir ile 0.19 mm/hafta, 100 gr kuvvet ile 0.16 mm/hafta, 150 gr kuvvet ile 0.26 mm/hafta ve 200 gr kuvvet ile 0.24 mm/hafta hızla hareket elde etmişlerdir.

Bu araştırmacıların daha az aylık diş hareketi miktarı rapor etmelerinin sebeplerinin, çalışmamızdan farklı tedavi mekanikleri ve farklı dizayndaki apareylerin kullanılması, segmental arklar üzerine anti-rotasyon ve anti-tip bükümlerinin uygulanması, hastaların yaş aralığının farklı olması ve kuvvet miktarının uygulanması sırasında yapılabilecek hata kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda 150 gr kuvvet grubunda 75 gr kuvvet grubuna göre hem toplam hem de aylık diş hareket miktarı daha fazla gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda uygulanan kuvvetler ile aylık diş hareket miktarları farklılık gösterse de kuvvet arttıkça diş hareket miktarının arttığı gözlenmektedir.<sup>72,76,90</sup> Ayrıca uyguladığımız springin

dizaynının kuvvet arttırımı ile kanin dişte daha fazla distal devrilme göstermesi, hem toplam hem de aylık diş hareket miktarının da artmasına sebep olduğunu düşünmekteyiz.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda prefabrik bir spring olan Ladanyi Spring ile hastaların sağ ve sol kanin dişlerine sırasıyla 75 gr kuvvet ve 150 gr kuvvet uygulanarak kanin retraksiyonu yapılmış ve şu sonuçlara varılmıştır:

1. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda kanin dişlerde distale devrilme tespit edilmiş, 150 gr kuvvet uygulanan grupta daha fazla distale devrilme gözlenmiştir.
2. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda molar dişlerde bir miktar meziale devrilme tespit edilmiş olup, bu devrilmeye gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
3. 150 gr kuvvet uygulanan grupta 75 gr kuvvet uygulanan gruba göre daha fazla kanin retraksiyonu ve aylık diş hareketi oranı gözlenmiştir. Bu fazlalıkta kuvvet miktarının yanında, 150 gr grubunda görülen kanin dişin daha fazla distale devrilmesi de etkili olmuştur.
4. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda kanin dişlerde disto-palatinal yönde rotasyon tespit edilmiş fakat gruplar arası anlamlı bir fark bulunmamıştır.
5. Kanin retraksiyonunda 75 gr kuvvet uygulanmasının uygun olacağını düşünmekteyiz.

Sonuçlarımız doğrultusunda Ladanyi spring kullanılarak yapılan retraksiyon ile kanin dişlerin dikleştirilmesi gerektiği gözlenmiştir. Segmental kanin retraksiyonunda devrilme miktarının azaltılması amacıyla devrilmeye karşı (antitip) büküm verilmesi, kanin dişlerde meydana gelen disto-palatinal rotasyonun önüne geçilmesi amacıyla springe dönmeye karşı (antirotasyon) büküm verilmesi ve ikinci premolar dişlerin retraksiyon sırasında springe dahil edilmesi önerilmektedir. Ayrıca 150 gr kuvvet

grubunda daha hızlı diş hareketi gözlenmiş olmasına rağmen devrilme değerinin daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Bowles RG. First Premolar Extraction Decisions and Effects. Health Science Center, Orthodontics. Master of Dental Science, Tennessee: The University of Tennessee, 2005.
2. Proffit WR. Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. *The Angle Orthodontist*, 1994, 64:407-414.
3. Kuhlberg AJ, Priebe DN. Space closure and anchorage control. *Seminars in Orthodontics*, 2001, 7:42-49.
4. Ülgen M. *Ortodontik Tedavi Prensipleri*, 7. Baskı. Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, 2005.
5. Gjessing P. Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. *American Journal of Orthodontics*, 1985, 87:353-362.
6. Tosun Y. *Sabit Ortodontik Apareylerin Biyomekanik Prensipleri*, 1.Baskı. İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 1999.
7. 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, 127:533-541.
8. Proffit WR. The second stage of comprehensive treatment: correction of molar relationship and space closure. In: Proffit WR, Fields HWJ, Sarver DM (eds). *Contemporary Orthodontics*, 4<sup>th</sup> ed. St.Louis, Mosby, 2007:577-601.
9. Sonis AL, Van der Plas E, Gianelly A. A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1986, 89:73-78.



