



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MAKSİLLER KANİN RETRAKSİYONUNDA İKİ FARKLI TEKNİĞİN
BİYOMEKANİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Hazırlayan

Dt. Melike DURAN

Ortodonti Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışman

Prof. Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI

TOKAT-2022



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MAKSİLLER KANİN RETRAKSİYONUNDA İKİ FARKLI TEKNİĞİN
BİYOMEKANİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Hazırlayan

Dt. Melike DURAN

Ortodonti Ana Bilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışman

Prof. Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI

TOKAT-2022

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

ADI SOYADI	: Melike DURAN
TEZ SAVUNMA TARİHİ	: 07.06.2022
TEZ KONUSU	: Maksiller Kanin Retraksiyonunda İki Farklı Tekniğin Biyomekanik Olarak Karşılaştırılması

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI

Üye : Prof. Dr. Selim ARICI

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sibel AKBULUT

Bu tez, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulunun 30.05.2022 tarih ve 04.02 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Dekan V. Prof. Dr. Ataç ÇELİK

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak
toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm
veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

(07/06/2022)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

Melike DURAN

İmzası

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitim sürem boyunca, eğitimime önemli katkıları olan, tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren, anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini hissettiğim tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI'ya,

Ortodonti eğitimimde teorik ve pratik katkılarından dolayı sevgili hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Sibel AKBULUT'a ve Doç. Dr. Fatih ÇELEBİ'ye,

Değerli görüş ve önerileri ile tezimin son şeklinin verilmesine sağladıkları katkıdan dolayı sayın hocam Prof. Dr. Selim ARICI'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmamın yürütülmesinde bilgi ve tecrübeleriyle destek olan sevgili hocam Prof. Dr. Hasan BABACAN'a,

Birçok paylaşımda bulunduğum, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve güzel vakit geçirdiğim tüm asistan arkadaşlarıma ve klinik personelimize,

Büyük fedakarlıkları ve emekleriyle bugünlere gelmemi sağlayan, hayatım boyunca her zaman ilgi, destek ve sevgileriyle yanımda olan, anneme, babama ve kardeşlerime,

En içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım...

ÖZET

MAKSİLLER KANİN RETRAKSİYONUNDA İKİ FARKLI TEKNİĞİN BİYOMEKANİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Amaç: Bu çalışmanın amacı, laceback ve uprighter tekniklerinin maksiller kanin retraksiyonundaki etkilerini dijital modeller ve panoramik radyografiler üzerinde değerlendirmek ve sonuçları biyomekanik olarak karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmaya üst kaninleri highvestibülde konumlanan ve çift taraflı birinci premolar çekimli sabit ortodontik tedaviye gereksinimi bulunan, kronolojik yaş ortalaması 16,26 yıl olan 16 hasta (10 kadın, 6 erkek) dahil edildi. Hastalarda 0,018 inç Roth braketler kullanıldı. Split-mouth dizaynında planlanan bu çalışmada, bir tarafta laceback kullanılırken diğer tarafta uprighter kullanıldı. Diş hareketleri tedavi başlangıcında (T0), 2 ay sonra (T1) ve 3,5 ay sonra (T2) alınan üç boyutlu modeller ve panoramik radyografiler üzerinde ölçüldü. Gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi uygulandı.

Bulgular: Kanin distalizasyonu, rotasyonu ve molar angulasyonu ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, diğer parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi.

Sonuçlar: Uprighter ile dişte istenmeyen devrilme gibi komplikasyonlar olmadan kanin çok daha hızlı ve daha fazla distalize edildi. Böylelikle uprighter'ın bu tip vakalarda oldukça başarılı bir tedavi yöntemi olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Uprighter, Laceback, Kanin retraksiyonu

ABSTRACT

BIOMECHANICAL COMPARISON OF TWO DIFFERENT TECHNIQUES IN MAXILLARY CANINE RETRACTION

Aim: The aim of this study is to evaluate the effects of laceback and uprighter techniques on maxillary canine retraction on digital models and panoramic radiographs and to compare the results biomechanically.

Materials and Methods: Sixteen patients (10 female, 6 male) with a mean chronological age of 16,26 years, whose upper canines were located in the high vestibule and who needed fixed orthodontic treatment with bilateral first premolar extraction were included in this study. 0,018 inch Roth brackets were used in patients. In this study, which was planned in a split-mouth design, laceback was used on one side and uprighter was used on the other side. Tooth movements were measured on three-dimensional models and panoramic radiographs taken at the beginning of treatment (T0), 2 months later (T1), and 3,5 months (T2). Two-way analysis of variance was applied in repeated measures to compare the differences between groups.

Results: While there was a statistically significant difference between the groups in the measurements of canine distalization, rotation and molar angulation, no statistically significant difference was observed in other parameters.

Conclusion: With uprighter, the canine was distalized much faster and more without complications such as unwanted tipping of the tooth. Thus, it was concluded that uprighter was a very successful treatment method in such cases.

Key Words: Uprighter, Laceback, Canine Retraction

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. DİŞİ DESTEKLEYEN DOKULAR (PERİODONSİYUM)	4
2.2. ORTODONTİK DİŞ HAREKETİ.....	6
2.2.1. Diş Hareketi Teorileri.....	6
2.2.1.1. Piezoelektrik teori	6
2.2.1.2. Baskı-gerilim teorisi.....	7
2.2.1.3. Çoklu hücre sinyal yolları teorisi.....	8
2.2.2. Diş Hareketinin Fazları	8
2.2.3. Diş Hareketinin Biyomekaniği	9
2.2.3.1. Ortodontik Kuvvet.....	11
2.2.3.2. Optimal Kuvvet.....	12
2.2.4. Diş Hareketi Tipleri	13
2.2.4.1. Fizyolojik Diş Hareketi Tipleri	13

2.2.4.2. Ortodontik Diş Hareketi Tipleri	14
2.3. ÇEKİMLİ ORTODONTİK TEDAVİ	15
2.3.1. Ortodontik Ankraj	16
2.3.2. Seviyeleme ve Sıralama	19
2.3.2.1. Düz Tel Tekniğinde Seviyeleme ve Sıralama	19
2.3.2.2. Ark Teli Seçimi	20
2.3.3. Kanin Retraksiyonu	22
2.3.3.1. Highvestibülde Konumlanmış Maksiller Kanin Retraksiyonu	23
2.3.3.2. Sürtünme ve Sürtünmeyi Etkileyen Faktörler	26
2.3.3.3. Ark Teli ile Birlikte Kanin Retraksiyonu (Sürtünmesiz Sistem)	28
2.3.3.4. Ark Teli Üzerinde Kanin Retraksiyonu (Sürtünmeli Sistem)	30
2.3.3.4.1. Elastomerik Ürünler	32
2.3.3.4.2. Nikel Titanyum Yaylar	32
2.3.3.4.3. Lacebackler	33
2.3.3.4.4. Ortodontik Uprighter	35
3. MATERYAL VE METOT	40
3.1. HASTALARIN TEDAVİYE KABUL EDİLMESİ	40
3.2. KLİNİK UYGULAMA	41
3.3. PANORAMİK DEĞERLENDİRME	43
3.3.1. Panoramik Radyografide Kullanılan Noktalar Ve Doğrular	43
3.4. DİJİTAL MODEL DEĞERLENDİRMESİ	46
3.4.1. Yapılan Ölçümler	47
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	50
4. BULGULAR	51

4.1. DİJİTAL MODEL BULGULARI	51
4.2. PANORAMİK BULGULAR	56
4.3. ÇALIŞMANIN İÇ TUTARLILIĞI	61
5. TARTIŞMA.....	62
5.1. AMAÇ	62
5.2. HASTA SEÇİMİ.....	63
5.3. ÇALIŞMA DÜZENİĞİNİN OLUŞTURULMASI	64
5.4. DİJİTAL MODEL BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	68
5.4.1. Kanin Distalizasyonu	68
5.4.2. Kanin Rotasyonu	70
5.4.3. Kanin Ekstrüzyonu	72
5.4.4. Ankraj Kaybı.....	73
5.5. PANORAMİK BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	75
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	80
7.KAYNAKLAR	83
8. EKLER	95

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4. 1: Kanin distalizasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	51
Tablo 4. 2: Kanin rotasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	52
Tablo 4. 3: Kanin ekstrüzyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	53
Tablo 4. 4: Ankraj kaybına ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	55
Tablo 4. 5: Kanin angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	56
Tablo 4. 6: 2. Premolar angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	58
Tablo 4. 7: Molar angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1: 0,016 inç SS (stainless steel) tel üzerindeki lateral ve premolar diş arasına açık bir helezon yay koyarak kanini uzun tel ligatürle ark teline bağlamak. Açık helezon yay bitişik dişlerin devrilmesini önlerken boşluğu korur.	24
Şekil 2. 2: Kanini ekstrüze etmek için V-bükümlü bir kantilever kullanmak. Kantilever istenmeyen momentlerden kaçınmak için kanine sadece bir noktadan tel ligatür ile bağlanmalıdır.	25
Şekil 2. 3: Resiprokal ankrajı kullanarak maksiller ve mandibular kaninlere yukarı-aşağı elastikler takılması.....	25
Şekil 2. 4: Kanini ekstrüze etmek için dikdörtgen bir SS ana ark teli ile birlikte bir yardımcı 0,014 veya 0,016 NiTi tel kullanmak.	25
Şekil 2. 5: Laceback uygulaması	33
Şekil 2. 6: Uprighter uygulaması	36
Şekil 2. 7: Boyutlarına göre uprighter seçenekleri ve uprighter uygulama aşamaları	37
Şekil 3. 1: T0 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması.....	42
Şekil 3. 2: T1 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması.....	43
Şekil 3. 3: T2 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması.....	43
Şekil 3. 4: Panoramik değerlendirmede kullanılan açısal ölçümler.....	45
Şekil 3. 5: Sağda uprighter solda laceback uygulanan hastadan T0, T1 ve T2 döneminde alınan panoramik radyograf.....	46
Şekil 3. 6: MSD 400 Dental Scanner, Pisa, İtalya	47
Şekil 3. 7: Çakıştırılan T0 ve T2 modelleri	47
Şekil 3. 8: Kanin distalizasyonu ve ankraj kaybı.....	48
Şekil 3. 9: Kanin rotasyonu	49
Şekil 3. 10: Kanin ekstrüzyonu.....	49
Şekil 4. 1. Distalizasyon ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik	52
Şekil 4. 2: Rotasyon ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik	53
Şekil 4. 3: Ekstrüzyon ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik	54
Şekil 4. 4: Ankraj kaybı ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik.....	56

Şekil 4. 5: Kanin angulasyonu ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafiği	57
Şekil 4. 6: 2. Premolar angulasyonu ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik.....	59
Şekil 4. 7: Molar angulasyonu ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafik.....	60



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

SS: Paslanmaz çelik

NiTi: Nikel titanyum

p: İstatiksel anlamlılık

mm: Milimetre

g: Gram

°: Derece

ark: Arkadaşları

SWA: Straight Wire Appliance

HANT: Heat activated nickel titanium

PDL: Periodontal ligament

1. GİRİŞ

Ortodonti, dişler ve çenelerin birbirleriyle olan ilişkilerinin ve yapısal bozukluklarının teşhis ve tedavisini içeren diş hekimliğinin özel bir dalıdır.

Çekimli ortodontik tedavi; şiddetli ve orta dereceli çapraşıklığın, bimaxiller protrüzyon olgularında protrüziv dudaklarla karakterize dolgun profilin, orta hat düzensizliklerinin, artmış kesici diş eğimlerinin, aşırı overjetin, vertikal yüz paterninin düzeltilmesinde yapılan tedavi şeklidir (Paquette, Beattie ve ark., 1992; Vaden ve Kiser, 1996; Ong ve Woods, 2001; Kocadereli, 2002). Bu amaçla çekimi en çok tercih edilen dişler daimi birinci premolar dişlerdir.

Premolar çekimli vakalarda maksiller kaninlerin retraksiyonu, ortodontik tedavinin ana safhalarındandır ve retraksiyon sonrasında kaninlerin doğru pozisyonda olmaları estetik, fonksiyon ve stabilite için çok önemlidir (Gjessing, 1985). Kaninler, köklerinin uzun olması, bukkolingual boyutlarının geniş olması, hem anterior hem de posterior dişlere dahil olmaları sebebiyle, arkların köşe taşı olarak kabul edilmektedirler. Köklerinin belirgin olması ağız köşelerinde yüz ifadesine olumlu katkı sağlayacak kemik kabartısı oluşturmakta ve böylelikle yüzün estetik görünümüne katkıda bulunmaktadırlar (Lane, 1962).

Kanin retraksiyonu, kanin reraktörü ve palatal parmak spring gibi hareketli apareylerle yapılabilirken, sürtünmeli sistem (ark teli boyunca) ve sürtünmesiz sistem (ark teli ile birlikte) olmak üzere iki farklı sabit retraksiyon yöntemi ile de yapılmaktadır.

Sürtünmesiz mekanik uygulamalar arkı segmentlere ayırarak arkla birlikte sürtünmesiz hareket sağlamaktadır. Bu yöntemde Robert M. Rickets'in LasVegas spring'i, PG retraksiyon spring, Ladanyi spring, Burstone "T loop", Drum spring, reverse closing loop, bull loop ve hibrit spring gibi loplara ve springlerden yararlanılmaktadır (Gjessing, 1985; Staggers ve Germane, 1991). Bu yöntemde uygulanan kuvvet genellikle hafif ve sürekli'dir. Bu nedenle ideal olmasına rağmen springlerin ve loopların imalatı ve

kullanımının zor olmasından dolayı günümüzde daha az kullanılmaktadırlar (Melsen, 2001; Weltman, Vig ve ark., 2010).

Sürtünmeli, yani ark üzerinde yapılan kanin retraksiyonunda premolar dişin çekimini takiben başlangıç seviyelemesi sonrasında elastik iplik, elastomerik zincir, kapalı sarmal nitinol yay (coil), mıknatıslar, laceback gibi ark içi ve arklar arası kuvvet sistemleri kullanılarak retraksiyon sağlanmaktadır (Sonis, Van der Plas ve ark., 1986; Daskalogiannakis ve McLachlan, 1996; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001). Sürtünme bu yöntemde önemli derecede enerji israf etse de sonuçların yüksek öngörülebilirliği ve klinik kolaylık nedeniyle çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Nanda, 2015).

Ortodontik tedavinin ilk aşaması horizontal ve vertikal düzlemde ark seviyelenmesi ve rotasyonel kontrolü içeren seviyeleme ve sıralama aşamasıdır. Bu aşamada yer değiştirmiş birden fazla dişe geçmek için yeterli esneklik ve şekil hafızası özelliğine sahip NiTi ark telleri kullanılır (Kusy, 1997; Riley ve Bearn, 2009; Fleming, Johal ve ark., 2013). Düz tel tekniğinde kullanılan kanin braketlerinde yerleşik mezial angulasyon özellikle üst çenede seviyeleme aşamasında kesici dişleri protrüzyona yatkın hale getirmektedir (McLaughlin ve Bennett, 1991). Kesici dişler daha sonra tedavide - özellikle de boşluk kapatılırken- tekrar geriye hareket ettirilecekleri için, gitgel etkisi (round tripping, jiggling) ortaya çıkar. Git-gel etkisinin periodontal ataçman kaybına, kök rezorpsiyonuna ve tedavinin uzun sürmesine sebep olduğuna inanılmaktadır (Fleming, Johal ve ark., 2013).

Düz tel tekniğinde seviyeleme aşamasında görülen kesici protrüzyonunu önlemek için McLaughlin ve Bennett en arkadaki molar bandından kaninlere uzanan 8 şeklinde 0.09 ila 0.010 inç paslanmaz çelik tel ile bağlama olarak tanımlanan laceback ligatür kullanımını önermişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda laceback ligatürlerin sadece kesici protrüzyonunu önlemediği aynı zamanda kaninin etkili bir distale hareketi ile de sonuçlandığı bulunmuştur (Sueri ve Turk, 2006). Bu çalışmalar yanında literatürde laceback kullanımıyla molarlarda ankraj kaybı meydana geldiğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Irvine, Power ve ark., 2004; Sueri ve Turk, 2006; Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013).

Highvestibülde yer alan kaninlerin daimi birinci premolarlar çekildikten sonra sürtünmesiz sistemde segmental arklarla ya da hareketli kanin retraktörü vb. gibi apareylerle retrakte edilip seviyeleme aşamasına geçilmesi yaklaşık 6 ay sürmektedir (Sachan ve Chaturvedi, 2012). Birkaç yıl önce özellikle highvestibülde yer alan kaninlerin ilk seanslardan itibaren full arklar ile keserlerde ve ikinci premolarlarda mesial yönlü devrilme, gömülme ve roller coaster gibi komplikasyonlar oluşturmada seviyelenebilmesi amacıyla “ Ortodontik Uprighter” isimli bir ürün piyasaya sürülmüştür. Uprighter, elastik zincir ile çekim boşluğuna komşu iki dişe bağlanmakta ve ark telini bükerek telde hafif bir eğim oluşturmaktadır. Elastik zincirin kuvveti ile dişler birbirine doğru yaklaşırken ark telinde oluşan eğim sayesinde dişler devrilmeden çekim boşluğunun kapatılması sağlanmaktadır. Apareyin herhangi bir kontrollü çalışma ile etkinliği henüz incelenmemiştir. Bu aparey ile ilave bir mekaniğe gerek kalmadan, ilk seansta tüm dişlere NiTi tel takılarak seviyeleme başlanacak böylelikle tedavi süresi ve maliyeti azalacaktır.

Bu çalışmanın amacı, maksiller kanin retraksiyonunda iki farklı tekniğin biyomekanik olarak karşılaştırılmasıdır. Çalışma sonucunda sürtünmeli sistemde seviyeleme döneminde uygulanan laceback ve uprigher tekniklerinin etkileri karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

Çalışmanın sıfır hipotezi, seviyeleme döneminde highvestibülde bulunan maksiller kanin retraksiyonunda kullanılan Ortodontik Uprigher ile konvensiyonel bir yöntem olan laceback arasında biyomekanik olarak fark olmayacağı yönündedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DİŞİ DESTEKLEYEN DOKULAR (PERİODONSİYUM)

Periodontal ligament, dişeti, sement ve alveolar kemikten oluşan diş destekleyen dokulara periodonsiyum adı verilir. Diş hareketi periodonsiyumda oluşan mekanik stresler aracılığıyla başlatılır (Yoshikawa, 1981).

Dişeti; çiğneyici mukozanın dişlerin servikal kısımlarını ve alveol kemiğini kaplayan bölümüdür. Serbest ve yapışık dişeti olmak üzere iki kısımdan oluşur. Serbest dişeti sınırı tamamen sürmüş bir dişte mine-sement birleşiminin 1,5-2 mm koronalinde yer almaktadır. Yapışık dişeti, altındaki alveolar kemiğe sıkıca bağlanmıştır ve apikalinde mukogingival birleşim bulunur. Mukogingival birleşimden sonra kemiğe gevşek bağlanan alveolar mukoza devam eder. Dişeti; damar ve sinir dokuları, kollagen lifler fibroblastlardan oluşur (Thilander, Rygh ve ark., 2011; Graber ve ark., 2005).

Alveolar kemik; mine-sement birleşiminin yaklaşık 1 mm apikalinden başlayarak diş kökünü çevrelemektedir.(Graber ve ark., 2005). Kemik remodelingi ve fonksiyonel değişikliklere adaptasyon göstermek amacıyla osteoklast ve osteoblastlarca yıkım ve yapım faaliyetleriyle mevcut değişikliklere adaptasyon yeteneği mevcuttur (Ataoglu, 1996). Dışarıda daha yoğun olan kortikal tabaka, ortada ise daha spongiyöz yapıdaki kansellöz kemikten oluşmaktadır. Diş lingual ya da labial yönde çok fazla hareket ettirmek, kökü kortikal tabakaya iter ve marjinal kemik resesyonu gibi komplikasyonlar görülebilir. Mezial ya da distal yöndeki hareketler sırasında ise diş spongiyöz tabakada hareket etmektedir. Diş yeni organize olmakta olan çekim boşluğuna doğru hareket ettirildiğinde ise farklılaşmakta olan hücre sayısının fazla olması ve rezorbe edilecek kemiğin daha az olması sebebiyle remodelling süreci çok daha hızlı gerçekleşir (Graber ve ark., 2005).

Sement; dişin kök kısmını kaplayan, mineralize, kan damarları ve sinir içermeyen bir dokudur (Thilander, Rygh ve ark., 2011). Osteoblast tipi hücrelere benzer sementoblastlar tarafından üretilmesi, kalsifiye bir doku olması, büyük çok çekirdekli hücrelerce rezorbe edilmesi yönleriyle kemik dokusuna benzerlik göstermektedir

(Papaconstantinou, 2004). Sementin Sharpey lifleri periodontal ligamentin kollagen fibrillerinin devamı olarak görülebilir (Graber ve ark., 2005) Sementteki rezorpsiyon oklüzal travma, malpoze dişlerin sürmeye çalışırken uyguladığı basınçlar, ortodontik tedavi, kistler ve tümörler gibi lokal faktörler ya da hipotiroidizm, Paget hastalığı gibi sistemik durumlar kaynaklı olabilir. Ayrıca belirgin bir etyoloji olmadan da rezorpsiyon görülebilir. Rezorpsiyon, duraklama ve tamir periyotları ile birlikte görülebilir. Her zaman devamlı olarak gerçekleşmez. Sementin tamiri için etrafında canlı bağ dokusu bulunması gerekir. Rezorpsiyon alanına epitelyal dokunun proliferasyonu olması, tamirin gerçekleşmesini engelleyecektir. Devital dişlerde de sementin tamiri görülebilir (Newman ve ark., 2009).

Periodontal ligament (PDL); 0,5 mm kalınlığında, kök sementi ile lamina duraya veya alveolar kemiğe uygun şekilde bağlanan, diş köklerini saran, vasküler, yumuşak, hücreli bir bağ dokusudur (Thilander, Rygh ve ark., 2011). Kalınlığı, dişin sürme aşamasına, yaşa ve fonksiyonel karakteristiğine göre değişmektedir. Hiperfonksiyondaki dişlerde daha genişken yaşlı bireylerde ve antagonisti olmayan dişlerde daha ince görünür (Ataoğlu, 1996). Majör komponentini sementten lamina duraya giren paralel kollajen fibril ağları oluşturmaktadır. Nöral ve vasküler elementlerin etrafını saran mezenşimal kök hücreleri de dahil olmak üzere hücreli elementler ve doku sıvıları da diğer komponentlerini oluşturur (Proffit, 2007; Reitan, 1957). PDL, dişeti ve sement kan damarları aracılığıyla besleyici maddeleri sağlar. Periapikal alandan kan damarları ile gelen sinir lifleri gerilim, basınç ve ağrı duyularını iletirler. Ayrıca oklüzal kuvvetlerin kemiğe iletilmesi, dişin kemiğe mekanik olarak bağlanması periodontal ligamentin fonksiyonlarından biridir. Alveolar kemik ve PDL hücreleri çiğneme, konuşma, parafonksiyonlar ve ortodontik tedavi sırasında fiziksel strese maruz kalırlar. PDL hücreleri kemik ve sementin oluşumu ve rezorpsiyonunda görev alırlar. Bu yapı ve yıkım ortodontik ve fizyolojik diş hareketi sırasında da gerçekleşir (Newman ve ark., 2009).

2.2. ORTODONTİK DİŞ HAREKETİ

Ortodontik diş hareketi; yeterli büyüklükte ve belirli bir süre kuvvet uygulandığında alveol kemik soketinde remodeling olayının gerçekleşmesi sonucunda dişin hareket etmesidir ve kemik cevabını uyaran PDL bu hareketin meydana gelmesinde başlıca sorumlu olan yapıdır (Thilander, 2000).

Periodontal dokularda ortodontik kuvvet etkisiyle oluşan inflamatuvar cevap sonucu diş hareketi başlar ve bu inflamatuvar cevap osteoklastik aktivitenin artmasına sebep olur (Reitan, 1974; Vandevska-Radunovic, Kvinnsland ve ark., 1997). Bunun sonucunda kuvvet uygulama yönünde sıkışma bölgesinde kemikte eğilme görülür, periodontal ligament daralır ve alveolar kemik rezorbe olur. Bu şekilde diş, kemikte bir dirençle karşılaşana kadar az bir mesafe kat edebilir. Bu direnç zıt tarafta oluşan rezorpsiyonla aşılar. Takiben, gerilim tarafında PDL aralığında ligament normal genişliğine ulaşana kadar bir kemik apozisyonu oluşur (Roberts, 2000). Prostaglandinler, mekanik stimülasyonla ilişkili kemik remodelasyonunda aktif rol oynarlar ve kemik metabolizmasını lokal olarak regüle ederler (Shanfeld, Jones ve ark., 1986).

Dişi destekleyen dokulardaki kuvvete karşı oluşan yanıtlar sadece ortodontik tedavi sırasında değil diş sürerken ve oklüzyon oluşurken de meydana gelir. Diş ve destek dokuların hayat boyu devam eden bir adaptasyon süreci vardır (Graber ve ark., 2011).

Normal şartlar altında çiğneme ve konuşmadan kaynaklanan kuvvetler diş yüzeylerine iletilir ancak diş hareketi gözlenmez. Bunun sebebi dişlerin nötral zonda yer almasıdır (Proffit, Fields Jr ve ark., 2014).

2.2.1. Diş Hareketi Teorileri

Ortodontik diş hareket mekanizmasının açıklandığı üç olası teori vardır: Bunlar piezoelektrik, baskı-gerilim ve çoklu hücre sinyal yolları teorileridir.

2.2.1.1. Piezoelektrik teori

Piezoelektrisite, kristal yapıdaki bir bozulma sebebiyle kristal örgü içindeki elektronların bir yerden başka bir yere hareket etmesi sonucu elektrik akımı oluşması

şeklinde tanımlanmaktadır ve kristal yapıya sahip birçok maddede gözlenebilen bir olaydır. Organik kristallerde de piezoelektrik özellikler bulunmaktadır. Kemik mineralleri ve kollagenler de bu özelliğe sahiptir (Proffit ve ark., 2007).

Piezoelektrik teoriye göre dış hareketi, kemiğin bükülmesiyle oluşan elektrik sinyallerinin oluşturduğu kemik metabolizmasına bağlı olarak meydana gelen değişimler ile meydana gelmektedir. Basınç etkisiyle oluşan şekil değiştirme sonucu kristallerde meydana gelen elektrik akımına ‘piezoelektrik’ denilmektedir ve kristalsi yapı gösteren kemik kuvvet karşısında büküldüğünde dış yüzeyler pozitif, iç yüzeyler ise negatif yüklenmektedir. Kuvvet etkisiyle kemikte oluşan bu kutuplaşmanın sırasıyla kemik rezorpsiyonu ve appozisyonunu başlatan tetik stimulus olduğu düşünülmektedir. Bu elektrik sinyallerinin ömürleri kısadır ve kuvvetin devam etmesine rağmen hemen sıfırlanırlar. Ayrıca uygulanan kuvvete son verildiğinde önceki ile eş değerde ve ters yönde bir sinyal daha ortaya çıkar. Deneysel olarak düşük voltajda elektrik akımlarının dış hareketini hızlandırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Proffit ve ark., 2007; Davidovitch, Finkelson ve ark., 1980). Belli bir düzende uygulanan ve ortadan kalkan kesikli kuvvet düzenli piezoelektrik sinyaller oluşturabilirken sürekli kuvvet başlangıç sinyali dışında belirgin bir piezoelektrik sinyal oluşturamaz (Bumann, Carvalho ve ark., 1997). Ortodontik dış hareketine bağlı kemiğin remodelinginde baskıya bağlı sinyaller önemliyse baskının titreşim şeklinde uygulanması daha yararlı olacaktır (Shapiro, Roeber ve ark., 1979).

2.2.1.2. Baskı-gerilim teorisi

Bu teori 1932 yılında Schwarz tarafından öne sürülmüştür. Bu teoriye göre dış hareketine yol açan hücrel farklılaşmayı başlatan kimyasal uyarılardır. Temelde bu görüş üç aşama içermektedir: (1) PDL içindeki baskıya bağlı kan akışındaki değişiklikler, (2) kimyasal habercilerin oluşumu ve serbest bırakılması (3) hücrelerin aktivasyonu (Su, Borke ve ark., 1997; Terai, Takano-Yamamoto ve ark., 1999). Dış hareketinde osteoklastların görevi PDL’nin sıkışma bölgesine komşu alveolar kemik duvarında rezorpsiyon yapmak, osteoblastların görevi ise gerilme bölgesinde yeni kemik oluşturmak ve sıkışma bölgesindeki rezorbe alanları yeniden şekillendirmektir. Osteoklastların bölgeye göçü ilk dalgada bölgedeki mevcut hücre popülasyonundan, ikinci dalgada ise uzak bölgelerden kan yoluyla (Smith ve Roberts, 1980). Osteoklast

göçü ile direk rezorpsiyon başladıktan sonra ilk diş hareketi gerçekleşir. PDL aralığı genişler gerilme bölgesinde kemik oluşurken sıkışma bölgesinde yeniden şekillenme başlar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Diş etki eden kuvvet kılcal damarları tamamen daraltırsa PDL'nin o bölgesindeki kanlanma tamamen kesilir ve sıkışma bölgesinde steril bir nekroz gelişir. Bu bölgede hücreler gözlenemediğinden 'hiyalinizasyon bölgesi' de denilmektedir. Buradaki kemiğin yeniden şekillenmesi hasar görmemiş komşu bölgelerden göç eden hücreler yoluyla olur çünkü nekrotik PDL alanında canlı hücre bulunmamaktadır. Hücre göçüyle gelen osteoklastlar indirekt kemik rezorpsiyonunu başlatır. Diş hareketi hiyalinizasyon ve indirekt rezorpsiyondan dolayı geç başlar. Bunun sebebi rezorbe olacak kemik kalınlığının daha fazla olması ve lamina duradaki hücre farklılaştırıcı uyarının gecikmesidir. PDL bölgesinde nekroz oluşumunun önüne geçilirse hem ağrı azalır hem de diş hareketinin etkinliği artar. Bu yüzden ortodontik tedavilerde ağır kuvvetlerden kaçınmak gerekir (Proffit ve ark., 2007).

