



**İKİ FARKLI SELEKTİF ALVEOLAR DEKORTİKASYON YÖNTEMİNİN DİŞ
HAREKETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Melek Füsun TÜRKYILMAZ

DOKTORA TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

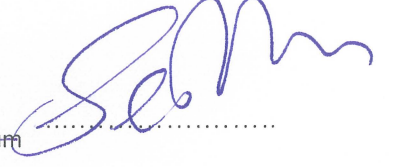
Mayıs 2017

Melek Füsün TÜRKYILMAZ tarafından hazırlanan "İki Farklı Selektif Alveolar Dekortikasyon Yönteminin Diş Hareketi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Selin KALE VARLIK

Ortodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

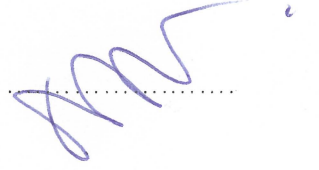
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Başkan : Prof. Dr. Erhan ÖZDİLER

Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Prof. Dr. H. Nilüfer DARENDELİLER

Ortodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Prof. Dr. Barış ŞİMŞEK

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Prof. Dr. Müge AKSU

Ortodonti Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Tez Savunma Tarihi: 16/05/2017

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Melek Füsun Türkyılmaz

16/05/2017

İKİ FARKLI SELEKTİF ALVEOLAR DEKORTİKASYON YÖNTEMİNİN DİŞ HAREKETİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Melek Füsun TÜRKYILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2017

ÖZET

Çalışmanın amacı, maksiller birinci premolar diş çekimi sonrası kanin retraksiyonu sırasında iki farklı selektif alveolar dekortikasyon yönteminin diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirmektir. Çalışmaya, dentoalveolar protrüzyon veya çapraşıklık nedeniyle tedavi amaçlı maksiller birinci premolar çekiminini takiben maksiller kanin diş retraksiyonu gereken Angle Sınıf I veya Sınıf II malokluzyonlu 18 birey (yaş ortalaması 15,6 yıl) dahil edilmiştir. Bireylerin seviyeleme aşaması bittikten sonra kanin retraksiyonuna başlamadan önce rastgele seçilen maksiller segmentlerinden bir tarafa vertikal kesiler uygulanırken diğer tarafa perforasyonlar şeklinde selektif alveolar dekortikasyonlar yapılmıştır. Kanin retraksiyonu, 0.016x0.022" paslanmaz çelik ark telleri üzerinde maksiller 2.premolar ve 1.molar dişler arasına yerleştirilen mini vidalardan kanin dişe uygulanan 150 gr kuvvet ile yapılmıştır. Bireylerden kanin retraksiyonu başlangıcı ve kanin retraksiyonun 1., 2., 3. aylarında (T0,T1,T2,T3 sırasıyla) alınan alçı modeller üzerinde kanin retraksiyon miktarı, kanin dişin devrilmesi, rotasyonu ve intrüzyonu 3Shape Orthoanalyzer programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca kanin retraksiyonun sonunda bireylerden periodontal değerlendirme için cep derinliği ölçümü yapılmıştır. Veriler, bağımlı t-testi kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kanin retraksiyon hızı 3 aylık retraksiyon süresi sonunda vertikal kesi tarafında 1,06 mm/ay, perforasyon tarafında 1,10 mm/ay olarak gözlenmiş ve kanin retraksiyon miktarı, kanin dişin devrilme miktarı, kanin rotasyonu ve intrüzyonu açısından değerler taraflar arasında benzer bulunmuştur. Bireylerin periodontal sağlığı korunmuştur. Uygulanan iki farklı selektif alveolar dekortikasyon yöntemi diş hareketi açısından benzer sonuçlar vermiştir.

Bilim Kodu : 1045

Anahtar Kelimeler : Hızlandırılmış diş hareketi, kanin retraksiyonu, kortikotomi

Sayfa Adedi : 101

Danışman : Prof. Dr. Selin KALE VARLIK

EVALUATION THE EFFECTIVENESS OF TWO DIFFERENT TYPES OF
SELECTIVE ALVEOLAR DECORTICATIONS ON ORTHODONTIC TOOTH
MOVEMENT

(Ph. D. Thesis)

Melek Füsun TÜRKYILMAZ

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

May 2017

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate differences between two types of selective alveolar decortications (SAD) during canine retraction after extraction of upper first premolars. The sample consisted of 18 patients (mean age, 15,6 years) with angle class I or II malocclusion with dentoalveolar protrusion or crowding requiring the therapeutic extraction of the upper first premolars, with subsequent retraction of the upper canines. Patients one side of the maxillary arch was randomly chosen for SAD with perforations (PS) and the other side for SAD with vertical cuts (VCS). Canine retraction was initiated after leveling via closed nickel titanium coil springs applying 150 g of force on continuous 0.016x0.022-in stainless steel arch wire by using miniscrews as anchorage. Rate of tooth movement, molar mesial movement, canine rotation, canine intrusion, canine inclination were evaluated on plaster models obtained before the onset of canine retraction, at first, second and third months (T0, T1, T2, T3 respectively) using 3Shape Orthoanalyzer programme. Patients were also observed for probing depth at the end of retraction. Data were evaluated statistically using paired t-test and Wilcoxon signed ranks test. Mean retraction rate was 1,06 and 1,10 mm/month at VCS and PS respectively. Amounts of canine retraction, intrusion, rotation, inclination and molar mesial movement were not statistically significantly different between PS and VCS at any of the time points. At VCS, amount of the canine retraction was significantly ($p=0.003$) higher at the T0-T1 than T2-T3. Two methods of SAD revealed similar results regarding the rate of canine movement. Rate of tooth movement was not different from the rates previously reported for conventional canine retraction.

Science Code : 1045

Key Words : Accelerated tooth movement, canine retraction, corticotomy

Page Number : 101

Advisor : Prof. Dr. Selin KALE VARLIK

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca engin bilgileriyle bana ışık tutup her konuda yanımda olan; çalışmalarımdaya ilgisini, desteğini ve sabrını esirgemeyen; tecrübe ve bilgisiyle hayatıma yön vermemde büyük katkısı olan sevgili hocam ve değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Selin Kale Varlık'a,

Bilgi birikimi, desteği ve fikirleriyle çalışmamın yönteminin oluşturulmasında ve cerrahi uygulamalarında büyük katkısı olan sayın Prof. Dr. Barış Şimşek, Doç. Dr. Süleyman Bozkaya ve Dr. Dt. Murat Özle'ye,

Doktora eğitimim boyunca engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Ortodonti Anabilim Dalı'ndaki değerli hocalarıma,

Bana verdikleri büyük destek ve güzel dostluklarının yanı sıra iyi günümde kötü günümde her zaman yanımda olan Dr. Dt. Çağrı Gazioğlu Özle, Dr. Dt. Gamze Metin Gürsoy, Dr. Dt. Sila Çağlayan Topal, Dr. Dt. Merve Doğan, Uzm. Dt. Doğu Alpat Çiçek'e

Çalışma hayatım boyunca her türlü yardımlarını ve güler yüzlülüğünü esirgemeyen Dr. Dt. Erdal Bozkaya, Dr. Dt. Nehir Canigür Bavbek, Dr. Dt. Berk Köni, Dr. Dt. Mymunyun Safet Mymunyun, Dt. Duygu Öztürk, Dt. Orkhan Sadigov, Jale Demirbaş ve diğer tüm bölüm arkadaşlarım ve tüm Ortodonti Anabilim Dalı yardımcı personeline,

Desteğini ve sevgisini her zaman yanımda hissettiğim, her konuda beni teşvik ve takdir eden, biricik eşim Levent Türkyılmaz'a ve sevgili kızım Aybüke Türkyılmaz'a,

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, varlıkları ile bana güç veren ve bana bu satırları yazma mutluluğunu yaşatan annem Saime Coşkun ve babam Ahmet Coşkun ile canım kardeşim Pelin Coşkun sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ortodontik Kuvvete Periodontal Dokuların Cevabı	3
2.1.1. Ortodontik diş hareketi ve inflamasyon	5
2.1.2. Ortodontik diş hareketinin hücresel ve moleküler mekanizması osteoklast oluşumu ve kemik rezorpsiyonu	6
2.1.3. Osteoblast oluşumu ve kemik apozisyonu	7
2.1.4. Osteositler.....	8
2.2. Hızlandırılmış Ortodontik Diş Hareketi	9
2.2.1. Diş hareketini hızlandırmak için ortodontik kuvvetle birlikte uygulanan yöntemler	9
2.3. Kanin Retraksiyonunun Mekanik Özellikleri	20
2.3.1. Kanin retraksiyonu için optimum kuvvet.....	20
2.3.2. Sabit mekanik ile kanin retraksiyonu yöntemleri	22
2.3.3. Ortodontik ankraj kavramı.....	24
2.3.4. Retraksiyon sırasında kanin dişte karşılaşılabilecek yan etkiler	25
2.3.5. Kanin dişin rotasyon miktarının ölçüm yöntemleri.....	26

	Sayfa
2.3.6. Kanin dişin distal hareket miktarını ölçme yöntemleri	26
2.3.7. Kanin diş devrilme miktarının ölçülme yöntemleri	27
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	29
3.1. Bireyler	29
3.2. Tedavi Protokolü	30
3.2.1. Cerrahi öncesi uygulanan ortodontik tedavi prosedürü.....	30
3.2.2. Cerrahi prosedür.....	31
3.2.3. Cerrahi işlem sonrası uygulanan ortodontik tedavi prosedürü	32
3.3. Bireylerden Alınan Kayıtlar	34
3.4. Model Analizi	35
3.4.1. Kanin retraksiyon miktarının ve hızının ölçülmesi	37
3.4.2. Kanin devrilme miktarının ölçülmesi	39
3.4.3. Kanin rotasyon miktarının ölçülmesi	40
3.4.4 Kanin intrüzyon miktarının ölçülmesi	42
3.5. Cep Derinliğinin Değerlendirilmesi	44
3.6. İstatistiksel Analiz	45
4. BULGULAR	47
4.1. Tanımlayıcı Bulgular.....	47
4.2. Model Analizi Bulguları	47
4.2.1. Kanin Retraksiyon Miktarı Ölçümüne Ait Bulgular	47
4.2.2. Kanin retraksiyon hızına ait bulgular	49
4.2.3. Kanin devrilme miktarına ait bulgular	49
4.2.4. Kanin rotasyon miktarına ait bulgular.....	50
4.2.5. Kanin intrüzyon miktarına ait bulgular	50
4.3. Cep Derinliği Ölçümlerine Ait Bulgular	51

	Sayfa
5. TARTIŞMA	53
5.1. Çalışmanın Amacı	53
5.2. Bireyler ve Yöntem	54
5.2.1. Birey seçim kriterleri	54
5.2.2. Yöntem	54
5.3. Bulgular	58
5.3.1. Kanin retraksiyon miktarı ve hızına ait bulgular	58
5.3.2. Kanin devrilme miktarına ait bulgular	62
5.3.3. Kanin rotasyon miktarına ait bulgular	64
5.3.4. Kanin intrüzyon miktarına ait bulgular	64
5.3.5. Cep derinliği ölçümlerine ait bulgular	65
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	69
EKLER	93
EK-1. Etik kurul onayı	94
Ek-2. Çocuk hasta rıza formu	96
EK-3. Aydınlatılmış onam formu	97
ÖZGEÇMİŞ	101

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Bireylerin demografik özellikleri	47
Çizelge 4.2. T0-T1, T1-T2, T2-T3 zaman aralıklarında elde edilen kanin retraksiyon miktarlarına ilişkin değerler, bu değerlerin taraflar arasında ve taraflar içinde karşılaştırılması	48
Çizelge 4.3. T0-T3 zaman aralığında elde edilen kanin retraksiyon miktarı, kanin devrilme miktarı, kanin rotasyonu, kanin intrüzyonu, molar ankraj kaybı ve kanin retraksiyon hızına ilişkin ortalama değerler ve bu değerlerin taraflar arasında karşılaştırılması	50



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ziegler ve Ingervall'ın tanıttığı kanin rotasyon miktarını ölçme yöntemi.....	26
Şekil 4.1. T0-T1, T1-T2, T2-T3 zaman aralıklarında elde edilen kanin retraksiyon miktarlarının taraflar arası karşılaştırılması	49



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Perforasyon uygulaması	31
Resim 3.2. Vertikal kesi uygulaması	32
Resim 3.3. Mini vidaların yerleştirilmesi	33
Resim 3.4. Mini vidalardan kanin dişe 150 gr kuvvet uygulayacak kapalı NiTi yayların uygulanması	34
Resim 3.5. Çakıştırma öncesi modeller	35
Resim 3.6. Modellerde çakıştırılacak noktaların belirlenmesi	36
Resim 3.7. Modellerde çakıştırılacak yüzeylerin belirlenmesi	36
Resim 3.8. Çakıştırılmış modeller	37
Resim 3.9. Çakıştırılan modellerde kanin kasp tepelerinin işaretlenmesi ve ölçülmesi	38
Resim 3.10. Çakıştırılan modellerde kanin kasp tepelerinin işaretlenmesi ve ölçülmesi	38
Resim 3.11. T0 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusunun belirlenmesi	39
Resim 3.12. T3 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusunun belirlenmesi	40
Resim 3.13. T3 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusu arasındaki açının ölçülmesi	40
Resim 3.14. T0 modelinde kanin rotasyonu değerinin ölçülmesi	41
Resim 3.15. T3 modelin kanin rotasyonu değerinin ölçülmesi	41
Resim 3.16. T0 modeli üzerinde sağ ve sol 1.molar dişin bukkal kasp tepesi ve maksiller sağ santral dişin mezial köşesinin işaretlenerek horizontal düzlemin oluşturulması	42
Resim 3.17. Oluşturulan horizontal düzlemin sagittal görüntüsü	43
Resim 3.18. T0 modelinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin ölçülmesi	43
Resim 3.19. T3 modelinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin ölçülmesi	44

Resim**Sayfa**

Resim 3.20. akıştırılmış T0 ve T3 modellerinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin llmesi.....	44
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

°	Derece
%	Yüzde
cN	Santinewton
gr	Gram
Hz	Hertz
mm	Milimetre
N	Newton

Kısaltmalar

Açıklamalar

2D	2 Boyutlu
3D	3 Boyutlu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BMP	Kemik Morfojenik Protein
BT	Bilgisayarlı Tomografi
cbf	Core-Binding Faktör
GF	Büyüme faktörü
IL	İnterlökin
IN	Indiana
KD	Kanin Devrilme Miktarı
Kİ	Kanin İntrüzyonu Miktarı
KR	Kanin Retraksiyon Miktarı
Kro	Kanin Rotasyonu Miktarı

Kısaltmalar**Açıklamalar**

Maks	Maksimum
M-CSF	Makrofaj koloni stimule edici faktör
Min	Minumum
NiTi	Nikel Titanyum
NO	Nitrik Oksit
NY	New York
OPG	Osteoprotegrin
p	İstatistiksel anlamlılık düzeyi
PDL	Periodontal Ligament
PG	Prostaglandin
PTH	Paratiroid hormonu
RANK	RANKL'in osteoklast öncü hücrelerinde ve osteoklastlardaki reseptörü
RANKL	Nükleer Faktör Kappa B Ligand Reseptörü
RAP	Geçici Hızlandırıcı Fenomen
Runx2	Core-Binding Faktör
SAD	Selektif Alveolar Dekortikasyon
SD	Standart sapma
SS	Paslanmaz Çelik
T0	Kanin Retraksiyon Başlangıcı
T1	Kanin Retraksiyonunun 4. Haftası
T2	Kanin Retraksiyonunun 8. Haftası
T3	Kanin Retraksiyonunun 12. Haftası
TAD	Geçici Ankraj Aygıtı
TGF	Transforming Büyüme Faktörü
TNF	Tümör nekroz faktörü
TX	Tromboksan

Kısaltmalar**Açıklamalar****VEGF**

Vasküler endotelyal büyüme faktörü

VPF

Vasküler permeabilite faktörü

WI

Wilconsin



1. GİRİŞ

Son yıllarda daha iyi bir estetik ve çiğneme fonksiyonu arzusuyla ortodontik tedaviye başvuran hasta sayısında artış görülmektedir. Hastaların ortodontik tedavi ile ilgili merak ettikleri konuların başında tedavi süresi gelmektedir. Hijyene bağlı diş çürüğü, periodontal hastalıklar, kooperasyon problemleri, artan maliyet ve kök rezorpsiyonları tedavi süresinin uzaması sonucunda oluşabilecek komplikasyonlardır [1]. Tedavi süreleri yönünden çekimli ve çekimsiz ortodontik tedaviler karşılaştırıldığında özellikle kanin retraksiyonu aşamasının uzun zaman alması nedeniyle çekimli ortodontik tedaviler daha uzun sürmektedir [2-4]. Zamana bağlı olarak artan riskleri en aza indirebilmek için tedavi süresi hem hastalar hem de ortodontistler için çok önemlidir [5] ve ortodontik diş hareketinin hızlandırılması ile ortodontik tedavi süresinin kısaltılması ortodontide rağbet gören konuların başında gelmektedir [1].

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için farmakolojik ajanlar, dentoalveolar cerrahi yöntemler, ışık, elektrik akımı ve vibrasyon uygulamaları önerilmektedir [5-13]. Günümüzde dentoalveolar cerrahi uygulamalarından selektif alveolar dekortikasyon (SAD) sıklıkla tercih edilmektedir. Hastalara en az rahatsızlığı vererek, en hızlı diş hareketi ile sonuçlanacak SAD yaklaşımını geliştirmek amacı ile yeni cihazlar, yeni flep teknikleri ve yeni cerrahi uygulamalar denenmekte ve önerilmektedir [7, 9, 14-16]. Bu yeni yaklaşımların hepsinin temelinde perforasyonlar veya vertikal kesiler şeklinde uygulanan SAD'lar bulunmaktadır. Literatürde sıklıkla kullanılan bu iki SAD yönteminin diş hareketi üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı çalışma ise bulunmamaktadır.

Çalışmamızın amacı, prospektif olarak Angle Sınıf I veya Sınıf II malokluzyona sahip, maksiller 1. premolar dişlerin çekim endikasyonu olan bireylerde, kanin retraksiyonu aşamasında, selektif alveolar dekortikasyon olarak tek tarafta perforasyonlar ve diğer tarafta vertikal kesiler uygulanmasının; kanin dişlerin retraksiyon miktarı, retraksiyon hızı, kanin rotasyonu, kanin intrüzyonu ve periodontal cep derinliği açısından karşılaştırmasıdır.

Çalışmamızda hipotez "uygulanan iki farklı selektif alveolar dekortikasyon yönteminin kanin dişlerin retraksiyon miktarı, retraksiyon hızı, kanin rotasyonu, kanin intrüzyonu ve periodontal cep derinliği üzerindeki etkileri benzerdir" şeklinde oluşturulmuştur.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Kuvvete Periodontal Dokuların Cevabı

Ortodontik kuvvet uygulanmasını takiben meydana gelen doku reaksiyonu, ortodontik kuvvete bağlı olarak oluşan mekanik düzensizlik ile alveol kemiğinin modeling ve remodelingi arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Mekanik kuvvetten etkilenen dokular kök yüzeyi, periodontal ligament (PDL) ve alveol kemiğidir. Her bir dokunun kendine ait hücre içi ve hücre dışı elemanları, mekanik özellikleri vardır ve davranışları lokal ve sistemik faktörler tarafından kontrol edilmektedir [17].

Ortodontik diş hareketi söz konusu olduğunda, mekanik yüke cevaben oluşan değişiklikler, yükü kemiğe ileten periodontal ligamentin izotropik olmayan yapısı gereği karmaşık olan mekanik özelliklerine bağlı olarak farklı bir model oluşturmaktadır. Alveol kemiğinin diş hareketi ile sonuçlanan reaksiyonunun PDL'in reaksiyonuna sekonder olarak geliştiği ifade edilir ancak, diş hareketi, PDL'yi çevreleyen alveol kemiğinin yapım/yıkım döngüsüne bağlıdır [17].

Kemik dokusu, çevresel etkenlere uyum sağlayabilmek ve ekstraselüler matriksini yenileyebilmek için sürekli bir yeniden yapılanma içindedir. Hem kortikal hem de trabeküler kemikte osteoblastların, osteoklastların ve osteositlerin koordine çalışmaları ile remodeling ve modeling adı verilen iki tip aktivite yaşam boyunca devam eder [18]. Modelingde kemik yapımının takip etmediği kemik yıkımı veya kemik yıkımının takip etmediği kemik yapımı ile kemiğin boyutu ve şekli değişime uğrar. Böylece, büyüme sırasında kemikler doğru morfolojiye, büyüklüğe ve hacime ulaşır [19]. Büyüme sona erdiğinde ise modeling, yaşam boyu düşük bir hızda mekanik yüklere kemiğin uyum sağlaması ve tamir için devam etmektedir. Remodeling ise kemik yapım ve yıkımının dengeli ve ikili aktivitesine dayanmaktadır ve kemik dokusunun şeklini ve boyutunu değiştirmeksizin yenilenmesi ile sonuçlanır [20]. Remodeling ile kemik dokusunun mekanik kuvvetlere adaptasyonu sağlanır ve kalsiyum-fosfat mekanizmalarının ihtiyaçları karşılanırken aynı zamanda kemik kütlesi korunarak kemiğin yenilenmesi de gerçekleşir [21]. Hem inflamatuvar bir süreç olan modeling hem de fizyolojik

durumlarda şekil değişikliği oluşturmadan kemiğin iç yapısını düzenleyen remodeling ortodontik diş hareketinde rol oynayan ve diş hareketi hızını belirleyen faktörler arasında yer alan süreçlerdir; her ikisinin hızı ve boyutu ise biyokimyasal ve biyomekanik faktörler tarafından belirlenir [22, 23].

Alveolar kemik dokusunun mekanik uyarana cevap verebilmesi ve ortodontik diş hareketinin meydana gelebilmesi için aşağıda anlatılan süreç gereklidir;

- Ortodontik kuvvetin hücreler tarafından algılanabilen sinyallere dönüştürülmesi yani transdüksiyon mekanizmasının işlemesi: Üç farklı transdüksiyon mekanizması önerilmiştir. İlkinde göre, uygulanan kuvvet PDL ve kemikte matriks deformasyonuna neden olur. PDL hücrelerinin, osteoblast ve osteoklastların duyarlılığı deformasyonun veya maruz kaldıkları basıncın/gerilimin büyüklüğüne bağlıdır. İkinci mekanizmaya göre, hücreler belirgin bir deformasyona uğramaz ancak matriks deformasyonu sonucu oluşan akışkan kesme basıncına (fluid shear stress) cevap verir. Kemiğe kuvvet uygulandığında, interstisyel sıvı, kuvvetin etki ettiği taraftan diğer tarafa hareket eder ve bu akış kanallar ve lakünalardan oluşan sistem içinde, hücrelerin yüzeyinde kesme basıncı oluşturur. Üçüncü mekanizmada ise hücresel cevaptan kuvvet uygulanmasına bağlı olarak kemik dokusundaki sıvılarda bulunan iyonların hareket etmesi sonucu oluşan elektriksel potansiyel sorumlu tutulmaktadır [24].
- Periodontal ligamentte ve alveolar kemikte kuvvet sonucu oluşan sinyalleri tanıyabilen hücrelerin (mekanosensitif hücreler) bulunması: Hangi hücrelerin mekanosensitif olduğu her ne kadar halen tartışmalı olsa da, osteositlerin kemikteki "kuvveti algılama ağı"nda önemli rol üstlendiği bilinmektedir. Son çalışmalar osteoblastik hücrelerin de mekanik uyarana algılayabildiğini göstermektedir. Ek olarak kemik iliğinde bulunan osteoklastlar ve pre-osteoklastların da mekanosensitif olabileceklerine dair bulgular vardır [24].
- Mekanosensitif hücrelerde dış uyaranları, akışkan kesme basıncını ve gerilimi hücre içi sinyallere çevirebilecek mekanizmanın olması (mekanoreseptörler): İntegrin-hücre iskeleti (sitoiskelet)- nükleer matriks yapısı, G-proteine bağlı yolak, gerilimle aktive olan hücre membranı iyon kanalları ve plazma parçalanması önerilen dört mekanizmadır. Son gelişmeler hücre bütününe

mekanosensör olduğunu ve transdüksiyonda birçok yolağın rol oynadığını göstermektedir [24].

- Uyarana ait bilginin mekanoreseptörler tarafından hücre içi sinyallere çevrilmesi: Hücrelerin mekanik uyarana cevap verebilmesi için mekanoreseptörlerin aktivasyonu sonrasında hücre içi ikinci mesajcıların ve/veya protein kinazların aktive olması gerekir. Aktive olan sinyal yolakları, transkripsiyon faktörlerinin aktivasyonunu ve yeni genlerin transkripsiyonunu sağlar [24].
- Mekanosensitif hücrelerin hücre içi sinyallerinin, mekanik uyarana ait bilgiyi mekanosensitif olmayan veya uyarılmamış diğer hücrelere (osteoklastlar gibi) iletebilecek hücrel mediatörlerin (nitrik oksit ve Prostaglandin E₂) üretimini ve açığa çıkarılmasını sağlaması veya direkt fiziksel bağlantı (gap junctions) ile bilgileri iletmesidir [24].

2.1.1. Ortodontik diş hareketi ve inflamasyon

Bir dişe ortodontik kuvvet uygulanmasını takiben periodontal dokularda ani değişiklikler izlenir. Kuvvetin etkisi ile, kuvvet yönünde yani dişin hareket ettiği yönde periodontal ligamentte basınç, diğer yönde ise gerilme meydana gelir. Basınç ve gerilim bölgelerinin dağılımı, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve momenti ile belirlenen diş hareketi tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Basınç bölgesi doku ve hücre hasarı ile karakterizedir. Kapillerlerde daralma veya obstrüksiyon, kan damarlarının bütünlüklerinde bozulma ve buna bağlı olarak iskemi ve hipoksi izlenir [25]. Bu değişiklikleri lökositlerin, monositlerin damar dışına çıkması, fibroblastların sitoplazmik membranlarının yırtılması PDL hücrelerinde ve komşu alveol kemiğindeki bazı osteoblastlar ve osteositlerde hücre ölümü meydana gelmesi yani aseptik akut inflamasyon takip eder; bunu aseptik ve geçici kronik inflamasyon izler [25-28].