10. 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. *European Journal of Orthodontics*, 2004, 26:585-589.
11. Darendeliler MA, Darendeliler H, Üner O. The drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction. *European Journal of Orthodontics*, 1997, 19:115-130.
12. Shaw MM, Waters NE. The characteristics of the Ricketts maxillary canine retractor. *European Journal of Orthodontics*, 1992, 14:37-46.
13. Proffit WR. The biological basis of orthodontic therapy. In: Proffit WR, Fields HWJ, Sarver DM (eds). *Contemporary Orthodontics*, 4<sup>th</sup> ed. St.Louis, Mosby, 2007:331-358.
14. Quinn RS, Yoshikawa DK. A reassessment of force magnitude in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 1985, 88:252-260.
15. Slichter CG. A clinical assessment of light and heavy forces in the closure of extraction spaces. *The Angle Orthodontist*, 1971, 41:66-75.
16. Burstone CJ, Koenig HA. Optimizing anterior and canine retraction. *American Journal of Orthodontics*, 1976, 70:1-19.
17. Nikolai RJ. On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. *American Journal of Orthodontics*, 1975, 68:290-302.
18. Storey E. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Australian Journal of Dentistry*, 1952, 56:11-18.
19. Deguchi T, Imai M, Sugawara Y, Ando R, Kushima K, Takano-Yamamoto T. Clinical evaluation of a low-friction attachment device during canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 2007, 77:968-972.

20. Chung PCK, Wei SHY, Reynolds IR. In vitro testing of elastomeric modules. *British Journal of Orthodontics*, 1989, 16:265-269.
21. Çetinşahin A. Çekimli Olgularda Zigoma Ankrajının Kanin Retraksiyonuna Etkilerinin İncelenmesi. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi, 2007.
22. Kök H. Segmental Kanin Retraksiyonunda Prefabrike Springler ile Reverse Closing Loop'un Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2009.
23. 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, 95:99-106.
24. Odabaş B. PG Retraksiyon Springi ile Yapılan Kanin Distalizasyonunda Kullanılan 3 Farklı Ağız İçi Ankraj Sisteminin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Diyarbakır: Dicle Üniversitesi, 2011.
25. Makhlof M, Aboul-Ezz A, Fayed MS, Hafez H. Evaluating the amount of tooth movement and root resorption during canine retraction with friction versus frictionless mechanics using cone beam computed tomography. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 2018, 6:384.
26. Özkan S. Direkt Ve İndirekt İskeletsel Ankraj Kullanılarak Yapılan İki Farklı Kanin Distalizasyon Tekniğinin Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2012.
27. Ribarevski R, Vig P, Vig KD, Weyant R, O'Brien K. Consistency of orthodontic extraction decisions. *European Journal of Orthodontics*, 1996, 18:77-80.

28. Proffit WR, Fields HWJ, Sarver DM. Orthodontic treatment planning: limitations, controversies, and special problems. In: Proffit WR, Fields HWJ, Sarver DM (eds). *Contemporary Orthodontics*, 4<sup>th</sup> ed. St.Louis, Mosby, 1993:268-331.
29. Gianelly AA, Valentini V. Rationale of three-premolar extraction: a case report. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1973, 64:513-516.
30. Sivaraj A. Orthodontic treatment planning. In: Sivaraj A (ed). *Essentials of Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013:246-297.
31. Moyers RE. Biomechanics of tooth movements. In: Moyers RE (ed). *Handbook of Orthodontics for the Student and General Practitioner*, 3<sup>rd</sup> ed. Chicago, Year Book Medical, 1963:426-445.
32. Angle EH. Anchorage. In: Angle EH (ed). *Treatment of Malocclusion of the Teeth: Angle's System*, 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia, White Dental Manufacturing Company, 1907:224-235.
33. Burstone CJ. The segmented arch approach to space closure. *American Journal of Orthodontics*, 1982, 82:361-378.
34. Marcotte MR. *Biomechanics in Orthodontics*. 1<sup>st</sup> ed. Philadelphia, BC Decker, 1990:10-20.
35. Tuncer C. Ortodontide Geçici Ankraj Uygulamaları. İçinde: Özdiler E (editör). *Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti*, 1.Baskı. Ankara, Gümüş Kitabevi, 2015:447-466.
36. Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 1998, 13:201-209.

37. Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA, Marshall SD, Southard TE. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2008, 134:625-635.
38. Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics*, 2003, 37:676-681.
39. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2004, 126:42-47.
40. Melsen B, Verna C. A rational approach to orthodontic anchorage. *Progress in Orthodontics*, 2000, 1:10-22.
41. Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2005, 128:190-194.
42. 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, 103:6-15.
43. Echarri P, Kim TW, Favero L, Kim HJ. Anatomical considerations. Where and where not to insert microimplants. In: Echarri P, Kim TW, Favero L, Kim HJ (eds). *Orthodontics & Microimplants*, 1<sup>st</sup> ed. Madrid, Editorial Ripano, 2007:35-54.
44. Fritz UB, Diedrich PR. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage. In: Nanda R, Uribe FA (eds). *Temporary Anchorage Devices in Orthodontics*, 1st ed. St. Louis, Mosby, 2009:287-294.

45. Thilander B. Tissue reactions in orthodontics. In: Graber LW, Vanarsdall JRL, Vig KWL (eds). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Mosby, 2012 247-286.
46. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 1957, 43:32-45.
47. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1980, 77:14-32.
48. 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*, 1980, 77:33-47.
49. Su M, Borke JL, Donahue HJ, Li Z, Warshawsky NM, Russell CM, Lewis JE. Expression of connexin 43 in rat mandibular bone and periodontal ligament (PDL) cells during experimental tooth movement. *Journal of Dental Research*, 1997, 76:1357-1366.
50. Terai K, Takano-Yamamoto T, Ohba Y, Hiura K, Sugimoto M, Sato M, Kawahata H, Inaguma N, Kitamura Y, Nomura S. Role of osteopontin in bone remodeling caused by mechanical stress. *Journal of Bone and Mineral Research*, 1999, 14:839-849.
51. Inubushi T. Relationship between initial blood flow changes and histological changes in periodontal tissue during tooth movement. *Journal of Osaka Dental University*, 1990, 24:33-62.

52. Kvinnsland S, Heyeraas K, Ofjord ES. Effect of experimental tooth movement on periodontal and pulpal blood flow. *European Journal of Orthodontics*, 1989, 11:200-205.
53. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*, 1967, 53:721-745.
54. Storey E. The nature of tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 1973, 63:292-314.
55. Burstone CJ. The biomechanics of tooth movement. *Vistas in Orthodontics*, 1962:197-213.
56. Kohno T, Matsumoto Y, Kanno Z, Warita H, Soma K. Experimental tooth movement under light orthodontic forces: rates of tooth movement and changes of the periodontium. *Journal of Orthodontics*, 2002, 29:129-136.
57. Ren Y, Maltha J, Van't Hof M, Kuijpers-Jagtman A. Age effect on orthodontic tooth movement in rats. *Journal of Dental Research*, 2003, 82:38-42.
58. Van Leeuwen EJ, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *European Journal of Oral Sciences*, 1999, 107:468-474.
59. Sivaraj A. Biomechanics. In: Sivaraj A (ed). *Essentials of Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013:298-325.
60. Roberts WE. Bone physiology, metabolism, and biomechanics in orthodontic practice. In: Graber LW, Vanarsdall JRL, Vig KWL (eds). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia, Mosby, 2012:287-344.
61. von Böhl M, Maltha JC, Von den Hoff H, Kuijpers-Jagtman AM. Changes in the periodontal ligament after experimental tooth movement using high and low continuous forces in beagle dogs. *The Angle Orthodontist*, 2004, 74:16-25.