2.2.1.3. Çoklu hücre sinyal yolları teorisi

Bu teoriye göre yeniden şekillenmenin rezorpsiyon ve apozisyon fazlarında mekanik olarak aktive edilmiş hücreler tarafından bölgesel olarak IL-6 ve IL-1 β gibi sitokinler üretilmektedir (Meikle, 1989). Ortodontik tedavisi devam eden hastalardan alınan dişeti oluğu sıvısında IL-1 β , IL-6, TNF- α gibi epidermal büyüme faktörlerinde artış olduğu görülmüştür (Uematsu, Mogi ve ark., 1996).

2.2.2. Diş Hareketinin Fazları

Birçok araştırmacı diş hareketinin fazlarını farklı değerlendirmiştir.

Ratlar üzerinde yapılan bir çalışmaya göre diş hareketinin iki fazda gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmaya göre ilk hareket PDL'nin sıkışması kadar oluşur ve ardından daha sabit bir hızda diş hareketi gerçekleşir. 7-14 gün içerisinde baskı bölgesindeki alveolar kemikte direkt kemik rezorpsiyonu gerçekleşir ve hiyalinizasyon görülmez (Kohno, Matsumoto ve ark., 2014).

Burstone diş hareketini başlangıç fazı, gecikme fazı ve gecikme sonrası faz olmak üzere üç fazda tanımlamaktadır. Başlangıç fazı; periodontal aralık sınırlarında kuvvet etkisinde 24 saat- 2 gün içerisinde gerçekleşen ilk harekettir. Gecikme fazı; diş hareketinin hiç olmadığı ya da çok az olduğu fazdır. Bunun sebebinin sıkışma bölgesindeki PDL'in hiyalinasyonu olduğu düşünülür. Bu safha 4-20 gün arasında gerçekleşir. Süresi kuvvet miktarına ve hyalinize dokunun büyüklüğüne ve hastanın yaşına göre değişir. Hafif kuvvetler uygulandığında hyalinizasyon daha az gözlenir ve direkt rezorpsiyon meydana gelirken ağır kuvvetler uygulandığında ise hyalinizasyon daha fazla olacağından bu dokunun eliminasyonu için gereken süre de artar. Gecikme sonrası fazda ise ilave kuvvet olmaksızın rezorpsiyon ve apozisyona bağlı olarak diş hareketi aniden artar (Burstone, 1962).

Bazı çalışmalara göre ise diş hareketine dördüncü bir faz eklenmektedir. İlk fazda diş 24 saat-2 gün arasında alveolar sokette hareket eder. İkinci fazda 20-30 gün boyunca diş hareketi durur. Üçüncü fazda diş hareketinde ani bir artış saptanır ve dördüncü fazda ise diş hareketinde zamana bağlı olarak doğrusal bir devamlılık görülür (Pilon, Kuijpers-Jagtman ve ark., 1996; Van Leeuwen, Maltha ve ark., 2003).

2.2.3. Diş Hareketinin Biyomekaniği

Bir cismin şeklinin değişmesine ya da uzayda yer değiştirmesine sebep olan etkiye kuvvet denir. Kuvvet vektörel bir büyüklük olduğu için doğrultu, yön, şiddet ve uygulama noktası gibi özelliklere sahiptir (Tosun, 1999).

Direnç merkezi; kemik içinde, diş kökü üzerinde yer alan ve dişin translasyon hareketi yapmasına neden olan bileşke kuvvetin etki çizgisinin, dişin uzun eksenini kestiği teorik bir noktadır (Tosun, 1999). Çok köklü dişlerde furkasyon noktasının 1-2 mm altında, tek köklü dişlerde ise kökün uzun eksenini üzerinde ve alveol kretinden, kök uzunluğunun % 40'ı kadar apikalde yer almaktadır (Haskell, Spencer ve ark., 1990). Periodontal ataşman veya destek kemik dokusu kayıplarında direnç merkezi apikale doğru yer değiştirmektedir (Tanne, Nagataki ve ark., 1991).

Moment; kuvvetin şiddeti ile dişin direnç merkezinden, bu kuvvetin etki çizgisine indirilen dik mesafenin çarpımıdır ve cismin dönme merkezi etrafında dönmesine neden olur. Dişlerde kron üzerinden yani direnç merkezi dışından geçen bir kuvvet çizgisi

moment oluşturarak dişin, kuvvetin uygulandığı yönde devrilmesine yol açar. Dişin direnç merkezinden geçen kuvvetler ise direnç merkezi ile aralarındaki mesafe sıfır olduğu için dişte hiçbir dönme etkisi (moment) oluşturmazlar ve diş translasyon hareketi yapar. Moment hem kuvvetin şiddetine hem de direnç merkezine olan dik uzaklığa bağlı olduğundan, kuvvet şiddetini iki kat arttırıp mesafeyi yarıya düşürerek veya mesafeyi iki kat arttırıp kuvvet şiddetini yarıya düşürerek aynı dönme etkisini (moment) elde etmek mümkündür. Ortodontik tedavi sırasında fizyolojik sınırlarda kuvvet uygulasa bile, kuvvetin uygulama noktası iyi seçilmediğinde dişin destek dokularına etkileyen kuvvetlerin bu dokularda oluşturacağı tahribat, dişe sanki ağır kuvvet uygulanıyormuş gibi büyük olabilir (Tosun, 1999).

Rotasyon merkezi, dişin, etrafında dönme hareketi yaptığı hayali nokta şeklinde tanımlanmaktadır. Bu noktanın yeri moment-kuvvet oranına (M/F) bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tosun, 1999). Klinik olarak bakıldığında M/F oranı diş hareketinin tipini belirler ve bu oran, dişin direnç merkezi ile braket arasındaki mesafeye bağlıdır. Direnç merkezi ile etki çizgisi arasındaki mesafe artarsa, M/F oranı da artar. Kontrollü ve istenen diş hareketini sağlamak için doğru M/F oranını oluşturmak son derece önemlidir (Yoshida, Jost-Brinkmann ve ark., 2001; Tosun 1999; Kapila ve ark., 2015). M/F oranı 1 – 7 arasındaysa dönme merkezi apeks civarında yer alır ve kontrollü devrilme hareketi oluşur. Oran < 1 olduğunda dönme merkezi direnç merkezine yaklaşır ve diş kontrolsüz devrilme hareketi yapar. M/F oranı 8 – 10 arasındaysa rotasyon merkezi + sonsuza kayar ve diş translasyonla yer değiştirir. Oran 10'un üzerinde ise rotasyon merkezi krona yer alır ve kök hareketi oluşur. Destek kemik dokusunu kaybetmiş ya da uzun köklü dişlerde direnç merkezi daha apikale kayar ve bu da braketle direnç merkezi arasındaki mesafenin artmasına sebep olur. Bu mesafenin artması o dişe translasyon hareketi yaptırmak için uygulacak M/F oranının da büyümesi demektir ve bu da özellikle erişkinlerde arzu edilmeyen yüksek düzeyde kuvvetlerin kullanılmasını gerektirir (Tosun, 1999).

Looplar, boşluk kapatılmasında kullanılan aktif elemanlardır. Klinik olarak arzu edilen maksimum aktivasyonda (F_{max}) bile M/F oranı kontrollü devrilme için gerekli olan 7/1 değerine ulaşabilen ve aktivasyon (F) azaldıkça M/F oranı kademeli olarak yükselen yani geniş çalışma aralığına sahip ve yük/esneme oranı düşük looplardır.

Bunu sağlamak için telin çapını düşürmek yerine boyunu artırmak ve TMA gibi yük/esneme oranı düşük ve kolayca bükülebilir tel materyalleri kullanılması gerekir. Loopun M/F oranını artırmak için, loopun dişeti tarafına daha fazla tel eklenmesi önerilir. Bu beklentileri karşılayan en iyi loop şekillerinden birisi TMA tellerden yapılan T looplardır. T loop uygulanan diş kontrollü devrilme ile harekete başlamakta ve daha sonra kademeli olarak translasyon ve kök hareketi meydana gelmektedir (Burstone, 1982; Manhartsberger, Morton ve ark., 1989; Staggers ve Germane, 1991; Tosun, 1999).

Klinik olarak gerek bireysel olarak direnç merkezinin yerinin belirlenmesi gerekse diş uygulanacak M/F oranının gerçek değerinin belirlenip hareket süresince sabit tutulması elbette ki zordur. Kanin distalizasyonu gibi translasyon hareketi istenen mekaniklerin uygulanması sırasında emek, zaman ve enerji kaybına yol açan dişlerin aşırı devrilmelerinden kaçınmak için loop kullanıldıysa aktivasyonları dikkatli yapılmalıdır. Meydana gelen istenmeyen devrilmelerde kuvvetin azaltılması (ya da momentin artırılması) ve yavaş ilerleyen kök hareketinin tamamlanması için (telin çalışması için) sabırla beklenmelidir (Tosun, 1999).

2.2.3.1. Ortodontik Kuvvet

Bir cismin şeklinin değişmesine ya da uzayda yer değiştirmesine sebep olan etkiye kuvvet denir. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür ve şiddet (Degree), süre (Duration), dağılım (Distribution) ve yön (Direction) olmak üzere dört özelliği bulunmaktadır.

Süresine göre kuvvetler kesikli, aralıklı ve sürekli olarak üçe ayrılmaktadır. Kesikli kuvvetler genellikle ağır kuvvetlerdir, kuvvet şiddeti kısa bir sürede sıfırlanır. İndirekt rezorpsiyona sebep olurlar. Bu kuvvetler uygulandıktan sonra ikinci bir aktivasyona kadar tamir olayları gerçekleşir. Hızlı genişletme vidaları bu gruba örnektir. Aralıklı kuvvetlerde hasta apareyini ağızından çıkardığında kuvvet sıfırlanır ve yeniden ağıza taktığında kaldığı düzeyden başlayarak azalarak devam eder. Ağız dışı apareyler bu gruba örnektir. Sürekli kuvvet uygulamasında ise aktivasyon arasında kuvvetin şiddeti yavaş yavaş azalır fakat sıfırlanmaz. Sabit apareylerde kullanılan Ni-Ti açıcı yaylar (open coil spring) bu tip kuvvetlere örnektir.

Şiddetlerine göre ise kuvvetler hafif ve ağır kuvvetler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ağır kuvvetler periodonsiyumda aşırı sıkışma yaptığından hyalinizasyona

ve indirekt kemik rezorpsiyonuna neden olacak şiddetteki kuvvetlerdir. Hafif kuvvetler ise dişin harekete başlaması için gerekli kuvvetin üzerinde olan optimal düzeydeki kuvvetlerdir ve direkt kemik rezorpsiyonuna neden olurlar (Tosun, 1999).

Yapılan birçok çalışmaya göre kuvvet arttıkça ankraj kaybı ve doku hasarı artarken diş hareketi artmamaktadır. Bu nedenle hafif ve sürekli kuvvetler uygulanmalıdır (Storey, 1952; Reitan, 1960; Davidovitch, Finkelson ve ark., 1980; King ve Fischlschweiger, 1982; Daskalogiannakis ve McLachlan, 1996; Nattrass, Ireland ve ark., 1997)

2.2.3.2. Optimal Kuvvet

Optimal kuvvet, hastaya herhangi bir rahatsızlık vermeden en az doku harabiyeti ile mümkün olan en fazla diş hareketini oluşturan kuvvettir (Storey, 1952; Darendeliler ve ark., 1997). Schwarz (Schwarz, 1932) tarafından 1932 yılında ilk kez tanımlanmış ve periodontal ligamente uygulanacak kuvvetin optimal olabilmesi için kapiller kan basıncından (20-26 g) daha fazla olmaması gerektiği belirtilmiştir.

Her diş için önerilen optimal kuvvet de her zaman geçerli değildir. Örneğin erişkin hastalarda kemik yoğunluğu çocuklara göre daha fazla olduğundan yoğunluğu fazla olan kemikte indirek kemik rezorpsiyonu görülebilir. Ayrıca çevre doku özelliği aynı yaş grubundaki bireyler arasında bireysel farklılıklar da taşıdığından optimal kuvvet her diş ve her hasta için farklılık teşkil etmektedir (Ülgen, 1993; Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Kanin retraksiyonunda optimum kuvvetin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan birçok çalışmada oldukça farklı değerlerde optimum kuvvet önerileri olduğu görülmüştür (Storey, 1952; Reitan, 1957; Hixon, Atikian ve ark., 1969; Sleichter, 1971; Boester ve Johnston, 1974; Nikolai, 1975; Quinn ve Yoshikawa, 1985; Iwasaki, Haack ve ark., 2000; Deguchi, Imai ve ark., 2007)

Reitan (1957), alt kaninlerin paralel hareketi için 100-200 g, üst kaninler için 150-250 g kuvvet uygulanmasını önermiştir.

Hixon ve ark. (1969), sekiz hastada mandibular kanin diş hareketi konusunda yaptıkları bir çalışmada, optimal kuvvet bulunmadığını, ancak diş hareket hızının 300 g'a

kadar artma eğiliminde olduğunu göstermiş, 300 g'dan daha fazla kuvvet uygulandığında kanin dişlerde rotasyon ve devrilmenin kaçınılmaz olacağını ve bu sebeple lingual taraftan da kuvvet uygulanmasının gerekli olacağını öne sürmüşlerdir.

Storey (1952), kanin retraksiyonu için optimal kuvvetin 150-200 g arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

Sleighter (1971), 150-200 g'lık kuvvetlerin kanin dahil çoğu dişin hareketi için yeterli olduğunu bildirmiştir.

Iwasaki ve ark. (2000), etkili bir üst kanin diş hareketi için 18 g kuvvetin yeterli olduğunu tespit etmişlerdir.

Nikolai (1975), 33 g/cm² lik kuvvetin teorik olarak optimum olduğunu, kanin retraksiyonunda devrilme hareketi için 60 g, paralel hareket için 210-365 g kuvvetin yeterli olduğunu belirtmiştir.

Deguchi ve ark. (2007), kanin dişin ayda yaklaşık olarak 1 mm hareketi için en az 100 g kuvvetin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Quinn ve Yoshikawa (1985), maksimum etki ile kanin retraksiyonu için uygulanacak kuvvetin 100-200 g arası olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Boester ve Johnston (1974), kanin dişlere dört farklı kuvvet miktarları uygulamıştır. Araştırmacılar 140 g, 255 g ve 310 g kuvvetlerle yapılan kanin retraksiyonunda diş hareketinde anlamlı bir fark oluşmadığını ancak 55 g kuvvet uygulandığında anlamlı derecede düşük hareket oluştuğunu bildirmişlerdir.

2.2.4. Diş Hareketi Tipleri

2.2.4.1. Fizyolojik Diş Hareketi Tipleri

Erüpsiyon; dişin kemik içindeki nonfonksiyonel pozisyonundan ark üzerindeki fonksiyonel konumuna geçişi sırasında oluşan multifaktöriyel bir büyüme sürecidir ve günümüzde alveoler büyüme, vaskülarizasyon, periodontal ligament, kökün gelişimi ve dental folikül erüpsiyon mekanizmasını başlatan potansiyel faktörler olarak gösterilmektedir (Shroff ve Siegel, 2000).

Migrasyon, diş kayıpları, çenelerin diferansiyel büyümesi ve travmanın olumsuz etkilerine karşı optimal çiğneme fonksiyonunu sağlamaya yönelik bir diş hareketidir. Fizyolojik migrasyon, oklüzyon düzleminin açısı doğrultusunda, fizyolojik kuvvetlere cevap olarak ve sadece periodontal ligamentin varlığında gerçekleşir (Roberts, 2000).

2.2.4.2. Ortodontik Diş Hareketi Tipleri

Temel olarak diş hareketleri devrilme (tipping), kök hareketi (tork), translasyon (paralel hareket) ve rotasyon olarak sınıflandırılmaktadır (Janson, Dainesi ve ark., 2003). Ayrıca ekstrüzyon ve intrüzyon hareketinden de bahsedilmektedir (Sameshima ve Sinclair, 2001; Proffit, Fields Jr ve ark., 2014).

Tipping (Devrilme) Hareketi: Pratikte en kolay gerçekleşen diş hareketidir. Dişte devrilme hareketi meydana gelmesinin sebebi kuvvetin, dişin direnç merkezinden daha uzakta uygulanması ve oluşan momentin etkisidir. Kontrolsüz ve kontrollü tipping olmak üzere ikiye ayrılır. Kontrolsüz tipping hareketinde rotasyon merkezi direnç merkezinin daha apikalinde yer alır. Diş kökü bir tarafa kron ise diğer tarafa hareket eder ve M/F oranı 0:1 ile 5:1 arasında değişir. Kontrollü tipping hareketinde ise uygulanan kuvvete karşı krona bir moment oluşur, rotasyon merkezi kök ucuna kayar ve gerekli M/F oranı 7:1'dir (Tosun, 1999).

Tork (Kök) Hareketi: Dişin rotasyon merkezi kesici kenarına yakın olup diş bu merkez etrafında hareket etmektedir. Dikdörtgen kesitli tellerde burma hareketi yapılarak tork hareketi oluşturulabilmektedir. Bu hareket tipinde kron sabit kalmaktadır ve M/F oranının minimum 12:1 olması gerekmektedir (Marcotte, 1990; Premkumar, 2015).

Translasyon (Paralel Hareket): Dişin tamamının uygulanan kuvvete bağlı olarak paralel şekilde hareket ederek diş üzerindeki tüm noktaların aynı yolu aldığı hareket şeklidir ve gerekli M/F oranı 10:1 dir. Rotasyon merkezi artı sonsuzdadır (Tosun, 1999).

Rotasyon Hareketi: Herhangi bir doğrunun belirli bir sabit referans düzlemine göre bir cismin üzerinde açı değiştirerek yapmış olduğu harekettir (Tosun, 1999). Marginal rotasyonda dönme merkezi dişin distal veya mezial kontakt noktasındadır ve dişin bu tarafı hareket etmez. Tanımlanmasında yalnız hareket eden taraf ve hangi yöne hareket ettiği söylenir, hareket etmeyen taraf söylenmez. Aksiyal rotasyonda ise dönme

merkezi dişin ortasında olup, mezial ve distal kontakt noktaları birbirine zıt yönlerde hareket ederler. Tanımlanmasında hareket eden bir tarafı ve hareket yönünü söylemek yeterlidir (Ülgen, 2000).

Intrüzyon: Dişin alveol ile birlikte çene kemiğine gömülme hareketidir ve ortodontide en zor elde edilen hareketlerden biridir. Kuvvet apekte küçük bir alanda sınırlandırılmış olduğundan intrüzyon için hafif kuvvetler gerekir (Proffit, Fields Jr ve ark., 2014). Bu sebeple intrüzyon, dişin rezorbsiyona yatkınlığını arttıran bir faktör olarak gösterilebilir (Sameshima ve Sinclair, 2001).

Ekstrüzyon: Ekstrüziv hareketler periodontal ligamentte sadece gerilme yaratan, sıkışma yaratmayan vertikal hareketlerdir. Saf gerilme içeren ekstrüzyon hareketinde amaç alveolar kemiği dişle birlikte hareket ettirmek olduğundan ağır kuvvetler istenmez (Proffit, Fields Jr ve ark., 2014).

2.3. ÇEKİMLİ ORTODONTİK TEDAVİ

Çekimli tedaviler ortodontide uzun yıllar süren tartışmalı bir konu olmuştur. Angle'a göre eğer çapraşık dişler birbirlerine göre doğru konumda sıralanırsa çiğneme kaslarının fonksiyonlarının gelişmesiyle çenelerde büyüme sağlanacak ve dentisyon için yeterli yer elde edilmiş olacaktı. Bu nedenle Angle, tüm ortodonti hastalarında arkların ekspansiyonunu savunmuştur. Ancak; Calvin Case gibi bazı ortodontistler, spesifik durumlarda daha stabil sonuçlar elde etmek için diş çekiminin gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir (Proffit, Fields ve ark., 2000). Çenelerin büyümesinin fonksiyona bağlı olmadığını ve dişlerin tamamının yerleşmesi için çeneler çok küçük olduğunda, çekimin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Tweed; çekimle tedavi edilen hastalarda, okluzyonun daha stabil olduğunu bildirmiştir (Proffit, Fields ve ark., 2000; Singh, 2007). Begg; taş devri insanların kafataslarında yaptığı araştırmalarda, dişlerde devamlı bir atrizyon ve vertikal-mezial migrasyon meydana geldiğini göstermiştir. Sert yiyecek tüketimiyle kendiliğinden oluşan, dişlerde çapraşıklık bulunmayan okluzyonu simule etmek için günümüz insanında diş çekimi gerektiğini vurgulamıştır (Begg ve Kesling, 1977).

Ortodontik diş çekiminin temelde iki sebebi bulunmaktadır. Bunlar, şiddetli çapraşıklık olgularında dişlerin düzgün bir şekilde seviyelenmesi için yer kazanmak ve ihtiyaç duyulması halinde keser dişlerin retraksiyonunu içeren diş hareketlerine izin

vermektedir. Diş çekimi ile protrüze olan kesici dişlerin ideal konumuna gelmeleri sağlanmaktadır. Aynı zamanda hafif iskeletsel Sınıf II ve iskeletsel Sınıf III problemlerin kamufleji yapılmaktadır (Proffit, 2007). 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 belirtmektedirler. 10 mm'den fazla ark boyut uyumsuzluğu olan vakalarda çekimli tedavinin kaçınılmaz olduğunu söylemektedirler (Proffit ve ark., 1993). Ayrıca ortodontide en sık karşılaşılan problemlerden olan ve çapraşıklıkla güçlü bir şekilde ilişkilendirilen highvestibülde konumlanmış maksiller kaninler de çekim gerektiren vakalardandır (Jacoby, 1983; Peck ve ark., 1996).

Ortodontik tedavi planlamasında maksiller veya bimaxiller dentoalveoler protrüzyon, anterior çapraşıklık ve artmış overjet vakalarında daha çok birinci premolar dişlerin çekimi düşünülmektedir. Tedavi sonunda elde edilecek estetik ve okluzal denge açısından bu dişlerin çekimi sıklıkla tercih edilmektedir. Çapraşıklığa yakın bölgeden diş çekimiyle çapraşıklık ve protrüzyon düzeltilmekte, keser ve kaninlerin retraksiyonu için yer elde edilmektedir. Birinci premolar dişlerin sıklıkla çekilmelerinin bir diğer nedeni ise kanin dişleriyle benzer interdental ilişkiye sahip olmaları ve ikinci premolara boyut ve şekil olarak benzemeleridir. Ayrıca bu dişlerin çekimiyle dişler arasındaki temas ilişkisinde büyük bir değişim olmayacaktır (Schoppe, 1964; Graber, 1972; Proffit, Fields ve ark., 2000).

2.3.1. Ortodontik Ankraj

Ankraj, uygulanan kuvvet sonucu istenmeyen diş hareketlerine karşı olan direnç olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanım ise dişin, harekete olan direncidir.

Ankraj kavramının temeli her etki için eşit ve zıt yönde bir tepki oluştuğunu söyleyen Newton'un üçüncü yasasına dayanmaktadır (Rakosi ve Graber, 2010).

Çekimli vakalarda, çekim boşluğunun kapatılması dişlerin ankraj gereksinimlerine göre minimum, moderate (midi) ve maksimum ankraj olarak adlandırılır. Çekim boşluğunun, dörtte biri ön grup dişlerin arkaya, dörtte üçü arka grup dişlerin öne doğru hareketiyle kapatılıyorsa 'minimum ankraj'; çekim boşluğunun, dörtte

ikisi ön grup dişlerin arkaya, dörtte ikisi de arka grup dişlerin öne doğru hareketiyle kapatılıyorsa ‘moderate (midi) ankraj’; 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’ söz konusudur (Ülgen, 2005).

Proffit tarafından yapılan modern anlamda ankraj sınıflamasına göre ankraj; diğer dişlerden, palatinal kemikten, baştan, boyundan ve sıklıkla çene kemiklerine uygulanan vidalardan sağlanmaktadır. Proffit ankrajı; güçlendirilmiş ankraj, resiprokal diş hareketi, sabit ankraj, kortikal ankraj ve iskeletsel ankraj olarak sınıflandırmıştır. Sınıflandırmaya göre güçlendirilmiş ankrajda, ankraj bölgesi birden fazla diş içerir veya ankrajı arttırmak için ağız dışı kuvvet üniteleri ankraj bölgesine eklenir. Resiprokal diş hareketinde, ankraj dişler ile hareketi istenen dişlere uygulanan kuvvet eşittir. Sabit ankraj ise paralel harekete direnç olarak tanımlanmaktadır. Kortikal ankraj, diş kökünün kortikal kemik içerisinde konumlandırılmasıyla elde edilen ankraj olarak tanımlanmaktadır. Bu ankraj tipinde bukkal veya lingual kök torku aracılığıyla diş kökünün kortikal kemik içerisinde kalması sağlanmaktadır. Diş hareketi büyük ölçüde yavaşlar, köklerde rezorpsiyon oluşma ihtimali vardır. İskeletsel ankrajda ise kemik içerisine yerleştirilen implantlardan faydalanılır. Dişeti altından alveolar kemiğe yerleştirilen veya dişeti üzerinden alveolar kemiğe uygulanan geçici ankraj üniteleri aracılığıyla ankraj sağlanmaktadır (Proffit ve ark., 2007).

Başlıca geçici ankraj üniteleri; dental restoratif implantlar, mikro vidalar, mini vidalar ve mini plaklardır. Bunlar ortodontik ankraj amacıyla direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde kullanılabilmektedir: Direkt ankraj, geçici ankraj ünitesinin mukoza dışında kalan bölümünden ankraj alınarak kuvvet uygulanmasıdır. İndirekt ankrajda ise bir diş veya diş grubu ankraj ünitesi ile stabilize edilmekte ve bu sistemden ankraj alınarak kuvvet uygulanmaktadır.

Moyers’e göre ankraj sınıflaması ise şu şekildedir (Moyers, 1963):

İlgili Çeneye Göre

İntramaksiller: Ankraj aynı çene içerisinden sağlanmaktadır.

İntermaksiller: Ankraj karşı çeneden sağlanmaktadır.

Ankraj Alınan Bölgeye Göre

İntraoral ankraj: Ağız içinden, mukozadan veya dişlerden destek alınmaktadır.

Ekstraoral ankraj: Oksipital, servikal, fasiyal ve kraniyal yapılardan destek alır.

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

Kuvvet Uygulama Şekline Göre

Basit ankraj: Devrilme hareketine karşı oluşan direnç olarak tanımlanmaktadır.

Sabit ankraj: Paralel harekete karşı oluşan dirençtir.

Karşılıklı (resiprokal) ankraj: İki veya daha fazla dişin birbirlerine doğru hareket ettirilmesinde, ankraj bölgesi ile hareket eden bölgenin ankraj değerlerinin aynı olmasıdır. Bu ankrajda genellikle ankraj bölgesi ile hareket eden bölge birbirlerine karşı eşit ve zıt yönlü bir direnç gösterirler.

Ankraj Ünitesinin Sayısına Göre

Tek ankraj: Tek bir diş ankraj ünitesi olarak kullanılmaktadır.

Birleşik ankraj: İki veya daha fazla diş ankraj ünitesi olarak kullanılmaktadır.

Güçlendirilmiş ankraj: Ankraj, dental olmayan yapılardan destek alınarak elde edilmektedir. Ör: kaslar, kafa, mukoza, vs.

Ankraj kaybı, modern ortodonti anlayışına göre ortodontik tedavi sırasında karşılaşılabilecek en büyük komplikasyonlardan biridir. Bu nedenle seviyelemeden başlayarak ortodontik tedavinin her döneminde önemle üzerinde durulması gereken bir konudur (Tosun, 1999).

2.3.2. Seviyeleme ve Sıralama

Ortodontik tedavi üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar seviyeleme ve sıralama, kanin distalizasyonu, boşluk kapatma ve molar ilişkisinin düzeltilmesi son olarak da bitirme aşamasıdır (Proffit, Fields Jr ve ark.,2014).

Seviyeleme, posterior dişlerin bukkal kuspları ile anterior dişlerin kesici uçlarının aynı yatay düzlemde bulunması şeklinde tanımlanmaktadır. Sıralama ise dişlerin normal kontak ilişkilerine sahip olacak şekilde ark üzerinde dizilmesidir (Baldrige, 1969; Spee, Biedenbach ve ark., 1980). Ortodontik tedavinin ilk aşaması olan seviyeleme ve sıralama aşamasının amaçları arasında çapraşıklığın çözülmesi, braketlerin dikey ve yatay yönde aynı hizaya getirilmesi, rotasyonların düzeltilmesi, dişlerin eksen eğimleri ve derin kapanışın düzeltilmesi ile çapraz kapanışın ortadan kaldırılması yer almaktadır (Proffit, Fields Jr ve ark., 2014).