İnflamasyon süreci ortodontik kuvvetin uygulanmasını takiben 24 saat içinde lokal hipoksinin, PDL fibroblastlarındaki Interlökin (IL)-1 β , IL-6, IL-8, Tümör Nekroz Faktörü (TNF)- α ve Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü (VEGF) ekspresyonlarını artırması ile başlar [29]. Lokal hipoksinin yanı sıra, fiziksel uyarana da (kuvvet) mekanotransdüksiyon denen bir süreç ile PDL'de sitokinlerin, kemokinlerin ve Büyüme Faktörlerinin (GF) üretimini stimüle eder [30]. IL-1 ve TNF- α

mikrovasküler endotel hücrelerini aktive edip adezyon moleküllerinin (VCAM-1 ve ICAM-1) ekspresyonunu artırarak lokal kemokinlerin ekspresyonunu indükler; bunun sonucunda ise lökositlerin bölgeye göçü ve adezyonu artar [26]. Ek olarak, PDL'deki periferel sinir lifleri kalsitonin gen ilişkili peptid ve substance P gibi vazoaktif nörotransmitterler açığa çıkarılırlar. Nörotransmitterler VEGF ve Prostaglandin (PG) E₂ ile birlikte kan akımının ve damar geçirgenliğinin artmasına, plazmanın ve lökositlerin damar dışına çıkmasına sebep olurlar [31]. Dokuda toplanan lökositler kemik rezorpsiyonunda rol oynayan spesifik kemokinlerin, sitokinlerin ve GF'lerin üretimini artırarak PDL hücreleri ile iletişim kurarlar. Bu şekilde, akut inflamasyon, lökositlerin ve osteoklast prekürsörlerinin basınç bölgesine doğru göç ederek remodeling sürecini yürütmesine izin veren kronik inflamasyona dönüşür [25].

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kullanılan yöntemlerden çoğu yukarıda bahsedilen sitokinlerin, kemokinlerin ve büyüme faktörlerinin diş hareketinde rol oynayan hücreler üzerindeki ekspresyonlarını değiştirerek etkilerini gösterir [20].

2.1.2. Ortodontik diş hareketinin hücresel ve moleküler mekanizması osteoklast oluşumu ve kemik rezorpsiyonu

Ortodontik diş hareketinin hızını belirleyen faktör, hareket yönündeki kemiğin rezorpsiyon hızıdır. Histolojik çalışmalar, ortodontik diş hareketi sırasında basınç bölgesinde osteoklast oluşumunun indüklendiğini göstermiştir [32-34]. Osteoklastların oluşumu stromal veya osteblastik hücre kökenli faktörlerin osteoklast prekürsörleri üzerindeki etkilerine bağlıdır. Bu faktörlerden biri osteoblastlar ve apoptotik osteositler tarafından açığa çıkarılan bir sitokin olan Nükleer Faktör Kappa B Ligand Reseptör Aktivatörü (RANKL)'dür. RANKL, osteoklast öncü hücrelerindeki ve osteoklastlardaki reseptörüne (RANK) bağlanır. Osteoblastlarda da bir RANKL reseptörü olan osteoprotegrin (OPG) bulunmaktadır. RANKL'ın OPG'ye bağlanması ile RANK/RANKL interaksyonu bozulmakta osteoklast oluşumu inhibe olmakta ve osteoklast apoptozu hızlanmaktadır [26]. RANK/RANKL bağlantısı osteoklastların diferansiasyonu, işlevselliği ve yaşamı için bir zorunluluktur. Fonksiyonel osteoklastların oluşması ve kemik remodelinginin ilk aşamasının aktivasyonu esas olarak osteoblastik

hücrelerdeki RANKL/OPG oranı ve osteoklast öncü hücrelerindeki RANK ekspresyonu tarafından belirlenir. Makrofaj Koloni Stimüle Edici Faktör (M-CSF) osteoklast öncü hücrelerindeki ve osteoklastlardaki RANK ve M-CSF yüzey reseptörlerine bağlanarak osteoklastların toplanmasında, diferansiasyonunda, aktivasyonunda ve hayatta kalmasında önemli rol oynayan bir başka proinflamatuvar sitokindir. Ortodontik diş hareketinin erken evrelerinde PDL'deki ve alveol kemiğindeki osteoblastlarda ve fibroblastlarda M-CSF ekspresyonu belirlenmiştir. Ortodontik diş hareketi sırasında kemik rezorpsiyonunda, akut ve kronik inflamasyonda görev alan proinflamatuvar sitokinlerden bir diğeri aktif monositler, makrofajlar, osteoblastlar, epitel hücreleri ve endotel hücreleri tarafından üretilen TNF- α 'dır. TNF- α 'nın osteoklast prekürsörlerindeki reseptörlere bağlanarak ve RANKL, M-CSF ekspresyonlarını yükselterek osteoklastogenezisi artırdığı gösterilmiştir. TNF- α aynı zamanda osteositler için apoptotik bir faktördür ki bu, osteoklastların kemik rezorpsiyonu için bölgede toplanması için bir işaret olarak kabul edilebilir. IL-1 β 'da ortodontik diş hareketinin erken evresinde PDL'nin basınç bölgelerinde ve alveol kemiği yakınlarında yüksek olarak aktivite gösteren bir proinflamatuvar sitokindir. Osteoklast aktivitesini, kemik iliği hücrelerinin ve osteoblastların RANKL üretimini artırma etkisi vardır. Ek olarak IL-1, TNF- α tarafından stimüle edilmiş osteoklast prekürsörlerinin osteoklasta dönüşmesini de stimüle eder. IL-6, IL-8 ve IL-11'in de TNF- α ve IL-1 ile sinerjistik çalışarak kemik rezorpsiyonunu ve inflamatuvar cevabı stimüle ettiği bilinmektedir. IL-18 ve IL-10 ise ortodontik diş hareketi sırasında osteoklast oluşumunu ve kemik yıkımını inhibe eder [35, 36].

2.1.3. Osteoblast oluşumu ve kemik apozisyonu

Trabeküler kemik yüzeylerini, kortikal kemiğin endosteal ve periosteal yüzeylerini kesintisiz bir tabaka halinde kaplayan osteoblastlar, kemik dokusunun yapımından, birikmesinden ve mineralizasyonundan sorumlu mezenşimal kökenli özel hücrelerdir. Osteoblast proliferasyonu, diferansiasyonu ve fonksiyonu hem büyüme faktörlerini, sitokinleri ve hormonları içeren ekstraselüler faktörler hem de osteoklastik hücreler ile düzenlenir.

Core-Binding Faktör A-1 (cbfa1 veya Runx2) ve osteriks kök hücrenin osteoblastlara farklılaşmasında rol oynayan iki önemli transkripsiyon faktörüdür, ancak bu ikisinden bağımsız işleyen mekanizmaların varlığı da gündemdedir [37, 38]. Farklılaşma süreci Wnt, Sonik ve Indian Hedgehog, Fibroblast Büyüme Faktörü, "Transforming" Büyüme Faktörü - Beta (TGF- β) üst ailesinden Kemik Morfojenik protein ailesi ve Notch sinyalizasyon yolları ile düzenlenir [37, 39].

TGF- β 1 RANKL ekspresyonunu inhibe edip, OPG ekspresyonunu artırarak osteoklast oluşumunu engellemek yolu ile, osteoblast proliferasyonunu ve diferansiasyonunu artırır. Osteoblastlar üzerindeki kemotaktik etkisi ile kemik yapımını destekler. Ortodontik diş hareketinin erken dönemlerinde ekspresyonu artan VEGF'nin osteoblastların diferansiasyonunu artırdığının ve apoptozunu inhibe ettiğinin gösterilmesi, VEGF'nin mekanik kuvvetlere cevap olarak hem anabolik hem de katabolik etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir. Optimum büyüklükteki basınç kuvvetlerinin etkisi ile ekspresyonları artan kemik morfojenik proteinler de (BMP) mezenşimal kök hücrelerinin osteoblastlara diferansiasyonu için önemlidir.

Kemik rezorpsiyonunda önemli role sahip iki hormon olan paratiroid hormonu (PTH) ve $1\alpha,25$ -dihidroksi vitamin D₃ [$1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$] reseptörlerinin osteoklastlarda değil osteoblastlarda bulunduğu, osteoklast hücrelerinin diferansiasyonunun osteoblastların kontrolü altında olduğu gösterilmiştir [38]. Şöyleki, osteoklast diferansiasyonu için gerekli iki sitokin, M-CSF ve RANKL, osteoblastlarda ifadenmektedir. TNF ailesine ait bir molekül olan RANKL'ın osteoblastlardaki ekspresyonu, osteoblastların $1\alpha,25$ -dihidroksi vitamin D₃, PTH, PGE₂ ve IL-11 gibi kemik rezorpsiyonunu stimüle eden faktörler tarafından uyarılmasına bağlıdır [40].

2.1.4. Osteositler

Osteositler, osteoblastların, kemik oluşumu sırasında kemik matriksi içine gömülen diferansiye olmuş son formlarıdır. Osteositler, M-CSF, RANKL ve OPG üzerinden osteoklastların oluşumunu ve fonksiyonlarını düzenlerler. Bu faktörlerin osteositlerdeki ekspresyonu kemikte meydana gelecek mikro hasara ve ortodontik

diş hareketi sırasında uygulanan mekanik kuvvete bağlıdır. Kemik dokusunda meydana gelen mikro hasarlar, osteositlerin apoptozuna neden olur ve bu da bölgede RANKL ve M-CSF yoğunluğunun artması ile sonuçlanır [20].

2.2. Hızlandırılmış Ortodontik Diş Hareketi

Hedeflenen ortodontik diş hareketinin kısa sürede elde edilmesi, ortodontik tedavi süresinin kısalması, oral hijyenin bozulması ve hasta kooperasyonunun kaybedilmesi sonucu oluşabilecek problemlerin, kök rezorpsiyonu, gingival inflamasyon, dekalsifikasyon, çürük oluşması gibi istenmeyen yan etkilerin azalması, diş hareketi sınırlarının genişlemesi, diferansiyel diş hareketi elde edilebilmesi, tedavi sonrası stabilitenin artması ve bunlara ek olarak uzun süren tedavinin getireceği ekonomik yükün hafiflemesi gibi potansiyel faydaları beraberinde getirmektedir [41-46]. Ortodontik tedaviyi hızlandırma girişimleri 1890'larda, neredeyse Angle'in modern ortodontide çığır açan çalışmalarıyla eş zamanlı başlamıştır. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte hızlandırılmış diş hareketi çalışmaları da hız kazanmış ve bu amaçla çeşitli yöntemlerin değerlendirildiği çok sayıda deneysel ve klinik çalışma yapılmıştır [47].

2.2.1. Diş hareketini hızlandırmak için ortodontik kuvvetle birlikte uygulanan yöntemler

Günümüze kadar, ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacı ile, ortodontik kuvvete ek olarak bir çok yöntem denenmiştir. Bu yöntemler,

- Farmakolojik uygulamalar
- Işık, elektrik akımı ve vibrasyon uygulamalar
- Dentoalveolar cerrahi uygulamalar, olarak üç başlık altında değerlendirilebilir.

Farmakolojik uygulamalar

Ortodontik diş hareketi hızını belirleyen esas faktörün kemik rezorpsiyonu hızı olduğu görüşüne dayanılarak, kemik yapım-yıkım döngüsünü (turnoverını)

hızlandıran PTH, vitamin D₃, kortikosteroidler, tiroksin ve osteokalsin diş hareketini hızlandırmak amacı ile araştırılmıştır.

Paratiroid hormon: Paratiroid bezinden salgılanan PTH kemik rezorpsiyonunu stimüle ederek ve kalsiyum reabsorpsiyonunu artırarak serum kalsiyum dengesini ve kemik yapım-yıkımını düzenler. PTH'ın kesintisiz şekilde, sistemik infüzyon veya yavaş salınan formülle lokal olarak gün aşırı uygulanmasının doza bağımlı olarak osteoklast sayısını artırdığı ve ortodontik diş hareketini hızlandırdığı hayvan çalışmaları ile gösterilmiştir [48, 49]. PTH'ın kronik olarak yüksek düzeyde olmasının özellikle böbrekler ve kemikler olmak üzere çeşitli organlar üzerinde patolojik etkilere sahip olduğu bilinmektedir. PTH'ın ortodontik diş hareketi üzerindeki etkisinin değerlendirildiği kısa süreli çalışmalarda hormonun uzun süreli sistemik etkileri araştırılmamıştır; bu nedenle, klinik kullanımının güvenli olup olmadığı henüz bilinmemektedir [20].

1,25 Dihidroksi Vitamin D₃: Vitamin D₃ kalsiyum ve fosfatın bağırsaklardan emilimlerini ve böbreklerden reabsorpsiyonlarını artırarak serum seviyelerini düzenler. Aynı zamanda kemik remodelingini artıracak şekilde kemik hücreleri üzerinde de etkisi vardır. Hayvan çalışmaları mekanik kuvvet ile birlikte lokal olarak enjekte edilen 1,25 Dihidroksi Vitamin D₃'ün osteoklast oluşumunu ve kemik rezorpsiyonunu doza bağımlı olarak artırmak sureti ile diş hareketini 1,2-2,5 kat hızlandırdığını göstermiştir [50-52]. 1,25 Dihidroksi Vitamin D₃ etkisi ile osteoblast oluşumu ve kemik yapımı da artmaktadır ki bu, 1,25 Dihidroksi Vitamin D₃'ün kemik üzerindeki etkisinin daha dengeli olduğuna işaret etmektedir [51, 53]. Ortodontide klinik uygulamaya geçebilmesi için 1,25 Dihidroksi Vitamin D₃'ün sistemik etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kortikosteroidler: Diş hareketini hızlandırmak için kullanımı önerilen kimyasal ajanlardan diğer bir grubu kortikosteroidler oluşturmaktadır. Kortikosteroidlerin antiinflamatuvar etkilerine bağlı olarak diş hareket hızını düşürme ihtimalleri olsa da, IL-6 gibi sitokinlerin varlığında osteoklast oluşumunu ve osteoporozu stimüle edebilirler [54]. Bu nedenle kortikosteroidlerin diş hareketi hızı üzerindeki etkileri doza ve sitokinlerin aktif olduğu dönemde mi yoksa daha önce mi uygulandıklarına bağlı olarak değişebilir. Kalia ve arkadaşlarının [55] çalışmasında,

kortikosteroidlerin akut uygulamasını takiben kemik remodelinginin yavaşladığı, kronik uygulamasında ise diş hareket hızının arttığı bildirilmiştir. Ashcraft ve arkadaşlarının [56] çalışmasında, kortikosteroid uygulamasını takiben, ortodontik diş hareketi hızının, kemik yapımının azalması ile birlikte kemik yıkımının artması sonucunda 4 kat artığı rapor edilmiştir. Kortikosteroidler, kemik yapımını da yavaşlattığı için, her ne kadar diş hareketi hızlı gerçekleşse de, hareketin stabil olmaması ve uzun süreli retansiyon ihtiyacı ihtimali kortikosteroidlerin kullanımını engellemektedir.

Tiroksin: Bağırsaklardan kalsiyum emilimini etkileyen tiroksinin kemik yapım-yıkım döngüsü ve osteoporoz üzerinde indirekt etkisi vardır. Verna ve arkadaşları [23], sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında eksojen tiroksinin ortodontik diş hareketi hızını artırdığını bildirmişlerdir.

Osteokalsin: Osteoblastlar tarafından sentezlenen ve hidroksi apatit kristallerine bağlı şekilde kemik matriksinde bulunan osteokalsin, matriks yapısında en fazla bulunan ve kemik hücreleri tarafından üretilen tek proteindir. Kemik mineral dokusunun olgunlaşmasında görev alır. Serumda da kalsitonine rastlanabilmektedir. Serumda kalsitonin bulunması kemik yapımı ve osteoblast sayısı ile ilişkilendirilmiştir. Osteokalsinin osteoklast öncü hücreleri üzerinde kemotaktik etkisi olduğunu rapor eden in vitro çalışmaların sonuçlarından yola çıkarak [57, 58] sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında Hashimoto ve Kobayashi [59], osteokalsinin lokal uygulamasının erken dönemde basınç tarafında osteoklast oluşumunu artırarak diş hareketini hızlandırdığını bildirmişlerdir.

Nitrik oksit (NO): RANK transkripsiyon faktörünün nükleer translokasyonunu atırarak osteoklast öncü hücrelerinin osteoklastlara dönüşmesinde rol alır [60]. NO'in ortodontik diş hareketi üzerindeki etkilerini değerlendiren çalışmalarda, NO prekürsörü olan L-arginin uygulanan sıçanlarda osteoklast sayısı, Howship lakünalarının sayısı, kapiller vaskülarizasyon ve diş hareketi hızı kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur [61, 62].

Prostaglandinler (PG): Prostaglandinler, eikosanid ailesine ait, parakrin özellikte araşidonik asit türevi hormonlardır. İnsan vücudunda, kemik rezorpsiyonunda önemli rol oynadıkları bilinmektedir [63]. Periodontal hastalıklara veya dental kistlere bağlı olarak meydana gelen kemik kayıplarında da PG'lerin rolü olduğu gösterilmiştir [64]. Kemik dokusu üzerindeki bu rezorptif etkileri, PG'lerin ortodontistlerin ilgi alanına girmesine neden olmuştur. Yamasaki ve arkadaşları [65, 66] yaptıkları deneysel çalışmalarla PG sentezi inhibe edildiğinde osteoklastik aktivite ve kemik rezorpsiyonun baskılandığını, PGE₁ ve PGE₂'nin ortodontik diş hareketi hızını artırdığını göstermişlerdir. Bu çalışmalarını takiben Yamasaki ve arkadaşları [67] kimyasal olarak üretilmiş PGE₁'i klinik olgularda kullanmış ve diş hareketinin hızlandığını, hafif bir ağrı dışında hiç bir makroskopik yan etki belirlenmediğini bildirmişlerdir. PGE'lerin kök rezorpsiyonu ile ilişkilendirildiği çalışmaların bulunması klinik olarak kullanılmalarını engellemektedir [68].

Vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF): Vasküler permeabilite faktörü (VPF) olarak da bilinen VEGF ilk olarak endotel hücrelerine özel bir mitojen olarak tanımlanmıştır, ancak, tümör hücrelerini, makrofajları, plateletleri keratinositleri ve renal hücreleri içeren birçok hücre tarafından üretilmektedir. VEGF anjiogenezi ve endotel hücrelerinin proliferasyonunu artıran, damarlanmanın düzenlenmesinde önemli rol oynayan bir sinyal proteindir. Aynı zamanda, vazodilatasyona yol açar ve hücre migrasyonunu stimüle etme ve apoptozu önleme özelliği vardır. Kemik yapımı, hematopoez, yara iyileşmesi ve gelişim gibi normal fizyolojik fonksiyonlarda da rol alır [69]. Kaku ve arkadaşları [70] mekanik kuvvet uygulaması ile birlikte lokal olarak enjekte edilen rekombinant human VEGF (rhVEGF)'nin osteoklast sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, başka bir çalışmada mekanik uyaran etkisi ile VEGF'nin ekspresyonunun arttığını ve ekzojen RhVEGF enjeksiyonunun diş hareketini artırdığını göstermişlerdir [71].

Tromboksan: Tromboksan A₂ (TXA₂) stabil olmayan bir araşidonik asit metaboliti, Tromboksan B₂ (TXB₂) ise TXA₂'nin platelet agregasyonunu, aterogenezi, yeni damar oluşumunu vazokonstrüksiyonu stimüle eden inaktif ürünüdür. TXA₂ alerjik ve immün reaksiyonlarla ilişkili iken TXB₂ oral ortamda deneysel inflamatuvar durumlarda görülür, ancak periodontal kemik kaybı ile kesin olarak

ilişkilendirilmemiştir. Gürton ve arkadaşları [72] sıçanlar üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada TXA₂ analogunun lokal olarak uygulanmasını takiben kemik rezorpsiyonunun ve ortodontik diş hareketi hızının arttığını bildirmiştir.

Işık, elektrik akımı ve vibrasyon uygulamaları

Yüksek frekanslı düşük seviyeli mekanik uyarılar (Vibrasyon): Mekanik yüke maruz kalan uzun kemiklerde, kemik metabolizmasında iyileşme ve kemik kaybında azalma [73] ile birlikte remodeling hızını artırdığı bilinen ve günümüzde menapoz sonrası dönemde kadınlarda osteoporozisi önlemek için kullanılan yüksek frekanslı düşük seviyeli mekanik uyarıların (vibrasyon/titreşim) [74, 75] mekanik kuvvetlerle birlikte kullanılması ortodontik diş hareketinin hızını artırmak için önerilen yöntemlerden biridir. Kranial sutur modellerinin ve uzun kemik periosteumunun kullanıldığı hayvan çalışmalarının sonuçları, dinamik kuvvetlerin kemik yapımını ve kraniofasiyal suturların seperasyonunu stimüle ettiği ve alveol kemiği üzerinde anabolik etkiye sahip olduğu şeklindedir [76-79].

Yüksek frekanslı düşük seviyeli mekanik uyarıların ortodontik diş hareketi hızı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmaların sonuçları çelişkilidir.

Nishimura ve arkadaşlarının [80] sıçanlarla yaptığı çalışmada, mekanik kuvvete ek olarak haftada bir kere 8 dakika süre ile uygulanan 60 Hz, 1,0 m/s(2)'lik vibrasyonel uyarının PDL'de RANKL ekspresyonunu artırarak diş hareketi hızını artırdığı bildirilmiştir. Kau ve arkadaşlarının [81, 82] yürüttüğü iki klinik çalışmada ise seviyeleme ve kanin retraksiyonu aşamalarında günde iki kere 10'ar dakika uygulanan yüksek frekanslı düşük seviyeli mekanik uyarının ortodontik diş hareketi hızını artırdığı, olumsuz yan etkisinin bulunmadığı rapor edilmiştir.

Kalajzic ve arkadaşları [83] sıçanlarda yapmış oldukları çalışmalarında, 0,1-0,4 N ortodontik kuvvete ek olarak 10 dakika süresince uygulanan 0,4 N'luk 30 Hz frekanslı siklik kuvvetin ortodontik diş hareketini anlamlı düzeyde yavaşlattığını bildirmişlerdir.

Woodhouse ve arkadaşlarının [84], randomize klinik çalışmasında, intraoral vibrasyon cihazı ile günde 20 dakika uygulanan yüksek frekanslı düşük seviyeli mekanik uyarının diş hareketi hızını artırdığına veya seviyeleme için gerekli zamanı kısalttığına dair bir kanıt bulunamadığı rapor edilmiştir.

Elektrik akımı, Statik veya "Atımlı" (pulsed) Elektromanyetik Alan: Fukada ve Yasuda [85], kuru kemiğin piezoelektrik özelliğini yani mekanik kuvvetin kemikte elektrik polarizasyonu ile sonuçlandığını, Bassett ve Becker [86] ise 1960'ların başında mekanik kuvvetlerin etkisi ile deforme olan kemikte, kemiğin kristalin yapısına bağlı olarak meydana gelen elektrik potansiyellerinin kemik yapımını stimüle ettiğini bildirmiştir. Dişe uygulanan mekanik kuvvet alveol kemiğine etki ettiğinde, kemik bir miktar eğilir. Bu eğilme ile kemik yüzeyindeki elektrik yükünde değişiklik meydana geldiğinin; dişin hareket ettiği osteoklastik bölgede elektropozitivite, osteoblastik gerilim bölgesinde ise elektronegativite oluştuğunun bildirilmesini takiben, mekanik deformasyon sonucu oluşan piezoelektrisitenin osteoklastik ve osteoblastik aktiviteyi başlatan esas etken olduğu görüşü ileri sürülmüştür [87, 88]. Bu görüş temel alınarak diş hareketini hızlandırmak için mekanik uyarımlarla birlikte elektrik akımı [89, 90] statik veya pulsed (atımlı) elektromanyetik alan [91-94] kullanılan deneysel çalışmalarda bu uygulamaların diş hareketi hızını ve miktarını anlamlı düzeyde artırdığı rapor edilmiştir. Tengku ve arkadaşlarının [95] çalışmasında ise mekanik kuvvetle birlikte uygulanan statik manyetik stimülasyonun diş hareketi miktarında herhangi bir fark yaratmadığı ancak kök rezorpsiyonunu önemli derecede artırdığı bildirilmiştir.

Lazer uygulamaları: Düşük seviyeli lazer tedavisi, dokulara veya hücrelere, ablasyon, kesme veya koagülasyon sağlamak için kullanılanla kıyasla daha düşük enerji yoğunluğunda kızıl veya yakın kızıl ötesi ışık uygulanmasını içeren bir yöntemdir. Düşük enerji yoğunluğu dokuda ısınmaya sebep olmadığı için "soğuk lazer" olarak da adlandırılmaktadır. Osteoblastların [96-99], osteoklastların [100], fibroblastların [101] ve immün hücrelerin proliferasyonlarını, diferansiasyonlarını ve aktivitelerini artırma, PGE₂, IL-1 ve TNF- α seviyelerini azaltma [102] özellikleri sebebi ile inflamasyonu, ödemi azaltmak, nöral dokuların ve kemik dokusunun rejenerasyonunu [103, 104] ve yara iyileşmesini desteklemek [105] için kullanılır. Bunlara ek olarak kronik eklem bozukluklarının, nörolojik bozuklukların tedavisinde

ve ağrı tedavisinde de düşük seviyeli lazer tedavisinden faydalanılmaktadır [106]. Her ne kadar antiinflamatuvar ve osteojenik etkileri dikkate alındığında diş hareketini hızlandırmak amacı ile kullanılması tartışmalı gözükse de, son yıllarda düşük seviyeli lazer uygulamasının ortodontik diş hareketi hızı üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Deneysel çalışmaların büyük çoğunluğunda düşük seviyeli lazer uygulaması sonucunda diş hareketi hızının arttığı [100, 107-113], bir kaçında [114-116] ise değişmediği bildirilmiştir.

Klinik çalışmaların sonuçları da çelişkilidir. Çok sayıda klinik çalışmada mekanik kuvvetle birlikte uygulanan düşük seviyeli lazerin diş hareketini hızlandırdığı rapor edilmişken [117-121], Limpanichkul ve arkadaşlarının [122] ve Chung ve arkadaşlarının [123] çalışmalarında düşük seviyeli lazerin diş hareketini hızlandırıcı etkisi bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ortodontik tedavi ile birlikte uygulanan güncel dentoalveolar cerrahi yöntemler

Periodontal ligament distraksiyonu/dental distraksiyon

Hızlı üst çene genişletmesi için uygulanan kuvvet sonucunda midpalatal suturda izlenen değişiklikler ve kraniyofasiyal suturlara yüksek kuvvetler uygulanması sonucu sutural bölgelerde yeni kemik yapımının sağlanması distraksiyon osteogenez olarak kabul edilmektedir. Bir dişe ortodontik kuvvet uygulandığında PDL'in gerildiği bölgede kemik yapımı, basınca maruz kalarak sıkıştığı bölgede ise kemik rezorpsiyonu meydana gelmesinden yola çıkan Liou ve Huang [8] PDL'i alveol kemik ve diş arasındaki sutur olarak kabul ederek PDL'nin midpalatal sutur gibi distrikte edilebileceği hipotezini kurmuşlardır. Bu amaçla diş hareketini hızlandırmak için "dental distraksiyon" adını verdikleri yeni bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemde premolar çekimi sonrasında kanin dişin distalindeki interseptal kemiğe çekim soketinden ulaşılmakta, kemik, bukkal ve lingual taraflarına tabana doğru oblik olarak uzanan vertikal oluklar açılarak zayıflatılmakta, meziodistal yönde ise kanin dişe doğru tamamen kesilmektedir. Olukların derinliği kemiğin periapikal filmlerle değerlendirilen kalınlığına göre değişiklik göstermektedir. Aynı seans özel olarak planlanmış bir distraktör

yerleştirilmekte ve diş istenilen konuma gelene kadar günde 0,5-1 mm aktive edilmektedir. Yazarlar tarif ettikleri bu yöntemle 3 haftada 6,5 mm kanin retraksiyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir [8].