62. von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2004, 125:615-623.
63. 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, 110:16-23.
64. Van Leeuwen EJ, Kuijpers-Jagtman AM, Von den Hoff JW, Wagener FADT, Maltha JC. Rate of orthodontic tooth movement after changing the force magnitude: an experimental study in beagle dogs. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 2010, 13:238-245.
65. Haskell BS, Spencer WA, Day M. Auxiliary springs in continuous arch treatment: Part 1. An analytical study employing the finite-element method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1990, 98:387-397.
66. Tanne K, Nagataki T, Inoue Y, Sakuda M, Burstone CJ. Patterns of initial tooth displacements associated with various root lengths and alveolar bone heights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1991, 100:66-71.
67. Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 1984, 85:294-307.
68. Kapila S, King GJ. Biomechanics in orthodontics. In: Nanda R (ed). *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*, 2nd ed. St.Louis, Elsevier Health Sciences, 2015:74-89.
69. Yoshida N, Jost-Brinkmann PG, Koga Y, Mimaki N, Kobayashi K. Experimental evaluation of initial tooth displacement, center of resistance, and center of rotation under the influence of an orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2001, 120:190-197.

70. Gjessing P. A universal retraction spring. *Journal of Clinical Orthodontics*, 1994, 28:222-242.
71. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*, 1932, 18:331-352.
72. Boester CH, Johnston LE. A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 1974, 44:113-119.
73. Iwasaki LR, Haack JE, Nickel JC, Morton J. Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2000, 117:175-183.
74. Lee BW. Relationship between tooth-movement rate and estimated pressure applied. *Journal of Dental Research*, 1965, 44:1053-1053.
75. Utley RK. The activity of alveolar bone incident to orthodontic tooth movement as studied by oxytetracycline-induced fluorescence. *American Journal of Orthodontics*, 1968, 54:195-201.
76. Hixon E, Atikian H, Callow G, McDonald H, Tacy R. Optimal force, differential force, and anchorage. *American Journal of Orthodontics*, 1969, 55:437-457.
77. Andreasen GF, Zwanziger D. A clinical evaluation of the differential force concept as applied to the edgewise bracket. *American Journal of Orthodontics*, 1980, 78:25-40.
78. Premkumar S. Biomechanical principles of orthodontic tooth movement. In: Premkumar S (ed). *Textbook of Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. New Delhi, Reed Elsevier, 2015:338-351.



79. Burstone CJ, Choy K. The biomechanics of altering tooth position. In: Burstone CJ, K C (eds). *The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. Hanover Park, Quintessence Publishing Co, 2015:157-192.
80. Perez CA, de Alba JA, Caputo AA, Chaconas SJ. Canine retraction with J hook headgear. *American Journal of Orthodontics*, 1980, 78:538-547.
81. Sivaraj A. Orthodontic appliances. In: Sivaraj A (ed). *Essentials of Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013:344-381.
82. Yamaguchi K, Nanda RS, Morimoto N, Oda Y. A study of force application, amount of retarding force, and bracket width in sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1996, 109:50-56.
83. Nikolai RJ. Periodontal ligament reaction and displacements of a maxillary central incisor subjected to transverse crown loading. *Journal of Biomechanics*, 1974, 7:93-99.
84. Vaughan JL, Duncanson Jr MG, Nanda RS, Currier GF. Relative kinetic frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1995, 107:20-27.
85. Nanda R, Tosun YS. *Biomechanics in orthodontics: Principles and practice*. 1<sup>st</sup> ed. Hanover Park, Quintessence Publishing Co, 2010.
86. Proffit WR, Fields HW, Sarver DS, Ackerman JL. Mechanical principles in orthodontic force control. In: Proffit WR, Fields HW, Sarver DS, Ackerman JL (eds). *Contemporary Orthodontics*, 5<sup>th</sup> ed. St.Louis, Mosby, 2013:940-1059.
87. Huffman DJ, Way DC. A clinical evaluation of tooth movement along arch wires of two different sizes. *American journal of orthodontics*, 1983, 83:453-459.