2.3.2.1. Düz Tel Tekniğinde Seviyeleme ve Sıralama

Sabit ortodontik malzemelerdeki gelişmeler 1911’de Dr. Edward Angle’in pin ve tüp kombinasyonunu ortodonti literatürüne tanıtmıştı ve bu yana devam etmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte Edgewise braketler kullanılmaya başlanmıştır. Edgewise tekniği ağır kuvvetlerin kullanıldığı ve çok sayıda tel bükümü içeren bir tekniktir. Ayrıca bu teknikte çok sayıda büküm yapılması hasta başında geçirilen zamanı arttırmaktadır. Daha sonra Begg ve lightwire tekniklerini takiben tork, angulasyon ve in-out değerleri olan braketler geliştirilerek düz tel sistemlerine ulaşılmıştır. Bu gelişmeler hekimin işini kolaylaştırmış ayrıca hasta beklentilerinin karşılanmasını ve tedavi süresince hasta konforunun artırılmasını sağlamıştır.

Günümüzde oldukça popüler olan düz tel tekniği 1970’te Andrews tarafından tanıtılmıştır. Tüm dişlerin aynı anda hareketine olanak vermesi, hasta başında geçirilen süreyi azaltması ve tellerin takılıp çıkarma kolaylığı gibi avantajlarından dolayı bu teknik sıklıkla tercih edilmektedir (Shroff ve Lindauer, 2001).

Elde edilen bu veriler doğrultusunda ark teline yapılması gereken birinci, ikinci ve üçüncü düzen büküm değerleri belirlenip Edgewise braketlerine aktarılmış ve “Düz Tel Tekniği”nin (Straight Wire Appliance-SWA) ilk rejenarasyonu tanıtılmıştır. “Düz

Tel Tekniği”nde tedavi için gerekli olan tüm özellikler braketlerin içine yerleştirilmiş halde bulunur. Düz tel braketlerinde meziodistal olarak açlandırılmış slotlar, braketin açılı değil doğrudan düz bir şekilde yerleştirilmesini sağlamaktadır. Braket tabanı her diş tipine göre uygun tork değerlerini yansıtabilmek amacıyla açlandırılarak üretilmiştir ve doğru tork verebilmek için her slotun orta noktası klinik kronun orta noktasına denk gelmelidir. Slot tabanı ve braket tabanı arasındaki mesafe iç/dış (in/out) değerlerini alabilmek için her dişte farklıdır. Bu braketler iyi bir braket-diş uyumu sağlamak için hem horizontal hem de vertikal olarak şekillendirildikleri için braket slotunun kurona göre konumu tekrarlanabilir ve güvenilir olması sağlanmaktadır. Çekimli vakalarda paralel hareket sağlamak amacıyla anti-rotasyon ve anti-tip değerlerine sahip braket seçenekleri bulunmaktadır. Büküm yapma gerekliliğinin ortadan kalkması sayesinde hasta başında geçirilen zaman azalmakta ve tedavi sonuçları daha tatmin edici olmaktadır (Andrews, 1975).

2.3.2.2. Ark Teli Seçimi

Hafif ve sürekli kuvvetler dişler ve çevre dokular üzerinde minimum patolojik etki oluşturarak fizyolojik diş hareketi sağlarlar. Bu şekilde klinik olarak minimum ağrı ve/veya kök rezorpsiyonuna sebep olarak diş hareketi için gerekli optimum kuvvet elde edilmiş olur. Ark telinin ürettiği kuvvet ark teli materyalinin fiziksel özelliklerine bağlıdır (Burstone, 1981; Linge ve Linge, 1991; Evans, Jones ve ark., 1998)

Seviyeleme ve sıralama aşamasında kullanılmak üzere geniş aktivasyon aralığında hafif kuvvetler iletebilen ve esnek olan çok sarımlı paslanmaz tel çeşitleri ve süper elastik nikel-titanyum (NiTi) teller geliştirilmiştir (Cobb III, Kula ve ark., 1998). Birden çok sayıda ince çaplı telin birbiri üzerine sarılması ile elde edilen çok sarımlı paslanmaz çelik teller dayanıklılık ve geri yaylanma gibi fiziksel özelliklere sahip olmaları sayesinde başlangıç ark teli olarak tercih edilmişlerdir. Ortodontik malzeme teknolojisinin ilerlemesiyle beraber NiTi ark telleri üretilmiş ve popülerliklerini kaybetmişlerdir (Abdelrahman, Al-Nimri ve ark., 2015). NiTi tellerin ortodontik amaçlı olarak kullanılan ilk formu olan nitinol 1971 yılında tanıtılmıştır. Temel özelliği süperelastik davranışı, aktivasyon olmadığı durumlarda telin orjinal şekline dönebilmesi ve aktivasyondan bağımsız olarak sabit kuvvet uygulayabilmesidir (Andreasen ve Hilleman, 1971; Thompson, 2000).

NiTi teller iki çeşit kristal yapıya sahiptirler. Yüksek sıcaklıklarda östenit, düşük sıcaklıklarda martensit formundadırlar. Paslanmaz çelik dahil hemen hemen bütün alaşımların faz dönüşümleri çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmekteyken nitinollerin geçiş sıcaklığı (transition temperature) ise çok düşüktür. Bu alaşımların süperelastik ve şekil hafızalı davranışları düşük geçiş sıcaklığına sahip olmalarıyla ilişkilendirilmektedir (Proffit, Fields Jr ve ark., 2014). Sonraki yıllarda süperelastik NiTi teller geliştirilmiştir. Süper elastik teller ile daha uzun süreli hafif kuvvetler uygulanmaktadır. Bu sayede daha hızlı diş hareketi sağladıkları düşünülmektedir (Evans, Jones ve ark., 1998). Bu tellerin içerik ve kompozisyonlarının değiştirilmesiyle ısıya duyarlı NiTi teller ya da bakır içerikli NiTi teller gibi çeşitleri türleri üretilmiştir (Burstone, Qin ve ark., 1985; Miura, Mogi ve ark., 1986; Pandis ve Bourauel, 2010).

Alaşıma bakır eklenmesi ile üretilen Cu-NiTi tellerde ilave edilen bakır elementi geçiş ısısının ağız ısısına yakın değerlere gelmesini sağlamıştır. Cu-NiTi ark telleri hafif ve sürekli kuvvet uygulamaktadır. Bunun sebebi geçiş sıcaklığı ve kuvvet uygulamasının daha stabil olmasıdır. Periodontal membran hiyalinizasyonu, ankraj kaybı, nekroz, kök rezorpsiyonu riski azalmaktadır. Östenit-martensitik faz dönüşümlerini 27°, 35° ve 40° sıcaklıkta gerçekleştiren 3 tipi bulunmaktadır. Bu sıcaklık değerleri östenit fazın bittiği sıcaklığa göre belirlenmektedir (Gil ve Planell, 1999; Gioka ve Eliades, 2002; Biermann, Berzins ve ark., 2007).

Isıyla aktive olan NiTi teller şekil hafızalarına ek olarak düşük katılık, yüksek geri yaylanma ve süper-elastik özellikleri sayesinde sıklıkla tercih edilmektedirler (Dalstra ve Melsen, 2004). Bu tellerin klasik nikel titanyum tellerden farkı vücut ısısının altında ve oda ısısının üzerinde olan geçiş sıcaklığı özelliğine sahip olmalarıdır. Tel oda ısısında (yaklaşık 25°) yumuşakken ağız ısısında (yaklaşık 37°) sertleşmektedir. Geçiş sıcaklığı ile ağız sıcaklığı arasındaki farkın klasik NiTi tellerden küçük olması da bu tellerin uyguladığı kuvvetin daha düşük olmasını sağlamaktadır (Berger ve Waram, 2007).

Yapılan bir çalışmada seviyeleme aşamasında Cu-NiTi teller ile NiTi arasında klinik olarak teller tellerarasında klinik olarak herhangi bir fark olmadığı bulunmuştur (Pandis, Polychronopoulou ve ark., 2009). Ayrıca konvasiyonel NiTi, süperelastik NiTi ve ısıya duyarlı NiTi tellerin seviyeleme aşamasındaki etkinliklerinin ve seviyeleme sürelerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada aralarında herhangi anlamlı bir fark tespit

edilmemiştir (Abdelrahman, Al-Nimri ve ark., 2015). Buna karşın McLaughlin ve Benneth'in önerisine göre ise (2001) başlangıç teli olarak ısıya duyarlı nikel titanyum teller kullanılmalıdır (McLaughlin, Bennett ve ark., 2001).

2.3.3. Kanin Retraksiyonu

Premolar çekimli vakalarda maksiller kaninlerin retraksiyonu; ortodontik tedavinin ana safhalarındandır ve retraksiyon sonrasında kaninlerin doğru pozisyonda olmaları estetik, fonksiyon ve stabilite için çok önemlidir (Gjessing, 1985). Kaninler; köklerinin uzun olması, bukkolingual boyutlarının geniş olması, hem anterior hem de posterior dişlere dahil olmaları sebebiyle, arkların köşe taşı olarak kabul edilmektedirler. Köklerinin belirgin olması ağız köşelerinde yüz ifadesine olumlu katkı sağlayacak kemik kabartısı oluşturmakta ve böylelikle yüzün estetik görünümüne katkıda bulunmaktadır (Lane, 1962).

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

Hareketli apareyler tutucu elemanlar, aktif elemanlar ve akrilik tabaka olmak üzere 3 temel bileşenden oluşmaktadır. Aktif elemanlar gerekli diş hareketini sağlamak için kuvvet uygulayan bileşenlerdir. Tutucu elemanlar ise apareyi yerinde tutmaya yarayan ve yer değiştirmesine engel olan yardımcı bileşenlerdir. Aktif elemanlar; springler, arklar, elastikler ve vidalardan oluşur (Sivaraj, 2013). Hareketli distalizasyon yöntemlerinden biri olan kanin retraksiyon springleri, hareketli ortodontik apareyler üzerindeki bükümlerdir ve tutucu eleman olarak Adams kroşeleri bulunur. Kanin distalizasyonu, bu springlerin aktivasyonu aracılığıyla sürtünmesiz bir şekilde 3-4 ayda

tamamlanmaktadır. Springin oluşturduğu kuvvet kromda tek noktadan uygulandığı için diş kontrolsüz tipping hareketi yapar. Günümüzde bu apareyler hasta kooperasyonu gerektirmesi ve kontrollü diş hareketi sağlayamaması sebebiyle rutin kullanımda tercih edilmemektedir (Adams, 1970; Lewis, 1970; Gjessing, 1985).

Sabit distalizasyon yöntemlerinde ise kaninler bireysel olarak ya da keser dişler ile birlikte “en masse” distalize edilmektedir. Maksimum ankraj veya kanin-kanin arası mesafede şiddetli çapraşıklık olgularında kaninler tek başına distalize edilip daha sonra keser retraksiyonu sağlanmaktadır (Burstone, 1966; Burstone, 1982). Sabit kanin distalizasyon yöntemleri, sürtünmeli (ark teli ile birlikte) ve sürtünmesiz (ark teli üzerinde) sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Gjessing, 1985).

2.3.3.1. Highvestibülde Konumlanmış Maksiller Kanin Retraksiyonu

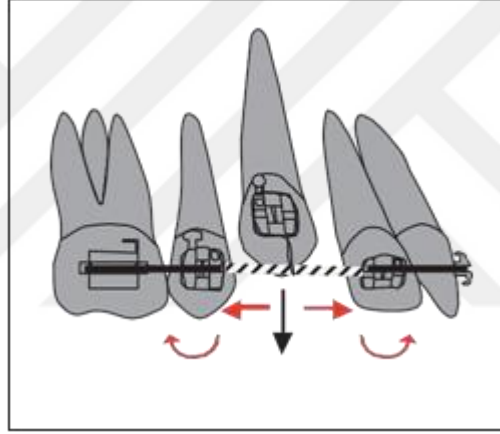
Kaninlerin ektopik olarak sürmesi ortodonti pratiğinde en sık karşılaşılan problemlerden biridir (Bass, 1967). Maksiller daimi kaninlerin gömülü kalma veya ektopik olarak sürme prevalansı % 1-2,2’dir (Dachi ve Howell, 1961; Ericson ve Kurol, 1986). Kaninlerin ektopik olarak sürmesi ve gömülü kalması sistemik ve lokal faktörlere bağlıdır. Ayrıca kaninin uzun ve dolambaçlı sürme yolu sebebiyle çevresel faktörler de bu duruma sebep olabilir. Spesifik etyolojiler arasında süt dişinin erken kaybı, yer eksikliği, kök dilasasyonları, ankiloz ve sürmekte olan kanine göre anormal lateral kök pozisyonu yer alır (Jacoby, 1983). Bir başka olası açıklamaya göre ise sürmemiş dişin folikülüyle ilgili bir rahatsızlık, kaninin sürme yönünü etkileyip ektopik olarak sürmesine neden olabilir (Fearne ve Lee, 1988). Highvestibülde konumlanmış maksiller kaninler çapraşıklıkla güçlü bir şekilde ilişkilendirilmektedir (Jacoby, 1983; Peck ve ark., 1996). Maksiller kaninlerin sürme yolu; uzun, dolambaçlı ve dental arkın hafif bukkalindedir. Kaninlerin lateralden ve birinci premolardan sonra sürmesi sebebiyle bu dişlerin kökleri arasındaki herhangi bir yaklaşma, kaninler için mevcut alanı azaltır ve kaninlerin highvestibülde konumlanmasına sebep olur (Becker, 1998).

Çekimsiz tedavi edilen highvestibülde konumlanmış maksiller kanin vakalarında tedavi süresinin uzaması ve ortodontik aygıtların ağızda uzun süre kalması sonucu mine demineralizasyonu riski artmaktadır (Zimmer ve Rottwinkel, 2004). Çekimsiz tedavilerde meydana gelen kesici dişlerin proklinasyonu hastaların profilini olumsuz

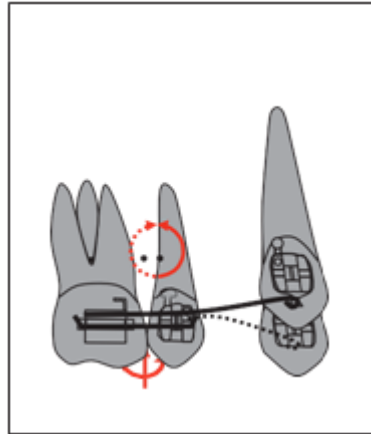
etkileyebileceğinden daimi birinci premolar çekimli tedavi önerilmektedir. Ayrıca çekimli tedaviler, ark formu korunduğundan daha stabil sonuçlar verir (Sachan ve Chaturvedi, 2012).

Highvestibülde konumlanmış maksiller kaninlerin retraksiyonu hareketli apareylerle ya da sabit apareylerle yapılmaktadır. Sabit apareylerde ise sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemler kullanılmaktadır (Akhoon, 2018; Manhal ve Lewis, 1970; Ferreira, Silveira ve ark., 2019).

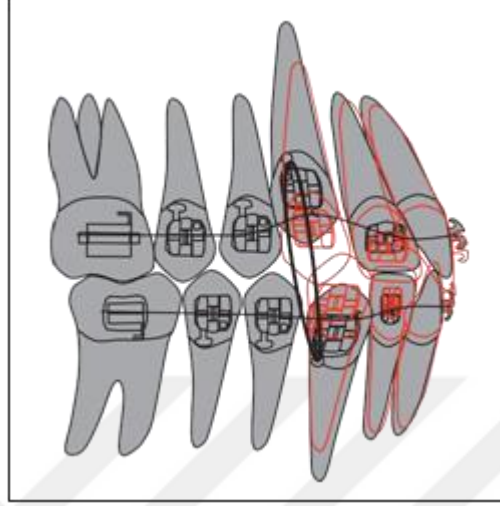
Nanda (Nanda ve Tosun, 2010), highvestibülde konumlanmış bir maksiller kanini ekstrüze etmek için 4 farklı mekanikten bahsetmektedir:



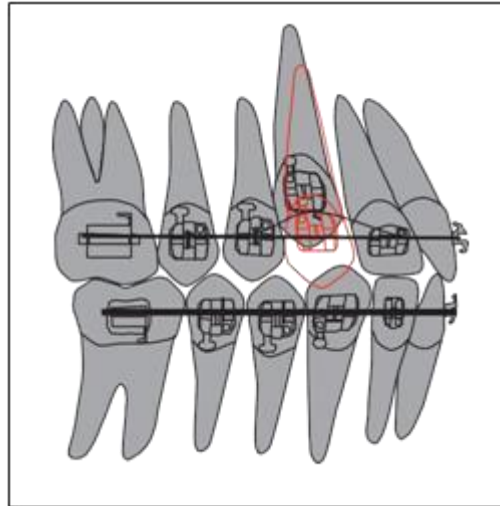
Şekil 2. 1: 0,016 inç SS (stainless steel) tel üzerindeki lateral ve premolar diş arasına açık bir helezon yay koyarak kanini uzun tel ligatürle ark teline bağlamak. Açık helezon yay bitişik dişlerin devrilmesini önlerken boşluğu korur.



Şekil 2. 2: Kanini ekstrüze etmek için V-bükümlü bir kantilever kullanmak. Kantilever istenmeyen momentlerden kaçınmak için kanine sadece bir noktadan tel ligatür ile bağlanmalıdır.



Şekil 2. 3: Resiprokal ankrajı kullanarak maksiller ve mandibular kaninlere yukarı-aşağı elastikler takılması.



Şekil 2. 4: Kanini ekstrüze etmek için dikdörtgen bir SS ana ark teli ile birlikte bir yardımcı 0,014 veya 0,016 NiTi tel kullanmak.

Houston (Houston ve Waters, 1977), üst lateral ve birinci premolar arasında sıkı bir kontakt varlığında ve üst kaninin bukkalde uygun olmayan bir apeks pozisyonunda kaninin çekiminin daha doğru olduğunu belirtmiştir.

2.3.3.2. Sürtünme ve Sürtünmeyi Etkileyen Faktörler

Temas halinde bulunan iki nesne arasındaki harekete direnç oluşturan kuvvete sürtünme kuvveti adı verilir. Temas yüzeyine teğettir ve harekete zıt yönde oluşur. Sürtünme kuvveti ($F_S = N \times \mu$), iki komponentten etkilenmektedir: kontak yüzeylerine iletilen dik yönlü kuvvet (N) ve sürtünme katsayısı (μ). Sürtünme katsayısı, esas olarak temas halindeki materyallerin yüzey özelliklerine bağlıdır (Drescher, Bourauel ve ark., 1989; Nanda, 1996).

Ortodontide kayma mekaniklerine karşı gösterilen direnç; sürtünme, binding ve notching olmak üzere üç bileşenden oluşur. Sürtünme; braket, ark teli ve ligatür arasında meydana gelen temas kuvvetleri nedeniyle oluşmaktadır. Binding, diş harekete başlayıp ark teli braket slotunun köşesine temas ettiğinde görülür. Notching ise ark teli ve braket slotu arasındaki açının artması sonucu ark teli kalıcı deformasyona uğrarsa ortaya çıkar ve bu olay sonucunda diş hareketi durur (Kusy ve Whitley, 1999). Görülmektedir ki kanin retraksiyonu sırasında braket ve tel arasındaki ilişki değişmektedir. Bu nedenle, ilişkili sürtünme kuvveti de zaman içerisinde değişiklik göstermektedir (Nanda, 1996).

Ortodontide sürtünme, mekanik ve biyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Braket ve ark teli arasındaki sürtünme kuvvetini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanmaktadır (Nanda, 1996):

A. Mekanik Faktörler

1. Ark teli

- a. Kesitsel şekli ve boyutu
- b. Materyal
- c. Yüzey sertliği
- d. Yüzey yapısı

2. Ligasyon

- a. Ligasyon metodu
- b. Materyal

3. Braket

- a. Üretim süreci
- b. Slot genişliği ve derinliği
- c. Materyal
- d. Braket dizaynı: tek/ikiz braket
- e. Angulasyon, tork ve in-out değerleri

4. Ortodontik aparey

- a. Komşu dişlerdeki slot seviyelerinin Farkı
- b. İnterbraket mesafe
- c. Uygulanan kuvvet

B. Biyolojik Faktörler

- 1. Tükürük
- 2. Plak/pelikül
- 3. Korozyon

Kusy ve Whitley (1997), kaydırma mekanikleri sırasında meydana gelen sürtünme nedeniyle uygulanan kuvvetin % 12- 60' ının kaybolduğunu bildirmişlerdir. Kojima ve Fukui (2005), üç boyutlu sonlu eleman metodu ile yaptıkları çalışmalarında, kanin dişin retraksiyonu için 0,016x0,016 inç köşeli tel üzerinden yaklaşık 200 gr kuvvet

uygulamışlar ve sürtünmeyle kuvvet kaybının % 70 olduğunu bildirmişlerdir. Sürtünme, ortodontide sabit apareylerin etkinliğini azaltmaktadır ve bunun sonucunda ortodontist istenilen sonucu elde etmek için daha çok kuvvet uygulamaya gereksinim duymaktadır. Yüksek kuvvet uygulaması sonucu hastada ağrı oluşmakta, ankraj kaybı ve istenmeyen bölgelerde diş hareketleri meydana gelebilmektedir. Ortodontik tedavide amaç; ankraj dişlerin konumunu koruyacak şekilde diş hareketini başlatmak, sürdürebilmek ve az ağrıya sebep olmaktır (Articolo ve Kusy, 1999).

Her ne kadar sürtünme kuvvetiyle ilgili yapılan in-vitro çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymuş olsa da genellikle sürtünme direnci; paslanmaz çelik braketlerle, ligasyon kuvvetinin azalmasıyla, küçük çaplı ve yuvarlak paslanmaz çelik ark telleriyle ve braket ve ark teli arasındaki eğimin minimum olmasıyla azalmaktadır (Angolkar, Kapila ve ark., 1990; Keith, Jones ve ark., 1993; De Franco, Spiller Jr ve ark., 1995).

2.3.3.3. Ark Teli ile Birlikte Kanin Retraksiyonu (Sürtünmesiz Sistem)

Moderate ve minimum ankraj olgularında kullanılan sürtünmesiz sistemde kanin retraksiyonu bölümlü arklar ve retraksiyon looplarıyla sağlanmaktadır. Bölümlü arklar, telin braket slotu içinde dönmesini engellemek amacıyla köşeli telden hazırlanmaktadır (Ülgen, 1993). Bu teknikte ön ve arka segment ayrı iki parçaya bölündüğü için kuvvet sistemi basitleştirilmekte ve daha kontrollü bir mekanizma sağlanmaktadır. Her segmentin kendi direnç merkezi bulunmaktadır ve segmentler kendi rotasyon merkezleri etrafında hareket etmektedir. Bu sistemde braketler arası mesafenin uzun olması nedeniyle daha hafif kuvvet uygulanması kolaylaşmaktadır (Nanda ve Tosun, 2010).

Bu mekaniklerde kullanılan bölümlü arklarda 'Reverse closing loop', 'T loop', 'PG retraction spring', 'Bull loop', 'Drum spring', 'Las Vegas loop', 'Ladanyi spring' gibi aktif elemanlar oluşturarak antitip ve antirotasyon bükümleriyle 'distal-tip' ve 'distal-in' momentleri dengelenir (Burstone, 1982; Dinçer ve İşcan, 1994; Gjessing, 1994, Daskalogiannakis ve McLachlan, 1996; Darendeliler ve ark., 1997).

Loopların amacı tellerin yük/esneme oranını düşürüp elastikiyetlerini artırarak dişlere fizyolojik sınırlarda ve daha geniş bir çalışma aralığı içinde kuvvet uygulanmasını sağlamaktır. Klinikte istenen, maksimum aktivasyonda bile uygun M/F oranına

ulaşabilen ve aktivasyon arttıķķa M/F oranı kademeli olarak yũkselen, yani geniş çalışma aralıķına sahip ve yũk/esneme oranı dũřũk looplardır. Retraksiyon looplarının dizaynında karşımıza çıkan problem gerekli M/F oranı sağlama zorluğudur. Yapılan çalışmalara gũre (Burstone, 1982) vertikal loopların aktive edildiklerinde uyguladıkları M/F oranı yaklaşık 2/1 dir ve M/F oranını attırmak için bu loopların boyu uzatılrsa bile oran 4/1'i geçmemektedir. Ayrıca loop boyunun uzatılması oral hijyen ve hastanın rahatı açısından da uygun değildir (Tosun, 1999).

Sũrtũnmesiz sistemin birçok avantajı bulunmaktadır. Statik olarak ũnceden belirlenebilir bir mekanik sunması ve kuvvet kontrolũ sağlaması nedeniyle ankraj ũniteleri de kontrol altında tutulabilir. Diş kavislerinin ۆzellikle vertikal yũndeki kontrolũnde oldukça etkilidir. Arkın bũlũmlere ayrılması kuvvetin uygulama noktaları arasındaki mesafeyi uzatır, yũk/esneme oranı dũřer ve çalışma aralıķı artar. Ayrıca kesici intrũzyonu, molar ekstrũzyonu, molar dikleştirme gibi selektif mekanikleri uygulamak kolaydır.

Bũlũmlũ arkların hazırlanmasının zaman alması, oral hijyeni olumsuz etkilemesi, loopların hastayı rahatsız edebilmesi ve loplarla distalizasyon yapıldığında kuvvet sũrekliilięinin sağlanamaması sũrtũnmesiz sistemin dezavantajlarındandır. Ayrıca retraksiyon sırasında kaninin pozisyonunu kontrol etmek oldukça zordur ve ۆzellikle paslanmaz elik telden yapılan springler, kaninlerde istenmeyen tipping ve rotasyonlara yol açabilmektedir. Rotasyonların kontrolũ için gable bendler yapıldıktan sonra kaninin vertikal yũndeki kontrolũ de ۆnemli bir problem olabilir (Gjessing, 1994; Tosun, 1999; Watanabe ve Miyamoto, 2002).

Burstone (1989), vertikal looplardan kaynaklanan ve istenen diş hareketinin oluşmasına engel olan problemleri ortadan kaldırmak için TMA tellerden yapılan zemberekleri kullanmıştır.

Ziegler ve Ingervall (1989), 21 hastanın ũst çenesinin bir tarafına bũlũmlũ arklar ile PG retraktũr, diğer tarafına ise devamlı arklar ile elastik zincir uygulamışlar ve kanin retraksiyon hızının bũlũmlũ arklarla daha fazla olduğunu, fakat ankraj kaybının da buna paralel olarak arttığını bildirmişlerdir.

Beaten (1975), kanin distalizasyonu yapılırken kök kontrolünün sağlanabildiğini fakat saf paralel hareket gerçekleştirilemediğini bildirmiştir. Ayrıca komplike bükümler içeren tekniklerin, basit fakat kuvvetli momente sahip arklardan daha az başarılı olduğunu belirtmiştir.

Watanabe ve Miyamoto (2002), kanin distalizasyonu için üzerinde antitip ve antirotasyon bükümleri olan nikel titanyumdan yapılmış retraksiyon springi tasarlamışlar ve bu springin uzun bir süre sabit kuvvet moment uyguladığını bildirmişlerdir.

2.3.3.4. Ark Teli Üzerinde Kanin Retraksiyonu (Sürtünmeli Sistem)

Bu sistemde kanin dişlere kuvvet, devamlı ark teli üzerinde uygulanmakta ve kanin retraksiyonu; kanin dişin devrilme ve dikleşme hareketleriyle ark teli üzerinde, kayarak hareket etmesi sonucu gerçekleşmektedir (Proffit, 2007). Sürtünmeli, yani ark üzerinde yapılan kanin retraksiyonunda, premolar dişin çekimini takiben başlangıç seviyelemesi sonrasında elastik iplik, elastomerik zincir, nikel titanyum yay (coil), mıknatıslar, laceback, sınıf 2 ve sınıf 3 elastikler gibi ark içi ve arklar arası kuvvet sistemleri kullanılarak retraksiyon sağlanmaktadır (Sonis, Van der Plas ve ark., 1986; Daskalogiannakis ve McLachlan, 1996; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001).

Diş hareketi sırasında braket ile ark teli arasında oluşan sürtünme kuvvetini doğrudan veya dolaylı yoldan etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında ark tellerinin yüzey yapısı ve sertliği, uzunluğu, kesit şekli ve hangi materyalden yapıldığı gelmektedir. Ark telini brakete ligatür teliyle veya elastomerlerle ligatüre etmek de sürtünmeyi etkileyen bir diğer faktördür. Aynı zamanda, slot genişliği ve derinliği, braketin hangi materyalden yapıldığı, tel üzerinde yapılan 1. düzen, 2. düzen ve 3. düzen bükümler de sürtünmeyi etkilemektedir. Diğer faktörler ise braketler arası mesafe, retraksiyon için uygulanan kuvvet, braket slotu ile komşu diş braket slotu arasındaki seviye farkı, tükürük, pelikül oluşumu, plak ve korozyondur (Vaughan, Duncanson Jr ve ark., 1995).

Sürtünmeli sistemin loop bükümü gerektirmemesi ve pratik olması en büyük avantajıdır. Böylelikle hasta başında geçen zaman azalmaktadır. Loopların sebep olduğu hijyen sorunu, yumuşak doku irritasyonu gibi hastayı rahatsız eden problemler bulunmamaktadır. Ortodontik tedavi sırasında devamlı arkların kullanılması tüm diş

kavsinin tek bir arkla kontrol edilebilmesini sağlamaktadır. Sürtünme bu yöntemde önemli derecede enerji israf etse de sonuçların yüksek öngörülebilirliği ve klinik kolaylık nedeniyle çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak sürtünme birçok faktöre bağlı olduğundan ankrajı tehlikeye sokması önemli bir dezavantajdır. Bu durumda oklüzal düzlem eğiminin ve interoklüzal ilişkilerin intermaksiller elastikler, headgearler veya mikroimplantlar tarafından kontrol edilmesi gerekebilir (Nanda ve Tosun, 2010). Kanin retraksiyonu sırasında uygulanan kuvvet yüksek olduğunda, kanin dişin distal yönde aşırı devrilmesine bağlı olarak tel esner veya plastik deformasyona uğrar. Bu durum keser dişlerin ekstrüze olması sonucunda overbite'in artmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kanin dişin distal yönde aşırı devrilmesi sonucunda tel ile braket arasında oluşan sürtünme kuvveti dişin hareketinin yavaşlamasına veya tamamen durmasına sebep olmaktadır (Tosun, 1999).