Sayın ve arkadaşlarının [124] distraksiyon çalışmasında 18 bireyde premolar çekimini takiben kanin dişin distalindeki interseptal kemiğin bukkal ve lingualine Liou ve Huang'ın [8] yöntemine benzer şekilde, tabanda oblik bir osteotomi ile birleştirilen vertikal osteotomiler yapılmış, cerrahiden hemen sonra yerleştirilen distraktörler günde 3 kere 0,25 mm aktive edilerek maksillada 5,76 mm, mandibulada 3,5 mm kanin retraksiyonu elde edilmiştir.

Leethanakul ve arkadaşlarının [125] çekimli ortodontik tedavi ihtiyacı olan 18 birey ile yaptıkları çalışmada kanin retraksiyonu yapılan taraflardan birinde çekim soketi derinleştirilmiş ve interseptal kemik bir frez kullanılarak inceltilmiş, diğer tarafta ise konvansiyonel yöntemlerle kanin retraksiyonu yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, tarif edilen yöntemle diş hareketi hızının anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir.

Dentoalveolar distraksiyon

Distraksiyon osteogenez, mevcut kemik dokusunun mekanik olarak gerilmesi ile yeni kemik oluşumunun sağlandığı bir uygulamadır. Bir osteotomi veya kortikotomi bölgesindeki tamir dokusunun distraksiyon apareyi yardımı ile mekanik olarak gerilmesi en sık kullanılan tekniktir. Bu teknikle osteotomi veya kortikotomi hattında günde ortalama 1 mm yeni kemik yapımı elde edilmektedir [126-128].

Kişnişçi ve arkadaşlarının [129] dentoalveolar distraksiyon olarak adlandırdıkları yöntemde, kanin ve 1. premolar dişlerin bukkalinde flep kaldırıldıktan sonra kanin dişten 2. premolara kadar dişlerin apekslerinin 3-5 mm apikalinden geçen bir hat oluşturacak şekilde karbid yuvarlak frezlerle delikler açılarak bir hat oluşturulmakta, kanin dişin kökünün etrafındaki delikler fissür frez yardımı ile birleştirilmekte, 1. premoların çekiminden sonra, kanin dişin distalinde 2. premolar dişin mezialinde kalan ve kemik kesisi ile belirlenmiş olan bölgedeki bukkal kemik, distraksiyon sürecinde problem oluşturabileceği düşünülen çekim soketinde bulunan kemik ve sinüs duvarına komşu apikal kemik uzaklaştırılmaktadır. Daha

sonra kanin dişi içeren alveolar segment, spongiöz kemiğin osteotomlar ile kırılması ile hareketli hale getirilmekte, hastaya özel olarak hazırlanan distraktörler molar ve kanin dişlere cerrahiden hemen sonra takılmakta, distraksiyona 3 gün içinde, günde 2 tur (0,8mm/gün) olarak başlanmaktadır [129]. İşeri ve arkadaşları [130] bu yöntemle kanin retraksiyonunun komplikasyonsuz olarak 10 günde tamamlandığını bildirmiştir. Gürkan ve arkadaşları da [131] 18 bireyde aynı yöntemle 10 günde kanin retraksiyonu elde ettiklerini, distraksiyon bölgesindeki gingival dokuda distraksiyondan 12 ay sonra istenmeyen bir bulguya rastlamadıklarını rapor etmişlerdir.

Dentoalveolar kortikotomi-selektif alveolar dekortikasyon

Dentoalveolar kortikotomi, dişi çevreleyen kortikal tabakaya kesi uygulanması ile kortikal kemik bütünlüğünün ortadan kaldırıldığı cerrahi bir işlemdir. Bu teknik, diş hareketine karşı direncin kortikal kemik tarafından uygulandığı varsayımına dayanmaktadır [132].

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak amacı ile kortikotomi uygulaması ilk olarak 1959 yılında diş hareketini yoğun kortikal kemiğin yavaşlattığına inanan Kole tarafından tanıtılmıştır. Kole'nin yöntemi, mukoperiosteal fleplerin kaldırılmasını takiben hareket ettirilecek dişin bukkalindeki ve palatinalindeki kortikal alveolar kemiğe yapılan kesintisiz vertikal kortikotomi kesilerinden ve kök apekslerinin yaklaşık 1 mm üzerinden yapılan ve vertikal kortikotomi kesilerini bir bakıma birleştiren horizontal osteotomilerden oluşmaktadır [133]. Bu kesilerin alveol kemiğinde oluşturduğu blok görüntüsü ve dişlerle birlikte mineralize kemik dokusunun da hareket ettiğine dair yanlış algı, yöntemin "Kemik Blok Hareketi/Bone Block Movement" olarak adlandırılmasına neden olmuştur [134, 135]. Kole'nin yönteminin [134-138] veya küçük modifikasyonlarının [139-141] uygulandığı çok sayıda çalışma/vaka raporu yayınlanmıştır.

Wilcko ve arkadaşlarının [142] 2001 yılında yayınladıkları çalışmaya kadar diş hareketi hızındaki artış kortikotomi sonucunda kemiğin direncinin azalması ve "kemik blok hareketi" görüşü ile açıklanmıştır. Wilcko ve arkadaşlarının, kortikotomi ile desteklenen ortodontik tedavi uygulanan iki bireyin tomografik

değerlendirmesini yaptıkları bu çalışmada, kortikotomi bölgelerinde "bölgesel hızlandırıcı fenomen"e (RAP) özgü hızlı yara iyileşmesi ile örtüşür şekilde geçici lokalize demineralizasyon-remineralizasyon süreci olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmayı takiben, kortikotomi sonrasında diş hareketinde izlenen hızlanmanın, dişin alveolar kemik bloğu ile kitlesel olarak hareket etmesinden değil RAP etkisinden kaynaklandığı fikri oluşmuştur [142, 143].

Dokuların zararlı uyarılara karşı oluşturduğu doku reaksiyonu olarak tanımlanabilen bölgesel hızlandırıcı fenomen (RAP), ilk olarak 1983 yılında Frost tarafından genel bir klinik durum olarak tanımlanmış, diş hekimliğinin gündemine ise 1994 yılında Yaffe ve arkadaşlarının [144] mukoperiosteal flep uygulamasını takiben 10 gün içinde RAP oluştuğunu gösterdikleri deneysel çalışma ile girmiştir ve hem sert hem de yumuşak dokularda mevcut biyolojik işleyişin hızlanması ile karakterizedir. Eklemlerin, kemiklerin veya yumuşak dokuların enfeksiyonları, kontüzyon, kırık, ezilme, cerrahi girişimler, akut periferik denervasyon veya enfeksiyona bağlı olmayan inflamasyonlar, diş çekimi ve ortodontik diş hareketi RAP'ı başlatabilmektedir. RAP süreci, uyarının boyutu ve tipi ile direkt olarak ilişkilidir [145].

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için kullanılan kortikotomi uygulamalarının RAP başlattığını, alveol kemiğinin yoğunluğunun lokal ve geçici olarak azaldığını [146, 147] kortikotomiden sonra, dişlerin köklerini çevreleyen alveol kemiğinde geçici bir demineralizasyon ve osteopeni oluştuğunu [33], periodontal dokularda fibroblastların osteoklastların, osteoblastların ve sementoblastların hücresel aktivitelerinin arttığını, hücresel aktivitedeki bu artışın gerilim ve basınç bölgelerinde daha yaygın ve etkin PDL ve kemik remodelingi ile sonuçlandığını [13, 32, 148], kortikotomi uygulandığında PDL'de meydana gelen hiyalinize bölgenin daha kısa sürede ortadan kalktığını [32] ve ortodontik diş hareketinin anlamlı düzeyde daha hızlı meydana geldiğini [32, 34, 148, 149] gösteren çok sayıda hayvan çalışması yayınlanmıştır. Ek olarak, kortikotomiden 1-3 hafta sonra kemik hacim fraksiyonunun, mineral içeriğinin ve yoğunluğunun arttığı mikro bilgisayarlı tomografi (BT) ile, anabolik faktörlerden TGF- α 'nın, osteoblast diferansiyasyon markerlerinden osteokalsin, osteopontin ve kemik sialoproteininin ekspresyonunun arttığı moleküler çalışmalar ile gösterilmiştir [20].

Literatürde çok çeşitli kortikotomi tekniklerine rastlanmaktadır. Wilcko ve Wilcko [150], uygulama bölgesinde alveolar kemik hacmini artırmayı hedefleyerek, kortikotomi uygulaması ile eş zamanlı kemik grefti ile alveolar ogmentasyonu ilave etmiş ve geliştirdikleri tekniklerine "periodontal olarak hızlandırılmış osteojenik ortodonti" adını vermişlerdir. Wilcko ve Wilcko [150] labial ve lingual kortikal kemiklere greft uygulandığında ortodontik tedavinin stabilitesinin arttığını, diş hareketi sınırlarının genişlediğini, fenestrasyon ve dehisenslerin onarıldığını savunmaktadır. Kim ve arkadaşlarının [109, 151] önerdiği "corticision" yönteminde interproksimal kortikal kemiğin bütünlüğü mukoperiosteal flep kaldırılmaksızın sağlam bir bistüri keski gibi kullanılarak bozulmaktadır. Vercellotti ve arkadaşları [152] yaptıkları histolojik çalışmada, piezocerrahi bıçağı kullanıldığında karbid veya elmas frezlerle elde edilen oranla daha iyi kemik iyileşmesi olduğu sonucuna ulaşmışlar ve bunu takiben Vercellotti ve Podesta [153] piezoelektrik bıçağı ile yapılan kortikotomi ve lüksasyonu içeren "monokortikal diş dislokasyonu ligament distraksiyonu" (Monocortical Tooth dislocation Ligament Distraction) adını verdikleri bir teknik önermişlerdir. Dibart [15, 154, 155], 2009 yılında Piezocision adını verdiği, sadece bukkal bölgede Piezoelektrik bıçağı kullanımına izin veren vertikal mikro insizyonları ve bu insizyonlar aracılığı ile alveol kemiğine piezoelektrik bıçağı ile uygulanan dekortikasyonları içeren bir yöntem tanıtmıştır. Bu yöntemde vertikal mikro insizyonlar tüneller ile birleştirilip kemik greftleri de yerleştirilebilmektedir. Flep kaldırılmaksızın uygulanan ve daha az invaziv olma avantajına sahip diğer yöntemler "piezopuncture" ve "mikro-osteoperforasyon" yöntemleridir. Piezopuncture [16] yönteminde piezotom ile, mikro osteoperforasyon yönteminde ise yavaş devirli el aleti ve frezlerle veya bu iş için planlanmış ticari bir cihaz ile (propel) gingiva üzerinden kortikal kemiğe delikler açılmaktadır [9, 156].

Yapılan klinik çalışmalarda, kortikotomi uygulamalarının yöntemden bağımsız olarak gömülü kanin dişlerin sürdürülmesinde, kanin retraksiyonu aşamasında, en masse retraksiyonda veya seviyeleme sırasında ortodontik diş hareketi hızını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı rapor edilmiştir. Fischer [157] bilateral gömülü kanin diş sahibi bireylerde, ortodontik kuvvete ek olarak uygulanan kortikotominin tedavi süresini %28-33 oranında kısalttığını bildirmiştir. Aboul-Ela ve arkadaşları [6] yavaş devirli el aleti ile perforasyonlar açılarak yapılan

kortikotomi ile kanin retraksiyonu hızının ilk iki ayda 2 kat, üçüncü ayda 1,6 kat 4. ayda ise 1,06 kat artığını, Alikhani [9] mikro osteoperforasyon ile 4 haftalık gözlem sürecinde kanin retraksiyonunda 2,3 kat artış olduğunu bildirmiştir. Al-Naoum'un [158] çalışmasında ise, kortikotomi ile retrakte edilen kanin diş 12 haftalık süreçte kontrol dişe göre 2-4 kat daha hızlı hareket etmiştir, en belirgin hız farkı ilk iki haftada gözlenmiştir. Abbas ve arkadaşlarının [7] çalışmasında kanin retraksiyonu, bir grupta tek tarafta vertikal kesiler ve perforasyonlar yaparak kortikotomi , diğer grupta ise gene tek tarafta greft yerleştirilmeden piezocision ile desteklenmiştir. Her iki grupta da cerrahi müdahale yapılmadan kanin retraksiyonu yapılan taraf kontrol grubu olarak işlev görmüştür. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, 3 aylık gözlem sürecinde diş hareketi hızını kortikotominin 1,5-2 kat, piezocisionın 1,5 kat artırdığını bildirmişlerdir. Wua ve arkadaşlarının [159] maksiller premolar çekimli ortodontik tedaviyi takiben ortognatik cerrahi uygulanacak 24 sınıf III hastanın 12'sinde diş çekimi ve seviyeleme sonrasında kortikotomi ile en masse retraksiyon yaptığı, kalan 12 hastada ise aynı işlemleri kortikotomi uygulamadan gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçları kortikotomi uygulandığında tedavi süresinin ortalama altı ay kısaldığını göstermektedir. Charavet ve arkadaşlarının [160] 24 erişkin birey ile yaptıkları çalışmada, çalışma grubunu oluşturan 12 bireye braketlemeyi takip eden 1. haftada piezocision uygulanmış, kalan 12 bireyin tedavisi ise aynı mekanikler kullanılarak ancak, konvansiyonel yöntemlerle yürütülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları da, toplam tedavi süresinin piezocision uygulanan grupta %43 oranında kısaldığı şeklindedir.

2.3. Kanin Retraksiyonunun Mekanik Özellikleri

2.3.1. Kanin retraksiyonu için optimum kuvvet

Storey ve Smith [161] 1952'de yaptıkları ve optimal kuvvet teorisini öne sürdükleri çalışmalarında alt kanin dişin retraksiyonu sırasında maksimum diş hareketi için gerekli olan kuvvetin 150-200 gr olduğunu ileri sürmüşlerdir. Reitan [162] diş hareketi için gerekli biyolojik cevabın oluşabilmesi için uygulanan kuvvetin hafif olması gerekliliğini vurgulayarak kanin retraksiyonu için 150-250 gr kuvvetin yeterli olacağını belirtmiştir. Hixon ve arkadaşları [163, 164], mandibular kanin retraksiyonu için optimal bir kuvvet önermemiş, ancak kuvvet yaklaşık olarak 300

gr'a yükseldikçe diş hareketinin hızlanma eğiliminde olduğunu, segmental arklarla 55, 140, 225 ve 310 gr kuvvet uygulayarak kanin retraksiyonu yapan Boester ve Johnston [165] ise, 55 gr ile daha az diş hareketi elde edildiğini ancak diğer kuvvet büyüklükleri arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Quinn ve Yoshikawa [166] uygulanan kuvvet artırılarak diş hareketinin belirli bir noktaya kadar artırılabilindiğini, bu noktadan sonra kuvvet artışının diş hareketini artırmadığını bildirmiş ve kanin retraksiyonu için 100-200 gr kuvvet önermiştir. Proffit [167] ise uygulanan kuvvetin 50-100 gr'nın sürtünme ile kaybedileceğini ifade ederek kanin retraksiyonu için 150-200 gr kuvvetin gerekli olduğunu bildirmiştir. Ren ve arkadaşlarının [168] optimal kuvveti bulmak için matematik model oluşturdukları çalışmalarında insanlarda kanin retraksiyonu için optimal kuvvet 277 gr kuvvet (272 cN) olarak hesaplanmıştır.

Kanin retraksiyonu ile ilgili klinik çalışmalar değerlendirildiğinde retraksiyon için 60-400 gr arasında değişen büyüklüklerde kuvvet kullanıldığı görülmektedir [4, 118, 169-178].

Kanin dişlerin sürtünmesiz sistemde retrakte edildiği Bioprogresif teknikte [179] maksiller kanin retraksiyonu için 75-115 gr kuvvetin, segmental ark tekniğinde [180] ise, her ne kadar en masse retraksiyonun daha etkin bir yöntem olduğu vurgulansa da, 100 gr kuvvetin yeterli olduğu ifade edilmiştir.

Sürtünmeli sistemlerde uygulanan kuvvetin bir kısmı kaybedilmektedir. Kusy ve Whitley [181] kayma mekaniklerinde meydana gelen sürtünme nedeniyle kuvvetin %12-60 oranında kaybedildiğini rapor etmişlerdir. Kojima ve Fukui [182] kanin diş retrakte etmek için .016"x.016" SS ark teli üzerinde yaklaşık 200 gr kuvvet uygulamışlar ve sürtünme sonucunda meydana gelen kuvvet kaybının %70 olduğunu bildirmişlerdir. Kapalı NiTi yaylar (Dentsply GAC International, Bohemia, NY, ABD) ile uygulanan kuvvetin in vivo ortamda 4 hafta sonunda başlangıç kuvvetlerinin sadece %12'sinin kaybolacağı bilgisi [183] ile Gianelly [184] kanin dişin retraksiyonu için .022" slotlu braketlerde .016"x.022" SS ark teli üzerinde NiTi yaylar ile 150 gr kuvvet uygulanmasını önermektedir.

2.3.2. Sabit mekanik ile kanin retraksiyonu yöntemleri

Kanin dişler, keser dişlerle birlikte en masse kütleli ya da tek başına retrakte edilebilmektedir. Tweed'in önerdiği şekilde önce kanin dişlerin retraksiyonu ve takiben keser dişlerin konsolidasyonu ankraj ünitesini zorlamamak için tercih edilmektedir [167]. Ortodontik sabit mekaniklerle kanin retraksiyonu yöntemleri şu şekildedir,

1. Kanin dişin ark teli ile birlikte retraksiyonu/segmental ark tekniği/sürtünmesiz sistem
2. Kanin dişin ark teli boyunca retraksiyonu/sliding teknik/sürtüneli sistem

Kanin dişin ark teli ile birlikte retraksiyonu/segmental ark tekniği/sürtünmesiz sistem

Sürtünmesiz sistem ya da segmental ark tekniğinde uygun kuvvet/moment oranıyla kontrollü diş hareketi elde etmek ve optimum biyolojik cevap sağlamak amacıyla geliştirilmiştir [185]. Posterior bölgenin segmental olarak braketlenmesi ve premolar diş çekimini takiben kanin retraksiyonu yapılan bu yöntemde kuvvet kaynağı olarak retraksiyon zembekleri kullanılmaktadır [185]. Ricketts'in Las Vegas springi, bull loop, PG retraktör springi, reverse closing loop, double delta loop, Burstone'ın T loopu retraksiyon zembeklerinden bazılarıdır [180, 186, 187]. İyi tasarlanmış retraksiyon zembekleri ile retraksiyon süreci boyunca diş devamlı kuvvetler uygulanarak daha düzenli bir diş hareketi elde edilmekte ve kanin dişler arka beraber hareket ettikleri için sürtünme kuvveti ortadan kalkmaktadır [188]. Segmental ark tekniğinde ark telinin braket slotunda dönmesini engellemek ve posterior ankraji artırmak amacıyla kalın, köşeli teller tercih edilmektedir [167]. Bu sistemin temel dezavantajları ise retraksiyon zembeklerinin hastaları rahatsız etmesi, hazırlanmasının zaman alması, hataya ve dış faktörlerin etkilerine açık olmasıdır [189].

Kanin dişin ark teli boyunca retraksiyonu/sliding teknik/sürtünmeli sistem

Sürtünmeli sistem ya da sliding teknikte, premolar dişlerin çekimini takiben dişler seviyelenmektedir. Seviyeleme aşamasından sonra ark teli üzerinde genellikle elastomerik zincir veya kapalı NiTi yayların yardımıyla kanin retraksiyonu yapılmaktadır. Bu işlem için elastik iplik, elastik rondel, laceback, J hook headgear veya mıknatıslar da kullanılabilir [167, 170, 190-192].

Elastomerik zincirler hasta kooperasyonu gerektirmemesi, ucuz olması ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Fakat ağız sıvılarında renk değiştirmeleri, bozulmaları, gerilmeyle plastik deformasyona uğramaları ve uyguladıkları kuvvetin devamlı olmaması en büyük dezavantajları olmaktadır [193, 194].

Kapalı NiTi yaylar şekil hafızaları ve süperelastisite özellikleri sayesinde devamlı kuvvet uygulayabildikleri için boşluk kapatma işleminde sıklıkla tercih edilmektedirler [167, 195]. Kapalı NiTi yayların uyguladığı kuvvetin büyüklüğü kullanılan telin boyutu, sarımların lümen çapı, kullanılan yayın uzunluğu ve ortamın sıcaklığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir [196].

Samuels ve arkadaşları [170, 197] premolar çekimini takiben kapalı NiTi yay ve elastomerik zincir ile kanin diş retraksiyonunu incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda kapalı NiTi yayın elastomerik zincire göre, devamlı ve daha hızlı kanin retraksiyonu gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir.

Dixon ve arkadaşları [198] aktif ligatür, powerchain ve kapalı NiTi yayları karşılaştırdıkları çalışmalarında kapalı NiTi yayların en hızlı boşluk kapatma oranına sahip olduğunu, powerchainlerin ise ucuz ve etkili bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Santos ve arkadaşları [199] in-vitro çalışmalarında dört farklı elastomerik zincir ve kapalı NiTi yayları karşılaştırmışlardır. Elastomerik zincirlerin başlangıç kuvvetlerinin daha yüksek olmasına rağmen ilk 24 saatte kuvvet kayıplarının daha çok olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kapalı NiTi yayların daha ideale yakın kuvvet

uyguladıklarını ve kuvvet kaybının 28 gün içinde yavaşça gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

2.3.3. Ortodontik ankraj kavramı

Ortodontik ankraj, bir diş ya da diş grubunu hareket ettirirken, diğer bir diş ya da diş grubunun hareket etmesine engel olmaktır. Ankrajın kontrol edilmesi, ortodontik tedavinin en önemli öğelerinden biridir [200]. Çekim boşluğunun kullanım ihtiyacına göre ankraj; %75 veya daha fazlasının ön grup dişlerin hareketi ile kapatılması gerekiyorsa maksimum ankraj, ön ve arka grup dişlerin eşit miktarda hareketi ile kapatılması isteniyorsa moderate ankraj, % 75 veya daha fazlasının arka grup dişlerin hareketi ile kapatılması gerekiyorsa da minimum ankraj şeklinde sınıflandırılmıştır [187, 188, 201]. Ortodontik tedavide ankraj sistemini sağlamak-sürdürmek en büyük sorunlardan biridir ve bu nedenle ağız içi ve ağız dışı ankraj sistemleri kullanılmaktadır. Ağız dışı ankraj sistemi olarak headgearlar, yüz maskesi kullanılırken, ağız içi olarak transpalatal ve lingual arklar, Nance apereyi, geçici ankraj aygıtları (TAD), inter ve intra ark elastik kullanımı, ankraj alınan bölgede diş sayısının artırılması, tip back ve tork bükümleri gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır [202-204]. Ağız dışı ankraj sistemlerinin hasta kooperasyonuna bağlı olması, ağız içi ankraj sistemlerinin ise çoğunlukla birkaç dişsel ankraj sistemine ve periodontal desteğe ihtiyaç duymasından dolayı TAD'lar daha avantajlı olmaktadır [205].

TAD'lar ortodontik tedavi sırasında alveolar kemiğe yerleştirilen ve ihtiyaç kalmadığında çıkarılabilen kemiğe osteointegre olmayan mini plaklar, mini vidalar, palatal implantlar veya onplantlardır [205, 206]. Mini vidaların avantajları, boyutlarının küçük olması, ucuz olması, kolay yerleştirilip çıkarılabilmesi, laboratuvar aşamasına gerek olmaması, hemen kuvvet yüklenebilmesi ve çeşitli anatomik bölgelerin uygun ankraj seçenekleri sağlayabilmesidir [207].

Mini vida ankrajı ile kanin retraksiyonu

Kanin retraksiyonu sırasında stabilite, hastanın konforu ve çevre yumuşak dokuların sağlığı için mini vidalar kullanılmaktadır [6, 178, 208-212]. Herman ve

arkadaşları [208] 1. premolar diş çekimli hastalarda, 2. premolar ve 1. molar arasına yerleştirilen mini vida desteği ile kanin retraksiyonu yapmışlardır. 022” slotluk braketlerin kullanıldığı çalışmada, kanin retraksiyonu .017”x.025” SS ark telleri üzerinde 150 gr kuvvet uygulayan NiTi yayların mini vidadan kanin braketlere bağlanması ile yapılmıştır. Retraksiyon sonunda, çoğunlukla kanin dişlerin paralel hareket ettiği ve de çok hafif kanin kronunun çekim boşluğuna doğru devrildiği belirtilmiştir.

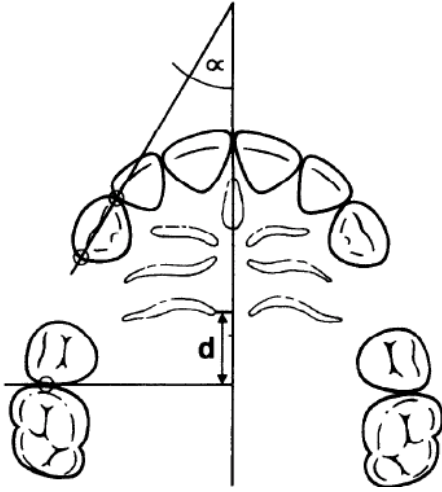
Thiruvengkatachri ve arkadaşları [209] 10 hastada kanin retraksiyonu sırasında 1,3 mm çaplı mini vidaların kullanıldığı ve kullanılmadığı kanin retraksiyonu prosedürlerinde molar dişlerdeki ankraj kaybını gözlemlemişlerdir. Mini vida 2. premolar ve 1. molar arasına yerleştirilmiş, mini vidadan kanin dişe 100 gr kuvvet uygulayan kapalı NiTi yaylar ile kanin retraksiyonu yapılmış ve mini vida yerleştirilmeyen tarafta ise aynı işlem molar diştten kanin dişe bağlanarak yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda mini vida uygulanan tarafta ankraj kaybı görülmemiştir.

2.3.4. Retraksiyon sırasından kanin dişte karşılaşılabilecek yan etkiler

Kanin dişe, çekim boşluklarının kapatılması için uygulanan distal yönlü kuvvet, dişin direnç merkezi yerine braket seviyesinden (daha bukkal ve okluzal) geçtiği için kanin dişte iki düzlemde moment oluşmaktadır. Bu momentlerden biri kanin dişte kuvvet uygulanan yöne doğru meziobukkal rotasyona neden olurken, diğeri dişin kronunun distal yönde devrilmesine neden olmaktadır. Sürtünmeli sistem ile yapılan boşluk kapama mekaniklerinde kullanılan devamlı ark telinin sertliği, kuvvet uygulandığında ortaya çıkan devrilme hareketine karşı kanin dişi desteklemektedir. Uygulanan kuvvetin etkisiyle kanin dişin kronu, tel braket slotunun köşesine temas edene kadar devrilmeye devam etmektedir. Temas sonrasında kronla aynı hareket yönünde kökün de hareketini sağlayacak bir moment oluşturmaktadır [188, 191].