88. Garner LD, Allai WW, Moore BK. A comparison of frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1986, 90:199-203.
89. Angolkar PV, Arnold JV, Nanda RS, Duncanson Jr MG. Force degradation of closed coil springs: an in vitro evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1992, 102:127-133.
90. Samuels RHA, Orth M, Rudge SJ, Mair LH. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: a clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1993, 103:464-467.
91. Rajcich MM, Sadowsky C. Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1997, 112:441-448.
92. Kojima Y, Fukui H. Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2005, 127:542-551.
93. Monini AC, Gandini Jr LG, Vianna AP, Martins RP, Jacob HB. Tooth movement rate and anchorage lost during canine retraction: A maxillary and mandibular comparison. *The Angle Orthodontist In-press*, 2019.
94. Dinçer M, Işcan HN. The effects of different sectional arches in canine retraction. *European Journal of Orthodontics*, 1994, 16:317-323.
95. Faulkner M, Lipsett A, El-Rayes K, Haberstock D. On the use of vertical loops in retraction systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1991, 99:328-336.
96. Ladanyi C. Orthodontic appliance. US patent 4.255.139, 1981.

97. Chakravarthy C, Kumar PK. 'Loops in Orthodontics'-A Review. *Indian Journal of Mednodent and Allied Sciences*, 2014, 2:57-63.
98. Upadhyay M, Yadav S, Nanda R. Biomechanical basis of extraction space closure. In: Nanda R (ed). *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*, 2<sup>nd</sup> ed. St.Louis, Elsevier, 2015:90-120.
99. Sharma R, Mittal AK, Sidana A, Tiwari P. Canine retraction in orthodontics: a review of various methods. *Medico Research Chronicles*, 2015, 2:85-93.
100. Sengupta J, Sharma SNK, Sahu D. PG canine retraction spring. *Medical Journal, Armed Forces India*, 2003, 59:337-338.
101. Burstone CJ, Choy K. Extraction therapies and space closure. In: Burstone CJ, Choy K (eds). *The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics*, 1<sup>st</sup> ed. Hanover Park, Quintessence Publishing, 2015:275-322.
102. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1990:8-26.
103. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1989:249-281.
104. Codivilla A. On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1905, 2:353-369.
105. Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases Orthopaedic Institute*, 1988, 48:1-11.
106. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1959, 12:515-529.

107. Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *Journal of Maxillofacial Surgery*, 1975, 3:81-84.
108. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part II. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1989:294-309.
109. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *Journal of Periodontology*, 1990, 61:234-238.
110. Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E, Baldauf A (eds). *Mechanical and Biological Basics in Orthodontic Therapy*, 1<sup>st</sup> ed. Heidelberg, Huthig Buch Verlag, 1991:207-226.
111. Liou EJW, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1998, 114:372-382.
112. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot J, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 2001, 21:9-20.
113. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2009, 67:2149-2159.
114. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Seminars in Orthodontics*, 2008, 14:305-316.

115. Kişnişci RŞ, İşeri H, Tüz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2002, 60:389-394.
116. Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D. Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *The Angle orthodontist*, 2007, 77:226-236.
117. Memili B. Çekimli Vakalarda Mini Vida Yöntemi ile Üst Kanin Distalizasyonunun Ankraj Yönünden Değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2009.
118. Toroğlu S, Uzel İ, Uzel E. Farklı iki kanin retraksiyon zemberiğinin klinik etkilerinin karşılaştırılması. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 2001, 25(3-4):36-47.
119. Aslan BI, Baloştuncer B, Dinçer M. Are there differences on tooth movement between different sectional canine retractors? *Journal of Orofacial Orthopedics*, 2013, 74:226-235.
120. Akcam MO, Altioğ T, Ozdiler E. Panoramic radiographs: a tool for investigating skeletal pattern. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2003, 123:175-181.
121. Ursi WJ, Almeida RR, Tavano O, Henriques JF. Assessment of mesiodistal axial inclination through panoramic radiography. *Journal of Clinical Orthodontics*, 1990, 24:166-173.
122. Alavi DG, Begole EA, Schneider BJ. Facial and dental arch asymmetries in Class II subdivision malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1988, 93:38-46.

123. Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *American Journal of Orthodontics*, 1983, 83:382-390.
124. Oz AA, Arici N, Arici S. The clinical and laboratory effects of bracket type during canine distalization with sliding mechanics. *The Angle Orthodontist*, 2011, 82:326-332.
125. Burrow SJ. Canine retraction rate with self-ligating brackets vs conventional edgewise brackets. *The Angle Orthodontist*, 2010, 80:626-633.
126. Thiruvengkatachari B, Ammayappan P, Kandaswamy R. Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2008, 134:30-35.
127. Samuels RHA, Rudge SJ, Mair LH. A clinical study of space closure with nickel-titanium closed coil springs and an elastic module. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1998, 114:73-79.
128. Dixon V, Read M, O'brien K, Worthington H, Mandall N. A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *Journal of Orthodontics*, 2002, 29:31-36.
129. Bokas J, Woods M. A clinical comparison between nickel titanium springs and elastomeric chains. *Australian Orthodontic Journal*, 2006, 22:39.
130. Bills DA, Handelman CS, BeGole EA. Bimaxillary dentoalveolar protrusion: traits and orthodontic correction. *The Angle Orthodontist*, 2005, 75:333-339.
131. Bishara SE. Class II malocclusions: diagnostic and clinical considerations with and without treatment. *Seminars in Orthodontics*, 2006, 12:11-24.
132. Foster TD. The extraction of teeth in orthodontic treatment. In: Foster TD (ed). *A Textbook of Orthodontics*, 3<sup>rd</sup> ed. Edinburgh, Blackwell Scientific, 1990:209-230.

133. Egolf RJ, BeGole EA, Upshaw HS. Factors associated with orthodontic patient compliance with intraoral elastic and headgear wear. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1990, 97:336-348.
134. Kaya B, Arman A, Uçkan S, Yazıcı AC. Comparison of the zygoma anchorage system with cervical headgear in buccal segment distalization. *European Journal of Orthodontics*, 2009, 31:417-424.
135. Bobak V, Christiansen RL, Hollister SJ, Kohn DH. Stress-related molar responses to the transpalatal arch: a finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1997, 112:512-518.
136. Zablocki HL, McNamara Jr JA, Franchi L, Baccetti T. Effect of the transpalatal arch during extraction treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2008, 133:852-860.
137. Crismani AG, Bernhart T, Bantleon H-P, Cope JB. Palatal implants: the straumann orthosystem. *Seminars in Orthodontics*, 2005, 11:16-23.
138. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: a prospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1999, 116:678-686.
139. Wehrbein H, Hövel P, Kinzinger G, Stefan B. Load-deflection behavior of transpalatal bars supported on orthodontic palatal implants. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 2004, 65:312-320.
140. Celenza F. Implant-enhanced tooth movement: indirect absolute anchorage. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 2003, 23:533-541.
141. Lucchesi MV, Wood RE, Nortje CJ. Suitability of the panoramic radiograph for assessment of mesiodistal angulation of teeth in the buccal segments of the

- mandible. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1988, 94:303-310.
142. Herman RJ, Currier GF, Miyake A. Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2006, 130:228-235.
143. Sueri MY, Turk T. Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 2006, 76:1010-1014.
144. Mehta KR, Sable RB. Comparison of the amount of maxillary canine retraction, with T-Loops, using TMA and Stainless steel Wires: A clinical study. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 2013, 47:178.
145. 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, 112:441-448.
146. Shpack N, Davidovitch M, Sarne O, Panayi N, Vardimon AD. Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. *The Angle Orthodontist*, 2008, 78:95-100.
147. Rhee JN, Chun YS, Row J. A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2001, 119:292-299.
148. 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, 109:489-495.