Huffman ve Way (1983), kalın ve ince tellerde oluşan hareket hızı, miktarı ve tipping oranını inceledikleri çalışmalarında, hareket hızının kalın ve ince telde hemen hemen aynı, ama kalın telde daha az tipping oluştuğunu bildirmişlerdir.

Garner ve ark. (1986), sürtünmeli sistemde NiTi, paslanmaz çelik ve beta titanyum ark tellerinin kanin retraksiyonuna olan etkilerini incelemişler ve 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 olduğunu bildirmişlerdir.

Nishio ve arkadaşları (2004), paslanmaz çelik braketlerde sürtünmenin metal slotlu seramik braketlere ve seramik slotlu braketlere göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tellere göre sıralama yapıldığında beta titanyum telde en fazla sürtünme, nitinolde daha az ve paslanmaz çelik telde en az sürtünme oluştuğunu söylemişlerdir.

Samuels ve ark. (1993), 0.022x0.028 inç slotlu braketler ile 0.019x0.025 inç paslanmaz çelik tel üzerinde kanin retraksiyonu yaptıkları bir çalışmada Ni-Ti coil spring ile elastik modülleri aynı ark içerisinde kullanmışlardır. Elastik modül ile başlangıçta 400-450 gr kuvvet, Ni-Ti coil spring ile 150 gr kuvvet uygulamışlar ve Ni-Ti coil springlerin elastiklere göre daha hızlı kanin retraksiyonu yaptığı sonucuna ulaşmışlardır.

Makhlouf ve ark. (2018), 10 hasta üzerinde 150 gr kuvvet uygulayarak sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemde kanin dişte meydana gelen kök rezorpsiyonunu karşılaştırmışlar ve kontrollü retraksiyon kuvveti ile her iki sistemde de kök rezorpsiyonu oluşmayacağını belirtmişlerdir.

Sonis ve ark. (1986), 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 karşılaştırmışlar ve kanin dişin hareket hızında aralarında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

2.3.3.4.1. Elastomerik Ürünler

Naylon kaplı lateks iplikler, kauçuk elastik ve elastik zincirler kanin retraksiyonunda sıklıkla kullanılırlar. Elastiklerde ilk 6 gün sonunda % 30-50 oranında kuvvet kaybı ortaya çıkmasından dolayı kesikli kuvvet uyguladıkları düşünülmektedir (Balhoff, Shuldberg ve ark.,2011). Bu hızlı ve yüksek oranlardaki kuvvet kayıpları nedeni ile başlangıç kuvvetleri normalden daha yüksek tutulmalıdır (Nattrass, Ireland ve ark., 1997). Ağız ortamında uzun süre tutulan zincir elastikler ve elastik ligatürler ağız ortamından sıvı emdikleri için renk değiştirir, kuvvet kaybına uğrar, deforme olur ve ağız hijyenini olumsuz etkilerler. Bu nedenle diş hareketini sağlayabilmek için sıklıkla değiştirilmeleri gerekir ki bu, klinisyenin vaktini aldığı için bir dezavantajdır (Reitan, 1960).

2.3.3.4.2. Nikel Titanyum Yaylar

Sarmal zembereklerin amacı tellerin boyunu uzatarak elastikiyetlerini artırmaktır. Açık ve kapalı olmak üzere iki şekli vardır. Kapalı yaylar açılarak aktive edilirler ve kanin distalizasyonu ya da keser retraksiyonu gibi boşluk kapatma mekaniklerinde kullanılırlar. Açık yaylar ise sıkıştırılarak aktive edilirler. Boşlukların korunması, boşluk açmak, kanin ve molar distalizasyonu gibi amaçlarla kullanılırlar (Manhartsberger ve Seidenbusch, 1996). Genel olarak 28 gün sonrasında kapalı Ni-Ti yayların uyguladıkları kuvvetlerde % 8 ile % 20 oranında azalma görülür ve bu değer elastik zincirlere ve lateks elastiklere oranla oldukça azdır (Angolkar, Arnold ve ark., 1992).

2.3.3.4.3. Lacebackler

Laceback ilk defa 1989 yılında McLaughlin ve Bennet tarafından en distaldeki molar tüpünden kanin dişine 0.009 ya da 0.010 inç kalınlığında telin 8 ligatür şeklinde bağlanması olarak tanımlanmıştır (McLaughlin, 1989). Genel olarak premolar çekimli vakalarda kullanılsa da kanin dişin kökünün mezialde kronunun distalde olduğu ankraj arttırmaya ihtiyaç duyulan bazı çekimsiz vakalarda da tercih edilebilirler. Kesikli kuvvet uygulayan laceback ligatürler ayda bir periodonsiyum aralığı kadar aktive edilmelidir çünkü kontroller arasında yaklaşık 1 mm gevşeme gösterirler (Bennett ve McLaughlin, 1997; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001).



Şekil 2. 5: Laceback uygulaması

Önceden uyumlanmış braket sistemlerinde kanin braketinin mevcut tip değeri nedeniyle ark telinin yerleştirilmesi ile beraber kesici ve kanin dişlerinde meziale hareket eğilimi görülür. Üst ön dişlerin braketlerinde bu değer daha fazla olduğu için üst çenede bu eğilim daha fazladır (McLaughlin, 1989). Bu etkiyi ortadan kaldırmak için ön ve arka dişlerin elastik zincirler ile birbirine bağlanması ilk başvuru yöntemidir. Ancak elastik zincirlerin uyguladığı ağır kuvvetler kanin ve kesici dişlerin distale devrilmesine ve rotasyona uğramasına sebep olur. Bu durumda spee eğrisinde artış ve kapanışta derinleşme görülür. “Roller coaster” etkisi olarak adlandırılan bu durum özellikle premolar çekimli vakalarda görülür (McLaughlin, Bennett ve ark., 2001). Düz tel tekniğinde seviyeleme başında braketleri açılı duran kaninlerin sebep olacağı yan etkileri en aza indirmek için kaninler molarlara laceback ile pasif ancak sağlam olarak bağlanırlar. Lacebackler seviyeleme aşamasında kaninlerin kontrolünde oldukça etkilidirler ve bu

aşamada kanin kronunun meziale hareketi istenmiyorsa laceback kullanılması uygun olabilir. Özellikle sınıf 3 vakalarda alt kaninlere, sınıf 2 vakalarda üst kaninlere, bimaxiller protrüzyon vakalarında ise tüm kaninlere uygulanmalıdır (McLaughlin ve Bennett, 1991).

McLaughlin ve Bennett 1989 yılında yaptıkları çalışma sonucuna göre laceback ligatür kullanımının başlangıçtaki amacının kaninlerin mezial tipping hareketini önlemek olduğunu belirtirler de kaninlerin distal tipping hareketine neden olmadan kanin distalizasyonu sağladığını bildirmişlerdir. Bu durum kaninlerin başlangıçtaki hafif devrilme hareketini takiben ark telinin uyguladığı kuvvetin kanin dişinin kökünü distale hareket ettirmesi şeklinde açıklanmıştır (McLaughlin ve Bennett, 1991).

Sueri ve Türk tarafından 2006 yılında yayınlanan çalışmada laceback ligatürler ve NiTi kapalı yayların kanin retraksiyonu ve dentoalveoler etkileri incelenmiştir. 0.010 inç paslanmaz çelik ligatür telleri, 0,022 inç Roth braketler ve 150 gram kuvvet uygulayan NiTi kapalı yaylar kullanılmıştır. 2,53 ay süren çalışma sonucunda her iki grupta da kaninlerin devrilerek distale hareketi ve 1. molarların meziale hareketiyle ankraj kaybı bildirilmiştir. Çalışmada laceback ligatür ile retrakte edilen kaninlerin distobukkal, NiTi kapalı yayla retrakte edilenlerin ise distopalatal rotasyon yaptıkları ve keserlerin palatine devrildiği bulunmuştur (Sueri ve Turk, 2006).

Yapılan meta analizi çalışması sonucunda laceback ligatür kullanımının keserlerin ön arka yönde hareketlerinin kontrolünde etkili olmadığı bildirilmiştir (Fleming, Johal ve ark., 2013). Laceback ligatürlerin keserler üzerine etkilerinin incelendiği başka bir randomize klinik çalışmada, laceback ligatür kullanılan hastalarda 0,5 mm keser retrüzyonu, uygulanmayanlarda ise 0,36 mm keser protrüzyonu gösterilmiştir (Usmani, O'Brien ve ark., 2002).

62 hastanın dâhil edildiği randomize bir klinik çalışmada, 30 hastada laceback ligatür kullanılmış, 32 hastada ise kullanılmamıştır. Andrews tip ve tork değerleri önceden ayarlanmış Edgewise braketleri takılan, alt-üst küçük azı çekimi uygun görülen, benzer yaş grubundaki hastalardan, tedavi başlarında ve 0.018 paslanmaz çelik ark teli takılacak duruma geldiklerinde kayıtlar alınmıştır. Her iki grupta da keser retraksiyonu

meydana gelmiş ve aralarında anlamlı bir fark bulunamamışken farklı olarak laceback ligatür grubunda büyük azılarda ankraj kaybı görülmüştür (Irvine, Power ve ark., 2004).

Aktif ve pasif laceback ligatür kullanımının maksiller molar ve santral kesici dişlerin ön arka yön konumlarına etkisinin incelendiği çalışmaya yaşları 12 ile 18 arasında değişen 23 hasta dâhil edilmiştir. Pasif laceback ligatür grubu 9, aktif laceback ligatür grubu ise 14, hastadan oluşturulmuştur. Her iki laceback ligatür grubunun keser protrüzyonunu engellemede etkili olduğu, aktif laceback ligatür grubunda ise moların meziale hareket ettiği bildirilmiştir (Moresca, Vigorito ve ark., 2012).

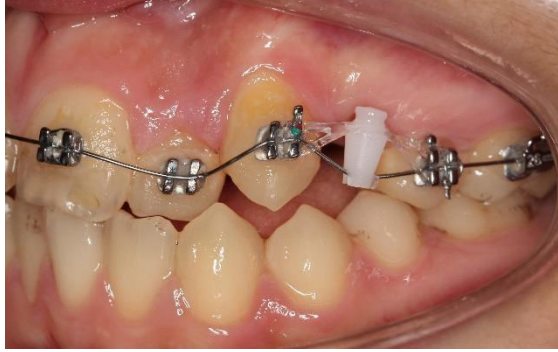
2.3.3.4.4. Ortodontik Uprighter

Kaninlerin highvestibülde konumlandığı ve özellikle kronun distalde kökün mezialde olduğu ciddi anterior çapraşıklık vakalarında kesici dişleri hizalamak amacıyla yeterli yer kazanmak için kaninleri premolar çekim bölgelerine retrakte etmek gerekir. Çekim boşluğunun bir kısmı genellikle ilk hizalama aşamasında kendiliğinden kapanırken çoğu durumda distalizasyon sırasında kaninler distale devrilir ve tekrar dikleştirilmeleri zordur. Kaninlerin kronunun meziale, kökünün distale eğimli olduğu vakalarda birinci premolarların çekilmesinden sonra, ortodontik kuvvet uygulanmadan önce kaninler düşük sürtünmeli braket sistemleri ile distale doğru sürüklenir. Ancak kaninler dik veya kronları distale kökleri meziale eğimli ise, bu sürüklenmeden sonra kaninlerin açıları daha da kötüleşebilir (Nanda 2005).

Ortodontik Uprighter*¹, özellikle kanin kronunun distale, kökünün meziale eğimli olduğu çekimli vakalarda kaninin kolay ve hızlı sürüklenmesini sağlayan benzersiz bir apareydir. Uprighter; NiTi ark tellerinde defleksiyon oluşturup, tellerin normal seviyeleme sırasında asla oluşturamayacağı bir momenti ortaya çıkarır. Baş kısmı, boyun kısmı, gövde kısmı ve gövdeyi alt kısımda kalın bacak ve ince bacak olmak üzere ikiye ayıran çentik şeklinde bir tel yuvadan oluşur. Tel yuvanın oluşturduğu kalın bacak kısmı çekim boşluğuna, ince bacak kısmı ise yanağa doğru olacak şekilde ark teline yerleştirilir. Bu işlemin nedeni uprighter üzerinde meydana gelen herhangi bir rotasyon

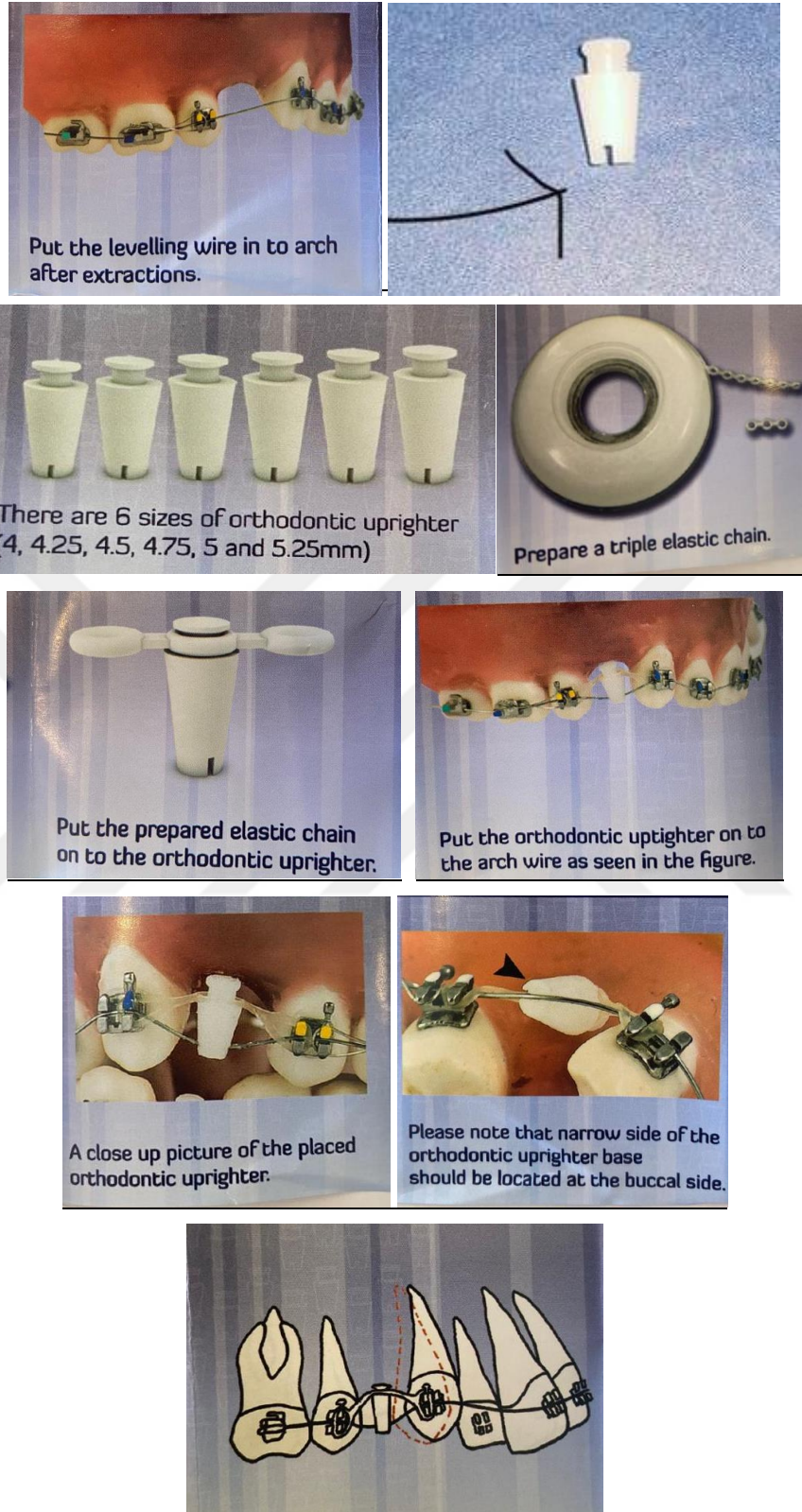
¹ *Ortodontik Uprighter patent pending aşamasındadır (PCT numarası:W02016114731A1).

momentinin çekim boşluğuna iletilmesini sağlamaktır. Ayrıca bu dönme yanağa doğru olursa hastanın yanaklarını rahatsız edebilir.



Şekil 2. 6: Uprighter uygulaması

Uprighter, hafif ve yuvarlak NiTi ark telinde ön dişleri seviyeleyip hizalarken aynı zamanda dikleştirme kuvveti uygulayarak distalizasyon sırasında kromda herhangi bir devrilme olmadan kanin kökünün paralel hareketini sağlar. Kullanımı ekstra çaba, hasta başında ekstra zaman ve ekstra büküm gerektirmez. Uprighter, distalizasyon sırasında kanin dişine dikleştirme kuvveti uygulayan yuvarlak ve hafif Ni-Ti ark telini bükerek ve kanin elastik zincir kuvveti ile hareket ettirilir. Distalizasyon kuvvetini yeniden etkinleştirmek için elastik zincir her 15 günde bir yenisiyle değiştirilmelidir. Kaninler distalize oldukça çekim boşluğunda ark telinin boyu kısalır. Bu nedenle ark telinin etkin bir şekilde bükülmesi ve kaninin dikleşmesi için ark telinin üzerine bir boyut daha büyük uprighter yerleştirilmelidir.



Şekil 2. 7: Boyutlarına göre uprighter seçenekleri ve uprighter uygulama aşamaları

Altı boyutta uprighther vardır; üç aylık periyotta tüm boyutları kullandıktan sonra, kanin distale doğru hareket ederken aynı zamanda ön dişler seviyelenir ve hizalanır. Uprighther ark teline yerleştirildikten sonra elastik zincir ile çekim boşluğuna komşu iki dişe bağlanır ve ark telini bükerek hafif bir eğim oluşturur. Kanin kökünü distale doğru hareket etmeye zorlayan ark telini bükerek dikleştirme kuvveti üretir. Ayrıca, bu bükülme, kaninin kökü boyunca ortodontik kuvveti dağıtır ve bu kuvvet, daha hızlı kanin hareketine izin veren biyolojik bir kuvvet olarak düşünülebilir.

Aşırı şiddetli çapraşıklık olgularında kesici dişler braketlenmeden önce kaninlerin arka birlikte (segmental arklar ile) bağımsız olarak retraksiyonu önerilir ve bu durumlarda kanin distalizasyon süresi en az 3-4 aydır (Proffit, 2013). Ayrıca çağdaş ortodontide kanin distalizasyonu, en az 3 ay süren seviyeleme aşamasından sonra yapılır. Bu nedenle özellikle highvestibülde yer alan kaninlerin daimi birinci premolarlar çekildikten sonra segmental arklarla ya da hareketli kanin retraktörü vb. gibi apareylerle retrakte edilip seviyeleme aşamasına geçilmesi yaklaşık 6 ay sürmektedir. Bu kaninlerin ilk seanslardan itibaren full arklar ile keserlerde ve ikinci premolarlarda mesial yönlü devrilme, gömülme ve roller coaster gibi komplikasyonlar oluşturmada seviyelenebilmesi amacıyla uprighther kullanılır. Bu sayede dişlerin seviyelenmesi, hizalanması ve kanin distalizasyonu üç aylık bir süre içinde sağlanır. Böylelikle çağdaş sabit ortodontik tedavinin birinci ve ikinci aşamaları birleştirilmiş olur. Bu kanin retraksiyon tipi, hasta uyumu ve hasta başında geçen süre konusunda minimum taleple maksimum ankraj problemlerini tedavi etmek için etkili bir yöntemdir. Eğer istenirse hekim tercihine göre aktivasyon aralığı 15 günde bir yerine 4 haftada bir olarak da ayarlanabilir. Uprighther'ın iki önemli avantajı vardır. Sistem sayesinde sabit ortodontik tedavilerde en çok zorlanılan konu olan kaninlerde gövdesel ve daha hızlı hareket meydana gelir. Ayrıca üretici firmaya göre bu tür maloklüzyonlarda toplam tedavi süresini 2-3 ay kısaltması beklenmektedir. Apareyin herhangi bir kontrollü çalışma ile etkinliği henüz incelenmemiştir. Bu aparey ile ilave bir mekaniğe gerek kalmadan, ilk seansta tüm dişlere NiTi tel takılarak seviyeleme başlanacak böylelikle tedavi süresi ve maliyeti azalacaktır.

Bu çalışmanın amacı, maksiller kanin retraksiyonunda iki farklı tekniğin biyomekanik olarak karşılaştırılmasıdır. Çalışma sonucunda sürtünmeli sistemde seviyeleme döneminde uygulanan laceback ve uprigher tekniklerinin etkileri karşılaştırmalı olarak incelenecektir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. HASTALARIN TEDAVİYE KABUL EDİLMESİ

Bu çalışmaya Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi için başvuran, üst çenede kanin retraksiyonu ihtiyacı olan, tedaviye başlama yaşları 12,08 yıl ile 24,08 yıl arasında değişen, cinsiyet gözetmeksizin 10 kadın 6 erkek toplam 16 hasta dahil edildi. Yapılan Power analizi sonucu; bu çalışmaya, %80 güç, %5 yanılma payı ve 0,5'lik etki büyüklüğü ile 13 hasta dahil edilmesinin yeterli olacağı bulundu fakat çalışma sırasında meydana gelebilecek azalma göz önüne alınarak çalışma 16 hasta üzerinde yürütüldü.

Araştırmamız için Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 28.01.2021 tarihli 83116987-134 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. Ağız hijyenlerinin iyi olması,
2. Üst çenede daimi santral, lateral, kanin, premolarlar ve 1. moların sürmüş olması,
3. Ortodontik tedavi amaçlı maksiller 1. premolar diş çekiminin gerekli olması,
4. Maksiller kanin dişlerinin highvestibülde bulunması,

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

1. Kooperasyonu zayıf olan hastalar
2. Sistemik ve/veya hormonal rahatsızlığı olan hastalar,
3. DDY gibi konjenital deformiteli hastalar,
4. Önceden ortodontik tedavi görmüş olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. KLİNİK UYGULAMA

Tedaviye başlamadan önce çalışmamıza uygun olan ve şartları kabul eden hastalardan röntgen, alçı model ve fotoğraf kayıtları alındı. Çalışmamıza dâhil edilen hastalar braketleme işlemine tabi tutuldu ve aynı gün braketleme işlemi sonrası ortodontik tedavilerinin gereği olarak üst 1. premolar dişlerin çekimi istendi. Çekim sonrası kanama durduktan sonra, üst çeneden aljinat (Blueprint, Dentsply, York, USA) ile çalışma modeli ölçüsü alındı. Braketleme işleminde %37'lik orto fosforik asit (3M Dental products, Monrovia, USA), primer (Transbond XT, 3M Dental products, Monrovia, USA), adeziv kompozit (Transbond XT, 3M Dental products, Monrovia, USA) kullanıldı.

Split-mouth dizaynında planladığımız çalışmamızda kaninlerin tüberkül tepesinin oklüzal tablaya uzaklığı ölçüldü ve kaninlerin 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlandığı bulundu. Sağ ve sol kanini eşit miktarda highvestibülde bulunan 6 hastada rastgele seçilen bir tarafta laceback kullanılırken diğer tarafta 2 numara uprighter kullanıldı. Kaninleri farklı miktarlarda highvestibülde bulunan 10 hastada eşit şekilde gruplar oluşturuldu. Daha highvestibülde bulunan kanine 5 hastada uprighter uygulandı ise diğer 5 hastada laceback uygulandı. Böylelikle tekniklerden birinin diğerine göre daha yüksek diş hareketi oranlarına neden olma ihtimali oldukça düşük tutuldu. Her hastada standart olarak 0,018 inch slot genişliğine sahip Velocity Series Roth braketler (Lancer Orthodontics, Vista, USA) kullanıldı ve üst ikinci molarlar tedaviye dahil edilmedi.

Çalışma süresi toplam 3,5 ay olarak planlandı. Hastalarda 0,014 inç ve 0,016 inç NiTi teller (Preformed Nickel Titanium, Ortho-Byte, Wilmington, USA) kullanıldı. Hastalarda seviyelemeye 0,014 inç NiTi tel ile başlandı, 2 ay sonra 0,016 inç NiTi tel takıldı. İlk 2 ay lateral dişler elastik ligatürle uzaktan bağlandı. Ark teli kanin braketlerine daha az sürtünme oluşturmak amacıyla tel ligatürle gevşek bağlandı. Hastalar 4 haftada bir kontrollere çağırıldı. Her seans laceback aktive edildi ve elastik zincir yenilenip bir boyut daha büyük uprighter takıldı. Hastalardan tedavi başlangıcında (T0), 2 ay sonra (T1) ve 3,5 ay sonra (T2) çalışma modeli ölçüsü ve panoramik radyografi alındı.



Şekil 3. 1: T0 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması



Şekil 3. 2: T1 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması



Şekil 3. 3: T2 döneminde uygulanan laceback ve uprighter uygulaması

3.3. PANORAMİK DEĞERLENDİRME

Tüm panoramik radyografiler standart şartlar altında J. Morita MFG. Corp. (Kyoto, Japan) tipi 70 kV gücünde, 4 miliamper doz yoğunluğunda ve 2,5 mm alüminyum filtreli röntgen cihazı kullanılarak alındı. Radyografiler çekilirken hastanın yüz orta hattı yere dikey olacak şekilde ve klinik Frankfurt Horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde baş konumlandırıldı (Akcamlar, Altıok ve ark., 2003).

Radyografilerde sağ ve sol orbitanın en alt noktaları birleştirilerek üst çene referans doğrusu oluşturuldu (Ursi, Almeida ve ark., 1990). Kanin ve 2. premolar dişlerin kök kanallarının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru ile kanin ve 2. premolar eksenini, molar dişlerin palatinal kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru ile molar eksenini oluşturuldu. Bu eksenlerin üst çene referans doğrusu ile yaptığı açılar dijital açıölçer ile ölçülüp ilgili dişlerdeki açısal değişiklikler değerlendirildi.

3.3.1. Panoramik Radyografide Kullanılan Noktalar Ve Doğrular

Noktalar

1. ROr: Sağ orbitanın en alt noktası

2. LOr: Sol orbitanın en alt noktası

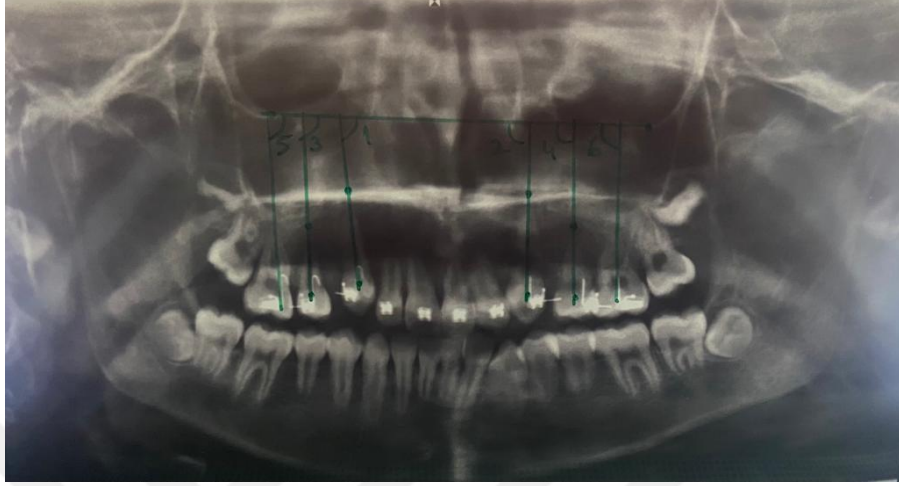
Doğrular

1. ROr-LOr (Üst Çene Referans Doğrusu): Sağ orbitanın en alt noktası ile sol orbitanın en alt noktasını birleştiren doğru
2. 13K: Sağ üst kanin dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru
3. 23K: Sol üst kanin dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru
4. 15K: Sağ üst 2. premolar dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru
5. 25K: Sol üst 2. premolar dişin kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru
6. 16K: Sağ üst molar dişin palatinal kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru
7. 26K: Sol üst molar dişin palatinal kök kanalının apikal ve koronal noktalarını birleştiren doğru

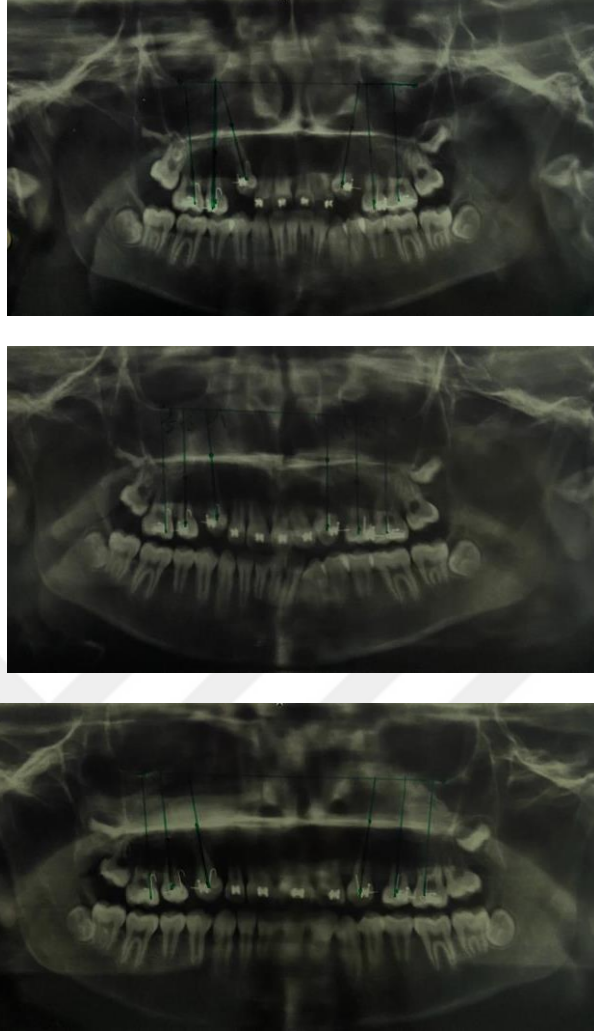
Açısal Ölçümler

1. 13K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sağ Kanin Angulasyon Açısı)
2. 23K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sol Kanin Angulasyon Açısı)
3. 15K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sağ 2. Premolar Angulasyon Açısı)
4. 25K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sol 2. Premolar Angulasyon Açısı)
5. 16K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sağ Molar Angulasyon Açısı)

6. 26K ve ROr ve LOr doğrusu arasında oluşan açı (Sol Molar Angulasyon Açısı)



Şekil 3. 4: Panoramik değerlendirilmede kullanılan açısal ölçümler



Şekil 3. 5: Sağda uprighter solda laceback uygulanan hastadan T0, T1 ve T2 döneminde alınan panoramik radyograf

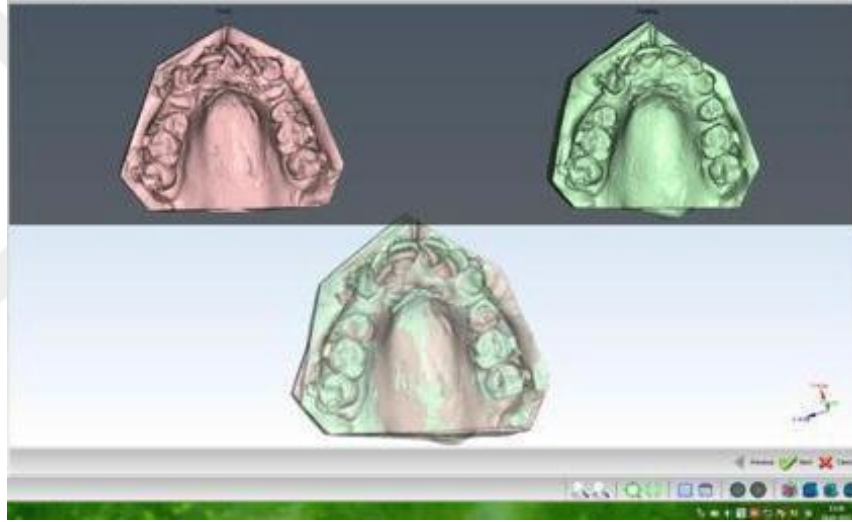
3.4. DİJİTAL MODEL DEĞERLENDİRMESİ

Elde edilen T0, T1 ve T2 modelleri 3D tarayıcı (MSD 400 Dental Scanner, Pisa, İtaly) aracılığıyla dijital ortama aktarıldı. T0-T1, T1-T2 ve T0-T2 modelleri Orthomodel (Pisa, İtaly) analiz programı kullanılarak karşılaştırıldı.