2.3.5. Kanin dişin rotasyon miktarının ölçüm yöntemleri

Kanin dişin rotasyon miktarı çalışma modelleri veya dijital modeller üzerinde superimpozisyon yapılarak ya da submentoverteks film üzerinde ANS-PNS düzlemi referans alınarak ölçülebilmektedir [213-215]. Rotasyon miktarını ölçmek için en sık kullanılan yöntem ise Ziegler ve Ingervall'ın [214] 1989 yılında tanıttığı ölçüm yöntemidir. Bu yöntemde çalışma modelleri üzerinde median palatal sutur ile maksiller kanin dişlerin mezial ve distal kontak noktaları arasındaki açı (Şekil 2.1) ölçülmektedir.



Şekil 2.1. Ziegler ve Ingervall'ın tanıttığı kanin rotasyon miktarını ölçme yöntemi

2.3.6. Kanin dişin distal hareket miktarını ölçme yöntemleri

Kanin dişin retraksiyon sırasındaki distal hareketi ağız içinde, dental modeller, lateral sefalometrik filmler, panoramik filmler veya dijital modeller üzerinden ölçülebilmektedir [5, 10, 208, 214, 215].

Dijital ortodontik modeller hasta kayıtlarının etkili ve kesin olarak saklanabilmesi için alçı modellere alternatif olarak tanıtılmıştır. Dijital modeller, dişlerin, ark boyu ve arpıraşıklık değerlerinin kolay kaydedilebilmesi, çekimli vakalarda diagnostik setup, tedavi ilerleyişinin kolayca arşivlenebilmesi gibi çeşitli avantajlarından dolayı klinisyene tanı ve tedavi aşamasında yararlı olmaktadır. Literatürde 3 boyutlu (3D) dijital modellerin, alçı modellere kıyasla açısal ve boyutsal ölçümler yönünden güvenli olduğu gösterilmiştir [216-219].

Cha ve arkadaşları [220] çekimli vakalarda keser dişlerin ve maksiller molarların hareket miktarını belirlemek için iki boyutlu (2D) sefalometrik filmler ile 3D dijital modelleri karşılaştırmışlardır. Sefalometrik ve 3D dijital modellerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulamamış ve ortodontik diş hareketinde 3D dijital modellerin sefalometrik filmler kadar güvenli olduğu belirtmişlerdir.

Stevens ve arkadaşları [221] dijital modeller ile alçı modelleri Bolton ve PAR indeks analizi yönünden karşılaştırdıkları çalışmada, alçı ve dijital modeller arasında klinik açısında önemli fark görülmemiş ve dijital modellerin çoğu ortodonti kliniğinde alçı modellerin yerini alabileceği belirtilmiştir.

Li ve arkadaşları [222] kanin retraksiyonu sırasında kanin dişin 3D hareket ettiğini belirterek filmler üzerinde yapılan 2D ölçümler yerine dijital modellerin 3D ölçümlerinin daha doğru olacağını belirtmişlerdir.

Czarnota ve arkadaşları [223] ise dijital modellerin (D700; 3Shape, Kopenhag, Danimarka), yazılım analizi (Ortho Analyzer; 3Shape, Kopenhag, Danimarka) kullanılarak değerlendirilmesini, alçı modellerin elle yapılan değerlendirilmesi ile karşılaştırmış ve dijital modellerin yazılım analizi ile değerlendirilmesinin güvenilir ve geçerli bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

2.3.7. Kanin diş devrilme miktarının ölçülme yöntemleri

Kanin dişin devrilme miktarı, panoramik filmler [173, 210], lateral sefalometrik filmler [224], cone beam bilgisayarlı tomografi [7], dijital modellerden [222, 225] yararlanılmaktadır. Ölçüm yöntemleri ise alınan referans düzlemlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Jesuino ve arkadaşları [226] daimi molarların ve süt kaninlerin interdijitasyonlarının orta noktasını, Cuoghi ve arkadaşları [227] mental foremeni, Peck ve arkadaşları [228] ise posterior ve anterior okluzal düzlemi referans olarak radyograflar üzerinde devrilme miktarı ölçümlerini yapmıştır.

Duran ve arkadaşları [229] molar distalizasyonu yaptıkları çalışmalarında dişlerin doğrusal ve açisal hareket miktarını değerlendirmek için dijital modeller

kullanmışlardır. Dijital modellerin kullanılması ile dişlerin tüm düzlemlerdeki hareket miktarının değerlendirilebileceği belirtilip, radyasyon olmaması nedeniyle de ölçümlerin tekrarlanabilir olmasına dikkat çekmişlerdir.



3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Tez çalışma grubu; Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi olmak için başvuran, daimi dentisyonda, dentoalveolar protrüzyon veya çarpışıklığa bağlı maksiller 1. premolar diş çekimi endikasyonu bulunan 18 bireyden (14 kız, 4 erkek) oluşturulmuştur. Bireylerin yaş ortalaması 15,6 yıldır.

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olmaları
- Daimi dentisyon döneminde olmaları, tüm dişlerinin apekslerinin kapalı olması
- Herhangi bir sistemik hastalık ve kraniyofasiyal deformitenin bulunmaması (dudak-damak yarığı gibi)
- Dental patoloji bulunmaması (ankiloz gibi)
- Ortodontik tedavi için yeterli oral hijyene sahip, periodontal olarak sağlıklı bireyler olmaları
- Radyolojik olarak tespit edilebilen kemik kaybı bulunmaması
- Çift taraflı çiğneme paterni bulunması, travma, brüksizm ve parafonksiyonel alışkanlıklarının olmaması
- Maksillada konjenital ya da kazanılmış diş eksikliği olmaması (yirmi yaş dişleri hariç)
- Maksiller sağ ve sol segmentlerde çarpışıklık miktarlarının birbirine yakın olmasıdır.

Seviyeleme aşamasından sonra 4 mm'den az kanin retraksiyonu gereken hastalar çalışmadan çıkarılmıştır. Bu nedenle 23 hasta ile başlanan çalışmaya 18 hasta ile devam edilmiştir.

Split mouth olarak planlanan çalışmada maksiller sağ ve sol 1. premolar dişlerinin çekimini ve seviyelemeyi takiben, kanin retraksiyonu öncesinde rastgele seçilen bir segmente, kanin dişin meziyalinden 2. premolar dişin meziyaline kadar sadece vestibul kortikal kemiğe 0,5 mm çapında perforasyonlar açarak, diğer segmente ise vertikal kesiler yaparak iki farklı selektif alveolar dekortikasyon yöntemi

uygulanmıştır. Kanin retraksiyonu sırasında ankraj amacı ile 2. premolar ve 1. molar dişlerin arasına yerleştirilen mini vidalar (Aarhus, American Orthodontics, Sheboygan; WI, ABD) kullanılmıştır.

Araştırmanın yürütülebilmesi için Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 07.10.2013 tarihli ve 153 karar numaralı etik kurulu raporu (Ek 1) alınmıştır. Tüm hastalar araştırmamıza gönüllü olarak katılmıştır. Hastalara ve velilerine araştırmanın amacı ve yürütülecek tedavi yöntemi ile ilgili detaylı bilgi verilmiş olup, hastaların tümünden hasta çocuk rıza formu (Ek 2) ile ebeveynlerinden aydınlatılmış onam formu (Ek 3) alınmıştır.

3.2. Tedavi Protokolü

3.2.1. Cerrahi öncesi uygulanan ortodontik tedavi prosedürü

Araştırmaya dahil edilen bireylerden başlangıç kayıtları toplandıktan sonra maksiller 1. molar dişlere molar bantları (G&H Orthodontics, Franklin, IN, ABD), 2. molar dişlere ise molar tüpleri yapıştırılmıştır. Çalışmada sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu değerlendirileceği için çekimi planlanan 1. premolar dişler dışında, seviyelemeye dahil edilecek tüm dişler .018" slot Omni Roth (Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY, ABD) braketler kullanılarak braketlenmiştir. Ligasyon için kullanılan materyalin ve ligasyon kuvvetinin sürtünme üzerindeki etkisini standardize edebilmek [230] için sadece maksiller kanin dişlerde .018" slot kapaklı braketler (In-Ovation R RT Rx, Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY, ABD) tercih edilmiştir. Braketlemenin hemen ardından bireyler maksiller 1. premolar dişlerinin çekilmesi için Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalına gönderilmiştir. Çekim sonrası kanama kontrolü sağlandıktan sonra .014" nikel-titanyum (NiTi) ark teli (Sentalloy-Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY, ABD) ile dişlerin seviyelenmesine başlanmıştır. Seviyeleme işlemine sırası ile .016" NiTi (Sentalloy-Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY-ABD), .016"x.022" köşeli NiTi (Neo Sentalloy-Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY, ABD) ark telleri ile devam edilmiş ve kanin retraksiyonunun yapılacağı .016"x.022" paslanmaz çelik (SS) (G&H Orthodontics, Franklin, IN, ABD) ark teline geçilmiştir. Hastalar selektif alveolar

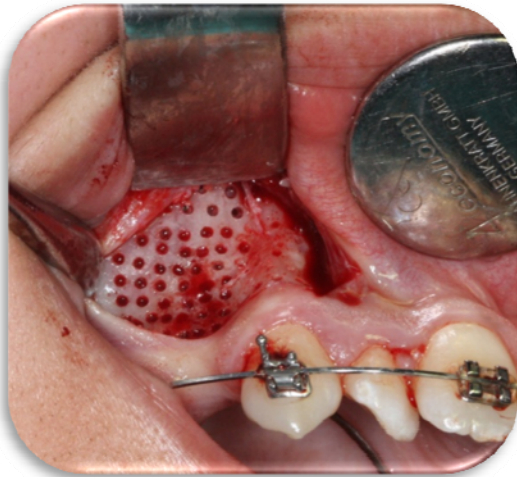
dekortikasyon işlemi için Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'na yönlendirilmiştir.

3.2.2. Cerrahi prosedür

Selektif alveolar dekortikasyon işlemi Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı ameliyathanesinde aynı cerrah tarafından yapılmıştır.

Perforasyonlar açılarak ve vertikal kesiler yapılarak SAD uygulanacak maksiller segmentler rastgele belirlenmiştir. SAD yönteminden bağımsız olarak her iki segmentte kanin ve çekim boşluğu bölgesine infiltratif anestezi (Articain, Ultracaine®, Sanofi Aventis İlaçları Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) uygulanmış ve tam kalınlık submarjinal Ochsenbein-luebke mukoperiosteal flep kaldırılmıştır. Post operatif iyileşmeyi hızlandırmak ve interdental papillada diş eti çekilmesine neden olmamak için flepin sınırları, lateral dişin medialinden 2. premolar dişin medialine kadar serbest diş eti kenarının 4 mm apikalinden geçecek şekilde belirlenmiştir. SAD yöntemi sadece bukkal bölgeye uygulandığı için palatal flep kaldırılmamıştır.

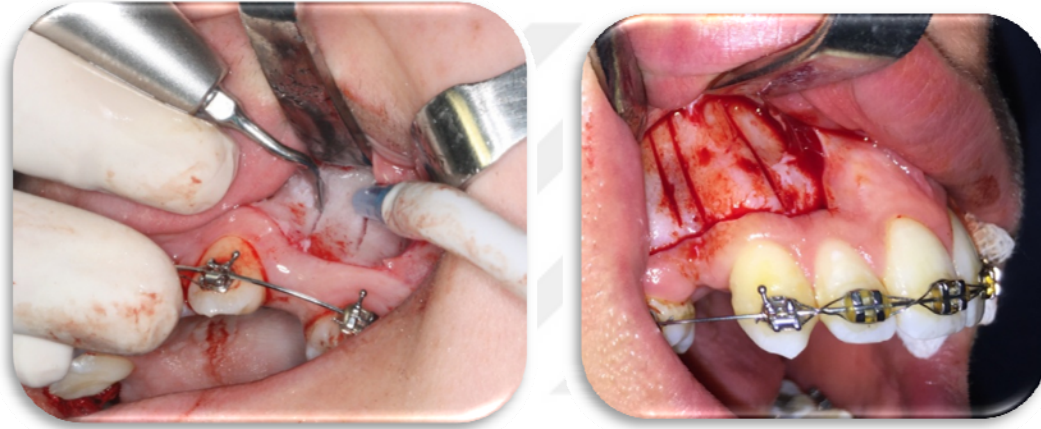
Perforasyon işlemi: Yavaş devirli el aleti ile serum fizyolojik yıkaması altında 2 numaralı tungsten karbid rond frezle kanin dişin mezialinden başlayarak 2. premolar dişin mezialine kadar olan bölgeye 0,5 mm çapında ortalama 20(±2) perforasyon yapılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. Perforasyon uygulaması

Vertikal kesiler: Piezocerrahi cihazı (Piezon Master Surgery, E.M.S. Electro Medical Systems S.A., Nyon, İsviçre) ile SL1 ucu kullanılarak serum fizyolojik yıkaması altında maksiller kanin dişin meziyali, distali ve çekim boşluğunun ortasından geçecek şekilde, dişin uzun eksenine paralel 3 adet vertikal kesi yapılmıştır. Vertikal kesiler koronalde flep sınırından başlayarak apikalde kanin dişin kök ucuna kadar uzatılmıştır (Resim 3.2).

Vertikal kesilerin ve perforasyonların kortikal kemik ile sınırlı kalmasına ve spongioz kemiğe müdahale edilmemesine özen gösterilmiştir.



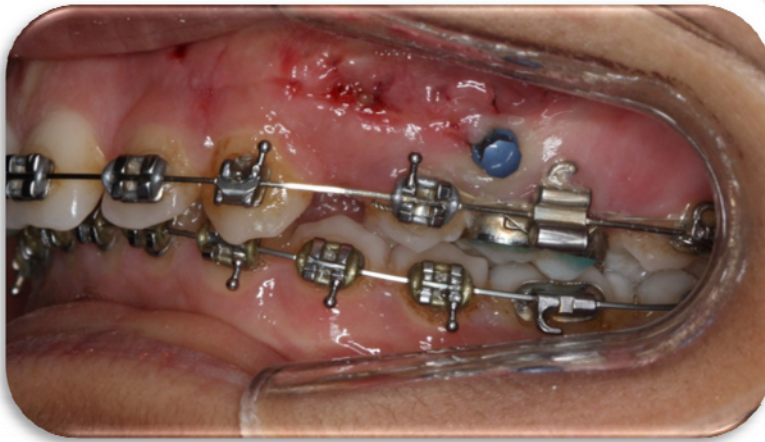
Resim 3.2. Vertikal kesi uygulaması

Her iki tarafta da cerrahi işlemler bittikten sonra flep 3,0 ipek dikiş (Doğsan Tıbbi Malzemeler San. A.Ş., Trabzon, Türkiye) kullanılarak cerrahi işlem tamamlanmıştır. Postoperatif dönemde kullanılmak üzere hastaya cerrah tarafından uygun antibiyotik ve analjezik ilaçlar reçete edilmiştir. Reçete edilen ve ihtiyaç duyulduğu takdirde kullanılması önerilen analjezik ilaç, ortodontik tedavi sırasında ağrı kesici olarak en çok güvenilen ve önerilen parasetamol grubundan seçilmiştir [231]. Cerrahi sonrası ağrı kesici kullanılması önerilen 1 haftalık zaman diliminde dişlere aktif kuvvet uygulanmamıştır.

3.2.3. Cerrahi işlem sonrası uygulanan ortodontik tedavi prosedürü

Cerrahi işlemden 1 hafta sonra bireylerin dikişlerinin alınmasını takiben üst dental ölçüleri (T0) alınmıştır. Maksiller 2. premolar, 1. molar ve 2. molar dişler

mezializasyonlarının engellenmesi için metal ligatür ile birbirine sekiz bağlanmıştır. Lokal anestezi uygulandıktan sonra (Articain, Ultracaine®, Sanofi Aventis İlaçları Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) maksiller 2. premolar ve 1. molar dişler arasına mukogingival birleşim bölgesine, 1,5 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda self-drilling mini vidalar (Aarhus, American Orthodontics, Sheboygan; WI, ABD) yerleştirilmiştir (Resim 3.3).



Resim 3.3 Mini vidaların yerleştirilmesi

Kanin retraksiyonu için mini vidadan kanin braketinin hookuna uzanan ve 150 gr kuvvet uygulayan kapalı NiTi yaylar (Dentsplay, GAC International, Bohemia, NY, ABD) kullanılmıştır. Uygulanan kuvvet miktarı, kuvvet ölçer (Federwaage, stress and tension gauge, Correx, Haagstreit, Dentaorium, Almanya) yardımıyla belirlenmiştir. Kapalı NiTi yayların ligatürlenmesini takiben bireylere 4 hafta sonrası için randevu verilmiştir. Kapalı NiTi yaylar kanin retraksiyonunun 4. (T1), 8. (T2) ve

12.haftalarında (T3) 150 gr kuvvet uygulayacak şekilde yeniden aktive edilmiştir (Resim 3.4).



Resim 3.4. Mini vidalardan kanin dişe 150 gr kuvvet uygulayacak kapalı NiTi yayların uygulanması

3.3. Bireylerden Alınan Kayıtlar

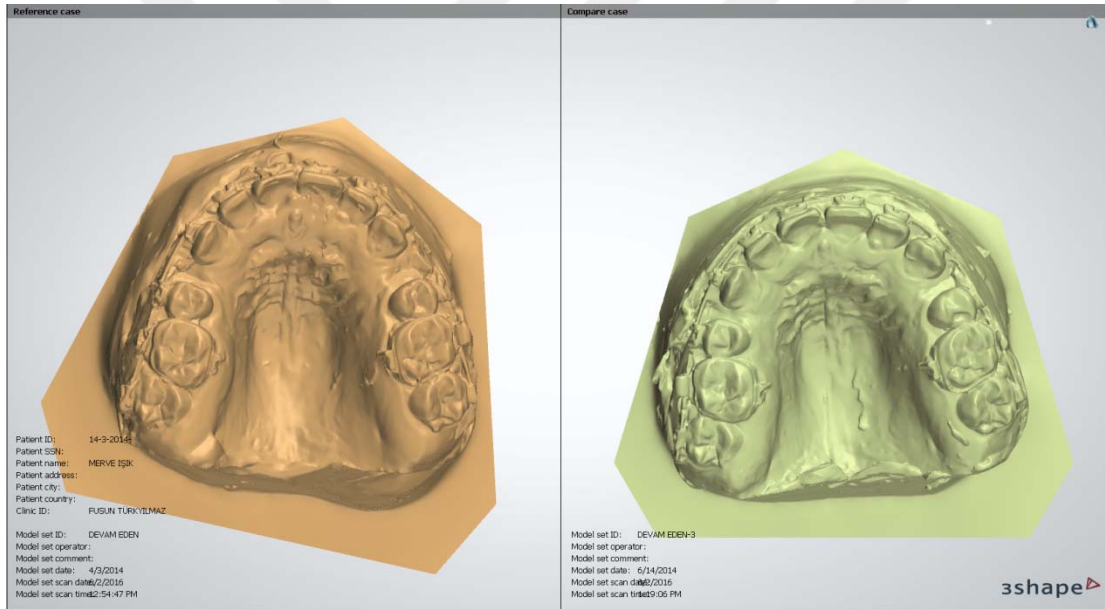
Çalışmaya dahil edilen bireylerden, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda ortodontik tedaviye başlayan tüm bireylerden tedavi başında alınan, alt-üst dental modeller, ağız içi-ağız dışı fotoğraflar, lateral sefalometrik, panoramik ve el-bilek filmlerine ek olarak selektif alveolar dekortikasyonu takiben kanin retraksiyonuna başlanan seansta (T0), kanin retraksiyonunun 4.haftasında (T1), kanin retraksiyonunun 8.haftasında (T2) ve kanin retraksiyonunun 12.haftasında (T3) üst dental modeller alınmıştır. Bu modeller tez çalışmasının esas materyalini oluşturmuştur.

Kanin retraksiyonu sonunda bireylerin maksiller kanin ve 2.premolar dişlerinin cep derinliği ölçülmüştür.

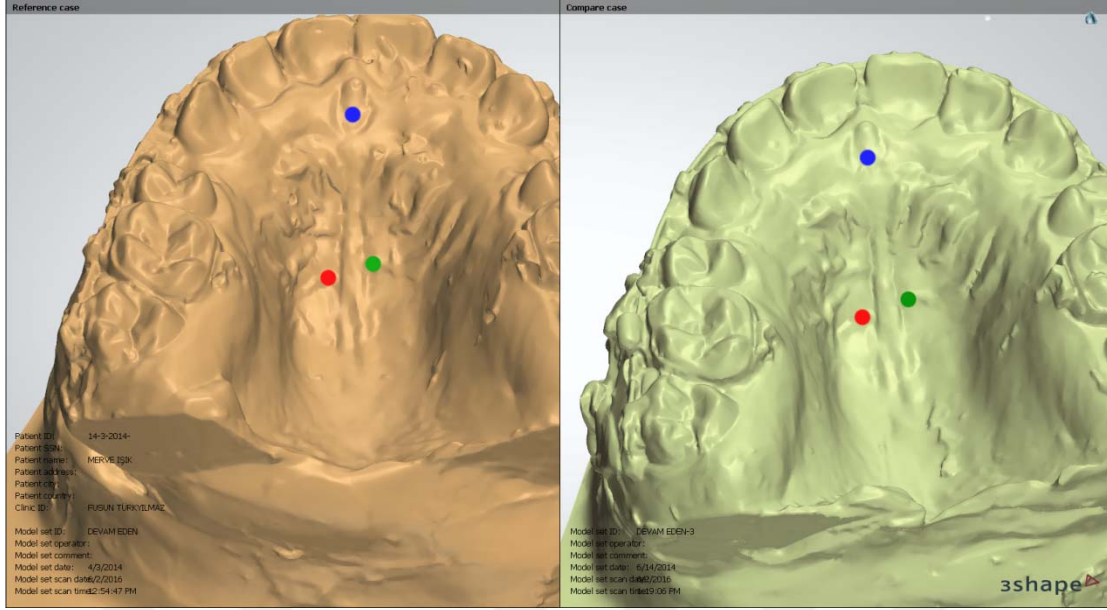
Ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar dijital fotoğraf makinası ile çekilmiştir.

3.4. Model Analizi

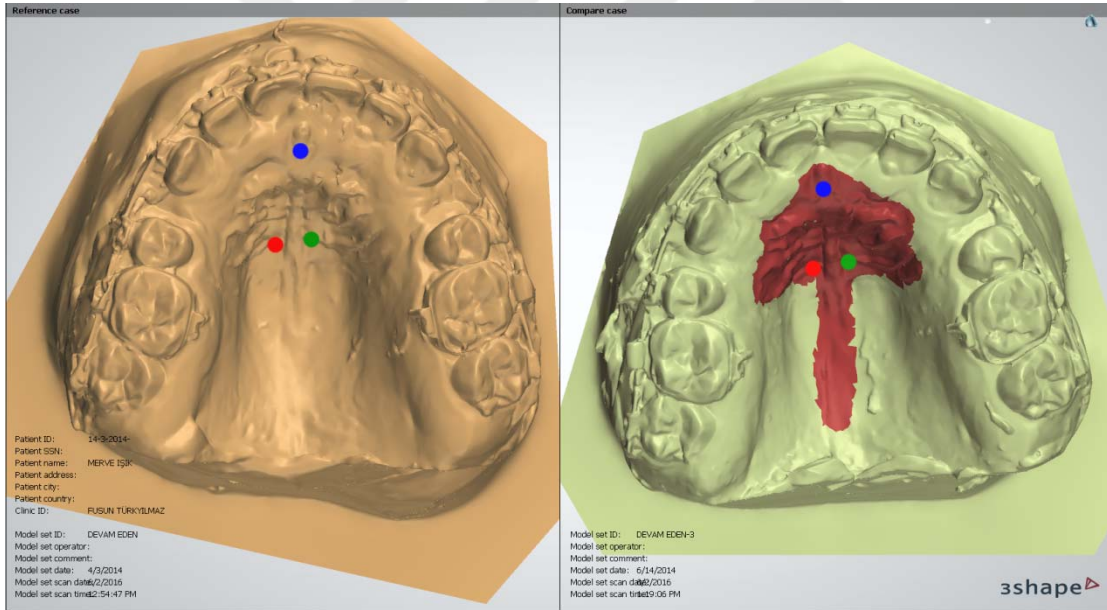
Çalışmaya dahil edilen bireylerden T0, T1, T2 ve T3 dönemlerinde alınan alçı modeller 3Shape (R700, 3Shape, Kopenhag, DANİMARKA) dijital modelleme programı ile taranmıştır. Model ölçümleri Orthoanalyzer (3Shape, Kopenhag, Danimarka) programı kullanılarak yapılmıştır. Modeller üçüncü ruganın medial kenarı ve tüm ruga bölgesini eşleştirecek şekilde (Resim 3.5, 3.6, 3.7, 3.8) çakıştırılmıştır [232]. Çakıştırılan modellerden T0 modeli sabit model olarak belirlenmiş ve tüm ölçümler T0 modeli üzerinde işaretlenen noktalar referans alınarak yapılmıştır. Yapılan tüm ölçümler çalışmanın güvenilirliğini değerlendirebilmek için bir hafta sonra tekrarlanmıştır.