## EKLER

### EK-1. ÖZGEÇMİŞ

<b>KİŞİSEL BİLGİLER</b>	
Adı Soyadı	: Merve Ece DEMİRBAĞ
Doğum tarihi	: 23.11.1990
Doğum yeri	: Trabzon
Uyruğu	: T.C.
Adres	: Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, 25240, ERZURUM
Telefon	: 0442 236 09 40
Faks	: 0442 236 13 75
E-mail	: cdmrbg@gmail.com
<b>EĞİTİM</b>	
İlköğretim	: Özel Candan Koleji, TRABZON (2001) Cumhuriyet İlköğretim Okulu, TRABZON (2004)
Lise	: Kanuni Anadolu Lisesi, TRABZON (2004-2008)
Lisans	: Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ANKARA (2008-2013)
Uzmanlık	: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, ERZURUM (2014 - 2019)
<b>YABANCI DİL BİLGİSİ</b>	
İngilizce	: Orta Derece (ÜDS: 57,50)

## EK-2. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU



### LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Prof.Dr.Nihat KILIÇ tarafından yürütülen “Köpek dişlerinin geri alınmasında kullanılan hazır bir apareyin etkilerinin farklı kuvvetler açısından değerlendirilmesi” amacı olan **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

#### 1. Araştırmayla İlgili Bilgiler: (Hastanın anlayabileceği bir dilde olmalıdır)

- Araştırmanın Amacı: Dişlerin geri alınmasında kullanılan kuvvetlerin etkinliklerinin değerlendirilmesi
- Araştırmanın İçeriği: Tedavi sırasında rutin uygulamalar haricinde başlangıçta ve bitişte olmak üzere birer adet röntgen filmi ve ağız içi tarama cihazı ile tarama yapılacaktır.
- Araştırmanın Nedeni:  Bilimsel araştırma  Tez çalışması
- Araştırmanın Öngörülen Süresi: 9 ay
- Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

#### 2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları

tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin:

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

***Not:** Bu form, iki nüsha halinde düzenlenir. Bu nüshalardan biri imza karşılığında gönüllü kişiye verilir, diğeri araştırmacı tarafından saklanır.*

### EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU



## ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



**Bölümü :** Dekanlık  
**Servisi :** Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
**Sayı :** B.30.2.ATA.0.01.00/183  
**Konu :** Etik Kurul Kararı

22.04.2019

**Sayın: Arş.Gör.Dt.Merve Ece DEMİRBAĞ**  
**Diş Hekimliği Fakültesi**  
**Ortodonti Anabilim Dalı**  
**Araştırma Görevlisi**

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz "Segmental Kanin Retraksiyonunda Prefabrik Bir Springin (Ladanyi Spring) Etkilerinin İki Farklı Kuvvet Aktivasyonu ile Değerlendirilmesi" isimli bilimsel tez çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**Prof.Dr.Zeynep ÇAKIR**  
**Etik Kurul Başkanı**

**Eki** \_\_\_\_\_ :  
1 Adet Etik Kurul Kararı



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP  
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU



KARAR

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	+90 442 234 65 11
	FAKS	+90 442 236 09 68
	E-POSTA	atatipetikkurul@gmail.com
SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Arş.Gör.Dt.Merve Ece DEMİRBAĞ	
ARAŞTIRMACININ AÇIK ADI	Segmental Kanin Retraksiyonunda Prefabrik Bir Springin (Ladanyi Spring) Etkilerinin İki Farklı Kuvvet Aktivasyonu ile Değerlendirilmesi	
KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 03 Karar No: 06	Tarih: 22.04.2019
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın bütçesinin kendisi tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.  Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.	

Prof.Dr.M.Hamidullah UYANIK  
Üye

Prof.Dr.Zekai HALICI  
Üye

Prof.Dr.Zeynep ÇAKIR  
Etik Kurul Başkanı

Prof.Dr.Mustafa GÜL  
Üye

Doç.Dr.Atilla ÇAYIR  
Üye

Doç.Dr.Zeynep KARAMAN ÖZLÜ  
Üye

Doç.Dr.Ayşenur AKSOY  
Üye

Doç.Dr.Yasemin ÇAYIR  
Üye

Dr.Öğr.Üy.İbrahim KARABULUT  
Üye

Dr.Öğr.Üy.Sinan YILMAZ  
Üye

Emrah MELETLİOĞLU  
Üye