Çakıştırmalarda referans noktası olarak sağ ve sol 3. palatal ruganın mediali, yüzey alanı olarak da sert damağın ön bölgesinde palatal rugalar kullanıldı (Almeida, Phillips ve ark., 1995; Hoggan ve Sadowsky, 2001).



Şekil 3. 6: MSD 400 Dental Scanner, Pisa, İtaly

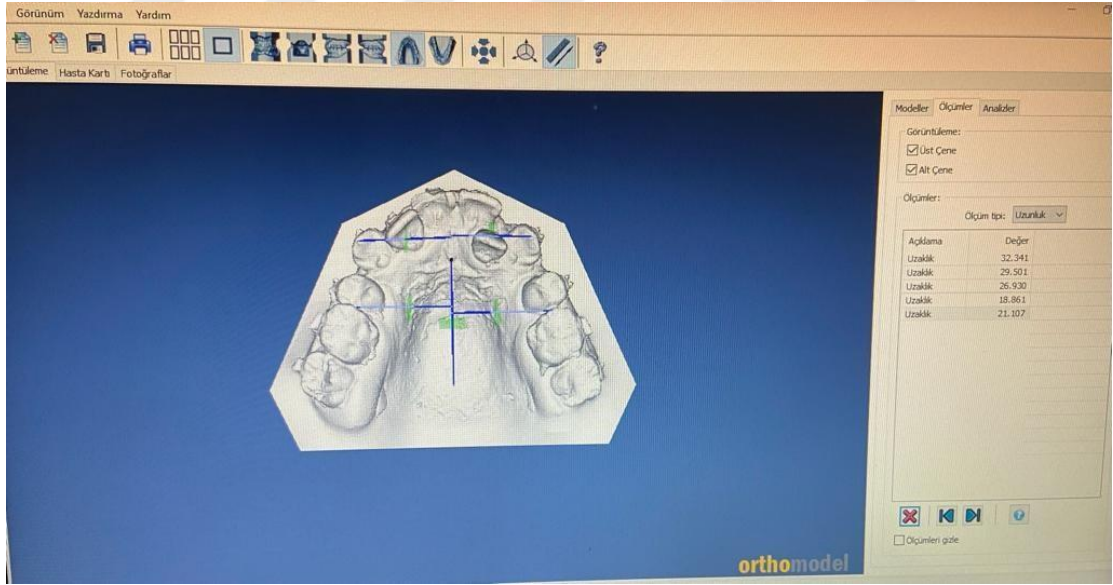


Şekil 3. 7: Çakıştırılan T0 ve T2 modelleri

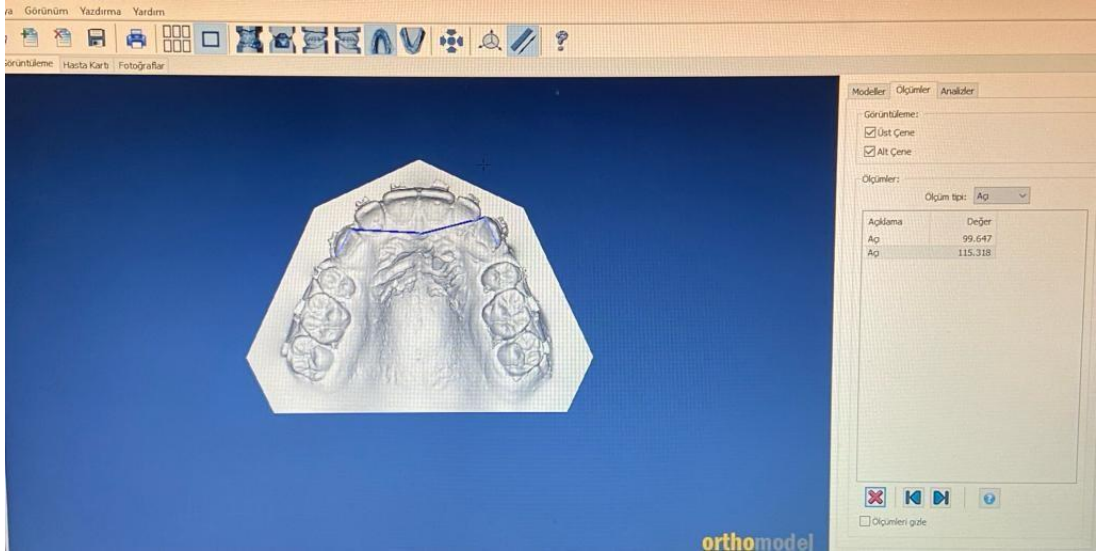
3.4.1. Yapılan Ölçümler

- **Kanin distalizasyonu:** T0, T1 ve T2 modelleri üzerinde yapılan ölçümlerde incisiv papilin en alt kısmı referans noktası olarak alındı. Bu noktadan geçen median palatal sutura paralel bir dikey referans doğrusu çizildi. Kaninlerin tüberkül tepesinden bu referans doğrusuna bir dikme indirildi. Kanin distalizasyonu dikmenin referans doğrusunu kestiği nokta ile incisiv papilin en alt kısmı arasındaki dikey mesafe ölçülerek hesaplandı.

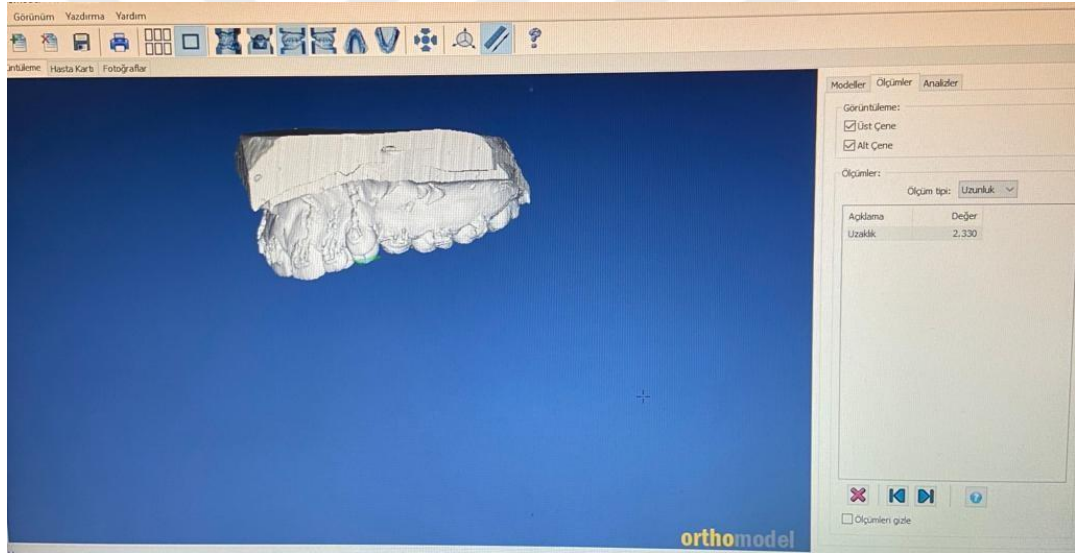
- **Kanin ekstrüzyonu:** Çakıştırılan T0-T1, T1-T2 ve T0-T2 modellerinde dişin uzun eksenini üzerinde, kaninlerin tüberkül tepeleri arasındaki dikey mesafe ölçülerek hesaplandı.
- **Kanin rotasyonu:** : T0, T1 ve T2 modelleri üzerinde yapılan ölçümlerde incisiv papilin en alt kısmı referans noktası olarak alındı. Referans noktası ile kaninin mezial ve distal kenarına konulan noktalar arasındaki açı ölçülerek hesaplandı.
- **Ankraj kaybı:** T0, T1 ve T2 modelleri üzerinde yapılan ölçümlerde incisiv papilin en alt kısmı referans noktası olarak alındı. Bu noktadan geçen median palatal sutura paralel bir dikey referans doğrusu çizildi. Molarların mezial kontakt noktasından bu referans doğrusuna bir dikme indirildi. Ankraj kaybı dikmenin referans doğrusunu kestiği nokta ile incisiv papilin en alt kısmı arasındaki dikey mesafe ölçülerek hesaplandı.



Şekil 3. 8: Kanin distalizasyonu ve ankraj kaybı



Şekil 3. 9: Kanin rotasyonu



Şekil 3. 10: Kanin ekstrüzyonu

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapıldı. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde; kategorik değişkenlere ilişkin veriler ise n (%) şeklinde verilmektedir. Tekrarlı nicel değişkenlerin gruplar arasındaki ortalamalarını karşılaştırırken Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizinden yararlanılmaktadır. Grup içi karşılaştırmalarda düzeltme olarak Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Grup içi karşılaştırma için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, gruplararası farklılık için iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı. p değerleri 0.05'den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılımı kullanıldı (IBM SPSS Statistics 22, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

4. BULGULAR

4.1. DİJİTAL MODEL BULGULARI

Tablo 4. 1: Kanin distalizasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

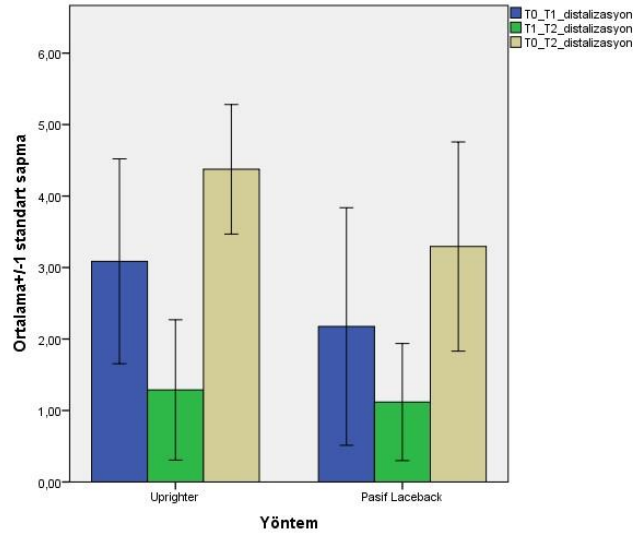
Değişkenler	Yöntem		F	P
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 distalizasyon	3,09±1,43 (a)	2,18±1,66 (a)	2,768	0,107
T1_T2 distalizasyon	1,29±0,98 (b)	1,12±0,82 (b)	0,279	0,601
T0_T2 distalizasyon	4,38±0,91 (c)	3,29±1,46 (c)	6,320	0,018
F;p	119,984; <0,001	71,317; <0,001		

Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin distalizasyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.1).

Uprighter grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama distalizasyon miktarı 3,09 mm, T1-T2’de 1,29 mm ve T0-T2’de 4,38 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4.1).

Laceback grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama distalizasyon miktarı 2,18 mm, T1-T2’de 1,12 mm ve T0-T2’de 3,29 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4.1).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında, kanin distalizasyonu açısından T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,018$) (Tablo 4.1).



Şekil 4. 1. Distalizasyon ölçümleri için ortalama+/-1 standart sapmalı çubuk grafik

Tablo 4. 2: Kanin rotasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

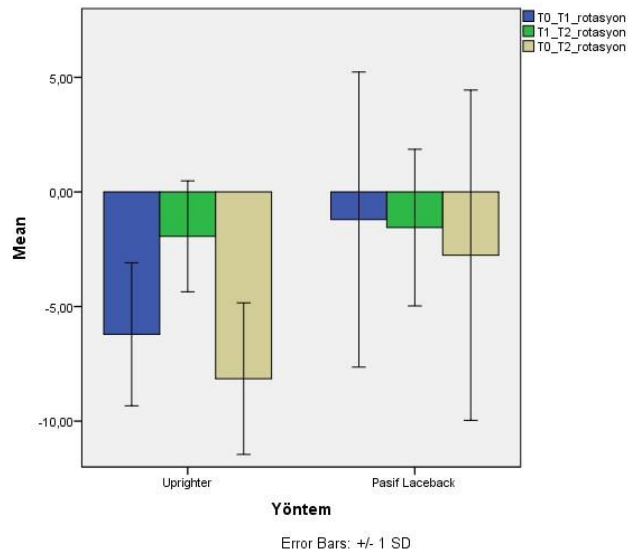
Değişkenler	Yöntem		F	P
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 rotasyon	-6,21±3,12 (a)	-1,21±6,44 (a)	7,828	0,009
T1_T2 rotasyon	-1,94±2,42 (b)	-1,56±3,42 (a)	0,133	0,718
T0_T2 rotasyon	-8,15±3,31 (c)	-2,76±7,21 (a)	7,382	0,011
F;p	16,331; <0,001	2,789; 0,078		

Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin rotasyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.2).

Uprighter grubunda yapılan ölçümlere göre kanin diş T0-T1 arasında 6,21°, T1-T2 arasında 1,94° ve T0-T2 arasında 8,15° distopalatinal rotasyon gösterdi. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (Tablo 4.2).

Laceback grubunda yapılan ölçümlere göre kanin diş T0-T1 arasında $1,21^\circ$, T1-T2 arasında $1,56^\circ$ ve T0-T2 arasında $2,76^\circ$ distopalatinal rotasyon gösterdi. Tabloda izlendiği şekilde dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin rotasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.2).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin rotasyonu miktarları açısından T0-T1 ($p=0,009$) ve T0-T2 ($p=0,011$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 4.2).



Şekil 4. 2: Rotasyon ölçümleri için ortalama +/- 1 standart sapmalı çubuk grafik

Tablo 4. 3: Kanin ekstrüzyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

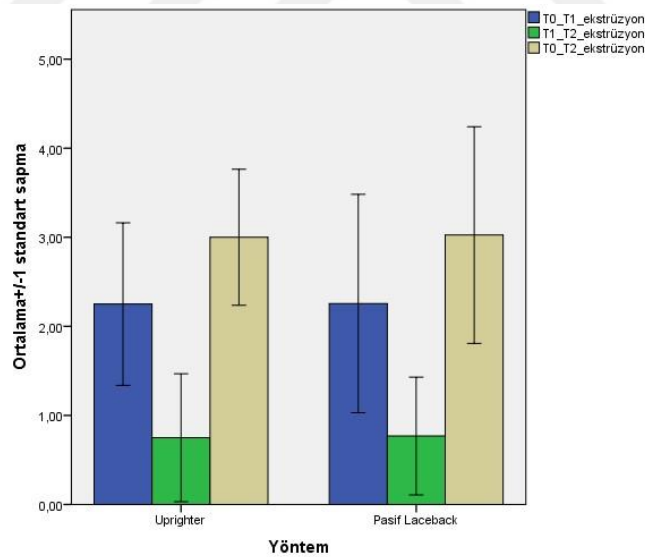
Değişkenler	Yöntem		F	p
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 ekstrüzyon	2,25±0,91 (a)	2,26±1,23 (a)	0,001	0,987
T1_T2 ekstrüzyon	0,75±0,72 (b)	0,77±0,66 (b)	0,006	0,939
T0_T2 ekstrüzyon	3±0,76 (c)	3,03±1,22 (c)	0,005	0,945
	68,589; <0,001	69,850; <0,001		

Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin ekstrüzyonuna ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.3).

Uprighter grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama ekstrüzyon miktarı 2,25 mm, T1-T2’de 0,75 mm ve T0-T2’de 3 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4.3).

Laceback grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama ekstrüzyon miktarı 2,26 mm, T1-T2’de 0,77 mm ve T0-T2’de 3,03 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4.3).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin ekstrüzyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.3).



Şekil 4. 3: Ekstrüzyon ölçümleri için ortalama+/-1 standart sapmalı çubuk grafik

Tablo 4. 4: Ankraj kaybına ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

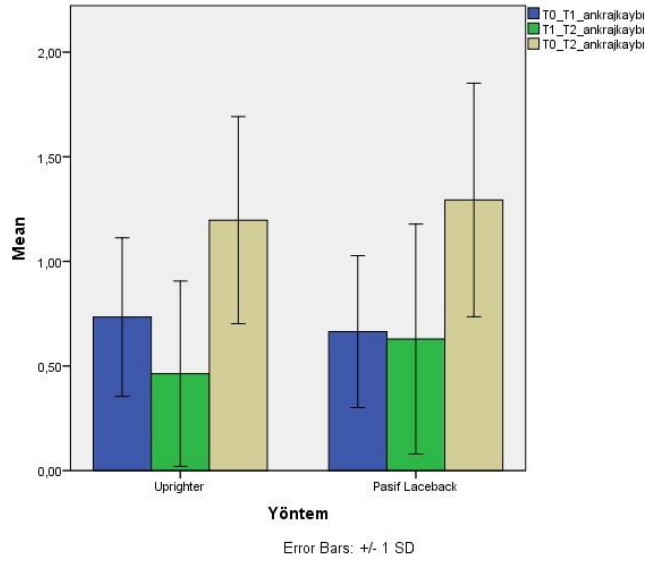
Değişkenler	Yöntem		F	p
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 ankraj kaybı	0,73±0,38 (a)	0,66±0,36 (a)	0,279	0,601
T1_T2 ankraj kaybı	0,46±0,44 (a)	0,63±0,55(a)	0,880	0,356
T0_T2 ankraj kaybı	1,2±0,49 (b)	1,29±0,56 (b)	0,270	0,607
F;p	49,527; <0,001	34,172;<0,001		

Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen ankraj kaybına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.4).

Uprighter grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama ankraj kaybı 0,73 mm, T1-T2’de 0,46 mm ve T0-T2’de 1,2 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T1-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.4).

Laceback grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama ankraj kaybı 0,66 mm, T1-T2’de 0,63 mm ve T0-T2’de 1,29 mm’dir. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T1-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.4).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında, dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen ankraj kaybı miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.4).



Şekil 4. 4: Ankraj kaybı ölçümleri için ortalama +/- 1 standart sapmalı çubuk grafik

4.2. PANORAMİK BULGULAR

Tablo 4. 5: Kanin angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

Değişkenler	Yöntem		F	p
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 kanin angulasyon açısı	3,69±4,97 (ab)	3,91±5,33(a)	0,014	0,905
T1_T2 kanin angulasyon açısı	-1,03±4,2 (a)	-2,29±4,07 (b)	0,740	0,396
T0_T2 kanin angulasyon açısı	2,69±4,1 (b)	1,62±6,02 (a)	0,346	0,561
F;p	4,018;0,029	4,987;0,014		

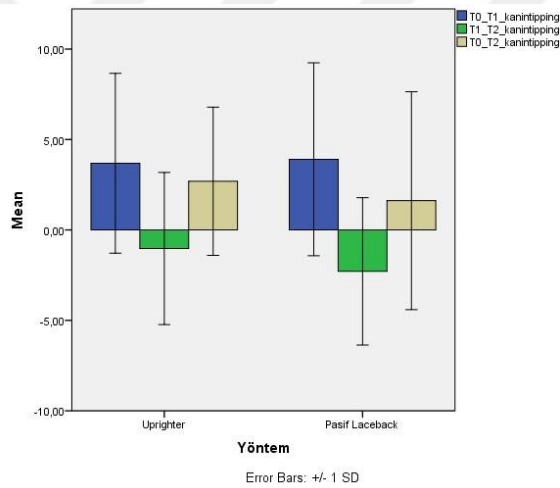
Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin angulasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.5).

Uprighter grubunda kanin dişin kronunun T0-T1 arasında 3,69° distale devrildiği, T1-T2 arasında 1,03° meziale devrildiği ve T0-T2 arasında 2,69° distale devrildiği

görüldü. Tabloda izlendiği şekilde T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T0-T2 ve T1-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.5).

Laceback grubunda kanin dişin kronunun T0-T1 arasında $3,91^\circ$ distale devrildiği, T1-T2 arasında $2,29^\circ$ meziale devrildiği ve T0-T2 arasında $1,62^\circ$ distale devrildiği görüldü. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T1-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T0-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.5).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin diş angulasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.5).



Şekil 4. 5: Kanin angulasyonu ölçümleri için ortalama $\pm$ 1 standart sapmalı çubuk grafiği

Tablo 4. 6: 2. Premolar angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

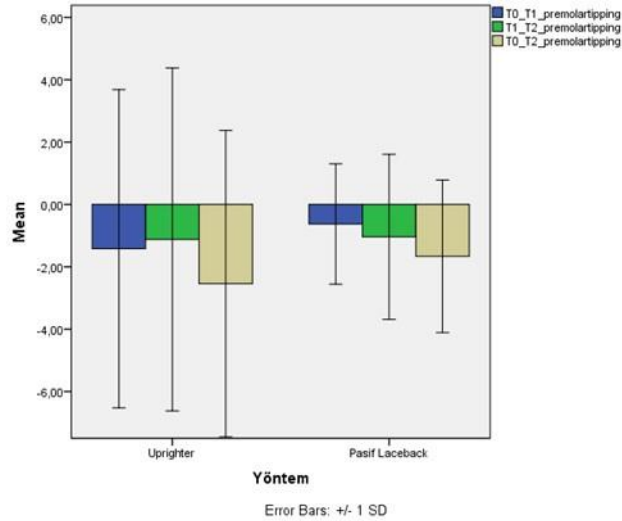
Değişkenler	Yöntem		F	p
	Uprighter	Laceback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 premolar angulasyon açısı	-1,42±5,1 (ab)	-0,63±1,93 (a)	0,339	0,565
T1_T2 premolar angulasyon açısı	-1,12±5,5 (b)	-1,04±2,65 (a)	0,003	0,956
T0_T2 premolar angulasyon açısı	-2,54±4,92 (a)	-1,66±2,45 (a)	0,409	0,527
F;p	3,439; 0,046	1,417; 0,259		

Uprighter ve laceback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen 2. premolar angulasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.6).

Uprighter grubunda 2. premolar dişin kronunun T0-T1 arasında 1,42°, T1-T2 arasında 1,12° ve T0-T2 arasında 2,54° meziale devrildiği görüldü. Tabloda izlendiği şekilde T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T1-T2 ve T0-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.6).

Laceback grubunda 2. premolar dişin kronunun T0-T1 arasında 0,63°, T1-T2 arasında 1,04° ve T0-T2 arasında 1,66° meziale devrildiği görüldü. Tabloda izlendiği şekilde dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen 2. premolar angulasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.6).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen 2. premolar diş angulasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.6).



Şekil 4. 6: 2. Premolar angulasyonu ölçümleri için ortalama +/- 1 standart sapmalı çubuk grafik

Tablo 4. 7: Molar angulasyonuna ilişkin grup içi tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve grupların kendi aralarında karşılaştırılması

Değişkenler	Yöntem		F	p
	Uprighter	Laseback		
	Ort±SS	Ort±SS		
T0_T1 molar angulasyon açısı	-0,7±2,45 (a)	-2,64±1,54 (a)	7,228	0,012
T1_T2 molar angulasyon açısı	-1,75±2,02 (ab)	-2,3±2,08 (a)	0,574	0,455
T0_T2 molar angulasyon açısı	-2,45±2,27 (b)	-4,94±1,6 (b)	13,339	0,001
F;p	12,617; 0,001	49,555; 0,001		

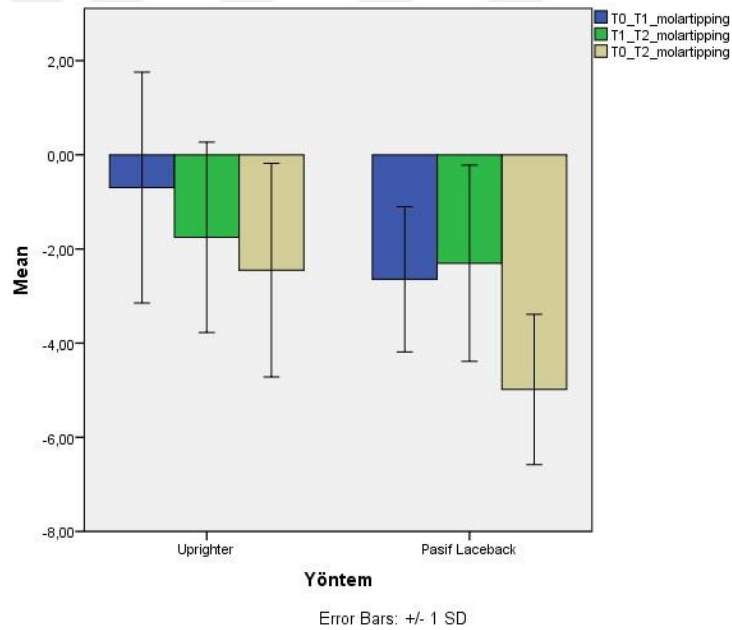
Uprighter ve laseback grubundaki dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen molar angulasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalı sonuçları tabloda gösterildi (Tablo 4.7).

Uprighter grubunda molar dişin kronunun T0-T1 arasında 0,7°, T1-T2 arasında 1,75° ve T0-T2 arasında 2,45° meziale devrildiği görüldü. Tabloda izlendiği şekilde T0-

T1 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T1-T2 ve T1-T2 ile T0-T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.7).

Laceback grubunda molar dişin kronunun T0-T1 arasında $2,64^\circ$, T1-T2 arasında $2,3^\circ$ ve T0-T2 arasında $4,94^\circ$ meziale devrildiği görüldü. Tabloda izlendiği şekilde T0-T1 ile T0-T2 ve T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). T0-T1 ile T1-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,001$) (Tablo 4.7).

Uprighter ve laceback grup karşılaştırmasında dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen molar angulasyonu miktarları açısından T0-T1 ($p=0,012$) ve T0-T2 ($p=0,001$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 4.7).



Şekil 4. 7: Molar angulasyonu ölçümleri için ortalama +/- 1 standart sapmalı çubuk grafik

4.3. ÇALIŞMANIN İÇ TUTARLILIĞI

Çalışma süresince meydana gelen dental değişiklikleri değerlendirmek için panoramik ve 3 Boyutlu model analizlerindeki ölçümlerde hata düzeyinin kontrolü yapıldı. Bu amaçla, araştırmaya dâhil edilen 16 hastadan 4 tanesinin modelleri ve panoramik radyografileri rasgele seçilerek ölçümler tekrar edildi. Sınıf içi korelasyonlar incelendiğinde ölçülen bütün parametreler için korelasyon katsayılarının 0,974-1 arasında değiştiği görüldü. Bu da ölçüm değerleri arasındaki uyumun yüksek olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

5.1. AMAÇ

Ortodontik tedavi planlamasında şiddetli ve orta dereceli çapraşıklık, bimaxiller protrüzyon olgularında protrüziv dudaklarla karakterize dolgun profilin, orta hat düzensizliklerinin, artmış kesici diş eğimlerinin, aşırı overjetin, vertikal yüz paterninin düzeltilmesi amacıyla daha çok birinci premolarların çekimi düşünülmektedir (Paquette, Beattie ve ark., 1992; Vaden ve Kiser, 1996; Ong ve Woods, 2001; Kocadereli 2002).