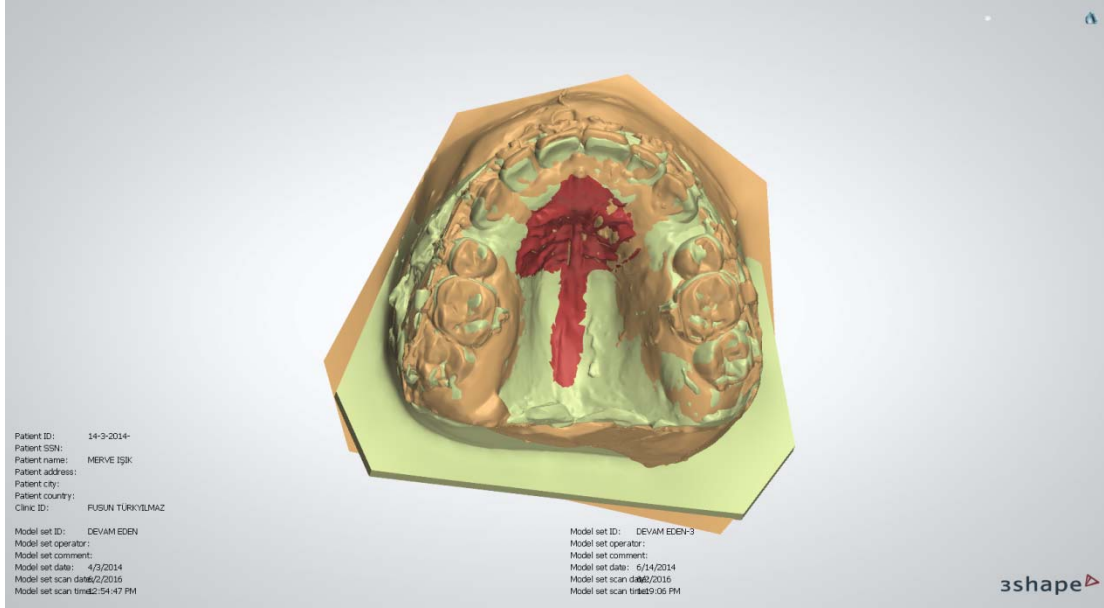
Resim 3.5. Çakıştırma öncesi modeller



Resim 3.6. Modellerde akıştırılacak noktaların belirlenmesi



Resim 3.7. Modellerde akıştırılacak yüzeylerin belirlenmesi



Resim 3.8. Çakıştırılmış modeller

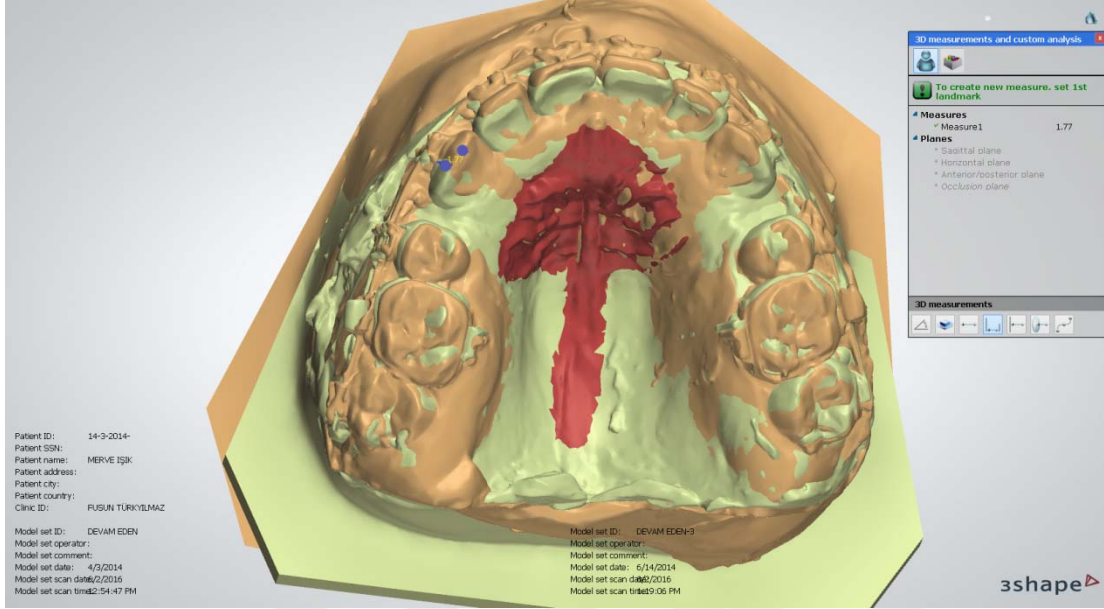
3.4.1. Kanin retraksiyon miktarının ve hızının ölçülmesi

T0 ve T1 modelleri üçüncü rujanın medial kenarını ve tüm ruga bölgesini eşleştirecek (Resim 3.5, 3.6, 3.7, 3.8) şekilde çakıştırılmıştır. Çakıştırılan T0 ve T1 modelleri üzerinde kanin kasp tepeleri işaretlenmiştir. Hareket miktarlarını belirlemek için işaretlenen iki nokta arasındaki mesafe Orthoanalyzer'in 3 boyutlu kumpas ölçümüyle ölçülmüştür (Resim 3.9, 3.10). Kanin dişte 1. ayda meydana gelen retraksiyon miktarlarını (KR) veren bu değer T0-T1 kanin retraksiyon miktarı (T0-T1_KR) olarak kaydedilmiştir.

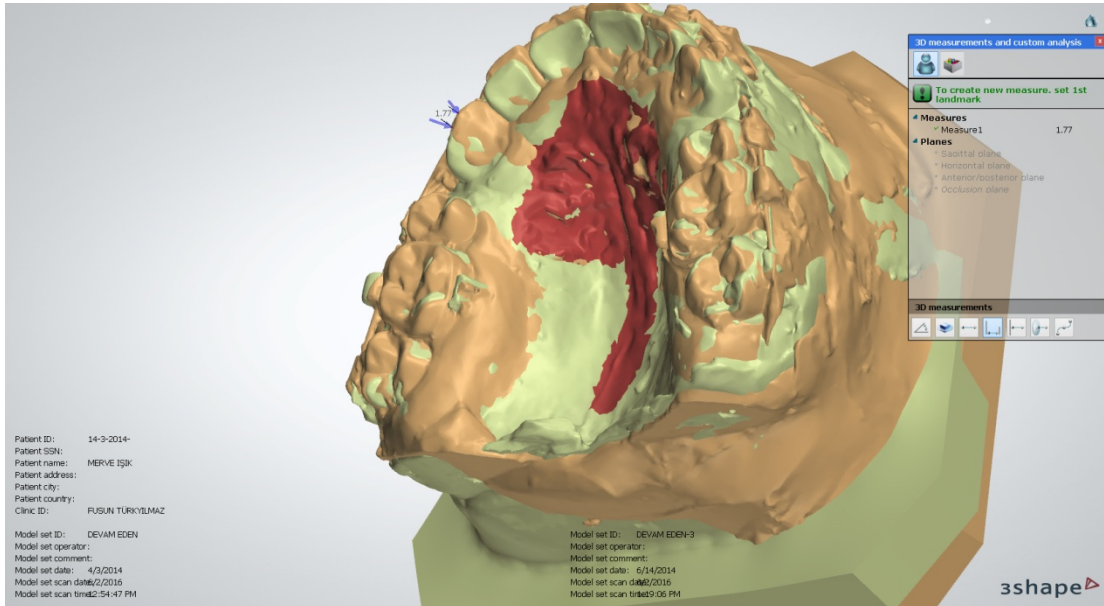
T0 ve T2 modelleri üzerinde yukarıda anlatılan şekilde ölçüm yapılarak T0-T2 kanin retraksiyon miktarı (T0-T2_KR) bulunmuştur. Bu değerden T0-T1_KR değeri çıkarılarak T1 ile T2 modeli arasındaki kanin retraksiyon miktarı (T1-T2_KR) bulunmuş ve bulunan değer 2. ay kanin retraksiyon miktarı olarak kabul edilmiştir.

T0 ve T3 modelleri için de aynı ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonucu elde edilen T0-T3 kanin retraksiyon miktarından (T0-T3_KR) T0-T2_KR çıkarılarak T2 ve T3 modeli arasında 3. ay kanin retraksiyon miktarı (T2-T3_KR) bulunmuştur.

Kanin retraksiyon hızı, kanin retraksiyonunun başlangıcından (T0) retraksiyonun 3. ayına kadar (T3) meydana gelen retraksiyon miktarının retraksiyon süresine bölünmesi ile hesaplanmıştır.



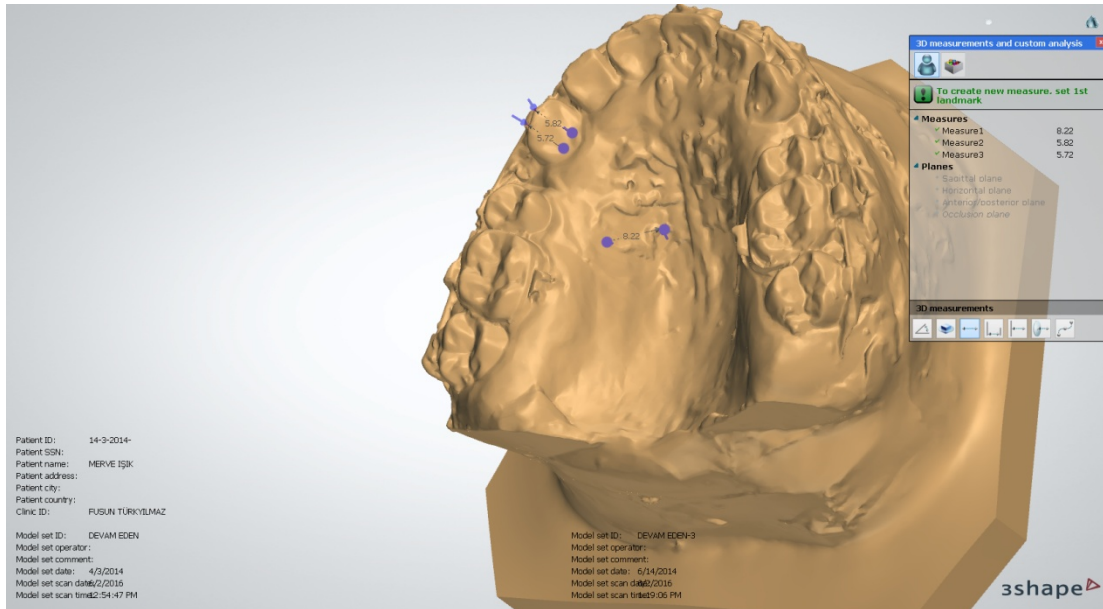
Resim 3.9. Çakıştırılan modellerde kanin kasp tepelerinin işaretlenmesi ve ölçülmesi



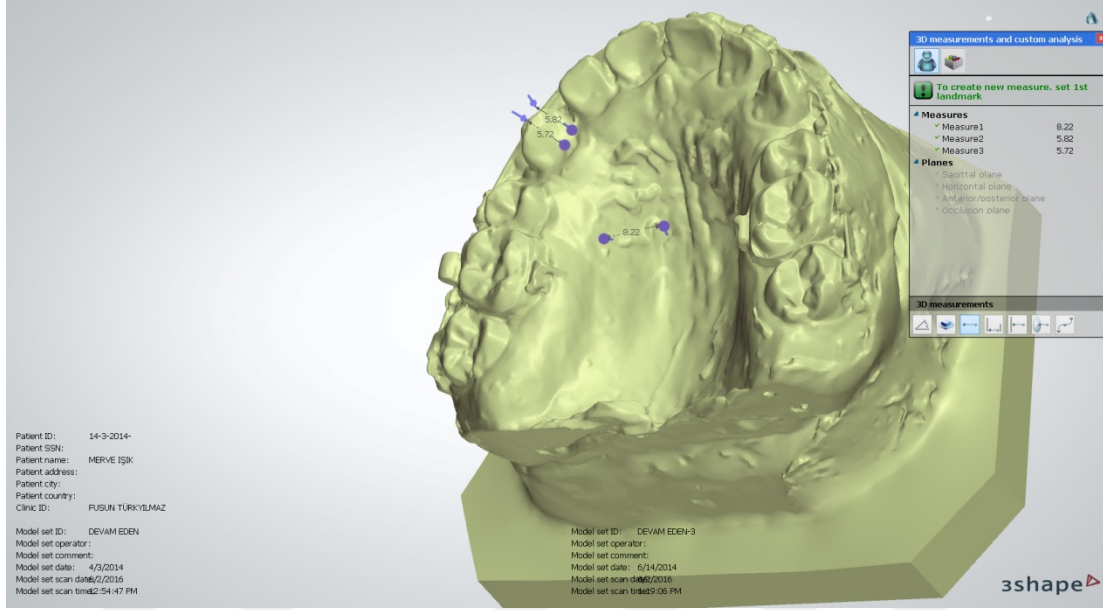
Resim 3.10. Çakıştırılan modellerde kanin kasp tepelerinin işaretlenmesi ve ölçülmesi

3.4.2. Kanin devrilme miktarının ölçülmesi

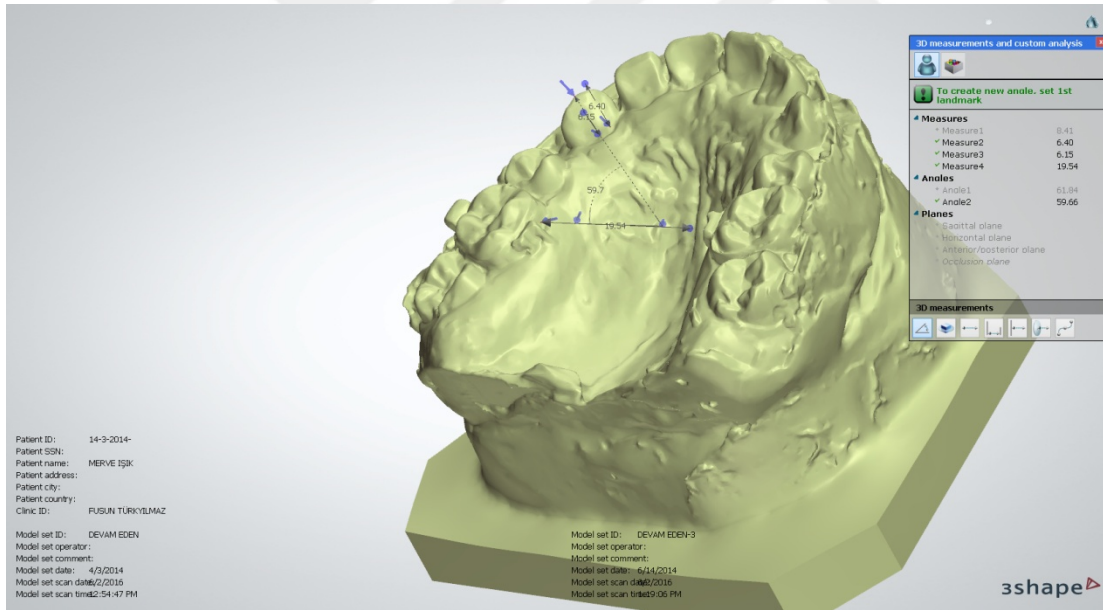
Kanin dişlerde retraksiyon boyunca meydana gelen devrilme miktarı (KD) T0 ve T3 döneminde alınan modeller üzerinde değerlendirilmiştir. T0 ve T3 döneminde alınan modeller üçüncü ruganın medial kenarı ve tüm ruga bölgesini eşleştirecek şekilde karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan modellerdeki dişlerin bukkal yüzeylerinde olan braketler modelde net görünmeyen alanlar oluşturduğu için değerlendirmeler kanin dişin palatinal yüzeyinden yapılmıştır. T0 modelinde, kanin dişin kasp tepesi ve singulum noktasından geçen bir doğru oluşturularak kanin dişin tahmini uzun eksenini (Resim 3.11) yaratılmıştır. Kanin dişin devrilme miktarını ölçebilmek için T0 modelinde palatal ruga bölgesinde 3. ruganın medial ve distal kenarlarından geçen sabit bir referans doğrusu (Resim 3.11) oluşturulmuştur. Bu referans doğrusu ile T0 modelinde kanin dişin tahmini uzun eksenini arasındaki açı ölçülmüş ve bu değer T0 kanin devrilme miktarı (T0_KD) olarak kaydedilmiştir. T3 modelinde de kanin dişin tahmini uzun eksenini (Resim 3.12) belirlendikten sonra referans doğru ile arasındaki açı değeri de (Resim 3.13) T3 kanin devrilme miktarı (T3_KD) olarak kaydedilmiştir. T0_KD değerinden T3_KD değeri çıkarılarak toplamda meydana gelen tahmini kanin devrilme miktarı (T0-T3_KD) belirlenmiştir.



Resim 3.11. T0 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusunun belirlenmesi



Resim 3.12. T3 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusunun belirlenmesi

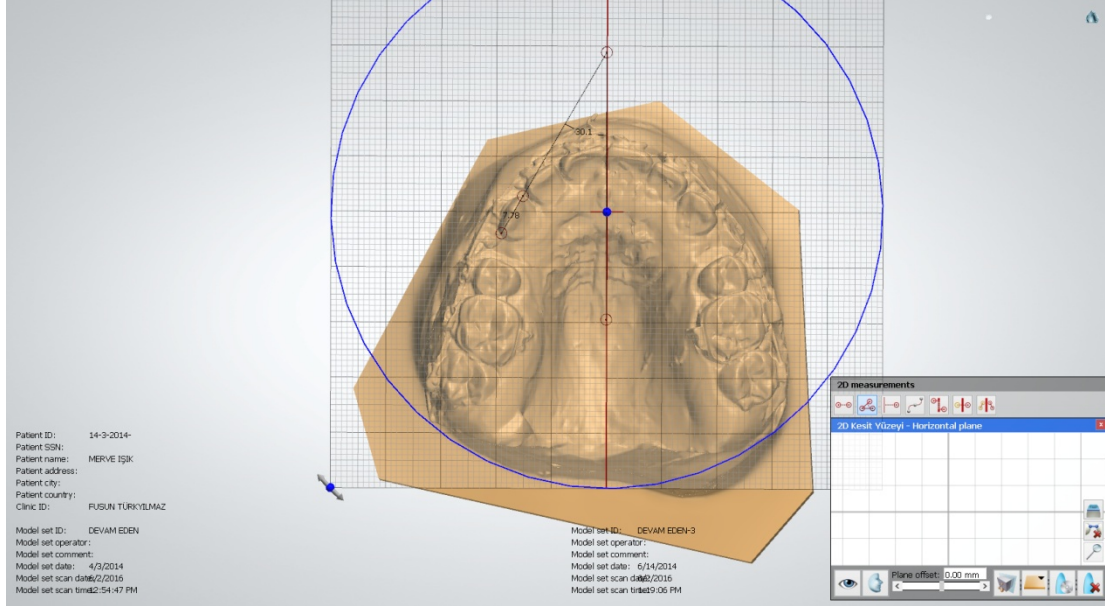


Resim 3.13. T3 modelinde kanin dişin uzun ekseninin ve üçüncü ruga üzerinde referans doğrusu arasındaki açının ölçülmesi

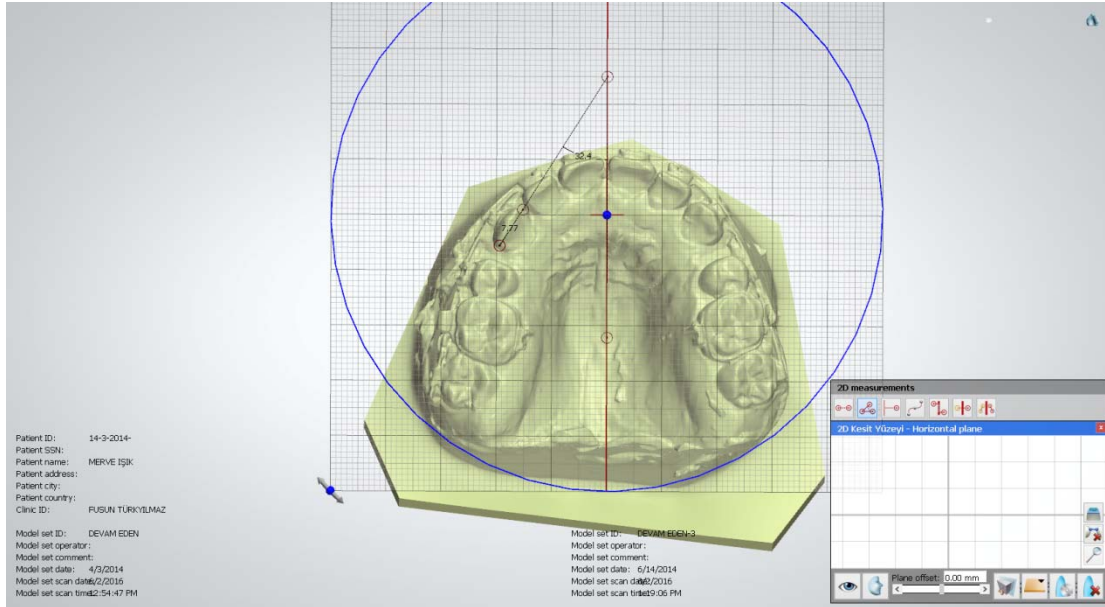
3.4.3. Kanin rotasyon miktarının ölçülmesi

Kanin rotasyonu (KR_o), 2 boyutlu olarak, palatal raphe ile kanin dişin distal ve mezial köşelerinden geçen düzlem arasındaki açının ölçülmesi (Resim 3.14, 3.15) ile belirlenmiştir. Üçüncü ruganın medial kenarı ve tüm ruga bölgesini eşleştirecek şekilde çakıştırılan T0 ve T3 modelleri üzerinde önce T0 modelinin

kanin rotasyon miktarı (T0_KRo), ardından T3 modelinin kanin rotasyon miktarı (T3_KRo) bulunmuştur. T0 değerinden T3 değerinin çıkarılması ile kanin dişlerde 3 aylık retraksiyon süresi boyunca meydana gelen rotasyon miktarı (T0-T3_KRo) belirlenmiştir.



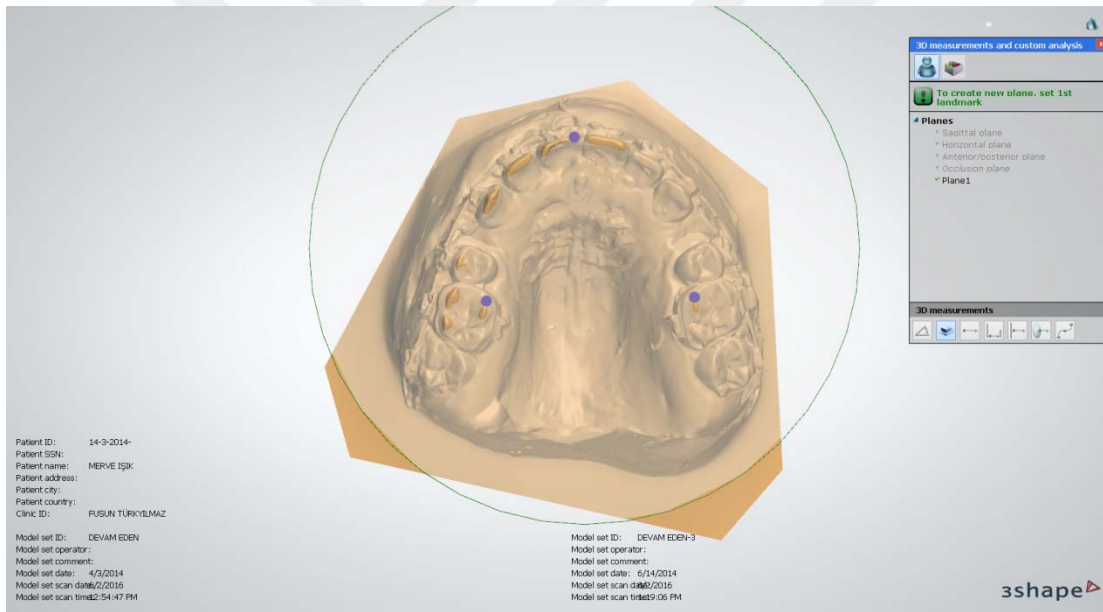
Resim 3.14. T0 modelinde kanin rotasyonu değerinin ölçülmesi



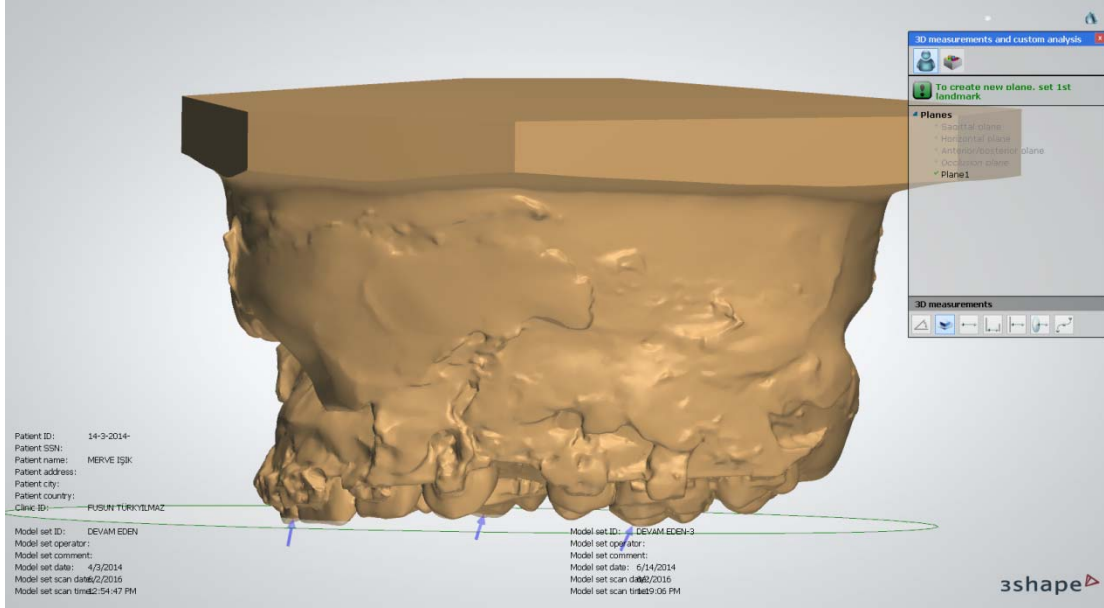
Resim 3.15. T3 modelin kanin rotasyonu değerinin ölçülmesi

3.4.4 Kanin intrüzyon miktarının ölçülmesi:

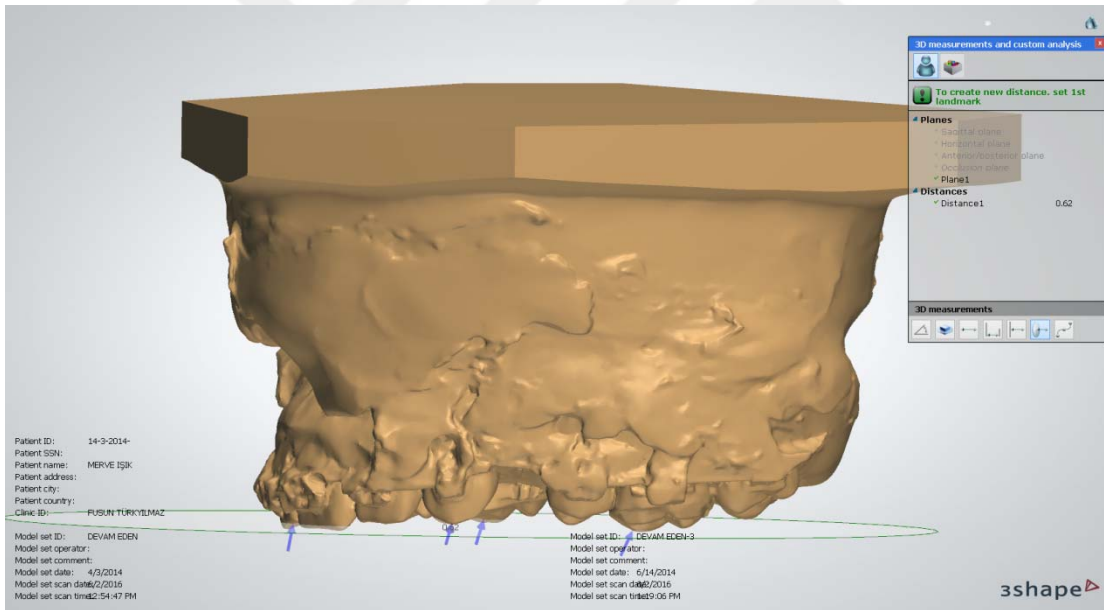
Kanin dişte retraksiyon süresince meydana gelen intrüzyon miktarı üçüncü ruganın medial kenarı ve tüm ruga bölgesini eşleştirecek şekilde çakıştırılan T0 ve T3 modelleri üzerinde değerlendirilmiştir. Kanin intrüzyon (Kİ) miktarını ölçebilmek için T0 modeli üzerinde kanin dişlerden bağımsız 3 boyutlu sabit horizontal bir düzlem oluşturulmuştur. Düzlem maksiller sağ ve sol 1.molar dişin bukkal kasp tepesi ve maksiller sağ santral dişin mezial köşesi olacak şekilde 3 noktanın işaretlenmesi (Resim 3.16, 3.17) ile elde edilmiştir. T0 modelinde kanin dişin kasp tepesinin bu düzleme olan mesafesi (Resim 3.18) ölçülmüştür. Aynı ölçüm T3 modelinde de (Resim 3.19, 3.20) tekrarlanmış ve bu iki değer arasındaki fark kanin intrüzyon miktarı (T0-T3_Kİ) olarak kaydedilmiştir.



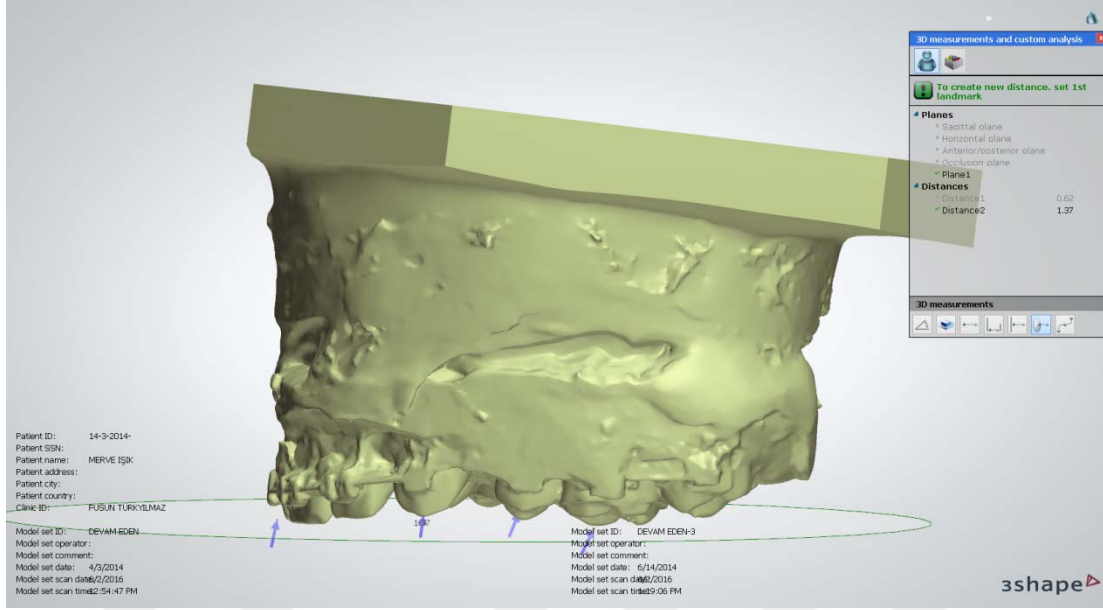
Resim 3.16. T0 modeli üzerinde sağ ve sol 1.molar dişin bukkal kasp tepesi ve maksiller sağ santral dişin mezial köşesinin işaretlenerek horizontal düzlemin oluşturulması



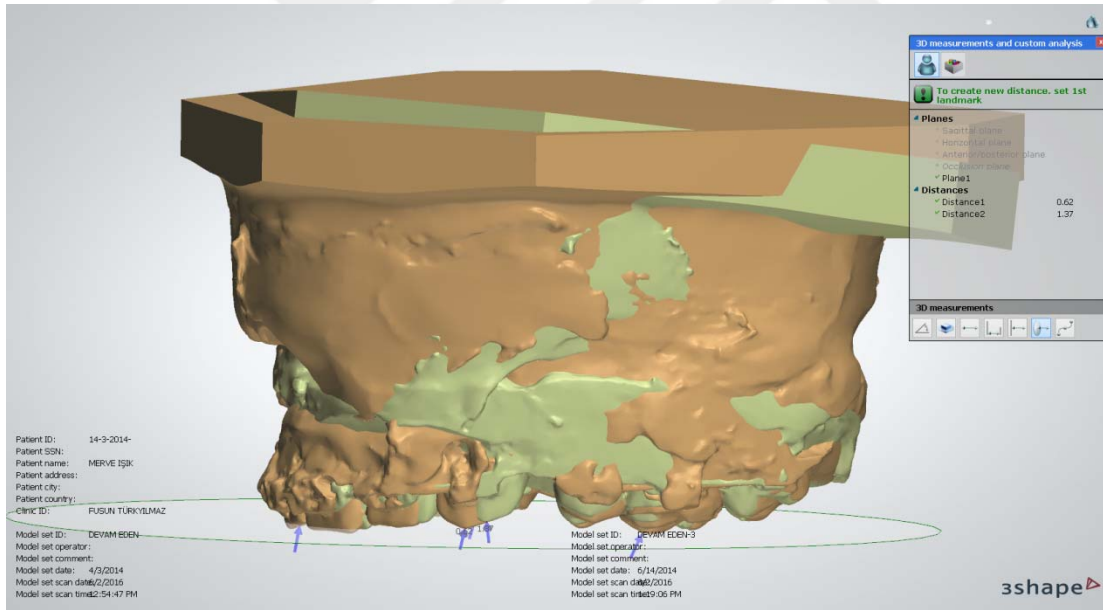
Resim 3.17. Oluşturulan horizontal düzlemin sagittal görüntüsü



Resim 3.18. T0 modelinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin ölçülmesi



Resim 3.19. T3 modelinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin ölçülmesi



Resim 3.20. Çakıştırılmış T0 ve T3 modellerinde kanin kasp tepesinin horizontal düzleme olan mesafesinin ölçülmesi.

3.5. Cep Derinliğinin Değerlendirilmesi

Cep derinliği, kanin retraksiyonu tamamlandıktan sonra, kanin ve 2.premolar dişlerin bukkalinde 3 noktadan (meziyal, medial, distal olacak şekilde) periodontal sond yardımıyla ölçülmüştür.

3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, ABD) paket programı ile yapılmıştır. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler sürekli sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma şeklinde gösterilirken, kategorik değişkenler olgu sayısı ve (%) biçiminde ifade edilmiştir.

Vertikal kesi tarafı ve perforasyon tarafı arasında KR, KI, KRo ve KD ölçümlerinde meydana gelen değişimler yönünden farkın önemliliği bağımlı t-testi ile araştırılmıştır. Vertikal kesi tarafı ve perforasyon tarafı içerisinde izlem zamanlarına göre kanin hareketlerindeki değişimlerin birbirleri arasında farklılık gösterip göstermediği de bağımlı t-testi ile değerlendirilmiştir.

Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır. Bunun sonucunda vertikal kesi ve perforasyon taraflarının KR ölçümlerinde meydana gelen değişimler açısından karşılaştırılmasında (Çizelge 4.2) $p < 0,0167$ için, vertikal kesi ve perforasyonlar taraflarının aylık KR miktarları açısından kendi içinde değerlendirilmesinde ise (Çizelge 4.2) $p < 0,0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 18 bireyin demografik özellikleri çizelge 4.1 de gösterilmiştir. Bireylerin 14'ü (%77,8) kız, 4'ü (%22,2) erkek olup yaşları 12,6 ile 17,9 yıl arasında değişmektedir. Bireylerin yaş ortalaması $15,6 \pm 1,92$ yıldır.

Çizelge 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

Değişkenler	n=18
Yaş (yıl)	15,6±1,92
Yaş aralığı (yıl)	12,6-17,9
Cinsiyet	
Erkek	4 (%22,2)
Kız	14 (%77,8)

4.2. Model Analizi Bulguları

4.2.1. Kanin Retraksiyon Miktarı Ölçümüne Ait Bulgular

T1, T2 ve T3 dönemlerinde vertikal kesi ve perforasyon tarafları arasında meydana gelen kanin retraksiyon miktarları çizelge 4.2, çizelge 4.3 ve şekil 4.1'de gösterilmiş, kanin retraksiyonu başlangıcı ile T3 dönemine kadar meydana gelen toplam kanin retraksiyon miktarları (T0-T3_KR) ise çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

T0-T3_KR miktarları, perforasyon tarafında $3,27 \pm 1,01$ mm, vertikal kesi tarafında ise $3,12 \pm 1,01$ mm olarak rapor edilmiştir. Bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,577$)(Çizelge 4.3).

Vertikal kesi ve perforasyon taraflarında T0-T1 (1. ay), T1-T2 (2. ay), T2-T3 (3. ay) zaman aralıklarında meydana gelen kanin retraksiyon miktarları bağımlı t-test ile karşılaştırılmıştır. Vertikal kesi tarafında 1. ayda $1,31 (\pm 0,39)$ mm, 2. ayda $1,18$

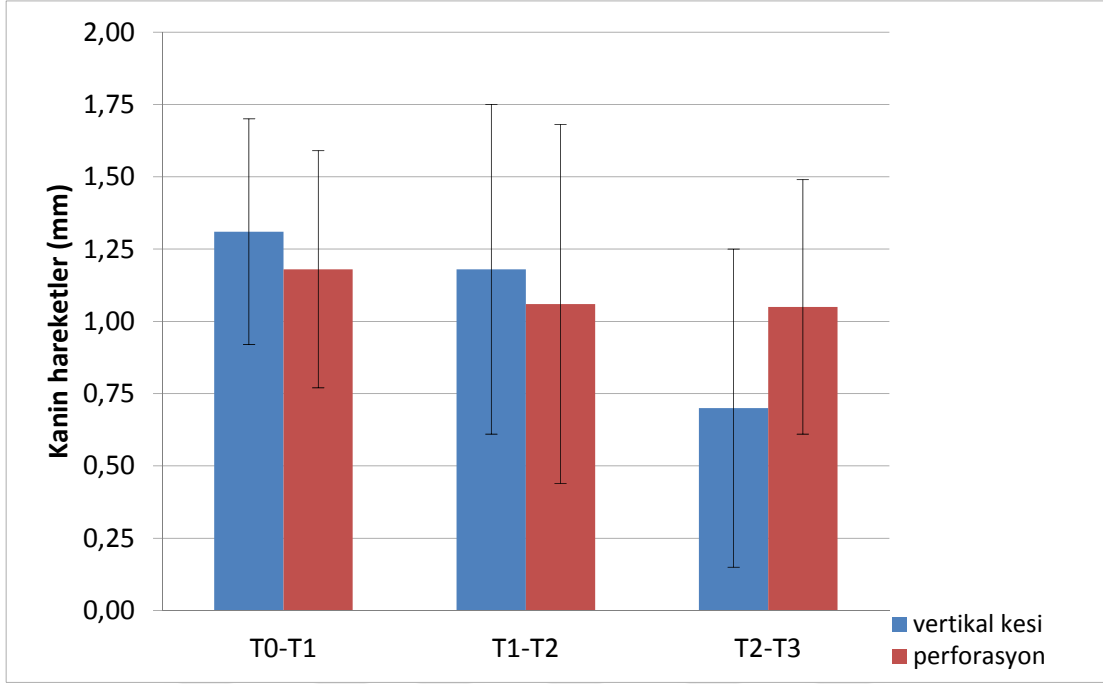
($\pm 0,57$) mm, 3. ayda 0,70 ($\pm 0,55$) mm; perforasyon tarafında ise 1. ayda 1,18 ($\pm 0,41$) mm, 2. ayda 1,06 ($\pm 0,62$) mm, 3. ayda 1,05 ($\pm 0,44$) mm kanin retraksiyonu meydana gelmiş ve taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır (sırası ile $p=0,087$, $p=0,514$, $p=0,069$)(Çizelge 4.2).

Perforasyon tarafında kanin dişte 1., 2. ve 3. aylarda sırası ile 1,18 ($\pm 0,41$) mm, 1,06 ($\pm 0,62$) mm ve 1,05 ($\pm 0,44$) mm olarak meydana gelen kanin retraksiyonu miktarlarında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (sırası ile $p=0,416$, $p=0,325$, $p=0,948$) (Çizelge 4.2).

Vertikal kesi tarafında 1. (1,31 \pm 0,39 mm) ve 2. ayda (1,18 \pm 0,57 mm) meydana gelen ortalama kanin retraksiyon miktarları istatistiksel olarak benzer bulunurken ($p=0,351$), 3. ay (0,70 \pm 0,55 mm) meydana gelen retraksiyon miktarı 2.aya (1,18 \pm 0,57 mm) benzer ($p=0,012$), 1.aya (1,31 \pm 0,39 mm) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az çıkmıştır ($p=0,003$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. T0-T1, T1-T2, T2-T3 zaman aralıklarında elde edilen kanin retraksiyon miktarlarına ilişkin değerler, bu değerlerin taraflar arasında (^aBağımlı t-testi, Bonferroni düzeltmesi ile $p<0,0167$) ve taraflar içinde (^bBağımlı t-testi, Bonferroni düzeltmesi ile $*p<0,0083$) karşılaştırılması

	Ortalama \pm SD (min-maks)			P değeri ^b		
	T0-T1(1)	T1-T2(2)	T2-T3(3)	1-2	2-3	1-3
Vertikal kesi	1,31 \pm 0,39 (0,54-1,69)	1,18 \pm 0,57 (0,03-2,27)	0,70 \pm 0,55 (0,01-2,04)	0,351	0,012	0,003*
Perforasyon	1,18 \pm 0,41 (0,38-1,88)	1,06 \pm 0,62 (0,12-2,21)	1,05 \pm 0,44 (0,38-1,94)	0,416	0,325	0,948
P değeri^a	0,087	0,514	0,069			



Şekil 4.1. T0-T1, T1-T2, T2-T3 zaman aralıklarında elde edilen kanin retraksiyon miktarlarının taraflar arası karşılaştırılması

4.2.2. Kanin retraksiyon hızına ait bulgular

T0 döneminden T3 dönemine kadar meydana gelen retraksiyon hızlarının karşılaştırılması çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Vertikal kesi tarafında $1,06 \pm 0,34$ mm/ay ve perforasyon tarafında ise $1,10 \pm 0,34$ mm/ay olarak rapor edilen retraksiyon hızları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p=0,654$).

4.2.3. Kanin devrilme miktarına ait bulgular

Kanin retraksiyonu başlangıcı (T0) ve retraksiyonun 3. ayında (T3) alınan modellerde yapılan KD miktarı ölçümlerine ait bulgular çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Kanin dişin devrilme miktarı, vertikal kesi tarafında $9,06^\circ \pm 5,7^\circ$ iken perforasyon tarafında $9,97^\circ \pm 5,08^\circ$ olarak meydana gelmiş ve istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p=0,569$).

4.2.4. Kanin rotasyon miktarına ait bulgular

T0 ve T3 dönemlerinde alınan modellerde yapılan rotasyon ölçümlerine ilişkin bulgular çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Vertikal kesi tarafı ile perforasyon tarafı arasında kanin rotasyonunda (KR_o) meydana gelen değişimler sırası ile $7,79^{\circ} \pm 4,09^{\circ}$ ve $8,11^{\circ} \pm 4,85^{\circ}$ olarak ölçülmüş ve istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p=0,790$).

4.2.5. Kanin intrüzyon miktarına ait bulgular

T0 ve T3 dönemlerinde alınan modeller üzerinde kanin intrüzyonu ölçümlerine dair bulgular çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Vertikal kesi tarafında $0,59 \pm 0,43$ mm, perforasyon tarafında ise $0,52 \pm 0,39$ mm olarak rapor edilen kanin intrüzyon miktarları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p=0,406$).

Çizelge 4.3. T0-T3 zaman aralığında elde edilen kanin retraksiyon miktarı, kanin devrilme miktarı, kanin rotasyonu, kanin intrüzyonu, molar ankraj kaybı ve kanin retraksiyon hızına ilişkin ortalama değerler ve bu değerlerin taraflar arasında karşılaştırılması (^a;Bağımlı t-testi, $p < 0,05$)

		Ortalama	SD	Minimum	Maksimum	P değeri ^a
T0-T3_KR(mm)	Vertikal kesi	3,12	1,01	1,85	5,91	0,577
	Perforasyon	3,27	1,01	1,32	5,31	
Kanin retraksiyon hızı(mm/ay)	Vertikal kesi	1,06	0,34	0,62	1,44	0,654
	Perforasyon	1,10	0,34	0,44	1,77	
Kanin devrilme miktarı(°)	Vertikal kesi	9,06	5,7	1,9	24,5	0,569
	Perforasyon	9,97	5,08	2	17,1	
Kanin rotasyonu(°)	Vertikal kesi	7,79	4,09	0,00	16,1	0,790
	Perforasyon	8,11	4,85	2,2	20,4	
Kanin intrüzyonu(mm)	Vertikal kesi	0,59	0,43	0,04	1,55	0,406
	Perforasyon	0,52	0,39	-0,17	1,4	

4.3. Cep Derinliği Ölçümlerine Ait Bulgular

Kanin retraksiyonun sonunda yapılan cep derinliği ölçümleri, maksiller kanin dişlerin mezial, medial ve distalinden, 2. premolar dişlerin ise sadece mezial bölgelerinden periodontal sond yardımıyla yapılmıştır. Hastalarda cep derinliği değerleri, medial bölgede 1-2 mm arasında, mezial-distal bölgelerinde ise 2-3 mm arasında değişim göstermiştir. Vertikal kesi tarafı ile perforasyon tarafı arasında cep derinliği değerleri benzer bulunmuştur.





5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmamızın amacı; kanin retraksiyonu aşamasında, aynı bireyde maksillada bir tarafa perforasyonlar açarak diğer tarafa ise vertikal kesiler yaparak iki farklı şekilde SAD uygulamak ve bu iki farklı uygulamayı retraksiyon hızı, retrakte edilen kanin dişte meydana gelen rotasyon, devrilme ve intrüzyon açısından değerlendirmek ve karşılaştırmaktır.

Günümüzde, ilerleyen teknoloji, ortodontik diş hareketini hızlandırmaya yönelik yeni materyallerin ve tekniklerin gelişmesi için olanak sağlasa da, tedavi süresinin temel olarak alveol kemiğinin ve periodontal dokuların kuvvete karşı verdiği biyolojik cevap ile meydana gelen diş hareketi hızı tarafından belirlendiği değişmeyen bir gerçektir. Biyolojik cevabı değiştirerek kemikteki yapım/yıkım döngüsünü hızlandırmanın ve ortodontik diş hareketini yavaşlattığı düşünülen kortikal kemiğin yoğunluğunu azaltmanın yolu RAP oluşumunu sağlamaktır. RAP oluşturmak için kullanılan yöntemlerden biri kortikotomi/SAD uygulamalarıdır. Farklı SAD uygulamalarının RAP oluşumu ile ortodontik diş hareketi hızını arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu uygulamalarda, diş hareket miktarının kemik dokusunda travmaya bağlı olarak gelişen inflamatuvar cevap sonucunda aktive olan osteoklastlar tarafından kontrol edildiği; bu nedenle travmanın ve dolayısı ile diş hareketi hızını etkileyeceği görüşü hakimdir [27].

Kortikotomi uygulamaları incelendiğinde kortikal kemiğe yapılan müdahalelerin genellikle perforasyonlar veya vertikal kesiler şeklinde olduğu görülmektedir. Vertikal kesilerin genellikle diş köklerinin birbirine yakın olduğu bölgelerde tercih edilmediği ifade edilirken [160] iki dekortikasyon yöntemi arasında diş hareket hızına olan etkileri açısından fark olup olmadığını bildiren bir çalışmaya rastlanmamıştır [6].

Çalışmanın amacı gereği, kanin retraksiyonu safhasında maksiller arkın bir segmenti perforasyonların uygulanacağı taraf, diğer segment ise vertikal kesilerin uygulanacağı taraf olarak seçilmiştir. Böylece, uygulama yapılan diş

segmentlerinin birey içinde eşleştirilmesi sağlanmış ve uygulamaların bireysel farklılıklardan etkilenme riski ortadan kaldırılmıştır.

5.2. Bireyler ve Yöntem

5.2.1. Birey seçim kriterleri

Bugüne kadar hızlandırılmış kanin retraksiyonu üzerine yapılmış çalışmalarda geniş bir yaş dağılım olduğu ve farklı yaş ortalamasına sahip bireylerin çalışmalara dahil edildiği görülmüştür [8, 130, 233]. Liou ve Huang [8] 10-19 yaş arası bireylerde hızlandırılmış ortodontik tedavinin etkilerini değerlendirirken, İşeri ve arkadaşlarının [130] çalışmasında yaş ortalaması 16,5, Casette ve arkadaşlarının [233] çalışmasında ise 14 yıldır. Yaş ile ortodontik tedavi süresi ilişkisi incelendiğinde, artan yaşın tedavi süresini etkileyen bir faktör olmadığı ve çocuklarda tedavi süresinin erişkinlere oranla daha kısa olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur [234, 235]. Ayrıca ortodontik tedavilerin kısa sürmesi diş sağlığının korunabilmesi ve maliyet açısından hem ortodontistler hem de yaş farketmeksizin tüm hastalar tarafından arzu edilmektedir. Bunlara ek olarak, her ne kadar ortodontik tedavi talep eden erişkinlerin sayısında son yıllarda bir artış görülse de günümüzde ortodontik tedaviye başvuran hastaların çoğunluğunu 16 yaşın altındaki bireyler oluşturmaktadır. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına 2005-2015 yılları arasında başvuran 7980 bireyin yaş ortalaması 14 yıl 8 aydır. Benzer şekilde ülkemizde başka bir üniversitenin diş hekimliği fakültesinde ortodonti kliniğine başvuran hastaların yaş ortalaması $13,57 \pm 3,16$ yıl olarak rapor edilmiştir [236]. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurularak, çalışmamıza yaş ortalaması $15,6 \pm 1,92$ yıl olan 12-18 yaş arasında 18 birey dahil edilmiştir.

5.2.2. Yöntem

Ortodontik diş hareketini hızlandırmak için uygulanan cerrahi yaklaşımlarda biri olan SAD yöntemi, bukkal ve palatinal sulkuler tam kalınlık flep kaldırılmasını takiben kortikal kemiğe perforasyonlar ve/veya vertikal-horizontal kesiler uygulanması olarak özetlenebilir [132]. Yöntemin bu ilk tanımından sonra çeşitli

modifikasyonları ortodonti literatüründe tanıtılmıştır [9, 16, 160, 237]. Palatinal flep kaldırılmaması ve sulkuler insizyon yerine periodontal dokuları koruyabilmek için submarjinal Ochsenbein-luebke flep kullanılması da bu modifikasyonlardandır. Bukkal kortikotomi etkisiyle oluşan RAP'ın kolayca palatal bölgeyi etkisi altına alabileceği varsayımından yola çıkılarak, cerrahi zamanı kısaltmak ve post operatif konfor açısından palatal flep çalışmamızda kullanılmamıştır. Periodontal sağlığı ve papil bütünlüğünü bozmamak için de submarjinal Ochsenbein-luebke flep tercih edilmiştir [6].

SAD işleminde amaç, RAP oluşturarak diş hareketini hızlandırmaktır. Kortikotominin hızlandırma etkisi kemik "aktivasyonunun" etki süresi ile sınırlıdır. RAP'ın insan vücudunda birkaç gün içinde başladığı, 1-2 ayda en üst seviyeye ulaştığı bildirilmiştir [14]. RAP'ın cerrahi müdahaleden kaç ay sonra etkisini kaybettiği konusunda literatürde farklı görüşler vardır. Dibart ve arkadaşları [238] RAP etkisinin 6 ay, Charavet ve arkadaşları [160] 4 ay, Cano ve arkadaşları [13] ise 3-4 ay sürdüğünü belirtmişlerdir. Aboul-Ela ve arkadaşları [6] konvansiyonel ve hızlandırılmış kanin retraksiyonunu inceledikleri çalışmalarında SAD işlemi sonrasında 4 ay boyunca diş hareketini takip etmişlerdir. RAP'ın ilk 3 ay boyunca etkili olduğunu, 4. ayda RAP etkisinin görülmediğini ve meydana gelen diş hareket miktarının konvansiyonel kanin retraksiyonuyla aynı olduğunu bildirmişlerdir. Bu veriler doğrultusunda çalışmamızda SAD sonrası bireylerin kanin retraksiyonu 3 ay boyunca takip edilmiştir.

Piezocerrahi cihazının kortikotomiler için kullanılması Vercellotti tarafından 2004 yılında önerilmiştir [153]. Bu cihazın en büyük avantajı sadece mineralize dokulara selektif kesiler yapılabilecek mikro titreşimlere izin vermesi ve bunun sonucunda komşu yumuşak dokularda minimal hasara neden olarak hızlı doku iyileşmesi sağlamasıdır. Piezocerrahi cihazı mikroişyasiv osteotomi özelliği ile hassas ve maksimum cerrahi kontrol sağlarken, selektif kesim özelliği ile de kök bütünlüğünün korunmasına ve kök çevresinde güvenli kortokotomi yapılmasına yardımcı olmaktadır [153]. Abu-Hussein ve arkadaşları [237] mikro-motor ve piezocerrahi cihazı ile yapılan kortikotomileri karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda iki cihazında eşit oranda etkili olduğunu ve piezocerrahi cihazı kullanılan hastalarda post operatif ağrı ve şişliğin daha az olduğunu söylemişlerdir.

Ayrıca piezocerrahi cihazı ile daha kusursuz vertikal kesiler yapılabileceğini belirtmişlerdir [13, 237]. Bu neden ile çalışmamızda vertikal kesiler piezocerrahi cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Hızlandırılmış kanin retraksiyonu yapılacak hastalara uygulanacak SAD işlemi diş çekiminden hemen sonra [5-7] veya diş çekimini takip eden aylarda [9, 158] yapılabilmektedir. Diş çekimleri, inflamasyon mediatörlerinin aktivitelerinde artışa neden olarak diş hareket hızını değiştirebilmekte ve çekim bölgesinde RAP oluşturabilmekte, bu durum da diş hareketini hızlandırmak için uygulanan yöntemlerin etkilerini gölgeleyebilmektedir [9, 145]. Çalışmamızda SAD yöntemlerinin saf etkisini görebilmek için diş çekimleri sabit ortodontik tedavinin başında yapılmıştır.

SAD işlemi sonrasında kuvvet uygulanmasına başlama süresi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır [13]. Birçok araştırmacı [5, 7, 9, 125, 158] cerrahi işlemden hemen sonra kuvvet uygulanmasını önerirken, Köle [239] cerrahiden 8 gün sonra, Wilcko [143] ise bir veya iki haftalık iyileşme süresi geçtikten sonra kuvvet uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Cano [13] da başlangıç kuvvetinin cerrahi işlemden en geç 2 hafta sonra uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada cerrahi sonrası ortodontik kuvvet Köle [239] ve Wilcko'nun [143] belirttiği gibi cerrahi bölgesinde yara iyileşmesi ve cerrahinin hastada yarattığı rahatsızlıkların geçmesi için bir hafta sonra, dikişlerin alınmasını takiben uygulanmıştır.

SAD sonrası uygulanan kuvvetin aktivasyonunun RAP'ın etkili olduğu ilk aylarda 2 haftada bir [7, 13, 237], 4 haftada bir [6] veya ilk ayda 1.hafta, 2.hafta ve 4.haftadan sonra 4 haftada bir [158] yapılmasını gerektiğini savunan araştırmacılar vardır. Kapalı NiTi yayların (Dentsply GAC International, Bohemia, NY, ABD), in vivo ortamda 4 hafta sonunda başlangıç kuvvetlerinin sadece %12'sini kaybettikleri bilinmektedir [183]. Bu bilgilerden yola çıkarak çalışmamızda aktivasyon süresi 4 hafta olacak şekilde planlanmıştır.