Highvestibülde konumlanmış maksiller kaninler, ortodonti pratiğinde en sık karşılaşılan durumlardan biridir ve bu durum çapraşıklıkla güçlü bir şekilde ilişkilendirilmektedir (Jacoby, 1983; Peck ve ark., 1996). Problemin tedavisinde çekimli veya çekimsiz alternatifler vardır.

Premolar çekimli vakalarda maksiller kaninlerin retraksiyonu, ortodontik tedavinin ana safhalarındandır ve retraksiyon sonrasında kaninlerin doğru pozisyonda olmaları estetik, fonksiyon ve stabilite için çok önemlidir (Gjessing, 1985).

Kanin retraksiyonu, kanin retraktörü ve palatal parmak spring gibi hareketli apareylerle yapılabilirken, sürtünmeli sistem (ark teli boyunca) ve sürtünmesiz sistem (ark teli ile birlikte) olmak üzere iki farklı sabit retraksiyon yöntemi ile de yapılmaktadır. Sürtünmeli, yani ark üzerinde yapılan kanin retraksiyonunda premolar dışın çekimini takiben başlangıç seviyelemesi sonrasında elastik iplik, elastomerik zincir, kapalı sarmal nitinol yay (coil), mıknatıslar, laceback gibi ark içi ve arklar arası kuvvet sistemleri kullanılarak retraksiyon sağlanmaktadır (Sonis, Van der Plas ve ark., 1986; Daskalogiannakis ve McLachlan, 1996; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001).

Düz tel tekniğinde kullanılan kanin braketlerinde yerleşik mezial angulasyon sebebiyle seviyeleme ve sıralama aşamasında görülmesi beklenen kesici protrüzyonunun engellenmesi amacıyla laceback ligatür uygulaması önerilmektedir (McLaughlin ve Bennett, 1991; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001). Yapılan çalışmalar sonucunda

laceback ligatürlerin sadece kesici protrüzyonunu önlemediği aynı zamanda kaninin etkili bir distale hareketi ile de sonuçlandığı bulunmuştur (Sueri ve Türk, 2006). Bu çalışmalar yanında literatürde laceback kullanımıyla molarlarda ankraj kaybı meydana geldiğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Irvine, Power ve ark., 2004; Sueri ve Türk, 2006, Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013).

Highvestibülde yer alan kaninlerin daimi birinci premolarlar çekildikten sonra sürtünmesiz sistemde segmental arklarla ya da hareketli kanin retraktörü vb. gibi apareylerle retrakte edilip seviyeleme aşamasına geçilmesi yaklaşık 6 ay sürmektedir (Sachan ve Chaturvedi, 2012). Birkaç yıl önce özellikle highvestibülde yer alan kaninlerin ilk seanslardan itibaren full arklar ile keserlerde ve ikinci premolarlarda mesial yönlü devrilme, gömülme ve roller coaster gibi komplikasyonlar oluşturmada seviyelenebilmesi amacıyla “ Ortodontik Uprighter” isimli bir ürün piyasaya sürülmüştür. Apareyin herhangi bir kontrollü çalışma ile etkinliği henüz incelenmemiştir. Bu aparey ile ilave bir mekaniğe gerek kalmadan, ilk seansta tüm dişlere NiTi tel takılarak seviyeleme başlanacak böylelikle tedavi süresi ve maliyeti azalacaktır.

Literatürde kanin retraksiyonu ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen sürtünmeli sistemde highvestibülde yer alan kaninlerin retraksiyonu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Çalışmaların çoğunda kaninlerin başlangıç konumu ile ilgili bilgi verilmemiştir (Shah, Mahadevia ve ark., 2016; Lim, Manandhar ve ark., 2013). Yapılan çoğu çalışmada highvestibülde yer alan maksiller kaninler sürtünmesiz sistemde segmental mekanikler kullanılarak retrakte edilmiştir. Bu çalışmalar da vaka raporu şeklindedir, yeterli örneklem büyüklüğüne sahip değildir (Sachan ve Chaturvedi, 2012; Ferreira, Silveira ve ark., 2019). Çalışmamızın amacı, maksiller kanin retraksiyonunda iki farklı tekniğin biyomekanik olarak karşılaştırılmasıdır. Çalışmamız sürtünmeli sistemde seviyeleme döneminde uygulanan laceback ve uprigher tekniklerinin etkilerini inceleyen ilk çalışma olması sebebiyle literatüre katkı sağlayacaktır.

5.2. HASTA SEÇİMİ

Tez çalışmamıza, cinsiyet farkı gözetmeksizin, 12,08-24,08 yaş aralığında, üst kanin dişleri highvestibülde bulunan ve üst çenede çift taraflı birinci premolar çekimli sabit ortodontik tedaviye gereksinimi bulunan toplam 16 hasta dahil edildi. Dahil edilen

16 hastanın (10 kadın, 6 erkek) tedavi başlangıcındaki kronolojik yaş ortalaması 16,26 yıldır. Çalışmaya dahil edilen hasta sayısı literatürle uyum içindedir. Literatürde, yapılan kanin retraksiyonu çalışmalarında kronolojik yaşların benzer dağılım gösterdiği görülmüştür (Ziegler ve Ingervall, 1989; Dinçer ve İşcan, 1994; Bokas ve Woods, 2006; Sueri ve Türk, 2006; Burrow, 2010; Oz, Arici ve ark., 2012). Maksiller kaninlerin sürme yaşı 10-12 yıl olarak belirtilmiştir (Moyers, 1988). Çalışmamıza dahil edilen en genç hasta 12 yaşındadır ve kaninlerin kök ucunun kapandığı radyolojik olarak izlenmiştir.

Bireysel farklılıkları bertaraf ederek değişkenleri mümkün olduğunca bağımlı hale getirmek amacıyla çalışmamızı split-mouth olarak planladık. Bu nedenle cinsiyet dağılımının sonuçlara etkisinin az olacağı düşünüldüğünden çalışmaya dahil edilen hastalarda kadın ve erkek dağılımına dikkat edilmedi. (Antczak-Bouckoms, Tulloch ve ark., 1990).

5.3. ÇALIŞMA DÜZENİĞİNİN OLUŞTURULMASI

Çalışmamıza üst kaninleri highvestibülde konumlanmış, üst çenede çift taraflı birinci premolar çekimli sabit ortodontik tedavi ihtiyacı olan hastalar dahil edildi. Literatürde highvestibüldeki kaninlerin retraksiyonu ile ilgili klinik çalışmalarda kaninlerin ne kadar highvestibülde olduğu belirtilmemiştir (Manhal, 2005; Ferreira, Silveira ve ark., 2019). Yapılan in vitro çalışmaların çoğunda üst kaninlerin kaç mm bukkalde konumlandığı belirtilmiş fakat bunun ölçümüyle ilgili bilgi verilmemiştir (Franchi, Baccetti ve ark., 2009; Kato, Namura ve ark., 2018). Çalışmamızda kaninin tüberkül tepesinin oklüzal tablaya uzaklığı ölçüldü ve dahil edilen hastalardaki kaninlerin 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlandığı bulundu.

Çalışmaya dahil edilen hastalarda, kullanılan braket, tüp, ark teli, elastik ve tel ligatürlerin aynı marka olmasına dikkat edildi.

NiTi tellerin şekil hafızası, mükemmel geri esneme, süper elastikiyet, yüksek elastik limit gibi mekanik özellikleriyle dişler üzerinde oluşturduğu ortodontik kuvvetler, sürtünme kuvvetinin üstesinden gelir. Ark teli bu nedenle braketlerin içinden kolayca kayabilir ve highvestibüldeki kanin ekstrüze olur (Kato, Namura ve ark., 2018). Seviyeleme döneminde 0,014, 0,016 ve 0,018 inç NiTi tellerin sürtünme kuvveti/ortodontik kuvvet (F/O) oranındaki değişikliklere kanin dikey pozisyonunun

etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir in vitro çalışmada kaninin ekstrüzyonu için F/O kuvvet oranının 1'den küçük olması gerektiği bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre kaninin dikey pozisyonu ne olursa olsun 0,014 in NiTi telin F/O kuvvet oranının 1'den küçük olduğu tespit edilmiştir (Kato, Namura ve ark., 2018). Çalışmamızda bu nedenle 0,014 ve 0,016 inç NiTi teller kullanıldı ve seviyelemeye 0,014 in NiTi tel ile başlandı.

Literatürde hangi braket slotunun kullanılması gerektiği ile ilgili net bir yargıya ulaşılamamasına rağmen, slot boyutlarını tedavi etkinliği açısından karşılaştıran Detterline ve diğ. (Detterline, Işıkbay ve ark., 2010)'nin çalışmasında 0,018 in slot braketlerin tedavi süresi ve tedavi hedefleri açısından 0,022 in slot braketlerden anlamlı olarak daha üstün olduğu bulunmuştur. Ayrıca Kusy ve diğerleri (Kusy, Whitley ve ark.,1991), slot boyutunun sürtünme üzerine bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Yassir ve diğ. (Yassir, McIntyre ve ark., 2019) ise slot boyutunun ortodontik tedavi sırasında maksiller molar ankraj kaybı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bulmuştur. Bu nedenle çalışmamızda 0,018 in slot braketler kullanıldı.

Yapılan çalışmalarda highvestibülde konumlanmış kaninin retraksiyonu sürtünmeli ve sürtünmesiz sistemde ortalama 3-6 ay arasında tamamlanmaktadır (Sachan ve Chaturvedi, 2012; Lim, Manandhar ve ark., 2013). Bu nedenle çalışma süremiz 3,5 ay olarak planlandı.

Üretici firma uprighter'ın özellikle kanin dişin kronunun distalde, kökünün mezialde olduğu vakalarda kullanımını önermesine rağmen klinik güçlük nedeniyle buna dikkat edilmedi.

Split-mouth dizaynında planladığımız çalışmamızda kaninlerin tüberkül tepesinin oklüzal tablaya uzaklığı ölçüldü ve kaninlerin 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlandığı bulundu. Sağ ve sol kanini eşit miktarda highvestibülde bulunan 6 hastada rastgele seçilen bir tarafta laceback kullanılırken diğer tarafta 2 numara uprighter kullanıldı. Kaninleri farklı miktarlarda highvestibülde bulunan 10 hastada eşit şekilde gruplar oluşturuldu. Daha highvestibülde bulunan kanine 5 hastada uprighter uygulandı ise diğer 5 hastada laceback uygulandı. Böylelikle tekniklerden birinin diğerine göre daha yüksek diş hareketi oranlarına neden olma ihtimali oldukça düşük tutuldu. İlk 2 ay lateral dişler elastik ligatürle uzaktan bağlandı. Ark teli kanin

braketlerine daha az sürtünme oluşturmak amacıyla tel ligatürle gevşek bağlandı (Lima, Coimbra ve ark., 2010). Çalışmamızda laceback ve uprigher tekniklerinin diş hareketi oranları üzerindeki etkilerini yorumlamamızı zorlaştıracaklarını düşündüğümüzden ve dahil edilen hastaların çoğunun moderate ankraj problemi olduğundan transpalatal ark gibi ankraj artırıcı apareyler kullanılmamıştır.

Kaninler retrakte oldukça çekim boşluğunda ark telinin boyu kısalmır. Bu nedenle ark telinin etkin bir şekilde bükülmesi ve kaninin dikleşmesi için ark telinin üzerine bir boyut daha büyük uprigher yerleştirilmelidir. Laceback ligatürler kontroller arasında yaklaşık 1 mm gevşeme gösterdiğinden 0,010 inç ligatür telinin izin verdiği ölçüde ayda bir kez periodontal aralık kadar aktive edildi (Bennett ve McLaughlin, 1997; McLaughlin, Bennett ve ark., 2001). Uprigher'ın aktivasyon aralığı eğer istenirse hekim tercihinine göre ayda bir olarak da ayarlanabilir. Çalışmamızda ayda bir boyut büyüğü ile değiştirilerek uprigher aktive edildi. Bu nedenle hasta randevuları ayda bir olarak ayarlandı ve bu aktivasyon aralığı yapılan çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (Sueri ve Türk, 2006; Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013).

Uprigher'ın etkinliği kontrollü bir çalışma ile henüz incelenmemiştir. Literatür tarandığında çalışmamıza benzer klinik bir çalışmaya rastlamadık fakat benzer olarak highvestibülde konumlanmış üst kaninlerin retraksiyonuyla ilgili vaka raporları görüldü (Lim, Manandhar ve ark., 2013; Saklecha, Tekale ve ark., 2017).

Yayınlanmış bir vaka raporunda kanin distalizasyonunda laceback kullanımıyla meydana gelen ankraj kaybını ortadan kaldıran yeni bir mekanik tanıtılmıştır. Bu çalışmada üst kaninler highvestibülde ve mezial açılıdır. 0,014 inç HANT (heat activated nickel titanium) teli kaninler hariç diğer braketlere ve tüplere yerleştirilmiş, kaninlere pasif laceback yapılmış ve kaninler dikey kontrolleri için ana ark teline gevşek bir şekilde tel ligatürle bağlanmıştır. Kaninlere tam oturup molarların yardımcı yuvalarına sabitlenen 0,016 inç SS telde kaninlerin arasına 140 gram kuvvet uygulayan aktif açık NiTi helezon yay takılmıştır. Çalışma sonucuna göre ankraj kaybını ortadan kaldıran, yayın uyguladığı hafif ve sürekli itme kuvvetidir (Saklecha, Tekale ve ark., 2017).

Diğer yayınlanmış vaka raporları incelendiğinde üst kaninlerin highvestibülde olduğu belirtilmiş fakat miktarı ile ilgili bilgi verilmemiştir. Çalışmaların çoğunda

sürtünmesiz sistemde 0,017x0,025 ya da 0,019x0,025 inç segmental T looplara kullanılarak kanin retraksiyonu yapılmıştır. İyi şekillendirilebilirlik ve mükemmel geri yaylanma özellikleri sayesinde titanyum molibdenyum (TMA) ark telleri kullanılmıştır. Bu çalışmalar ile segmental mekanikler kullanılarak maksimum 6-8 ayda, looplara yapılan ön aktivasyon bükümleriyle (anti-tip, anti-rotasyon) ankraj dişlerde istenmeyen yan etkileri en aza indirerek kanin retraksiyonu yapılabildiği belirtilmiştir (Navlani, Sachan ve Chaturvedi, 2012; Ferreira, Silveira ve ark., 2019).

Literatür incelendiğinde diş hareketlerinin lateral sefalometrik ve panoramik filmler üzerinde, alçı modeller ya da alçı modellerin fotoğrafları üzerinde, direkt yöntem kullanılarak ağız içerisinde, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) üzerinde ve alçı modellerin 3 boyutlu dijital ortama aktarılmış formları üzerinde ölçüldüğü farklı yöntemlerle karşılaşıldı (Huffman ve Way, 1983; Ziegler ve Ingervall, 1989; Samuels, Orth ve ark., 1993; Usmani, O'Brien ve ark., 2002; Sueri ve Türk, 2006; Moresca, Vigorito ve ark., 2012; Makhlouf, Aboul-Ezz ve ark., 2018; Akın ve Camcı, 2021; Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021). Dijital kumpas gibi aletlerle ağız içerisinde direkt ölçüm sırasında yapılacak herhangi bir açı değişikliğinin ölçüm sonuçlarını etkileyeceği düşünüldüğünden bu yöntem tercih edilmedi. Direkt ağız içinde yapılan bir diğer yöntemde bazı araştırmacılar aynı referans noktalarının kullanılabilmesi için ağız içi apareyler kullanmıştır. Ancak bu apareylerin ölçümler arasında meydana gelen diş hareketleri nedeniyle uyumunun bozulabileceği ve standart ölçümler yapmakta zorlanılabileceği düşüncesiyle bu yöntem tercih edilmedi. Hastaların radyasyona uğramaması amacıyla CBCT yöntemi tercih edilmedi. Elde edilen alçı modeller üzerinde de ölçüm yapılabilmesine rağmen çalışmamızda daha hassas ölçüm yapabileceğimizi düşündüğümüz için alçı modellerin 3 boyutlu dijital ortama aktarılmış formları üzerinde çalışmayı tercih ettik (Abizadeh, Moles ve ark., 2012).

Lucchesi ve ark. (Lucchesi, Wood ve ark., 1988), panoramik filmler üzerinde dişlerin aksiyel eğimlerini tespit etmek için yapılan ölçümlerin en az diğer kayıtlar kadar güvenilir olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle çalışmamızda kanin, 2. premolar ve molar dişlerin devrilme miktarını belirlemek için panoramik radyograflar kullanıldı.

Modellerin karşılaştırılması sonucu farklı dönemlerde alınmış modellere farklı renkler verilmekte ve meydana gelen değişiklikler gözle fark edilir şekilde olmaktadır

(Juan ve Hongbo, 2011). Hoggan ve Sadowsky (2001), kanin diş hareketinde üçüncü palatal rugaların lateral noktalarının etkilenebileceğini söylemişlerdir. Çalışmamızda çakıştırmalar, sert damağın ön bölgesi için palatal rugaların stabil bölgeler olduğunu ve üçüncü palatal ruganın medialinin çakıştırma için kullanılabileceğini ifade eden çalışmalar referans alınarak yapıldı (Almeida, Phillips ve ark., 1995; Bailey, Esmailnejad ve ark., 1996; Christou ve Kiliaridis, 2008).

Uprighter'ın etkinliği henüz kontrollü bir çalışma ile incelenmemiştir. Yapılan klinik çalışmalarda kaninlerin başlangıç konumu hakkında bilgi verilmemiştir. Literatür tarandığında çalışmamıza benzer klinik bir çalışmaya rastlamadık.

5.4. DİJİTAL MODEL BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.4.1. Kanin Distalizasyonu

Uprighter grubunda T0-T1'de ölçülen ortalama distalizasyon miktarı 3,09 mm, T1-T2'de 1,29 mm ve T0-T2'de 4,38 mm'dir. Laceback grubunda T0-T1'de ölçülen ortalama distalizasyon miktarı 2,18 mm, T1-T2'de 1,12 mm ve T0-T2'de 3,29 mm'dir. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda hem uprigher hem de laceback grubunda dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin distalizasyonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p = 0,018$). Çalışmamızda uprigher grubunda elastik zincir kuvvetinden dolayı daha fazla distalizasyon gözlemlenmesi beklenen bir durumdur. Ayrıca uprigher teli bükerek kaninin kökü boyunca ortodontik kuvveti dağıtır ve bu kuvvet, daha hızlı kanin hareketine izin veren biyolojik bir kuvvet olarak düşünülebilir. Laceback grubunda daha az kanin distalizasyonu gözlemlenmesi laceback ligatürlerin kuvvet özelliklerine bağlanmaktadır. Ağır ve kesikli kuvvet kaynağı olarak nitelendirilen laceback ligatür uygulaması ile başlangıç değeri oldukça yüksek ancak hızla sıfırlanan kuvvet elde edildiği bulunmuştur (McLaughlin, 1989).

Sueri ve Türk, 12-18 yaş aralığındaki 15 hastada laceback ligatürlerin ve 150 gr kuvvet uygulayan süperelastik NiTi kapalı yayların kanin retraksiyonu üzerindeki etkilerini karşılaştırdıkları split-mouth bir çalışmada, 2,53 ay sonunda laceback ligatür

grubunda 1,67 mm, NiTi kapalı yay grubunda ise 4,07 mm kanin distal hareketi gözlemlenmiştir (Sueri ve Türk, 2006). Laceback ligatürlerin uyguladığı kuvveti değerlendirmek amacıyla yapılan in vitro bir çalışmada, 10 klinisyen 5'er kez 6 ay arayla 2 defa laceback ligatür uygulamıştır. Toplamda 100 laceback ligatür uygulanmış ve ölçülen kuvvetin 0-11,1 N arasında değiştiği ve laceback uygulanması sırasında üretilen kuvvetlerde büyük bir varyasyon olduğu tespit edilmiştir (Khambay, McHugh ve ark., 2006). Sueri ve Türk'ün çalışmasında da 0,014 ve 0,016 inç NiTi teller kullanılmasına rağmen çalışmamızda laceback uygulanan taraftaki kaninin daha fazla distal hareketi; çalışmamızda kaninlerin başlangıçta highvestibülde bulunmasına, çalışma süremizin daha uzun olmasına ve laceback takılırken uygulanan kuvvetin uygulayıcıya bağlı olarak daha yüksek olabileceğine bağlanmaktadır. Bu durum ayrıca Sueri ve Türk'ün çalışmasında 0,022 inç braketler kullanılması sebebiyle ark teli ile braket slotu arasında çalışmamızdan daha fazla boşluk olması ve böylelikle kanin dişin kronunun daha fazla distale devrilmesi sonucu sürtünme direncinin de artmasına bağlanmaktadır.

Şahin, laceback ligatürlerin kanin distalizasyonuna ve kesicilerin ön-arka yön konumuna etkisini değerlendirdiği tez çalışmasında, 3-5 aylık seviyeleme döneminde, 0,016 ve 0,020 inç NiTi tellerde, laceback uygulanan çalışma grubunda 2,56 mm, uygulanmayan kontrol grubunda ise 1,9 mm kanin distal hareketi ölçmüştür (Şahin, 2017). Çalışmamızdaki ve Şahin'in tez çalışmasındaki laceback tarafında ölçülen kanin distal hareketi benzerlik göstermektedir.

Charoemratrote ve ark., 18-25 yaş aralığındaki 20 hastada laceback ligatür ve modifikasyonunun seviyeleme ve sıralama aşamasında ankraj kaybına etkisini karşılaştırdıkları bir çalışmada, ortalama 4,15 aylık süre sonunda, kanin dişlerde laceback ligatür grubunda 0,98 mm, modifiye grupta ise 1,09 mm distal hareket gözlemlenmiştir (Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013). Bu çalışmada çalışmamızdan daha uzun sürede daha az kanin distal hareketi gözlemlenmesi, kanin retraksiyonunun 0,019x0,025 inç SS teller üzerinde yapılmasına bağlanmaktadır.

Ziegler ve Ingervall, sürtünmesiz sistemde 160 gr kuvvet uygulayan PG retraksiyon springi ile sürtünmeli sistemde 0,018 inç SS telde yaklaşık 200 gr kuvvet uygulayan elastik zinciri karşılaştırmışlar ve. maksillada kanin dişte elastik zincir ile 4,67 mm, PG retraksiyon springi ile 6,23 mm distal hareket gözlemlenmiştir (Ziegler ve

Ingervall, 1989). 200 gr kuvvet uygulayan NiTi kapalı yayların ve elastomerik zincirlerin kanin ve molar hareketine, rotasyonuna ve devrilmesine etkisinin karşılaştırıldığı split-mouth bir çalışmada, 4 ay sonunda NiTi kapalı yay grubunda gözlemlenen kanin distalizasyonu 5,45 mm, elastomerik zincir grubunda ise 3,88 mm'dir (Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021). Elastomerik zincirlerin ve NiTi kapalı yayların karşılaştırıldığı split-mouth başka bir çalışmada, kanin dişlerde NiTi kapalı yay grubunda 4,69 mm, elastomerik zincir grubunda ise 3,94 mm distal hareket gözlemlenmiştir (Abraham ve Sundari, 2020). Bu çalışmalarda kanin dişlerde daha fazla distal hareket gözlemlenmesinin sebepleri; çalışmamızdan farklı tedavi mekanikleri, retraksiyonun çalışmamızdan farklı tellerde yapılması, segmental arklarla yapılan çalışmalarda springlere anti-tip ve anti-rotasyon bükümlerinin verilmesi, çalışma süresinin ve hastaların yaş aralığının farklı olması olabilir. Çalışmamızda kanin distalizasyon ihtiyacının her hastada farklı olması da elde edilen distalizasyon miktarlarının farklı olmasının bir diğer nedenidir.

5.4.2. Kanin Rotasyonu

Çalışmamızda uprighter grubunda kanin diş T0-T1 arasında $6,21^\circ$, T1-T2 arasında $1,94^\circ$ ve T0-T2 arasında $8,15^\circ$ distopalatinal rotasyon gösterdi. Laceback grubunda ise T0-T1 arasında $1,21^\circ$, T1-T2 arasında $1,56^\circ$ ve T0-T2 arasında $2,76^\circ$ distopalatinal rotasyon gösterdi. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda uprighter grubunda dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin rotasyonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Laceback grubunda ise dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin rotasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise T0-T1 ($p = 0,009$) ve T0-T2 ($p = 0,011$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bu bulgu laceback ligatürlerin bukkolingual rotasyon açısından daha kontrollü diş hareketi sağladığını göstermektedir.

Sueri ve Türk, kaninlerde laceback uygulanan grupta $2,68^\circ$ distobukkal, Ni-Ti kapalı yay grubunda ise $7,75^\circ$ distopalatinal rotasyon gözlemlenmişlerdir (Sueri ve Türk, 2006). Rajchich ve Sadowsky, 0,016 inç Ni-Ti teller üzerinde Ni-Ti kapalı yaylar ile yaptıkları kanin distalizasyonu çalışmasında kanin dişlerde $15,3^\circ$ distopalatinal rotasyon saptamışlardır (M'Lissa ve Sadowsky, 1997). Ni-Ti kapalı yayların ve elastomerik

zincirlerin kanin ve molar hareketine, rotasyonuna ve devrilmesine etkisinin karşılaştırıldığı split-mouth bir çalışmada, Ni-Ti kapalı yay grubunda kaninde $7,43^\circ$, elastomerik zincir grubunda ise $4,5^\circ$ distopalatinal rotasyon saptanmıştır (Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021). Ziegler ve Ingervall, kanin dişte sürtünmesiz sistemde PG retraksiyon springi grubunda 30° , sürtünmeli sistemde elastik zincir grubunda ise 24° distopalatinal rotasyon saptamışlardır (Ziegler ve Ingervall, 1989).

Literatür tarandığında uprighter ile ilgili kontrollü çalışma olmadığı, laceback ligatür çalışmalarında ise kaninlerin başlangıç konumları hakkında bilgi verilmediği görüldü. Sürtünmeli sistemlerde kanin retraksiyonu sırasında meydana gelen rotasyon miktarı uygulanan kuvvetin şiddeti, tipi, süresi ve kullanılan ark telinin elastikiyeti gibi faktörlerden etkilenmektedir. Tüm bu nedenler literatür karşılaştırmasında güçlük yaratmaktadır.

Kanin retraksiyonu sırasında, kuvvet uygulama noktasının dişin direnç merkezinin bukkalinde olması nedeniyle kanin dişlerde distopalatinal rotasyon meydana gelebilmektedir. Uprighter teli dik değil de bir miktar palatine doğru ittiği için uprighter grubunda daha fazla distopalatinal rotasyon gözlemlenmesi beklenen bir durumdur. Bu durumu ayrıca uprighter grubunda laceback grubuna göre highvestibüldeki kanine distalden uygulanan kuvvetin mezialden uygulanan kuvvetten daha yüksek olmasına bağlamaktayız. Uprighter grubunda T1-T2 arasında ölçülen rotasyon, T0-T1 arasında ölçülenden anlamlı derecede daha azdır. Bu durum, laterallerin ilk 2 ay uzaktan bağlanmasıyla ve her seans daha büyük uprighter takılması sonucu bir antirotasyon momentinin oluşmasıyla açıklanabilir. Laceback grubunda ortalamalar distopalatinal rotasyon gösterse de laterallerin çalışmaya dahil edildiği 5 hastada distobukkal rotasyon meydana geldi. Bu durumun kaninin mezialindeki interbraket mesafenin daha kısa olması sebebiyle kanin dişe mezialden uygulanan kuvvetin laceback ile distalden uygulanan kuvvetten daha yüksek olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Sueri ve Türk'ün lateralleri dahil ettiği hastalarda laceback grubunda saptadığı distobukkal rotasyon bulgusu ve çalışmamızda laterallerin dahil edilmediği 6 hastada laceback grubunda saptanan distopalatinal rotasyon bulgusu bu düşüncemizi desteklemektedir.

5.4.3. Kanin Ekstrüzyonu

Uprigter grubunda T0-T1'de ölçülen ortalama ekstrüzyon miktarı 2,25 mm, T1-T2'de 0,75 mm ve T0-T2'de 3 mm'dir. Laceback grubunda T0-T1'de ölçülen ortalama ekstrüzyon miktarı 2,26 mm, T1-T2'de 0,77 mm ve T0-T2'de 3,03 mm'dir. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda hem uprighter hem de laceback grubunda dönemsel (T0-T1, T1-T2) ve toplam sürelerde (T0-T2) meydana gelen kanin ekstrüzyonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin ekstrüzyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Şahin, laceback ligatürlerin kanin distalizasyonuna ve kesicilerin ön-arka yön konumuna etkisini değerlendirdiği tez çalışmasında, 3-5 aylık seviyeleme döneminde, 0,016 ve 0,020 inç NiTi tellerde, kanin dişlerde laceback uygulanan çalışma grubunda 1,29 mm, uygulanmayan kontrol grubunda ise 0,99 mm ekstrüzyon saptamıştır (Şahin, 2017). Sueri ve Türk, kaninlerde laceback uygulanan grupta 0,67 mm, NiTi kapalı yay grubunda ise 0,47 mm ekstrüzyon gözlemlemişlerdir (Sueri ve Türk, 2006). T zembereklerle maksiller kanin distalizasyonu yapılan bir çalışmada kanin dişlerde ortalama 0,7 mm intrüzyon saptanmıştır (Martins, Buschang ve ark., 2009).