Literatürde kanin retraksiyonu için farklı tekniklerde farklı kuvvetler önerilmekte ve kullanılmaktadır. Kanin retraksiyonu için Storey ve Smith [161] 150-200 gr, Ricketts [179] 75-100 gr, Iwasaki [176] 60 gr, Quinn ve Yoshikawa [166] 70-140 gr,

Reitan [162] 150-250 gr, Ren [168] 277 gr (272 cN) kuvvetin yeterli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Gianelly'de [184] kanin dişin retraksiyonu için .022" slotlu braketlerde .016"x.022" SS ark teli üzerinde NiTi yaylar ile 150 gr kuvvet uygulanmasını önermektedir. Bu çalışmalar değerlendirildikten sonra çalışmamızda kanin retraksiyonu için 150 gr kuvvet uygulanmıştır.

Kanin dişlerin retraksiyonu için kullanılan ark teli boyunca retraksiyon sağlayan sürtünmeli sistem ve dişin ark teli ile birlikte retrakte edildiği sürtünmesiz sistem arasındaki farkları araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır [189, 214, 240]. Sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonunun, kanin rotasyonunun, okluzal düzlem eğiminin ve ark formunun kontrolü açısından sürtünmesiz sisteme göre daha avantajlı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur [189, 225]. Sürtünmesiz sistemin temel dezavantajları zembereklerin hastaları rahatsız etmesi, hataya ve diş faktörlerin etkilerine açık olması ve hazırlanmasının zaman almasıdır [189]. Bu nedenlere ek olarak, yapılan bükümlerin diş etinde oluşturabileceği irritasyon sonucunda oluşacak inflamasyonun diş hareketi hızını etkileme olasılığını ortadan kaldırmak ve kanin retraksiyonu için uygulanacak kuvvet büyüklüğünü standardize edebilmek için çalışmamızda sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu tercih edilmiştir.

Sürtünmeli sistem ile yapılan kanin retraksiyonu, seviyeleme aşamasından sonra genellikle elastomerik zincir ve kapalı NiTi yayların yardımıyla yapılmaktadır [167, 192]. Kapalı NiTi yaylar şekil hafızası ve süperelastisite özellikleri sayesinde devamlı ve ideale yakın kuvvet uygulayabildikleri için boşluk kapatmada sıklıkla tercih edilmektedirler [167, 195, 198, 199]. Çalışmamızda bu özelliklerinden dolayı kapalı NiTi yayların kullanılmasına karar verilmiştir.

Kapaklı braketler, yarattıkları sürtünmesiz ortamla daha iyi kaydırma mekaniği oluşturma [241] ve hafif kuvvetlere izin vererek dişleri biyolojik cevapla daha etkili şekilde hedeflenen konumlarına getirme felsefesiyle geliştirilmiştir [242]. Kapaklı braket sistemleri, elastomerik ligatürlerin plastik deformasyona uğraması, plak tutulumuna neden olması ve renklenmesi gibi dezavantajlarını ortadan kaldırmak, ligatürleme ile oluşan sürtünme kuvvetini elimine ederek daha iyi kaydırma mekanikleri uygulamak için sıklıkla kullanılmaktadır [243, 244]. Kanin retraksiyonu

sırasında ligasyon farklılıkları nedeniyle hem retraksiyon miktarı değişebilmekte hem de devrilme hareketi görülebilmektedir [208]. Ligasyon için kullanılan materyalin ve ligasyon kuvvetinin sürtünme üzerindeki etkisini standardize edebilmek için çalışmamızda kanin dişlerin braketleri kapaklı braketlerden seçilmiştir.

Maksimum ankraj, distal tip back veya bukkal kök torku bükümleri, transpalatal ark, nance apareyi, headgear ve TAD (mini vidalar, mini plak, palatal implantlar) kullanımı ile posterior dişlerin çekim boşluğuna doğru hareketinin engellenmesidir [202-204]. Ağız dışı ankraj sistemlerinin hasta kooperasyonuna bağlı olması, ağız için ankraj sistemlerinin ise çoğunlukla birkaç dişsel ankraj sistemine ve periodontal desteğe ihtiyaç duymasından dolayı TAD'lar daha ideal sonuçlar vermektedir [205]. Herhangi bir cerrahi müdahale gerektirmeden yerleştirilebilmesi, hasta kooperasyonuna gerek olmaması ve diğer dental dokulardan destek almaması nedeni ile çalışmamızda maksiller 2. premolar ve 1. molar dişler arasında bukkalden yerleştirilen self drilling mini vidalardan destek alınarak maksimum ankraj sağlanmıştır.

5.3. Bulgular

5.3.1. Kanin retraksiyon miktarı ve hızına ait bulgular

Çalışmamızda kanin dişlerde meydana gelen retraksiyon miktarları dişlere 150 gr kuvvet uygulanmasından 1 ay, 2 ay ve 3 ay sonra değerlendirilmiştir. Ölçülen ortalama değerler perforasyon tarafında sırası ile 1,18 mm, 1,06 mm, 1,05 mm, vertikal kesi tarafında ise 1,31 mm, 1,18 mm, 0,70 mm bulunmuş ve taraflar arasında bu değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p=0,087$, $p=0,514$, $p=0,069$) (Çizelge 4.2). Kanin retraksiyonunun başlangıcı ve 3. ayına kadar meydana gelen toplam retraksiyon miktarı vertikal kesi tarafında 3,12 mm, perforasyon tarafında ise 3,27 mm'dir ($p=0,577$) (Çizelge 4.3) ve taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Bu bulgu SAD ile oluşturulan travmanın şeklinin değil, büyüklüğünün inflamatuvar cevabı ve dolayısı ile diş hareketi hızını etkilediği [27] görüşü ile birlikte değerlendirildiğinde, 3 vertikal kesi ve ortalama 20 perforasyon olarak iki farklı şekilde uygulanan SAD'ın

uygulama bölgesinde aynı düzeyde inflamatuvar reaksiyon oluşturduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen aylık retraksiyon değerleri Alikhani ve arkadaşları [9] ve Al-Naoum ve arkadaşları [158] çalışmaları ile benzerdir. Alikhani ve arkadaşları [9] micro-osteoperforasyon ile hızlandırılmış kanin retraksiyonunu kontrol grubu ile karşılaştırdığı çalışmalarında, maksiller 1. premolar çekimlerinden 6 ay sonra uygulanan micro-osteoperforasyonlar sonucu kanin hareket miktarının 1,2 mm civarı olduğu ve kontrol grubundaki konvansiyonel kanin retraksiyonuna göre 2,3 kat daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Al-Naoum ve arkadaşları [158] bukkal ve palatal flep kaldırarak SAD uygulaması ile hızlandırılmış kanin retraksiyonunu yaptıkları çalışmalarında 1. ay, 2. ay ve 3. ay sırasıyla 1,94 mm, 1,12 mm, 0,96 mm kanin hareketi gözlemlenmiştir. Kontrol grubuna göre 2-4 kat daha hızlı diş hareketi olduğu bildirilen bu çalışmada ilk ayda elde edilen değer çalışmamızdan yüksek iken takip eden aylarda çalışmamıza benzer değerler elde edildiği görülmektedir.

Çalışmamızda meydana gelen aylık retraksiyon miktarlarının literatürdeki diğer hızlandırılmış kanin retraksiyonu çalışmalarının bir kısmının sonuçlarına göre daha az olması dikkat çeken bir bulgudur. Çalışmalarda kullanılan mekanikler, cerrahi yöntem farklılıkları, diş çekimi zamanı gibi diş hareket hızını etkileyen faktörlerin yanı sıra ölçüm yöntemlerinin farklı olması da çalışmaların sonuçlarında farklılığa neden olmaktadır.

Kanin retraksiyonu öncesinde yapılan diş çekiminin tek başına inflamatuvar cevaba neden olarak diş hareketini hızlandırdığı bilinmektedir [9, 145]. Bu bilgiler doğrultusunda Aboul-Ela ve arkadaşları [6], Abbas ve arkadaşları [7], Jahanbakhshi ve arkadaşları [245] ve Aksakallı ve arkadaşlarının [5] yaptıkları çalışmalarda çalışmamızdan daha fazla kanin retraksiyonu gözlemlenmiş olmaları diş çekimi ve SAD uygulamasını aynı zamanda yapmış olmaları ile açıklanabilir.

Abbas ve arkadaşları [7] SAD yöntemini, piezocision yöntemi ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, SAD ile konvansiyonel kanin retraksiyonuna göre 1,5-2 kat daha hızlı diş hareketi görülürken, piezocision ile 1,5 kat daha hızlı diş hareketi rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarının bizim çalışmamıza göre fazla çıkması diş

çekimi zamanındaki farklılığın yanı sıra SAD yöntemi ile birlikte çekim socketinin mezial duvarının kaldırılması ile açıklanabilir. Jahanbakhshi ve arkadaşları [245] vertikal kesi ve perforasyonları birlikte uyguladıkları bireylerde hızlandırılmış kanin retraksiyonunu kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Dört aylık takip süresi sonunda çalışma grubunda 1., 2., 3. ve 4. ayda sırası ile 2,2 mm, 2 mm, 1,8 mm ve 1,4 mm kanin retraksiyonu rapor etmişlerdir. Çalışmada bölümlü arklarla (sürtünmesiz sistem) kanin retraksiyonu yapılması nedeniyle çalışmamıza göre daha fazla diş hareketi rapor edilmiş olabilir. Aksakallı ve arkadaşları [5] ise maksiller kanin dişlerin mezial ve distalinden geçecek şekilde flep kaldırmadan iki adet vertikal kesi ile hızlandırılmış kanin retraksiyonunu (piezocision yöntemi) yapmışlardır. Piezocision grubunda 1.ay 1,53 mm, 2.ay 1,37 mm kanin retraksiyonu rapor etmişlerdir. Rapor edilen değerler çalışmamızdaki vertikal kesi tarafına ait değerlere yakın ancak fazladır. Aksakallı ve arkadaşlarının [5] çalışmasında kanin retraksiyonu için .022” slot braketlerde .016”x.022” SS ark teli kullanmış ve kanin dişlerde retraksiyon sırasında meydana gelen devrilme değerlendirilmemiştir. Çalışmamızdan farklı sonuçlar elde edilmesi, Aksakallı ve arkadaşlarının [5] çalışmasında kullanılan braket-ark teli kombinasyonunda daha çok devrilme meydana gelmiş olma olasılığı ile açıklanabilir.

Çalışmamızda perforasyon tarafında aylık kanin retraksiyonu miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Vertikal kesi tarafında ise sadece 1. ay meydana gelen kanin retraksiyonu miktarı 3. ay meydana gelen kanin retraksiyonu miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla çıkmıştır. Vertikal kesi tarafında 3. ayda meydana gelen 0,70 mm kanin retraksiyonu miktarı (Çizelge 4.2), RAP'ın etkisinin vertikal kesi tarafında 2. aydan sonra azaldığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda kanin retraksiyonu hızını genel olarak değerlendirebilmek ve konvansiyonel kanin retraksiyonu çalışmalarının sonuçları ile karşılaştırabilmek için gözlem süresince elde edilen kanin hareket miktarı gözlem süresi olan 3 aya bölünerek kanin retraksiyon hızı hesaplanmış, vertikal kesi tarafında 1,06 mm/ay, perforasyon tarafında ise 1,10 mm/ay olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Sürtünmeli sistem ile yapılan konvansiyonel kanin retraksiyonu çalışmaları incelendiğinde bildirilen retraksiyon hızının 0,21 mm/ay – 1,81 mm/ay arasında değiştiği görülmektedir [246]. Bu aralıktaki değerlerin bir kısmı bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden daha düşük olmakla beraber, bir kısmı da diş hareketini hızlandırmak için bir müdahale yapılmamasına rağmen bizim çalışmamıza benzer hızda veya daha hızlı diş hareketi elde edilebildiğini işaret etmektedir. Bu durum çalışmalara dahil edilen bireylere ait biyolojik ve genetik faktörlerin [247, 248] yanısıra kayma direncine etki eden ark teli materyali ve boyutundaki [249-251], braketlerin mekanik ve fiziksel özelliklerindeki [177, 181, 252-254], ligasyon yöntemlerindeki [230, 247] ve braketler arası mesafelerdeki [255] farklılıklara bağlanabilir.

Köşeli ark telleri üzerinde kanin retraksiyonu yapılan çalışmalardan .016"x.022" SS ark telinin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, Thiruvengkatachari ve arkadaşları¹⁵³ .018" slot braket sisteminde, mini vida ankraji ile 0,93 mm/ay kanin retraksiyonu rapor etmişlerdir [178]. Bu çalışma kullanılan mekanikler yönünden çalışmamıza çok benzemekte olup, SAD uygulanmamasına rağmen çalışmamıza göre klinik olarak anlamlı olmayan bir fark görülmüştür. Moumneh ve arkadaşları [210] ise kullanılan braket slotunu belirtmedikleri çalışmalarında .016"x.022" SS ark teli üzerinde haftalık 0,39 mm (1,56 mm/ay) kanin retraksiyonu gözlemlemişlerdir. Diş çekiminden hemen sonra kanin retraksiyonunun başlanması ve kanin retraksiyon miktarı hesaplanırken molar ankraj kaybının gözardı edilmesi nedeniyle kanin retraksiyonunun çalışmamıza göre daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Herman ve arkadaşları [208] .022" slot braket sistemi kullandıkları çalışmalarında .017"x.025" SS ark teli üzerinde aylık 1,3 mm kanin retraksiyonu gözlemlemişlerdir. Kanin retraksiyonu ölçümü yapılırken molar ankraj kaybının dikkate alınmaması ve .017"x.025" SS ark telinde daha az binding oluşması nedeniyle çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızdan fazla çıkmış olabilir. Bokas ve Woods [174] .016"x.016" SS ark telleri üzerinde 1,68-1,85 mm/ay kanin retraksiyonu rapor etmişlerdir. Çalışmada kanin dişin devrilme miktarıyla ilgili bilgi verilmemektedir ve kanin retraksiyonu miktarının kasp tepesinden ölçülmesi nedeniyle sonuçlar devrilmeden etkilenmiş olabilir.

Literatürde kapaklı ve konvansiyonel braketler ile yapılmış kanin retraksiyonu çalışmaları incelendiğinde kapaklı braketlerinin konvansiyonel braketlere göre yuvarlak ve ince ark telleri kullanıldığında daha az sürtünme kuvveti olduğu fakat köşeli ve kalın ark telleri kullanıldığında ise braket sistemleri arasında sürtünme kuvveti yönünden farkın minimal olduğu belirtilmiştir [253, 256]. Alaşalvar [10] .018" ve .022" slot kapaklı ve konvansiyonel braketleri karşılaştırdığı tez çalışmasında, 0,90-1,15 mm/ay kanin hareketi rapor etmiştir. Gruplar arasında en hızlı hareket 1,15 mm/ay olup, .018" slot kapaklı braketlerde .016" SS ark telinin kullanıldığı grupta meydana gelmiştir. Çalışmamıza nazaran daha ince ve yuvarlak ark teli kullanılması ile sürtünme kuvvetinin azalması nedeniyle kanin retraksiyon miktarının çalışmamızın değerlerine benzer olduğu düşünülmektedir.

5.3.2. Kanin devrilme miktarına ait bulgular

Çalışmamızda kanin dişlerin devrilme miktarı 3D model üzerinden, diş uzun eksenini görülmeden yapıldığı için ölçümler tahmini değerleri yansıtmaktadır. Kanin devrilme miktarı, etik nedenler ile ekstra panoramik filmler alınmaması nedeniyle modeller üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmamızda maksiller kanin dişlerde devrilme miktarı; perforasyon tarafında $9,97^{\circ} \pm 5,08^{\circ}$, vertikal kesi tarafında $9,06^{\circ} \pm 5,7^{\circ}$ bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu bulgu kanin dişin SAD uygulanan her iki tarafta da distal yönde devrilerek hareket ettiğini göstermektedir. Ayrıca standart sapma değerinin yaklaşık 5° olması, kanin dişte meydana gelen devrilmenin geniş bir aralıkta olduğunu ve bireysel farklılık gösterdiğini düşündürmektedir. Taraflar arasında kanin devrilme miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p=0,569$).

Kanin dişin devrilme miktarı, ark telinin kalınlığı ve yapıldığı materyal, uygulanan kuvvet miktarı, kanin retraksiyon süresi, slot tipi, braket geometrisi ve kanin retraksiyon miktarından etkilenmektedir [10, 169, 177, 214, 240].

Literatürde hızlandırılmış kanin retraksiyonu yapılan çalışmalar tarandığında, Abbas ve arkadaşları [7] uyguladıkları SAD ve piezocision yöntemleri arasında kanin devrilme miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenemedikleri çalışmalarında kanin dişte 2° - 3° devrilme rapor etmişlerdir. Fakat çalışmada

kullanılan braketle ilgili bilgi verilmemiştir. Kanin devrilme miktarı, kullanılan braket geometrisinden ve cone-beam bilgisayarlı tomografı ile yapılan ölçüm yöntemi farklılığından kaynaklı olarak çalışmamıza göre daha az gözlemlenmiş olabilir.

Sürtünmeli sistem ile konvansiyonel kanin retraksiyonu yapılan çalışmalar incelendiğinde Rhee ve arkadaşları [189] .018" slot braket sistemi kullandıkları typadont çalışmalarında .016"x.022" SS ark telinde 9,08°, Ziegler ve Ingervall [214] 6 mm'lik kanin retraksiyonu sonucunda kanin dişte 8,5° devrilme rapor etmişlerdir. Bu değerler çalışmamızla uyumlu bulunmuştur.

Hayashi ve arkadaşları [225] sürtünmeli sistem ile kanin retraksiyonu sonrası kanin dişte $7,94^{\circ} \pm 1,83^{\circ}$ devrilme gözlemlenmişlerdir. Çalışmamıza göre daha az devrilme görülmesi kullanılan ark telinin çalışmamıza göre daha ince olmasına rağmen retraksiyon süresinin 2 ay olmasına bağlı olabilir.

Kapaklı ve konvansiyonel braketler arasındaki farkların inceleyen Oz ve arkadaşları [224] ve da Costa Monini ve arkadaşları [175] kanin dişin devrilme miktarı ile slot tipleri arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Oz ve arkadaşları [224] .019"x.022" SS ark teli üzerinde kapaklı ve konvansiyonel braketlerde kanin dişte 5°-6° devrilme gözlemlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmemiştir. Çalışmanın toplamda 8 hafta sürmesi, çalışmada kullanılan köşeli ve kalın ark telinin etkisi ile kanin diş devrilme miktarı çalışmamıza göre az çıkmış olabilir. da Costa Monini ve arkadaşları [175] ise kanin dişte gözlemledikleri 10°-11°'lik devrilme miktarının gruplar arasında istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada kanin retraksiyonu süresi ve de kullanılan yuvarlak ark teli nedeniyle devrilme miktarı fazla çıkmış olabilir. Bu görüşlere karşı kanin dişte 4,23°-9,7° arası devrilme rapor eden Alaşalvar [10] kapaklı braketlerde kanin devrilme miktarının konvansiyonel braketlere göre daha fazla olduğunu bildirmiş ve en fazla devrilmenin .018" slot kapaklı braketlerde .016" SS ile kanin retraksiyonu yapılan grupta bulunmuştur.

5.3.3. Kanin rotasyon miktarına ait bulgular

Çalışmamızda retraksiyon sonrası maksiller kanin dişlerde perforasyon tarafında $8,11^{\circ} \pm 4,85^{\circ}$, vertikal kesi tarafında ise $7,79^{\circ} \pm 4,09^{\circ}$ kanin rotasyonu meydana gelmiştir (Çizelge 4.3). Vertikal kesi ve perforasyon tarafları arasında kanin rotasyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,790$).

Kanin diş, direnç merkezinin labialinden geçen bir kuvvet ile retrakte edildiğinde distopalatal yönde rotasyona uğrama eğilimindedir [188, 191]. Retraksiyon amacıyla kanin dişe uygulanan distal yönlü kuvvet, dişin direnç merkezinden geçmediği için çalışmamızın sonuçları diğer çalışmalarla [4, 189, 214, 225] uyumlu bulunmuştur.

Sürtünmeli sistem ile yapılan kanin retraksiyonu çalışmaları incelendiğinde Ziegler ve Ingervall [214] çalışmalarında 24° , Hayashi ve arkadaşları [225] 2 aylık gözlem süresi sonucunda $4,07^{\circ}$, Rhee ve arkadaşları [189] typadont çalışmalarında $13,20^{\circ}$ kanin rotasyonu rapor etmişlerdir. Mezomo ve arkadaşları [4] kapaklı ve konvansiyonel braket sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında $9,15^{\circ}$ - $12,27^{\circ}$ kanin rotasyonu rapor etmişlerdir. Literatürde incelenen çalışmalarda gözlemlenen farklı kanin rotasyonu değerleri, çalışmalarda kullanılan ark teli boyutlarından, retraksiyon süresinden ve çalışma dizaynının in vitro veya klinik olmasından kaynaklı olarak farklılık göstermiş olabilir.

5.3.4. Kanin intrüzyon miktarına ait bulgular

Çalışmamızda retraksiyon sonrası maksiller kanin dişlerde perforasyon tarafında $0,52 \pm 0,39$ mm, vertikal kesi tarafında ise $0,59 \pm 0,43$ mm kanin intrüzyonu meydana gelmiştir (Çizelge 4.3). Bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,406$).

Çalışmamızda kanin dişe etki eden kuvvet vektörü, distal yönde horizontal bileşenin yanı sıra apikal yönde vertikal bileşene de sahiptir. Bu nedenle kanin dişte distale hareket sırasında bir miktar intrüzyon meydana gelmiştir.

Literatür incelendiğinde sürtünmeli sistem kullanılarak yapılan kanin retraksiyonu çalışmalarında kanin dişin vertikal hareketini inceleyen çalışma sayısı çok azdır. Rhee ve arkadaşları [189] .018" slot braket sisteminde .016"x.022" SS ark telleri üzerinde molar dişten kanin dişe kapalı NiTi yay ile 160-200 gr kuvvet uyguladıkları tyodont çalışmalarında kanin retraksiyonu sırasında, kanin dişe doğrusal olarak uygulanan distal kuvvet sonucunda kanin dişte devrilme ile birlikte ekstrüzyon gözlemlenmiştir.

Lai ve arkadaşları [257] headgear, mini vida ve mini plak ankrajı ile kanin retraksiyonunu inceledikleri çalışmalarında, alçı modellerin 3D değerlendirmesi sonucunda mini vida grubunda kanin dişte 0,8 mm ekstrüzyon görülürken, mini plak grubunda 0,3 mm intrüzyon gözlemlenmiştir. Fakat yapılan bu çalışmada mini vidaların yerleştirildiği bölgeler ya da uygulanan mekanizmalar hakkında bilgi verilmemiştir.

Ozkan ve Bayram [258] direkt ve indirekt mini vida ankrajı ile kanin retraksiyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, direkt ankraj grubunda reverse closing loop ile ortalama 0,72 mm, Ladanyi zemberek ile 1,54 mm kanin intrüzyonu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen intrüzyon miktarlarının çalışmamıza göre fazla olması, kullanılan mekanikler, retraksiyon süresi ve kanin dişlerin fazla devrilmesinden (15°-16°) kaynaklanmaktadır.

5.3.5. Cep derinliği ölçümlerine ait bulgular

Çalışmamızda kanin retraksiyonu sonunda cep derinliğinin normal değerlerde [259] (hem vertikal kesi hem de perforasyon taraflarında maksiller kanin ve 2.premolar dişin proksimal bölgelerinde 2-3 mm, bukkal bölgelerinde ise 1-2 mm) kaldığı izlenmiştir.

Literatürde ortodontik tedavilerin cep derinliğine etkileri hala tartışılan bir konudur. Bazı araştırmacılar ortodontik tedavilerin cep derinliğine etkisi olmadığını söylerken [260-262], bazıları ise cep derinliğinde artış [263-266] gözlemlenmiştir. Ortodontik tedavi süresince gingival büyümeyi takiben cep derinliğinde ataçman kaybı olmaksızın artış olabilmektedir. Bu artış iyi oral hijyene sahip hastalarda bile

görülebilmekte ve debonding işlemi sonrasında 48 saat içinde iyileşebilmektedir. Bu nedenle yapılan ortodontik uygulamaların, plak nedenli periodontal hastalıktan farklı olarak periodontal sağlık üzerinde etkisi olduğu söylenmektedir [267].

Bulgularımızı destekler şekilde, kortikotomi destekli ortodontik tedavilerin periodonsiyum üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda Köle [239], Charavet ve arkadaşları [160], Wilcko ve arkadaşları [142], lino ve arkadaşları [268] periodontal sağlığın korunduğunu belirtmişlerdir.

Anholm ve arkadaşları [269] şiddetli çapraşıklığı olan hastayı kortikotomi desteği ile çekimsiz tedavi ettikleri vaka raporunda tedavi sonunda periodonsiyumun sağlıklı olduğunu rapor etmiştir.

Gantes ve arkadaşları [270] kortikotomi destekli kanin retraksiyonu yaptıkları çalışmalarında periodontal sağlığı incelemişlerdir. Tedavi sonunda cep derinliklerinde az miktarda artış olduğu, maksiller kanin dişlerde cep derinliğinin ortalama 2,4 mm ve 2.premolar dişlerde ise 2,6 mm olduğunu rapor etmişlerdir.