Çalışmalarda kanin dişlerin başlangıç konumunun, kullanılan kuvvet sistemlerinin, kuvvetin tipinin, şiddetinin, süresinin ve kullanılan ark tellerinin farklı olması sebebiyle kanin retraksiyonu sırasında meydana gelen vertikal hareket miktarı ve yönü değişiklik göstermektedir. Split-mouth olarak planladığımız çalışmamızda her iki grupta da başlangıçta kaninler 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlanmaktaydı. Çalışmamızda kullandığımız NiTi tellerin şekil hafızası, mükemmel geri esneme, süper elastikiyet, yüksek elastik limit gibi mekanik özellikleriyle dişler üzerinde oluşturduğu ortodontik kuvvetler, sürtünme kuvvetinin üstesinden gelerek ark telinin braketlerin içinden kolayca kaymasına ve böylelikle highvestibüldeki kaninin ekstrüzyonuna sebep olur (Kato, Namura ve ark., 2018). Farklı vertikal kuvvetler uygulanmadığından her iki grupta benzer ekstrüzyon meydana gelmesi beklenen bir durumdur.

5.4.4. Ankraj Kaybı

Uprigter grubunda T0-T1’de ölçülen ortalama ankraj kaybı 0,73 mm, T1-T2’de 0,46 mm ve T0-T2’de 1,2 mm’dir. Laceback T0-T1’de ölçülen ortalama ankraj kaybı 0,66 mm, T1-T2’de 0,63 mm ve T0-T2’de 1,29 mm’dir. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda hem uprighter hem de laceback grubunda T0-T1 ile T0-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen ankraj kaybı miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Sueri ve Türk, laceback uygulanan grupta 0,70 mm, NiTi kapalı yay grubunda ise 1,93 mm ankraj kaybı gözlemlemişlerdir (Sueri ve Türk, 2006). Bu çalışmada çalışmamızla aynı teller kullanılmasına rağmen laceback ligatür grubunda gözlemlenen daha az ankraj kaybı, çalışmamızdaki başlangıç kanin highvestibül konumuna bağlı olabilir. Apikalde konumlanan kaninlerin distooklüzal yöndeki hareketi posterior dişlerin ankrajını zorlayacak bir durumdur. Buna rağmen arada kritik olarak ciddi bir ankraj kaybı gözlenmemiştir.

Charoemratrote ve ark., laceback ligatür ve modifikasyonunun seviyeleme ve sıralama aşamasında ankraj kaybına etkisini karşılaştırdıkları bir çalışmada, laceback ligatür grubunda 0,69 mm, modifiye grupta 0,49 mm ankraj kaybı gözlemlemişlerdir (Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013). Bu çalışmada çalışmamızdan daha az ankraj kaybı gözlemlenmesinin sebebi, kanin retraksiyonunun 0,019x0,025 inç SS teller üzerinde yapılması olarak düşünülmektedir.

Yapılan başka bir klinik çalışmada, MBT ve Roth değerlerine sahip braketlerin, seviyeleme ve sıralama aşamasında molarlar üzerinde ön arka yöndeki etkileri incelenmiştir. 10’ar kişilik oluşturulan grupların birinde Roth, diğerinde ise MBT değerlerine sahip braketler kullanılmıştır. Seçilen bireylerin, hafif veya orta derecede çapraşıklığı bulunan, Sınıf I iskeletsel ilişkide olan ve ortalama büyüme paternine sahip kişiler olmasına dikkat edilmiştir. Her iki grupta da laceback ligatür ve bendback uygulanmıştır. Ölçümler hem sefalometrik analizle hem de model analiziyle yapılmıştır. Roth grubunda sefalometrik analizle 3,15 mm, model analiziyle 3 mm, MBT grubunda ise sefalometrik analizle 1,90 mm, model analiziyle 1,95 mm ankraj kaybı ölçülmüştür.

Çalışmanın sonucunda Roth değerlerine sahip braketlerde bulunan 7° ilave anterior tip değeri nedeniyle, MBT değerlerine sahip braketlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla ankraj kaybı meydana geldiği bildirilmiştir (Rajesh, Kishore ve ark., 2014). Irvine ve ark. (2004) ve Moresca ve ark. (2007) laceback ligatürlerin molarlar üzerine etkisiyle ilgili yaptıkları çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde ankraj kaybı bildirirken yapılan diğer iki çalışmada bu hareketin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (Usmani, O'Brien ve ark., 2002; Fleming, Johal ve ark., 2013).

Ziegler ve Ingervall, sürtünmesiz sistemde PG retraksiyon springi grubunda 0,59 mm sürtünmeli sistemde elastik zincir grubunda ise 0,35 mm ankraj kaybı saptamışlardır (Ziegler ve Ingervall, 1989). Bu çalışmada benzer çalışma süresinde daha az ankraj kaybı gözlemlenmesi, çalışmada kullandıkları tedavi mekaniğinin çalışmamızdan farklı olmasına, 1. molarları Goshgarian tipi transpalatal ark ile stabilize etmelerine, ek olarak hastalara günde 10-14 saat standart headgear kullandırmalarına bağlanmaktadır.

0,018 ve 0,022 inç slot boyutundaki MBT braketlerin ankraj kaybı üzerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada 41 hastada 0,018 inç slot braketler, 33 hastada 0,022 inç slot braketler kullanılmıştır. 0,018 inç grupta sırasıyla 0,016 inç NiTi, 0,016x0,022 inç NiTi, 0,016x0,022 inç SS, 0,022 inç grupta ise 0,016 inç NiTi, 0,019x0,025 inç NiTi, 0,019x0,025 inç SS teller kullanılmıştır. Ankraj kaybı seviyeleme, sıralama ve boşluk kapatma aşamalarının sonunda dijital modeller üzerinde ölçülmüştür. Her iki grupta da 3,30 mm ile 3,86 mm arasında değişen miktarda ankraj kaybı tespit edilmiştir (Yassir, McIntyre ve ark., 2019).

NiTi kapalı yayların ve elastomerik zincirlerin kanin ve molar hareketine, rotasyonuna ve devrilmesine etkisinin karşılaştırıldığı split-mouth bir çalışmada, NiTi kapalı yay grubunda gözlemlenen ankraj kaybı 1,15 mm, elastomerik zincir grubunda ise 1,20 mm'dir (Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021). Bu bulgular çalışmamız ile uyumludur.

Elastomerik zincirlerin ve NiTi kapalı yayların karşılaştırıldığı bir çalışmada, kanin dişlerde NiTi kapalı yay grubunda 1,99 mm, elastomerik zincir grubunda ise 2,45 mm ankraj kaybı gözlemlenmiştir (Abraham ve Sundari, 2020). Bu çalışmada daha fazla

ankraj kaybı gözlemlenmesi çalışma süresinin daha uzun olmasına, kullanılan mekaniklerin ve tellerin çalışmamızdan farklı olmasına bağlanmaktadır.

Ankraj kaybı büyüme, maloklüzyon tipi, cinsiyet, yaş, tedavi öncesi üst molar angulasyonu, overjet ve çapraşıklık gibi hastanın başlangıç özelliklerinden etkilenmektedir. Aynı zamanda çekim yeri, çekimli-çekimsiz tedavi, diş hareketinin türü (gövdesel hareket, tork hareketi), yüksek sürtünme dirençli apareyler, ağır ve kontrolsüz kuvvet kullanımı ve intraoral ya da ekstraoral ankraj aygıtlarının kullanımı gibi tedaviyle ilgili faktörler de ankraj kaybında rol oynamaktadır (Geron, Shpack ve ark., 2003; Su, Han ve ark., 2014). Ayrıca sürtünmeli sistemde retraksiyon yöntemine bağlı olarak posterior bölgede çeşitli miktarda ankraj kaybı beklenen bir durumdur. Literatürde yapılan çalışmalarda laceback ligatürlerin anterior dişlerin proklinasyonunu engellese de kuvvet 1. molar dişten uygulandığı için ankrajı zorlayarak posterior mezializasyonu teşvik ettiği bulunmuştur (Robinson, 1989). Herhangi bir ankraj artırıcı aparey kullanmadığımız çalışmamızda, uprighter grubunda kanin ve 2. premolar dişlere takılan elastik zincirin etkisiyle 2. premolar daha fazla mezialize olduğundan daha fazla ankraj kaybı beklememize rağmen gruplar arası karşılaştırmada ankraj kaybı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Bu durum uprighter uygulanan tarafta telde oluşan eğimin tip back büküm etkisi oluşturarak 1. moların kronunu distale itmesine bağlanmaktadır.

5.5. PANORAMİK BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uprighter grubunda kanin dişin kronunun T0-T1 arasında $3,69^\circ$ distale devrildiği, T1-T2 arasında $1,03^\circ$ meziale devrildiği ve T0-T2 arasında $2,69^\circ$ distale devrildiği görüldü. Laceback grubunda ise T0-T1 arasında $3,91^\circ$ distale devrildiği, T1-T2 arasında $2,29^\circ$ meziale devrildiği ve T0-T2 arasında $1,62^\circ$ distale devrildiği görüldü. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda uprighter grubunda T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Laceback grubunda ise T0-T1 ile T1-T2, T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen kanin angulasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Sueri ve Türk, kaninlerin laceback uygulanan grupta $4,5^\circ$, NiTi kapalı yay grubunda ise $11,63^\circ$ distale devrildiğini gözlemlemişlerdir (Sueri ve Türk, 2006). Bu çalışmadaki laceback grubunda kanin dişte çalışmamızdan daha fazla distale devrilme görülmesi, 0,022 inç braketler kullanılmasına bağlı olarak ark teli ile braket oluk çapı arasında çalışmamızdan daha fazla boşluk olması sebebiyle kanin dişin daha fazla distale devrilmesine ve çalışma süremizin bu çalışmadan daha fazla olmasına bağlı olarak ark telinin uyguladığı kuvvet etkisiyle kökün dikleşeceği sürenin de uzamasına bağlanmaktadır.

Dinçyürek, 2 aylık çalışma süresinde, laceback ligatürlerin ve Hyacon aygıtını karşılaştırmak amacıyla yaptığı kanin distalizasyonu çalışmasında, kanin dişlerin laceback ligatür grubunda $3,84^\circ$, Hyacon aygıtı grubunda ise $3,09^\circ$ distale devrildiğini gözlemlemiştir (Dinçyürek, 2009). Bu çalışmada laceback grubunda kanin dişlerdeki distale devrilme ile çalışmamızdaki 2 aylık süreçte ölçülen (T0-T1) $3,91^\circ$ distale devrilme bulgusu birbiriyle uyumludur.

Charoemratrote ve ark., kaninlerin laceback ligatür grubunda $1,15^\circ$, modifiye grupta $1,09^\circ$ distale devrildiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada kanin dişte çalışmamızdan daha az distale devrilme gözlemlenmesi, kanin retraksiyonunun 0,019x0,025 inç SS teller üzerinde yapılmasına bağlanmaktadır (Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013).

Huffman and Way, kaninlerin 0,016 inç arkta $5,30^\circ$, 0,020 inç arkta $1,70^\circ$ distale devrildiğini tespit etmişlerdir (Huffman ve Way, 1983).

NiTi kapalı yayların ve elastomerik zincirlerin kanin ve molar hareketine, rotasyonuna ve devrilmesine etkisinin karşılaştırıldığı split-mouth bir çalışmada, kanin dişte saptanan distale devrilme NiTi kapalı yay grubunda $7,55^\circ$, elastomerik zincir grubunda ise $4,52^\circ$ 'dir (Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021).

Çalışmamızdaki bulguların literatürdeki bazı çalışmalardan farklılık göstermesi, çalışmamızdaki kaninlerin başlangıçta 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlanmasına, kullandığımız mekaniklerin, tellerin, uygulanan kuvvetin, çalışma süresinin, hastaların yaş aralığının diğer çalışmalardan farklı olmasına bağlanmaktadır. Kanin distalizasyonu sırasında uygulanan kuvvet kanin dişin direnç

merkezinin altından geçtiği için kanin dişte bir miktar distale devrilme beklenen bir durumdur. Çalışmamızda hem uprighter hem de laceback grubunda kanin dişin kronunun önce distale devrildiği sonra kökün bir miktar dikleştiği görüldü. Bu durum ağır ve kesikli kuvvet kaynağı olan laceback ligatür grubunda kanin dişin başlangıçtaki hafif distale devrilmesini takiben ark telinin uyguladığı kuvvetin kanin kökünü dikleştirmesine bağlanmaktadır (McLaughlin, 1989). Uprighter, elastik zincir ile çekim boşluğuna komşu iki dişe bağlanarak tel üzerinde bir eğim oluşturmaktadır. Elastik zincirin ilettiği kuvvet ile dişler birbirine doğru yaklaşırken tel üzerinde oluşan eğimin kökü dikleştirmesi sonucu dişin kronunun ve kökünün aynı yönde hareketi beklenmesine rağmen çalışmamızda kanin dişin önce distale devrildiği sonra kökün bir miktar dikleştiği görüldü. Bu durumun çekim boşluğunun büyüklüğüne bağlı olarak T0-T1 arasında elastik zincirin ilettiği kuvvetin uprighter'ın telde oluşturduğu eğimin kökü dikleştirmeye zorlayan kuvvetinden daha büyük, T1-T2 arasında ise daha küçük olmasından kaynakladığını düşünmekteyiz.

Uprighter grubunda 2. premolar dişin kronunun T0-T1 arasında $1,42^\circ$, T1-T2 arasında $1,12^\circ$ ve T0-T2 arasında $2,54^\circ$ meziale devrildiği görüldü. Laceback grubunda ise T0-T1 arasında $0,63^\circ$, T1-T2 arasında $1,04^\circ$ ve T0-T2 arasında $1,66^\circ$ meziale devrildiği görüldü. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda uprighter grubunda T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). Laceback grubunda ise dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen 2. premolar angulasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada da dönemsel ve toplam sürelerde meydana gelen 2. premolar angulasyonu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Literatür incelendiğinde uprighter ile ilgili kontrollü çalışma bulunmadığı, laceback ligatür çalışmalarında ise genelde 2. premolar angulasyonuna bakılmadığı görüldü (Sueri ve Türk, 2006). Charoemratrote ve ark., 2. premolar dişlerin laceback ligatür grubunda $0,37^\circ$, modifiye grupta $0,17^\circ$ meziale devrildiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada 2. premolar dişte çalışmamızdan daha az meziale devrilme gözlemlenmesi, kanin retraksiyonunun $0,019 \times 0,025$ inç SS teller üzerinde yapılmasına bağlanmaktadır (Charoemratrote, Leethanakul ve ark., 2013).

İstatistiksel olarak önemli fark izlenmemekle birlikte uprighter grubunda daha fazla meziale devrilme tespit edildi. Bu durum uprighter grubunda kuvveti ileten elastik zincirin kanin dişten 2. premolar dişe bağlanması ile açıklanmaktadır. Ayrıca uprighter grubunda 2. premolar dişte de kanin dişte olduğu gibi önce kromda devrilme sonra kökte dikleşme yerine sadece meziale devrilme gözlemlenmesi, kanin dişin highvestibülde konumlanmasına ve angulasyonuna bağlı olarak uprighter'ın telde oluşturduğu eğimin iki dişin tam ortasında değil de kanine yakın olmasına bağlanmaktadır.

Uprighter grubunda molar dişin kronunun T0-T1 arasında $0,7^\circ$, T1-T2 arasında $1,75^\circ$ ve T0-T2 arasında $2,45^\circ$ meziale devrildiği görüldü. Laceback grubunda ise T0-T1 arasında $2,64^\circ$, T1-T2 arasında $2,3^\circ$ ve T0-T2 arasında $4,94^\circ$ meziale devrildiği görüldü. Yapılan grup içi karşılaştırmalarda uprighter grubunda T0-T1 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Laceback grubunda ise T0-T1 ile T0-T2 ve T1-T2 ile T0-T2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Gruplar arası karşılaştırmada ise T0-T1 ($p=0,012$) ve T0-T2 ($p=0,001$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Sueri ve Türk, molarların laceback uygulanan grupta $3,90^\circ$, NiTi kapalı yay grubunda ise $3,10^\circ$ meziale devrildiğini gözlemlemişlerdir (Sueri ve Türk, 2006). Kullanılan aynı teller üzerinde çalışmamızda molar dişte laceback grubunda 3,5 ayda meydana gelen $4,94^\circ$ meziale devrilme ile bu çalışmada 2,53 ayda meydana gelen $3,90^\circ$ meziale devrilme bulgusu birbiriyle uyumludur. Charoemratote ve ark., molarların laceback ligatür grubunda $0,40^\circ$, modifiye grupta $0,10^\circ$ meziale devrildiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada molar dişte çalışmamızdan daha az meziale devrilme gözlemlenmesi, kanin retraksiyonunun $0,019 \times 0,025$ inç SS teller üzerinde yapılmasına bağlanmaktadır (Charoemratote, Leethanakul ve ark., 2013).

NiTi kapalı yayların ve elastomerik zincirlerin kanin ve molar hareketine, rotasyonuna ve devrilmesine etkisinin karşılaştırıldığı split-mouth bir çalışmada, NiTi kapalı yay grubunda grubunda molarların $4,80^\circ$, elastomerik zincir grubunda ise $1,45^\circ$ meziale devrildiği saptanmıştır (Hashemzadeh, Soleimani ve ark., 2021). Çalışmamızdaki bulguların bu çalışmadan farklılık göstermesi; çalışmamızdaki kaninlerin 1,5-6,2 mm arasında değişen miktarlarda highvestibülde konumlanmasına,

kullandığımız mekaniklerin, tellerin, uygulanan kuvvetin, çalışma süresinin farklı olmasına bağlanmaktadır.

Çalışmamızda molar dişlerin her iki grupta da meziale devrildiği, laceback grubunda devrilmenin daha fazla olduğu görüldü. Gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Molar dişlerin meziale doğru hareketleri sırasında meziale devrilmeleri beklenen bir durumdur. Laceback grubunda daha fazla meziale devrilme görülmesi bu grupta kuvvetin direkt molar diştten uygulanmasına ve uprighter grubunda telde oluşan eğimin tip back büküm etkisi oluşturarak 1. molar kronunu distale itmesine bağlanmaktadır.

Çalışmamızdaki panoramik bulgulara göre iki grup arasında kanin ve 2. premolar dişlerde meydana gelen devrilmede istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi. Ancak laceback grubunda molar dişte meydana gelen mezial devrilmenin anlamlı derecede daha fazla olduğu gözlemlendi. Bu sonuçlar uprighter'ın meziodistal devrilme açısından daha kontrollü diş hareketi sağladığını göstermektedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, maksiller kanin retraksiyonunda iki farklı tekniğin biyomekanik olarak karşılaştırılmasıdır. Sürtünmeli sistemde seviyeleme döneminde uygulanan laceback ve uprighter tekniklerinin etkilerinin üç boyutlu modeller üzerinde değerlendirildiği çalışmamızın bulguları içerisinde;

1. Uprighter uygulanan grupta laceback uygulanan gruba göre daha fazla kanin distalizasyonu bulundu.
2. Uprighter uygulanan grupta laceback uygulanan gruba göre kanin dişlerde daha fazla distopalatinal rotasyon bulundu.
3. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda kanin dişlerde ekstrüzyon gözlemlendi fakat gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
4. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda ankraj kaybı gözlemlendi fakat gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
5. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda kanin dişlerde kromda distale devrilme gözlemlendi fakat gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
6. Her iki grupta da kanin retraksiyonu sonucunda 2. premolar dişlerde kromda meziale devrilme gözlemlendi fakat gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
7. Laceback uygulanan grupta uprighter uygulanan gruba göre molar dişlerde kromda daha fazla meziale devrilme bulundu.

Dişlerde çapraşıklık şikayeti ile başvuran hastaların büyük bir çoğunluğunda en son indifa eden diş olması dolayısı ile süreceği boşluğun posterior dişler tarafından erken süt dişi kaybı ve /veya süt dişinde oluşan çürüklere bağlı olarak mezializasyon sonucu işgal edilmesinden dolayı kanin dişler ark dışında sürerler. Bu durum çoğu zaman kanin dişlerin highvestibülde sürmesine ve indifa edecek yer olmadığından orada kalmasına neden olur. Bu maloklüzyonda tedavi genelde 1. premolar dişlerin çekimi ve kanin dişlerin bu çekim boşluğuna sürdürülmesi şeklindedir. Bu tedavi planlamasında izlenecek yol çoğu zaman arktaki dişlerin braketlenmesi ve seviyelenmesi için ince NiTi tellerin

takılması şeklindedir. Böylelikle kanin dişler vertikal olarak hareket eder ve ark içerisinde yerini alır. MBT tekniğinin sunduğu bir yöntem olan seviyeleme sırasında kanin dişlerin laceback ile bağlanması, vertikal indifanın yanı sıra kanin dişlerin distale yönlendirilmesini de sağlamaktadır. Çalışmamızda altın standart olarak kabul edebileceğimiz bu uygulama ile çok yeni bir teknik olan uprighter uygulaması karşılaştırılmıştır. Uprighter, temel olarak NiTi ark telinde bir esneme meydana getirmek suretiyle klasik sabit tedavi mekaniklerine farklı bir boyut katmaktadır. 2 diş arasındaki (interbraket mesafe) telde dişlerin köklerini yaklaştıran, kronlarını ise birbirlerinden uzaklaştıran bir bükülmeyi sağlayacak bir apareydir. Bu apareyin telde uygun eğilmeyi sağlayabilmesi için (tele bastırabilmesi için) elastik zincirden faydalanılmaktadır. Böylelikle elastik zincir hem telde bir defleksiyon oluştururken hem de komşu iki dişi birbirine yaklaştıır. Sonuç olarak, diş hareketinin en büyük komplikasyonu olan dişlerde devrilme önlenmiş olur.

Bu çalışmada laceback ile uprighter split-mouth bir dizayn ile karşılaştırıldı. Uprighter ile kanin çok daha hızlı ve daha fazla distalize edilirken, dişte istenmeyen devrilme gibi komplikasyonlar ortaya çıkmadı. Böylelikle seviyeleme ve kanin distalizasyonu tek bir safhada tamamlanmış oldu. Bu yönü ile uprighter bu tip vakalarda oldukça başarılı bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmektedir.

Öneriler

Klinik olarak lateral dişlerde uprigher uygulanan grupta intrüzyon gözlenmezken laceback uygulanan grupta belirgin intrüzyon gözlendi. 6 hastada lateral dişler çalışmaya dahil edilmediğinden ve çalışmamız split-mouth dizaynında olduğundan lateral intrüzyonu ve oklüzal düzlemde meydana gelen değişiklik ölçülemedi. Hem bu bulguları hem de highvestibüldeki kanin dişlerde uprigher uygulamasının keser dişlere etkisini araştırmak için daha fazla örneklem büyüklüğüne sahip paralel grup çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca uprigher uygulamasının farklı braket-tel kombinasyonlarında, Ni-Ti kapalı yay gibi farklı kuvvet kaynaklarıyla karşılaştırıldığı klinik çalışmalar yapılabilir.

7.KAYNAKLAR

- Abdelrahman, R. S., Al-Nimri, K. S. & Al Maaitah, E. F. (2015). A clinical comparison of three aligning archwires in terms of alignment efficiency: a prospective clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 85(3), 434-439.
- Abizadeh, N., Moles, D. R., O'Neill, J., & Noar, J. H. (2012). Digital versus plaster study models: how accurate and reproducible are they?. *Journal of orthodontics*, 39(3), 151-159.
- Abraham, J. (2020). Rate of Canine Retraction and Anchor Loss During Individual Canine Retraction. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13, 445-448.
- Adams, C. P. (1970). The design and construction of removable orthodontic appliances. J. Wright.
- Akcam, M. O., Altioek, T., & Ozdiler, E. (2003). Panoramic radiographs: a tool for investigating skeletal pattern. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123(2), 175-181.
- Akhuon, A. B. (2018). Class III with Ectopically Erupted Canines Treated By Segmented T Loop-A Case Report. *IOSR Journal of Dental Medical Sciences*.
- Akın, Ş., & Camcı, H. (2021). Three-dimensional assessment of two different canine retraction techniques: a randomized split-mouth clinical trial. *Progress in Orthodontics*, 22(1), 1-9.
- Almeida, M. A., Phillips, C., Kula, K., & Tulloch, C. (1995). Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts. *The Angle Orthodontist*, 65(1), 43-48.
- Andreasen, G. F., & Hilleman, T. B. (1971). An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 82(6), 1373-1375.
- Andrews, L. F. (1975). The straight-wire appliance: syllabus of philosophy and techniques, LF Andrews.
- Angolkar, P. V., Arnold, J. V., Nanda, R. S., & Duncanson Jr, M. G. (1992). Force degradation of closed coil springs: an in vitro evaluation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 102(2), 127-133.
- Angolkar, P. V., Kapila, S., Duncanson Jr, M. G., & Nanda, R. S. (1990). Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 98(6), 499-506.
- Antczak-Bouckoms, A. A., Tulloch, J. C., & Berkey, C. S. (1990). Split-mouth and cross-over designs in dental research. *Journal of clinical periodontology*, 17(7), 446-453.
- Articolo, L. C., & Kusy, R. P. (1999). Influence of angulation on the resistance to sliding in fixed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 115(1), 39-51.
- Ataoglu, T. (1996). *Periodontoloji*, 3. Baskı. Damla Ofset, Konya.

- Baeten, L. R. (1975). Canine retraction: a photoelastic study. *American journal of orthodontics*, 67(1), 11-23.
- Bailey, L. T. J., Esmailnejad, A., & Almeida, M. A. (1996). Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and nonextraction cases. *The Angle Orthodontist*, 66(1), 73-78.
- Baldrige, D. W. (1969). Leveling the curve of Spee: its effect on mandibular arch length. *JPO: the journal of practical orthodontics*, 3(1), 26-41.
- Balhoff, D. A., Shuldborg, M., Hagan, J. L., Ballard, R. W., & Armbruster, P. C. (2011). Force decay of elastomeric chains—a mechanical design and product comparison study. *Journal of orthodontics*, 38(1), 40-47.
- Bass, T. (1967). Observations on the misplaced upper canine tooth. *The Dental practitioner and dental record*, 18(1), 25-33.
- Becker, A. (1998). *The orthodontic treatment of impacted teeth*. Martin Dunitz London.
- Begg, P. R., & Kesling, P. C. (1977). *Begg orthodontic theory and technique*. WB Saunders Company.
- Bennett, J. C., & McLaughlin, R. P. (1997). Orthodontic management of the dentition with the preadjusted appliance.
- Berger, J., & Waram, T. (2007). Force levels of nickel titanium initial archwires. *Journal of Clinical Orthodontics*, 41(5), 286.
- Biermann, M. C., Berzins, D. W., & Bradley, T. G. (2007). Thermal analysis of as-received and clinically retrieved copper-nickel-titanium orthodontic archwires. *The Angle Orthodontist*, 77(3), 499-503.
- Boester, C. H., & Johnston, L. E. (1974). A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 44(2), 113-119.
- Bokas, J., & Woods, M. (2006). A clinical comparison between nickel titanium springs and elastomeric chains. *Australian orthodontic journal*, 22(1), 39-46.
- Bumann, A., Carvalho, R., Schwarzer, C., & Yen, E. (1997). Collagen synthesis from human PDL cells following orthodontic tooth movement. *European journal of orthodontics*, 19(1), 29-37.
- Burrow, S. J. (2010). Canine retraction rate with self-ligating brackets vs conventional edgewise brackets. *The Angle Orthodontist*, 80(4), 626-633.
- Burstone, C. J. (1962). The biomechanics of tooth movement. *Vistas in orthodontics*, 197213.
- Burstone, C. J. (1966). The mechanics of the segmented arch techniques. *The Angle Orthodontist*, 36(2), 99-120.
- Burstone, C. J. (1981). Variable-modulus orthodontics. *American journal of orthodontics*, 80(1), 1-16.
- Burstone, C. J. (1982). The segmented arch approach to space closure. *American journal of orthodontics*, 82(5), 361-378.
- Burstone, C. J., Qin, B., & Morton, J. Y. (1985). Chinese NiTi wire—a new orthodontic alloy. *American journal of orthodontics*, 87(6), 445-452.
- Burstone, C. J. (1989). *Modern edgewise mechanics segmented arch technique*. Ormco corporation.

- Charoemratrote, C., Leethanakul, C., & Jongbundan, S. (2013). A Comparison of Effect of Regular Laceback Technique and Its Modification on Anchorage Loss. *Songkanakarin Dent. J*, 1, 18-25.
- Christou, P., & Kiliaridis, S. (2008). Vertical growth-related changes in the positions of palatal rugae and maxillary incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(1), 81-86.
- Cobb III, N., Kula, K., Phillips, C., & Proffit, W. (1998). Efficiency of multi-strand steel, superelastic Ni-Ti and ion-implanted Ni-Ti archwires for initial alignment. *Clinical orthodontics and research*, 1(1), 12-19.
- Dachi, S. F., & Howell, F. V. (1961). A survey of 3,874 routine full-mouth radiographs: II. A study of impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 14(10), 1165-1169.
- Dalstra, M., & Melsen, B. (2004). Does the transition temperature of Cu–NiTi archwires affect the amount of tooth movement during alignment?. *Orthodontics & craniofacial research*, 7(1), 21-25.
- Darendeliler, M. A., Darendeliler, H., & Üner, O. (1997). The drum spring (DS) retractor: a constant and continuous force for canine retraction. *European Journal of Orthodontics*, 19(2), 115-130.
- Daskalogiannakis, J., & McLachlan, K. R. (1996). Canine retraction with rare earth magnets: an investigation into the validity of the constant force hypothesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109(5), 489-495.
- Davidovitch, Z., Finkelson, M. D., Steigman, S., Shanfeld, J. L., Montgomery, P. C., & Korostoff, E. (1980). Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *American journal orthodontics*, 77(1), 14-32.
- Davidovitch, Z., Finkelson, M. D., Steigman, S., Shanfeld, J. L., Montgomery, P. C., & Korostoff, E. (1980). 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*, 77(1), 33-47.
- De Franco, D. J., Spiller Jr, R. E., & Von Fraunhofer, J. (1995). Frictional resistances using Teflon-coated ligatures with various bracket-archwire combinations. *The Angle Orthodontist*, 65(1), 63-72.
- Deguchi, T., Imai, M., Sugawara, Y., Ando, R., Kushima, K., & Takano-Yamamoto, T. (2007). Clinical evaluation of a low-friction attachment device during canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 77(6), 968-972.
- Detterline, D. A., Isikbay, S. C., Brizendine, E. J., & Kula, K. S. (2010). Clinical outcomes of 0.018-inch and 0.022-inch bracket slot using the ABO objective grading system. *Angle Orthodontist*, 80(3), 528-532.
- Dinçer, M., & Işcan, H. N. (1994). The effects of different sectional arches in canine retraction. *The European Journal of Orthodontics*, 16(4), 317-323.
- Dinçyürek, Ç. (2009). Sınıf I moderate ankraj olgularında kanin dişlerinin distalizasyonunda kullanılan iki farklı kuvvet sisteminin karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi, Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

- Drescher, D., Bourauel, C., & Schumacher, H. A. (1989). Frictional forces between bracket and arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96(5), 397-404.
- Ericson, S., & Kurol, J. (1986). Longitudinal study and analysis of clinical supervision of maxillary canine eruption. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 14(3), 172-176.
- Ericson, S., & Kurol, J. (1986). Radiographic assessment of maxillary canine eruption in children with clinical signs of eruption disturbance. *The European Journal of Orthodontics*, 8(3), 133-140.
- Evans, T. J. W., Jones, M. L., & Newcombe, R. G. (1998). Clinical comparison and performance perspective of three aligning arch wires. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 114(1), 32-39.
- Fearne, J., & Lee, R. (1988). Favourable spontaneous eruption of severely displaced maxillary canines with associated follicular disturbance. *British journal of orthodontics*, 15(2), 93-98.
- Ferreira, J. B., Silveira, G. S., & Mucha, J. N. (2019). A simple approach to correct ectopic eruption of maxillary canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 155(6), 871-880.
- Fleming, P. S., Johal, A., & Pandis, N. (2013). The effectiveness of laceback ligatures during initial orthodontic alignment: a systematic review and meta-analysis. *The European Journal of Orthodontics*, 35(4), 539-546.
- Franchi, L., Baccetti, T., Camporesi, M., & Giuntini, V. (2009). Forces released by nonconventional bracket or ligature systems during alignment of buccally displaced teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(3), 311-316.
- Garner, L., Allai, W., & Moore, B. (1986). A comparison of frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90(3), 199-203.
- Geron, S., Shpack, N., Kandos, S., Davidovitch, M., & Vardimon, A. D. (2003). Anchorage loss—a multifactorial response. *The Angle Orthodontist*, 73(6), 730-737.
- Gil, F., & Planell, J. (1999). Effect of copper addition on the superelastic behavior of Ni-Ti shape memory alloys for orthodontic applications. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 48(5), 682-688.
- Gioka, C., & Eliades, T. (2002). Superelasticity of nickel-titanium orthodontic archwires: metallurgical structure and clinical importance. *Helv Orthodont Rev*, 5, 111-127.
- Gjessing, P. (1985). Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. *American Journal of orthodontics*, 87(5), 353-362.
- Gjessing, P. (1994). A universal retraction spring." *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 28(4), 222-242.
- Graber, T. M. (1972). *Orthodontics Principles and practice*, 27-128.
- Graber, T. M., JRLV, Vig Katherine, W. L., editor (2005). *Orthodontics: Current Principles & Techniques*, 4. ed. St Louis Missouri, Elsevier.

- Graber, T. M., Vanarsdall, R. L., Vig K. W. (2011). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Mosby.
- Hashemzadeh, H., Soleimani, M., Golbar, M., Soltani, A. D., & Mirmalek, S. P. (2021). Canine and molar movement, rotation and tipping by NiTi coils versus elastomeric chains in first maxillary premolar extraction orthodontic adolescents: A randomized split-mouth study. *International Orthodontics*.
- Haskell, B. S., Spencer, W. A., & Day, M. (1990). Auxiliary springs in continuous arch treatment: Part 1. An analytical study employing the finite-element method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 98(5), 387-397.
- Hixon, E., Atikian, H., Callow, G., McDonald, H., & Tacy, R. (1969). Optimal force, differential force, and anchorage. *American Journal of Orthodontics*, 55(5), 437-457.
- Hoggan, B. R., & Sadowsky, C. (2001). The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(5), 482-488.
- Houston, W., & Waters, N. (1977). The design of buccal canine retraction springs for removable orthodontic appliances. *British Journal of Orthodontics*, 4(4), 191-195.
- Huffman, D. J., & Way, D. C. (1983). A clinical evaluation of tooth movement along arch wires of two different sizes. *American journal of orthodontics*, 83(6), 453-459.
- Irvine, R., Power, S., & McDonald, F. (2004). The effectiveness of laceback ligatures: a randomized controlled clinical trial. *Journal of orthodontics*, 31(4), 303-311.
- Iwasaki, L. R., Haack, J. E., Nickel, J. C., & Morton, J. (2000). Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117(2), 175-183.
- Jacoby, H. (1983). The etiology of maxillary canine impactions. *American journal of orthodontics*, 84(2), 125-132.
- Janson, G., Dainesi, E. A., Henriques, J. F. C., de Freitas M. R., & de Lima, K. J. R. S. (2003). Class II subdivision treatment success rate with symmetric and asymmetric extraction protocols. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(3), 257-264.
- Juan, X., & Hongbo, L. (2011). Image superimposition method in tooth movement and arch dimension changes evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(5), 575-576.
- Kapila, S., King, G. J. (2015). *Biomechanics in Orthodontics*. In: Nanda R. (ed). *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*, 2. Ed. St. Louis, Elsevier Health Sciences, 74-89.
- Kato, M., Namura, Y., Yoneyama T., & Shimizu, N. (2018). Effect of the vertical position of the canine on the frictional/orthodontic force ratio of Ni-Ti archwires during the levelling phase of orthodontic treatment. *Journal of Oral Science*, 17-0356.
- Keith, O., Jones, S., & Davies, E. (1993). The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *British journal of orthodontics*, 20(2), 109-115.

- Khambay, B., McHugh, S., & Millett, D. (2006). Magnitude and reproducibility of forces generated by clinicians during laceback placement. *Journal of Orthodontics*, 33(4), 270-275.
- King, G., & Fischlschweiger, W. (1982). The effect of force magnitude on extractable bone resorptive activity and cemental cratering in orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*, 61(6), 775-779.
- Kocadereli, I. (2002). Changes in soft tissue profile after orthodontic treatment with and without extractions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(1), 67-72.
- Kohno, T., Matsumoto, Y., Kanno, Z., Warita, H., & Soma, K. (2014). Experimental tooth movement under light orthodontic forces: rates of tooth movement and changes of the periodontium. *Journal of orthodontics*.
- Kojima, Y., & Fukui, H. (2005). Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 127(5), 542-551.
- Krishnan, V., & Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 469, e461-469, e432.
- Kusy, R. P. (1997). A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. *The Angle Orthodontist*, 67(3), 197-207.
- Kusy, R. P., & Whitley, J. Q. (1997). Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Seminars in orthodontics*, Elsevier.
- Kusy, R. P., & Whitley, J. Q. (1999). Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *The European Journal of Orthodontics*, 21(2), 199-208.
- Kusy, R. P., Whitley, J. Q., & Prewitt, M. J. (1991). Comparison of the frictional coefficients for selected archwire-bracket slot combinations in the dry and wet states. *The Angle Orthodontist*, 61(4), 293-302.
- Lane, T. (1962). The role of the permanent canines in the race for space. *American Journal of Orthodontics*, 48(4), 241-250.
- Lewis, P. D. (1970). Canine retraction. *American journal of orthodontics*, 57(6), 543-560.
- Lim, D., Manandhar, P., & Basukala, D. L. (2013). Management of highly placed canine with multi-loop. *Orthodontic Journal of Nepal*, 3(2), 44-45.
- Lima, V. N. C., Coimbra, M. E. R., Derech, C. D. A., & Ruellas, A. C. D. O (2010). Frictional forces in stainless steel and plastic brackets using four types of wire ligation. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15, 82-86.
- Linge, L., & Linge, B. O. (1991). Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 99(1), 35-43.
- Lucchesi, M., Wood, R., & Nortje, C. (1988). 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*, 94(4), 303-310.

- Makhlouf, M., Aboul-Ezz, A., Fayed, M. S., & Hafez, H. (2018). 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*, 6(2), 384.
- Manhal, S. H. (2005). Buccally Malposed Mesially Angulated Maxillary Canine Management. *Sebha University Journal of Medical Sciences*, 4(2).
- Manhartsberger, C., Morton, J. Y., & Burstone, C. J. (1989). Space closure in adult patients using the segmented arch technique. *The Angle Orthodontist*, 59(3), 205-210.
- Manhartsberger, C., & Seidenbusch, W. (1996). Force delivery of Ni-Ti coil springs. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 109(1), 8-21.
- Marcotte, M. R. (1990). *Biomechanic in Orthodontics*, 1. ed. Philadelphia, BC Decker, 10-20
- Martins, R. P., Buschang, P. H., & Gandini Jr, L. G. (2009). Group A T-loop for differential moment mechanics: an implant study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedic*, 135(2), 182-189.
- McLaughlin, R. (1989). The transition from standard edgewise to preadjusted appliance systems. *J Clin Ortho*, 23, 142-153.
- McLaughlin, R., & Bennett, J. C. (1991). Anchorage control during leveling and aligning with a preadjusted appliance system. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 25(11), 687-696.
- McLaughlin, R. P., Bennett, J. C., & Trevisi, H. J. (2001). Systemized orthodontic treatment mechanics.
- Meikle, M. C. (1989). Molecular biology of stress connective tissues in vitro. *The biology of tooth movement*, 71-86.
- Melsen, B. (2001). Tissue reaction to orthodontic tooth movement—a new paradigm. *The european journal of orthodontics*, 23(6), 671-681.
- Miura, F., Mogi, M., Ohura, Y., & Hamanaka, H. (1986). The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90(1), 1-10.
- M'Lissa, M. R., & Sadowsky, C. (1997). Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 112(4), 441-448.
- Moresca, R. C., Vigorito, J. W., Dominguez, G. C., Tortamano, A., Moraes, D. R., Moro, A., & Correr, G. M. (2012). Effects of active and passive lacebacks on antero-posterior position of maxillary first molars and central incisors. *Brazilian dental journal*, 23, 433-437.
- Moyers, R. E. (1963). Biomechanics of tooth movements. In: Moyers R. E. (ed). *Handbook of Orthodontic for the Student and General Practitioner*, 3. ed. Chicago, Year Book Medical, 426-445.
- Moyers, R. E. (1988). *Handbook of orthodontics*, Year Book Medical Pub.
- Nanda, R. (1996). *Biomechanics in clinical orthodontics*, WB Saunders company.
- Nanda, R. (2005). *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. Elsevier Health Sciences, St Louis, 199.
- Nanda, R. S., & Tosun, Y. S. (2010). *Biomechanics in orthodontics, Principles and practice*. Hanover Park IL: Quintessence Publishing Co, 38-39, 79, 151.

- Nanda, R. (2015). *Esthetics and biomechanics in orthodontics*, 2nd ed. Elsevier Health Sciences, Missouri, 108–12.
- Natrass, C., Ireland, A. J., & Sherriff, M. (1997). An investigation into the placement of force delivery systems and the initial forces applied by clinicians during space closure. *British journal of orthodontics*, 24(2), 127-131.
- Navlani, M. Ectopically Erupted Canine Treated by Segmented T Loop in Class II Patient: A CASE REPORT Mishra K*, Makhija PG**, Thukral R***, Bhardwaj A***, Gupta A.
- Newman, M. G., HHT, P. R., Klokkevold, F. A., Carranza editor (2009). *Carranza's Clinical Periodontology*. Missouri, Saunders Elsevier Inc.
- Nikolai, R. J. (1975). On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. *American journal of orthodontics*, 68(3), 290-302.
- Nishio, C., da Motta, A. F. J., Elias, C. N., & Mucha, J. N. (2004). In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 125(1), 56-64.
- Ong, H. B., & Woods, M. G. (2001). An occlusal and cephalometric analysis of maxillary first and second premolar extraction effects. *The Angle Orthodontist*, 71(2), 90-102.
- Oz, A. A., Arici, N., & Arici, S. (2012). The clinical and laboratory effects of bracket type during canine distalization with sliding mechanics. *The Angle Orthodontist*, 82(2), 326-332.
- Pandis, N., & Bourauel, C. P. (2010). Nickel-titanium (NiTi) arch wires: the clinical significance of super elasticity. *Seminars in Orthodontics*, Elsevier.
- Pandis, N., Polychronopoulou, A., & Eliades, T. (2009). Alleviation of mandibular anterior crowding with copper-nickel-titanium vs nickel-titanium wires: a double-blind randomized control trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(2), 152, e151-152, e157.
- Papaconstantinou, S. (2004). Metabolic profile of orthodontic patients exhibiting root resorption. *Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice*, 47-73.
- Paquette, D. E., Beattie, J. R., & Johnston Jr, L. E. (1992). A long-term comparison of nonextraction and premolar extraction edgewise therapy in "borderline" Class II patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102(1), 1-14.
- Peck, S., Peck, L., & Kataja, M. (1996). Prevalence of tooth agenesis and peg-shaped maxillary lateral incisor associated with palatally displaced canine (PDC) anomaly. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 110(4), 441-443.
- Pilon, J. J., Kuijpers-Jagtman, A. M., & Maltha, J. C. (1996). Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(1), 16-23.
- Premkumar, S. (2015). Biomechanical principles in orthodontic tooth movement. In: Premkumar S (ed). *Textbook of Orthodontics*, 1. ed. New Delhi, Reed Elsevier, 338-351.

- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M. (1993). Orthodontic treatment planning: limitations, controversies and special problems. In: Proffit W. R., Fields HWJ, Sarver D. M. (eds). *Contemporary Orthodontics*, 4. ed. Mosby, St. Louis, 268-331.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M., Ackerman, J. L. (2000). *Contemporary Orthodontics*, MO: Mosby, St. Louis.
- Proffit, W. R. (2007). The second stage of comprehensive treatment. *Contemporary orthodontics*, Mosby, St. Louis, MO: 577-601.
- Proffit, W. R. (2007). The biological basis of orthodontic therapy. In: Proffit W. R., Fields HWJ, Sarver D. M. (eds). *Contemporary Orthodontics*, 4. ed. Mosby, St. Louis, 331-358.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M. (2007). *Contemporary orthodontics*, 4. ed. Mosby, Elsevier, 751.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M. (2013). *Contemporary orthodontics*, 5. ed. Mosby, St. Louis, 535-5
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M. (2014). *Contemporary orthodontics*. 15. Atlanta: Elsevier Health Sciences.
- Quinn, R. S., & Yoshikawa, D. K. (1985). A reassessment of force magnitude in orthodontics. *American journal of orthodontics*, 88(3), 252-260.
- Rajesh, M., Kishore, M., & Shetty, K. S. (2014). Comparison of anchorage loss following initial leveling and aligning using ROTH and MBT Prescription—A clinical prospective study. *Journal of international oral health: JIOH*, 6(2), 16.
- Rakosi, T., & Graber, T. M. (2010). *Orthodontic and dentofacial orthopedic treatment*, Thieme.
- Reitan, K. (1957). Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 43(1), 32-45.
- Reitan, K. (1960). Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*, 46(12), 881-900.
- Reitan, K. (1974). Initial tissue behavior during apical root resorption. *The Angle Orthodontist*, 44(1), 68-82.
- Riley, M., & Bearn, D. R. (2009). A systematic review of clinical trials of aligning archwires. *Journal of orthodontics*, 36(1), 42-51.
- Roberts, W. E. (2000). *Bone physiology of tooth movement, ankylosis, and osseointegration*. Seminars in Orthodontics, Elsevier.
- Robinson, S. (1989). *An Evaluation of the Changes in Lower Incisor Position during the Initial Stages of Clinical Treatment Using a Preadjusted Edgewise Appliance* [master's thesis]. University of London, London, UK.
- Sachan, A., & Chaturvedi, T. (2012). Orthodontic management of buccally erupted ectopic canine with two case reports. *Contemporary clinical dentistry*, 3(1), 123.
- Saklecha, B., Tekale, P. D., Sonawane, S. V., Shah P. R., & Patil, H. A. (2017). A Speedy Yet Simple Tip to Align Imbricated Anterior Teeth. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 11(5), ZH01.
- Sameshima, G. T., & Sinclair, P. M. (2001). Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 119(5), 511-515.

- Samuels, R., Orth, M., Rudge, S., & Mair, L. (1993). 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*, 103(5), 464-467.
- Schoppe, R. (1964). An analysis of second premolar extraction procedures. *The Angle Orthodontist*, 34(4), 292-302.
- Schwarz, A. M. (1932). Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*, 18(4), 331-352.
- Shah, R., Mahadevia, S., Joshipura, A., & Assudani N. (2016). Segmental mechanics: Extruding canine. *JADCH*, 93.
- Shanfeld, J., Jones, J., Laster, L., & Davidovitch, Z. (1986). Biochemical aspects of orthodontic tooth movement I. Cyclic nucleotide and prostaglandin concentrations in tissues surrounding orthodontically treated teeth in vivo. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 90(2), 139-148.
- Shapiro, E., Roeber, F., & Klempner, L. (1979). Orthodontic movement using pulsating force induced piezoelectricity. *American journal of orthodontics*, 76(1), 59-66.
- Shroff, B., & Lindauer, S. J. (2001). Leveling and aligning: Challenges and solutions. *Seminars in Orthodontics*, Elsevier.
- Shroff, B., & Siegel, S. M. (2000). Molecular basis for tooth eruption and its clinical implications in orthodontic tooth movement. *Seminars in Orthodontics*, Elsevier.
- Singh, G. (2007). Fixed orthodontic appliances. *Text Book of Orthodontics*, 2nd ed. New Delhi, Jaypee Publishers, 449.
- Sivaraj, A. (2013). Biomechanics. In: Sivaraj A. (ed). *Essentials of Orthodontics*, 1. ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers, 298-325.
- Sleighter, C. G. (1971). A clinical assessment of light and heavy forces in the closure of extraction spaces. *The Angle Orthodontist*, 41(1), 66-75.
- Smith, R. K., & Roberts, W. E. (1980). Cell kinetics of the initial response to orthodontically induced osteogenesis in rat molar periodontal ligament. *Calcified Tissue International*, 30(1), 51-56.
- Sonis, A. L., Van der Plas, E., & Gianelly, A. (1986). A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: an in vivo study. *American journal of orthodontics*, 89(1), 73-78.
- Spee, F. G., Biedenbach, M. A., Hotz, M., & Hitchcock, H. P. (1980). The gliding path of the mandible along the skull. *The Journal of the American Dental Association*, 100(5), 670-675.
- Staggers, J. A., & Germane, N. (1991). Clinical considerations in the use of retraction mechanics. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 25(6), 364-369.
- Storey, E. (1952). Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Australian J. Dent*, 56, 11-18.
- Su, H., Han, B., Li, S., Na, B., Ma, W., & Xu, T. M. (2014). Factors predisposing to maxillary anchorage loss: a retrospective study of 1403 cases. *PLoS one*, 9(10), e109561.

- Su, M., Borke, J., Donahue, H., Li, Z., Warshawsky, N., Russell, C., & Lewis, J. (1997). Expression of connexin 43 in rat mandibular bone and periodontal ligament (PDL) cells during experimental tooth movement. *Journal of dental research*, 76(7), 1357-1366.
- Sueri, M. Y., & Turk, T. (2006). Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 76(6), 1010-1014.
- Şahin, H. O. (2017). *Laceback Ligatürlerin Maksiller Kanin Distalizasyonuna ve Kesicilerin Ön-Arka Yön Konumuna Etkisi*. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Ana Bilim Dalı. Uzmanlık Tezi, Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Tanne, K., Nagataki, T., Inoue, Y., Sakuda, M., & Burstone, C. J. (1991). Patterns of initial tooth displacements associated with various root lengths and alveolar bone heights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100(1), 66-71.
- Terai, K., Takano-Yamamoto, T., Ohba, Y., Hiura, K., Sugimoto, M., Sato, M., Kawahata, H., Inaguma, N., Kitamura, Y., & Nomura, S. (1999). Role of osteopontin in bone remodeling caused by mechanical stress. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14(6), 839-849.
- Thilander, B., Rygh, P., Kaare, R. (2000). Tissue reactions in Orthodontics. In: Thomas M. Graber, Vanarsdall RL, *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Mosby, St. Louis, 117-191.
- Thilander, B., Rygh, P., & Reitan, K. (2011). Tissue reactions in orthodontics. *Orthodontics: current principles and techniques*. 5th ed. Philadelphia, Elsevier/Mosby, 247-286.
- Thompson, S. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International endodontic journal*, 33(4), 297-310.
- Tosun, Y. (1999). *Sabit ortodontik apareylerin biyomekanik prensipleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 3-7, 10-12, 14-15, 18, 159, 222.
- Uematsu, S., Mogi, M., & Deguchi, T. (1996). Interleukin (IL)-1 β , IL-6, tumor necrosis factor- α , epidermal growth factor, and β 2-microglobulin levels are elevated in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Journal of dental research*, 75(1), 562-567.
- Ursi, W., Almeida, R., Tavano, O., & Henriques, J. (1990). Assessment of mesiodistal axial inclination through panoramic radiography. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 24(3), 166-173.
- Usmani, T., O'Brien, K., Worthington, H., Derwent, S., Fox, D., Harrison, S., Sandler, P., & Mandall, N. (2002). A randomized clinical trial to compare the effectiveness of canine lacebacks with reference to canine tip. *Journal of orthodontics*, 29(4), 281-286.
- Ülgen, M. (1993). *Ortodontik tedavi prensipleri*.
- Ülgen, M. (2000). *Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı*. İstanbul, Yeditepe Üniversitesi Yayınları, 26.
- Ülgen, M. (2005). *Ortodontik Tedavi Prensipleri*. 7. Baskı, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, 409.

- Vaden, J. L., & Kiser, H. E. (1996). Straight talk about extraction and nonextraction: a differential diagnostic decision. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 109(4), 445-452.
- Van Leeuwen, E. J., Maltha, J. C., Kuijpers-Jagtman, A. M., & Van't Hof, M. A. (2003). The effect of retention on orthodontic relapse after the use of small continuous or discontinuous forces. An experimental study in beagle dogs. *European journal of oral sciences*, 111(2), 111-116.
- Vandevska-Radunovic, V., Kvinnsland, S., & Kvinnsland, I. H. (1997). Effect of experimental tooth movement on nerve fibres immunoreactive to calcitonin gene-related peptide, protein gene product 9.5, and blood vessel density and distribution in rats. *European Journal of Orthodontics*, 19(5), 517-529.
- Vaughan, J. L., Duncanson Jr, M. G., Nanda, R. S., & Currier, G. F. (1995). Relative kinetic frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(1), 20-27.
- Watanabe, Y., & Miyamoto, K. (2002). A nickel titanium canine retraction spring. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 36(7), 384-388.
- Weltman, B., Vig, K. W., Fields, H. W., Shanker, S., & Kaizar, E. E. (2010). Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 137(4), 462-476.
- Yassir, Y. A., McIntyre, G. T., El-Angbawi, A. M., & Bearn, D. R. (2019). Does anchorage loss differ with 0.018-inch and 0.022-inch slot bracket systems?. *The Angle Orthodontist*, 89(4), 605-610.
- Yoshida, N., Jost-Brinkmann, P. G., Koga, Y., Mimaki, N., & Kobayashi, K. (2001). 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*, 120(2), 190-197.
- Yoshikawa, D. (1981). Biomechanical principles of tooth movement. *Dental Clinics of North America*, 25(1), 19-26.
- Ziegler, P., & Ingervall, B. (1989). A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 95(2), 99-106.
- Zimmer, B. W., & Rottwinkel, Y. (2004). Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 126(3), 318-324.

8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Yazısı



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 83116987 - 134
Konu : Etik Kurul Kararı
Toplantı Tarihi : 28.01.2021
Toplantı No : 2021/02
Proje No : 21-KAEK-036

11.02.2021

Sayın, Prof.Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI

Etik Kurulumuzun 28.01.2021 tarihli toplantısında görüşülen 21-KAEK-036 kayıt numaralı **“Maksiller Kanin Retraksiyonunda İki Farklı Tekniğin Biyomekanik Olarak Karşılaştırılması”** başlıklı çalışmanız gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmeliğin 14-4. maddesi ve yönergemizin 18-3. maddesine göre çalışmanız tamamlandıktan sonra sonuç raporunun tarafımıza en geç 90 gün içerisinde bildirilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Dr. Öğretim Uyesi Muzaffer KATAR
Başkan

Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmacının/Hekimin Açıklaması

Ortodontik tedavinin seviyeleme aşamasında highvestibülde bulunan maksiller kaninlerin 2 farklı yöntemle retraksiyonunun incelenmesi amacıyla bir bilimsel araştırma yapmayı planlamaktayız. Yapılması planlanan araştırmanın ismi “maksiller kanin retraksiyonunda iki farklı tekniğin biyomekanik olarak karşılaştırılması” dır.

Maloklüzyon tanısı konan ve klinik takibi yapılan hastalar üzerinde uygulanacak olan bu çalışmaya tıbbi durumunuz bu koşullara uyduğu için sizi de davet ediyoruz. Ancak hemen belirtilmelidir ki araştırmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır. Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz. Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.

Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bilimsel çalışma hakkında bilgiler

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni, sağ ve sol üst köpek dişi highvestibülde bulunan, çapraşıklığı çözmek için tedavi sırasında üst sağ ve sol 1. küçük azı dişinin çekimi gereken, ağız hijyeni iyi olan, daimi dişlenmede olan ve üst köpek dişleri ve 2. küçük azı dişleri sürmüş olan bir birey olmanızdır.

Bu araştırma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı ile gerçekleştirilecektir.

Araştırmanın adı :

Araştırma sorumlusu :

Tarih :

İmza :

Bu çalışmada, 1. küçük azı dişleri tedavinin başında çekilecek ve seviyelemeye başlanacaktır. Sağ ve sol tarafta aynı ağızda diş hareketi için farklı düzenekler kullanılacaktır. Rastgele seçilen bir tarafta laceback düzeneği diğer tarafta uprighter düzeneği ile köpek dişi hareket ettirilecektir. Hastalar ayda bir olmak üzere 3,5 ay boyunca toplam 5 seans görülecektir. Rutin tedavi materyali olarak başlangıç, 2 ay sonra ve 3,5 ay sonra hastadan ağız içi ölçü ve panoramik film alınacaktır. Araştırmaya 13 gönüllü dahil edilecektir. Gönüllünün araştırmanın gereklerini yerine getirebilmek için klinikte geçirmesi gereken süre ilk seans 1 saat, diğer seanslar seanslar yarım saattir. Araştırma hastadan alınan ağız içi modeller ve panoramik filmler üzerinde ölçüm yapılması şeklinde olacaktır. Gönüllü araştırmaya katılması halinde herhangi bir risk taşımamaktadır.

Çalışma kapsamında bilinmesi gereken durumlar ve araştırmacılar ile gönüllülerin uyması gereken kurallar

Araştırmaya katılmanız durumunda;

1. Sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.
2. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır.
3. Hekim ile aranızda kalması gereken size ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı gösterilecektir.
4. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz çok büyük bir hassasiyetle korunacaktır.
5. Çalışma sırasında meydana gelebilecek sağlığınız ile ilgili ve diğer olumsuzlukların sorumluluğu araştırmacılara aittir.
6. Gönüllü olarak katıldığınız çalışmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Ancak ayrılmadan önce araştırmacılara bu durumu bildirmeniz önemlidir.
7. Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda tedavinizde ve klinik izlemlerinizde hiçbir değişiklik olmayacak, her zaman olduğu gibi aynı özen ve ihtimam ile hastalığınızın tedavisi sürdürülecektir.

Araştırmanın adı :

Araştırma sorumlusu :

Tarih :

İmza :

Katılımcının (Gönüllü) / Hastanın Beyanı

Prof. Dr. Ali Altuğ Bıçakçı tarafından, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, hekim ile aramda kalması gereken, bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı gösterileceği, araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı kesin ve net bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Benden herhangi bir ücret talep edilmeyeceği ve bana da herhangi bir ödeme yapılmayacağı net ve kesin bir şekilde ifade edilmiştir.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğu bildirilmiştir. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının da bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı herhangi bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (gönüllü) olarak yer alma kararını tamamen hür iradem ile almış bulunuyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllük içerisinde kabul ediyorum.

(Yasal yeterliliği olmayan katılımcılar için katılımcının velisi/yasal vasisi tarafından doldurulacaktır.)*

Araştırmanın adı :

Araştırma sorumlusu :

Tarih :

İmza :

Tarih:

Katılımcı(Gönüllü)**Katılımcının(Gönüllünün)Velisinin**

Adı, Soyadı :
Adres :
Telefon :
İmza :

Adı, Soyadı :
Adres :
Telefon :
İmza :

Katılımcı (Gönüllü) ile Görüşen Araştırmacı

Adı, Soyadı, Ünvanı :
Adres :
Telefon :
İmza :

(Tüm sayfaları imzalı bu formun bir kopyası katılımcıya verilecektir)

Araştırmanın adı :
Araştırma sorumlusu :
Tarih :
İmza :