Aboul-Ela ve arkadaşları [6] SAD ile hızlandırılmış kanin retraksiyonunu konvansiyonel kanin retraksiyonu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında cep derinliği, ataçman kaybı ve diş eti çekilmesinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulmamıştır. Uygulanan kortikotomi cerrahisinin periodonsiyum üzerinde olumsuz yan etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda periodonsiyumun ve papillerin sağlığını koruyabilmek için serbest diş eti kenarının 4 mm apikalinden flep sınırları başlatılmıştır. Flep sınırları içinde uygulanan SAD yöntemleri marginal kemik kenarının neredeyse 1-1,5 mm apikalinden başlatılmıştır. Bu önlemlerin sonucunda çalışmamızda periodontal sağlık, cep derinliği açısından korunmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Retrakte edilecek kanin dişin mezialinde, distalinde ve çekim boşluğunun ortasında vertikal kesiler ve aynı bölgeye perforasyonlar yapılarak uygulanan iki farklı SAD yönteminin 3 aylık süreçte kanin diş hareketi miktarı ve hızı üzerindeki etkileri arasında fark bulunmamıştır.
2. Çalışmanın sonuçları, çalışmanın başında oluşturulan " uygulanan iki farklı SAD yönteminin kanin dişlerin retraksiyon miktarı, retraksiyon hızı, kanin rotasyonu, kanin intrüzyonu ve periodontal cep derinliği üzerindeki etkileri benzerdir" hipotezini doğrulamaktadır.
3. Çalışmamızda, dekortikasyonların şekli dışındaki tüm cerrahi uygulamaların ve kullanılan mekaniklerin taraflar arasında fark göstermemesine özen gösterilmiş, iki farklı yöntem aynı bireye uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır; bu nedenle, sonuçlar kortikotominin şeklinin diş hareketi hızı üzerinde etkisi olmadığı şeklinde yorumlanmıştır.
4. Diş hareket miktarı ve hızı açısından iki yöntem arasında fark bulunmamasından iki uygulamanın benzer büyüklükte travmaya neden olduğu ve buna bağlı olarak benzer düzeyde RAP oluşturduğu çıkarımı yapılabilir. Ancak bunun kemik yapım-yıkım belirteçlerinin değerlendirilebildiği biyokimyasal çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir.
5. Çalışmamızda elde edilen diş hareket hızı değerlerinin, literatürde yer alan farklı SAD yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmalarda elde edilen değerlerle karşılaştırıldıklarında daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç çalışmalar arasındaki diş çekimi zamanlamasındaki farklılığa bağlanmıştır. Bu doğrultuda diş çekiminin oluşturduğu travmanın SAD'a bağlı oluşan travmaya eklendiği ve RAP'ı desteklediği düşünülerek bu iki girişimin mümkün olan en kısa aralıkla gerçekleştirilmesini önerebiliriz.
6. Çalışmamızda her iki yöntemle elde edilen ortalama diş hareketi hızı, diş hareketini hızlandırmak için hiç bir müdahalenin yapılmadığı çalışmalarda bildirilen ortalama hızdan klinik olarak anlamlı düzeyde farklı değildir. Bu durum kullanılan mekaniklere bağlanabileceği gibi, çalışmamızda izlenen yöntemlerle oluşturulan RAP'in demineralizasyon etkisinin insanlarda diş hareketini hızlandıracak yoğunlukta olmadığını düşündürmektedir.

7. SAD yöntemlerinin ortodontik diş hareketin hızlandırmak amacı ile rutin olarak kullanılabilmesi için zaman açısından avantaj sağladıklarının ve bu sırada periodontal dokularda ve dişlerde kalıcı hasara sebep olmadıklarının daha çok sayıda çalışma ile desteklenmesi gerekmektedir.



KAYNAKLAR

1. Long, H., Pyakurel, U., Wang, Y., Liao, L., Zhou, Y. and Lai, W. (2013). Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 83(1), 164-171.
2. Vig, P. S., Weintraub, J. A., Brown, C. and Kowalski, C. J. (1990). The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 97(1), 45-51.
3. Fink, D. F. and Smith, R. J. (1992). The duration of orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102(1), 45-51.
4. Mezomo, M., De Lima, E. S., De Menezes, L. M., Weissheimer, A. and Allgayer, S. (2011). Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets. *The Angle Orthodontist*, 81(2), 292-297.
5. Aksakalli, S., Calik, B., Kara, B. and Ezirganli, S. (2016). Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*, 86(1), 59-65.
6. Aboul-Ela, S. M., El-Beialy, A. R., El-Sayed, K. M., Selim, E. M., El-Mangoury, N. H. and Mostafa, Y. A. (2011). Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(2), 252-259.
7. Abbas, N. H., Sabet, N. E. and Hassan, I. T. (2016). Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(4), 473-480.
8. Liou, E. J. and Huang, C. S. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(4), 372-382.
9. Alikhani, M., Raptis, M., Zoldan, B., Sangsuwon, C., Lee, Y. B., Alyami, B., Corpodian, C., Barrera, L. M., Alansari, S., Khoo, E. and Teixeira, C. (2013). Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 639-648.
10. Alaşalvar, F. (2015). *Farklı Braket Tipi ve Ark Teli Uygulamalarının Kanin Distalizasyonuna Etkilerinin Klinik Olarak Karşılaştırılması*, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
11. Uzuner, D. F. (2000). *Sabit Ortodontik Tedavide Kanin Retraksiyonu Safhasında kanin Diş Üzerine Uygulanan Kortikotomi'nin Diş Hareketi Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

12. Genç, G. (2010). *Düşük Doz Lazer Uygulamalarının Ortodontik Diş Hareketi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi*, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
13. Cano, J., Campo, J., Bonilla, E. and Colmenero, C. (2012). Corticotomy-assisted orthodontics. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 4(1), 54-59.
14. Amit, G., Jps, K., Pankaj, B., Suchinder, S. and Parul, B. (2012). Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 4(5), 292-296.
15. Dibart, S., Sebaoun, J. D. and Surmenian, J. (2009). Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 30(6), 342-344, 346, 348-350.
16. Kim, Y. S., Kim, S. J., Yoon, H. J., Lee, P. J., Moon, W. and Park, Y. G. (2013). Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(1), 23-31.
17. Melsen, B. (2012). *Adult Orthodontics*. UK: Wiley-Blackwell.
18. Martin, T. J. and Seeman, E. (2008). Bone remodelling: its local regulation and the emergence of bone fragility. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 22(5), 701-722.
19. Frost, H. M. (1990). Skeletal structural adaptations to mechanical usage (SATMU): 1. Redefining Wolff's law: the bone modeling problem. *The Anatomical Record*, 226(4), 403-413.
20. Huang, H., Williams, R. C. and Kyrkanides, S. (2014). Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(5), 620-632.
21. Baron, R. and Kneissel, M. (2013). WNT signaling in bone homeostasis and disease: from human mutations to treatments. *Nature Medicine*, 19(2), 179-192.
22. Roberts, W. E., Huja, S. and Roberts, J. A. (2004). Bone modeling: biomechanics, molecular mechanisms, and clinical perspectives. *Seminars in Orthodontics*, 10, 123-161.
23. Verna, C., Dalstra, M. and Melsen, B. (2000). The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *European Journal of Orthodontics*, 22(4), 343-352.
24. Nanda, R. and Kapila, S. (2010). *Current Therapy in Orthodontics*. St. Louis Missouri: Mosby Elsevier.

25. Krishnan, V. and Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 469 e461-432.
26. Andrade, I., Taddei, S. R. A. and Souza, P. E. A. (2012). Inflammation and Tooth Movement: The Role of Cytokines, Chemokines, and Growth Factors. *Seminars in Orthodontics*, 18(4), 257-269.
27. Alansari, S., Sangsuwon, C., Vongthongleur, T., Kwal, R., Teo, M. C., Lee, Y. B., Nervina, J., Teixeira, C. and Alikhani, M. (2015). Biological principles behind accelerated tooth movement. *Seminars in Orthodontics*, 21(3), 151-161.
28. Vishwakarma, A., Sharpe, P., Shi, S. and Ramalingam, M. (2015). *Stem Cell Biology and Tissue Engineering in Dental Sciences*. Oxford, UK: Elsevier Inc.
29. Uematsu, S., Mogi, M. and Deguchi, T. (1996). Interleukin (IL)-1 beta, IL-6, tumor necrosis factor-alpha, epidermal growth factor, and beta 2-microglobulin levels are elevated in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*, 75(1), 562-567.
30. Krishnan, V. and Davidovitch, Z. (2009). On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*, 88(7), 597-608.
31. Dai, J. and Rabie, A. B. (2007). VEGF: an essential mediator of both angiogenesis and endochondral ossification. *Journal of Dental Research*, 86(10), 937-950.
32. Mostafa, Y. A., Mohamed Salah Fayed, M., Mehanni, S., Elbokle, N. N. and Heider, A. M. (2009). Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(4), 570-577.
33. Wang, L., Lee, W., Lei, D. L., Liu, Y. P., Yamashita, D. D. and Yen, S. L. (2009). Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(6), 770-711.
34. Iino, S., Sakoda, S., Ito, G., Nishimori, T., Ikeda, T. and Miyawaki, S. (2007). Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), 441-448.
35. Horwood, N. J., Udagawa, N., Elliott, J., Grail, D., Okamura, H., Kurimoto, M., Dunn, A. R., Martin, T. and Gillespie, M. T. (1998). Interleukin 18 inhibits osteoclast formation via T cell production of granulocyte macrophage colony-stimulating factor. *The Journal of Clinical Investigation*, 101(3), 595-603.
36. Teixeira, C. C., Khoo, E., Tran, J., Chartres, I., Liu, Y., Thant, L. M., Khabensky, I., Gart, L. P., Cisneros, G. and Alikhani, M. (2010). Cytokine

- expression and accelerated tooth movement. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1135-1141.
37. Phan, T. C., Xu, J. and Zheng, M. H. (2004). Interaction between osteoblast and osteoclast: impact in bone disease. *Histology Histopathology*, 19(4), 1325-1344.
 38. Lerner, U. H. (2012). Osteoblasts, Osteoclasts, and Osteocytes: Unveiling Their Intimate-Associated Responses to Applied Orthodontic Forces. *Seminars in Orthodontics*, 18(4), 237-248.
 39. Heino, T. J. and Hentunen, T. A. (2008). Differentiation of osteoblasts and osteocytes from mesenchymal stem cells. *Current Stem Cell Research & Therapy*, 3(2), 131-145.
 40. Yamashita, T., Takahashi, N. and Udagawa, N. (2012). New roles of osteoblasts involved in osteoclast differentiation. *World Journal of Orthopedics*, 3(11), 175-181.
 41. Hassan, A. H., Al-Fraidi, A. A. and Al-Saeed, S. H. (2010). Corticotomy-assisted orthodontic treatment: review. *The Open Dentistry Journal*, 4159-164.
 42. Sunku, R., Roopesh, R., Kancharla, P., Perumalla, K. K., Yudhistar, P. V. and Reddy, V. S. (2011). Quantitative digital subtraction radiography in the assessment of external apical root resorption induced by orthodontic therapy: a retrospective study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(6), 422-428.
 43. Jiang, R. P., Mcdonald, J. P. and Fu, M. K. (2010). Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. *European Journal of Orthodontics*, 32(6), 693-697.
 44. Richter, A. E., Arruda, A. O., Peters, M. C. and Sohn, W. (2011). Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(5), 657-664.
 45. Ikeda, T., Yamaguchi, M., Meguro, D. and Kasai, K. (2004). Prediction and causes of open gingival embrasure spaces between the mandibular central incisors following orthodontic treatment. *Australian Orthodontic Journal*, 20(2), 87-92.
 46. Brin, I., Tulloch, J. F., Koroluk, L. and Philips, C. (2003). External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(2), 151-156.
 47. Polat, O. and Karaman, A. I. (2004). Ortodontik Disjunkt Hareketi ve Biyokimyasal Ajanlar. *Tu rk Ortodonti Dergisi*, 17, 140-147.

48. Soma, S., Iwamoto, M., Higuchi, Y. and Kurisu, K. (1999). Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14(4), 546-554.
49. Soma, S., Matsumoto, S., Higuchi, Y., Takano-Yamamoto, T., Yamashita, K., Kurisu, K. and Iwamoto, M. (2000). Local and chronic application of PTH accelerates tooth movement in rats. *Journal of Dental Research*, 79(9), 1717-1724.
50. Takano-Yamamoto, T., Kawakami, M., Kobayashi, Y., Yamashiro, T. and Sakuda, M. (1992). The effect of local application of 1,25-dihydroxycholecalciferol on osteoclast numbers in orthodontically treated rats. *Journal of Dental Research*, 71(1), 53-59.
51. Kale, S., Kocadereli, I., Atilla, P. and Asan, E. (2004). Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(5), 607-614.
52. Collins, M. K. and Sinclair, P. M. (1988). The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94(4), 278-284.
53. Kawakami, M. and Takano-Yamamoto, T. (2004). Local injection of 1,25-dihydroxyvitamin D3 enhanced bone formation for tooth stabilization after experimental tooth movement in rats. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 22(6), 541-546.
54. Angeli, A., Dovo, A., Sartori, M. L., Masera, R. G., Ceoloni, B., Prolo, P., Racca, S. and Chiappelli, F. (2002). Interactions between glucocorticoids and cytokines in the bone microenvironment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 966, 97-107.
55. Kalia, S., Melsen, B. and Verna, C. (2004). Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 7(1), 26-34.
56. Ashcraft, M. B., Southard, K. A. and Tolley, E. A. (1992). The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102(4), 310-319.
57. Malone, J. D., Teitelbaum, S. L., Griffin, G. L., Senior, R. M. and Kahn, A. J. (1982). Recruitment of osteoclast precursors by purified bone matrix constituents. *The Journal of Cell Biology*, 92(1), 227-230.
58. Lucas, P. A. and Caplan, A. I. (1988). Chemotactic response of embryonic limb bud mesenchymal cells and muscle-derived fibroblasts to transforming growth factor-beta. *Connective Tissue Research*, 18(1), 1-7.
59. Hashimoto, F., Kobayashi, Y., Mataka, S., Kobayashi, K., Kato, Y. and Sakai, H. (2001). Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth

- movement induced by a closed coil spring in rats. *European Journal of Orthodontics*, 23(5), 535-545.
60. Van't Hof, R. J. and Ralston, S. H. (2001). Nitric oxide and bone. *The Journal of Immunology*, 103(3), 255-261.
 61. Shirazi, M., Nilforoushan, D., Alghasi, H. and Dehpour, A. R. (2002). The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist*, 72(3), 211-215.
 62. Akin, E., Gurton, A. U. and Olmez, H. (2004). Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(5), 608-614.
 63. Coleman, R. A., Kennedy, I., Humphrey, P. A., Bunce, K. and Lumley, P. (1990). *Comprehensive Medicinal Chemistry*. Oxford: Pergamon Press.
 64. Valiathan, A. and Dhar, S. (2006). Prostaglandins & Enhanced Orthodontic Tooth Movement: In Search of the Silver Bullet. *Current Science*, 90(3), 311-313.
 65. Yamasaki, K., Miura, F. and Suda, T. (1980). Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *Journal of Dental Research*, 59(10), 1635-1642.
 66. Yamasaki, K. (1983). The role of cyclic AMP, calcium, and prostaglandins in the induction of osteoclastic bone resorption associated with experimental tooth movement. *Journal of Dental Research*, 62(8), 877-881.
 67. Yamasaki, K., Shibata, Y., Imai, S., Tani, Y., Shibasaki, Y. and Fukuhara, T. (1984). Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 85(6), 508-518.
 68. Leiker, B. J., Nanda, R. S., Currier, G. F., Howes, R. I. and Sinha, P. K. (1995). The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(4), 380-388.
 69. Ferrara, N., Houck, K., Jakeman, L. and Leung, D. W. (1992). Molecular and biological properties of the vascular endothelial growth factor family of proteins. *Endocrine Reviews*, 13(1), 18-32.
 70. Kaku, M., Kohno, S., Kawata, T., Fujita, I., Tokimasa, C., Tsutsui, K. and Tanne, K. (2001). Effects of vascular endothelial growth factor on osteoclast induction during tooth movement in mice. *Journal of Dental Research*, 80(10), 1880-1883.
 71. Kohno, S., Kaku, M., Tsutsui, K., Motokawa, M., Ohtani, J., Tenjo, K., Tohma, Y., Tokimasa, C., Fujita, T., Kawata, T. and Tanne, K. (2003). Expression of vascular endothelial growth factor and the effects on bone

- remodeling during experimental tooth movement. *Journal of Dental Research*, 82(3), 177-182.
72. Gurton, A. U., Akin, E., Sagdic, D. and Olmez, H. (2004). Effects of PGI₂ and TxA₂ analogs and inhibitors in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 74(4), 526-532.
 73. Rubin, C., Turner, A. S., Muller, R., Mitra, E., Mcleod, K., Lin, W. and Qin, Y. X. (2002). Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17(2), 349-357.
 74. Rubin, C., Recker, R., Cullen, D., Ryaby, J., McCabe, J. and Mcleod, K. (2004). Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(3), 343-351.
 75. Rubin, C., Judex, S. and Qin, Y. X. (2006). Low-level mechanical signals and their potential as a non-pharmacological intervention for osteoporosis. *Age and Ageing*, 35(2), 32-36.
 76. Kopher, R. A. and Mao, J. J. (2003). Suture growth modulated by the oscillatory component of micromechanical strain. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(3), 521-528.
 77. Kopher, R. A., Nudera, J. A., Wang, X., O'grady, K. and Mao, J. J. (2003). Expression of in vivo mechanical strain upon different wave forms of exogenous forces in rabbit craniofacial sutures. *Annals of Biomedical Engineering*, 31(9), 1125-1131.
 78. Peptan, A. I., Lopez, A., Kopher, R. A. and Mao, J. J. (2008). Responses of intramembranous bone and sutures upon in vivo cyclic tensile and compressive loading. *Bone*, 42(2), 432-438.
 79. Alikhani, M., Khoo, E., Alyami, B., Raptis, M., Salgueiro, J. M., Oliveira, S. M., Boskey, A. and Teixeira, C. C. (2012). Osteogenic effect of high-frequency acceleration on alveolar bone. *Journal of Dental Research*, 91(4), 413-419.
 80. Nishimura, M., Chiba, M., Ohashi, T., Sato, M., Shimizu, Y., Igarashi, K. and Mitani, H. (2008). Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 572-583.
 81. Kau, C. H., Nguyen, J. T. and English, J. D. (2009). A novel device in orthodontics. *Aesthetic Dentistry Today*, 342-43.
 82. Kau, C. H., Nguyen, J. T. and English, J. D. (2010). The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice US*, 110-15.

83. Kalajzic, Z., Peluso, E. B., Utreja, A., Dymont, N., Nihara, J., Xu, M., Chen, J., Uribe, F. and Wadhwa, S. (2014). Effect of cyclical forces on the periodontal ligament and alveolar bone remodeling during orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 84(2), 297-303.
84. Woodhouse, N. R., Dibiase, A. T., Johnson, N., Slipper, C., Grant, J., Alsaleh, M., Donaldson, A. N. and Cobourne, M. T. (2015). Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: a randomized trial. *Journal of Dental Research*, 94(5), 682-689.
85. Fukada, E. and Yasuda, I. (1957). On the piezoelectric effect of bone. *Journal of Physical Society of Japan*, 12(10), 1158-1162.
86. Bassett, C. A. and Becker, R. O. (1962). Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*, 137(3535), 1063-1064.
87. Zengo, A. N., Bassett, C. A., Pawluk, R. J. and Proutzos, G. (1974). In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 66(2), 130-139.
88. Mostafa, Y. A., Weeks-Dybvig, M. and Osdoby, P. (1983). Orchestration of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 83(3), 245-250.
89. Davidovitch, Z., Finkelson, M. D., Steigman, S., Shanfeld, J. L., Montgomery, P. C. and Korostoff, E. (1980). Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 77(1), 14-32.
90. Davidovitch, Z., Finkelson, M. D., Steigman, S., Shanfeld, J. L., Montgomery, P. C. and 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 and Dentofacial Orthopedics*, 77(1), 33-47.
91. Blechman, A. M. (1998). Pain-free and mobility-free orthodontics? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(4), 379-383.
92. Darendeliler, M. A., Zea, A., Shen, G. and Zoellner, H. (2007). Effects of pulsed electromagnetic field vibration on tooth movement induced by magnetic and mechanical forces: a preliminary study. *Australian Dental Journal*, 52(4), 282-287.
93. Stark, T. M. and Sinclair, P. M. (1987). Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 91(2), 91-104.
94. Darendeliler, M. A., Sinclair, P. M. and Kusy, R. P. (1995). The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(6), 578-588.

95. Tengku, B. S., Joseph, B. K., Harbrow, D., Taverne, A. A. and Symons, A. L. (2000). Effect of a static magnetic field on orthodontic tooth movement in the rat. *European Journal of Orthodontics*, 22(5), 475-487.
96. Pires Oliveira, D. A., De Oliveira, R. F., Zangaro, R. A. and Soares, C. P. (2008). Evaluation of low-level laser therapy of osteoblastic cells. *Photomedicine and Laser Surgery*, 26(4), 401-404.
97. Fukuhara, E., Goto, T., Matayoshi, T., Kobayashi, S. and Takahashi, T. (2006). Optimal low-energy laser irradiation causes temporal G2/M arrest on rat calvarial osteoblasts. *Calcified Tissue International*, 79(6), 443-450.
98. Grassi, F. R., Ciccolella, F., D'apolito, G., Papa, F., Iuso, A., Salzo, A. E., Trentadue, R., Nardi, G. M., Scivetti, M., De Matteo, M., Silvestris, F., Ballini, A., Inchingolo, F., Dipalma, G., Scacco, S. and Tete, S. (2011). Effect of low-level laser irradiation on osteoblast proliferation and bone formation. *Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents*, 25(4), 603-614.
99. Yamamoto, M., Tamura, K., Hiratsuka, K. and Abiko, Y. (2001). Stimulation of MCM3 gene expression in osteoblast by low level laser irradiation. *Lasers in Medical Science*, 16(3), 213-217.
100. Fujita, S., Yamaguchi, M., Utsunomiya, T., Yamamoto, H. and Kasai, K. (2008). Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 11(3), 143-155.
101. Frigo, L., Favero, G. M., Lima, H. J., Maria, D. A., Bjordal, J. M., Joensen, J., Iversen, V. V., Marcos, R. L., Parizzoto, N. A. and Lopes-Martins, R. A. (2010). Low-level laser irradiation (InGaAlP-660 nm) increases fibroblast cell proliferation and reduces cell death in a dose-dependent manner. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(1), 151-156.
102. Bjordal, J. M. and Baxter, G. D. (2006). Ineffective dose and lack of laser output testing in laser shoulder and neck studies. *Photomedicine and Laser Surgery*, 24(4), 533-534.
103. Yazdani, S. O., Golestaneh, A. F., Shafiee, A., Hafizi, M., Omrani, H. A. and Soleimani, M. (2012). Effects of low level laser therapy on proliferation and neurotrophic factor gene expression of human schwann cells in vitro. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 107, 9-13.
104. Pinheiro, A. L., Soares, L. G., Aciole, G. T., Correia, N. A., Barbosa, A. F., Ramalho, L. M. and Dos Santos, J. N. (2011). Light microscopic description of the effects of laser phototherapy on bone defects grafted with mineral trioxide aggregate, bone morphogenetic proteins, and guided bone regeneration in a rodent model. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 98(2), 212-221.
105. Basso, F. G., Pansani, T. N., Turrioni, A. P., Bagnato, V. S., Hebling, J. and De Souza Costa, C. A. (2012). In vitro wound healing improvement by low-level laser therapy application in cultured gingival fibroblasts. *International Journal of Dentistry*, 2012, 719452.

106. Chung, H., Dai, T., Sharma, S. K., Huang, Y. Y., Carroll, J. D. and Hamblin, M. R. (2012). The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Annals Biomedical Engineering*, 40(2), 516-533.
107. Kawasaki, K. and Shimizu, N. (2000). Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in Surgery and Medicine*, 26(3), 282-291.
108. Goulart, C. S., Nouer, P. R., Mouramartins, L., Garbin, I. U. and De Fatima Zanirato Lizarelli, R. (2006). Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. *Photomedicine and Laser Surgery*, 24(2), 192-196.
109. Kim, S. J., Moon, S. U., Kang, S. G. and Park, Y. G. (2009). Effects of low-level laser therapy after Corticision on tooth movement and paradental remodeling. *Lasers in Surgery and Medicine*, 41(7), 524-533.
110. Yoshida, T., Yamaguchi, M., Utsunomiya, T., Kato, M., Arai, Y., Kaneda, T., Yamamoto, H. and Kasai, K. (2009). Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 12(4), 289-298.
111. Yamaguchi, M., Hayashi, M., Fujita, S., Yoshida, T., Utsunomiya, T., Yamamoto, H. and Kasai, K. (2010). Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha(v) beta(3) integrin in rats. *European Journal of Orthodontics*, 32(2), 131-139.
112. Duan, J., Na, Y., Liu, Y. and Zhang, Y. (2012). Effects of the pulse frequency of low-level laser therapy on the tooth movement speed of rat molars. *Photomedicine and Laser Surgery*, 30(11), 663-667.
113. Yamaguchi, M., Fujita, S., Yoshida, T. and Al., E. (2007). Low energy laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthodontic Waves.*, 66(4), 139-148.
114. Altan, B. A., Sokucu, O., Ozkut, M. M. and Inan, S. (2012). Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers in Medical Science*, 27(1), 131-140.
115. Gama, S. K., Habib, F. A., Monteiro, J. S., Paraguassu, G. M., Araujo, T. M., Cangussu, M. C. and Pinheiro, A. L. (2010). Tooth movement after infrared laser phototherapy: clinical study in rodents. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(2), 79-83.
116. Marquezan, M., Bolognese, A. M. and Araujo, M. T. (2010). Effects of two low-intensity laser therapy protocols on experimental tooth movement. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(6), 757-762.
117. Cruz, D. R., Kohara, E. K., Ribeiro, M. S. and Wetter, N. U. (2004). Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 35(2), 117-120.

118. Youssef, M., Ashkar, S., Hamade, E., Gutknecht, N., Lampert, F. and Mir, M. (2008). The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers in Medical Science*, 23(1), 27-33.
119. Sousa, M. V., Scanavini, M. A., Sannomiya, E. K., Velasco, L. G. and Angelieri, F. (2011). Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(3), 191-196.
120. Doshi-Mehta, G. and Bhad-Patil, W. A. (2012). Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(3), 289-297.
121. Nahas, A. Z., Samara, S. A. and Rastegar-Lari, T. A. (2017). Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*, 32(1), 129-135.
122. Limpanichkul, W., Godfrey, K., Srisuk, N. and Rattanayatikul, C. (2006). Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 9(1), 38-43.
123. Chung, S. E., Tompson, B. and Gong, S. G. (2015). The effect of light emitting diode phototherapy on rate of orthodontic tooth movement: a split mouth, controlled clinical trial. *Journal of Orthodontics*, 42(4), 274-283.
124. Sayin, S., Bengi, A. O., Gurton, A. U. and Ortakoglu, K. (2004). Rapid canine distalization using distraction of the periodontal ligament: a preliminary clinical validation of the original technique. *The Angle Orthodontist*, 74(3), 304-315.
125. Leethanakul, C., Kanokkulchai, S., Pongpanich, S., Leepong, N. and Charoemratrote, C. (2014). Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 84(5), 839-845.
126. McCarthy, J. G., Schreiber, J., Karp, N., Thorne, C. H. and Grayson, B. H. (1992). Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 89(1), 1-8; discussion 9-10.
127. Snyder, C. C., Levine, G. A., Swanson, H. M. and Browne, E. Z., Jr. (1973). Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 51(5), 506-508.
128. Polley, J. W. and Figueroa, A. A. (1997). Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device. *Journal of Craniofacial Surgery*, 8(3), 181-185.
129. Kisinisci, R. S., Iseri, H., Tuz, H. H. and Altug, A. T. (2002). Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(4), 389-394.

130. Iseri, H., Kisanisci, R., Bzizi, N. and Tuz, H. (2005). Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(5), 533-541.
131. Gurgan, C. A., Iseri, H. and Kisanisci, R. (2005). Alterations in gingival dimensions following rapid canine retraction using dentoalveolar distraction osteogenesis. *European Journal of Orthodontics*, 27(4), 324-332.
132. Brugnami, F. and Caiazzo, A. (2014). *Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment*, UK: Wiley-Blackwell.
133. Patterson, B. M., Dalci, O., Darendeliler, M. A. and Papadopoulou, A. K. (2016). Corticotomies and Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(3), 453-473.
134. Duker, J. (1975). Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *Journal of Maxillofacial Surgery*, 3(2), 81-84.
135. Generson, R. M., Porter, J. M., Zell, A. and Stratigos, G. T. (1978). Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(3), 216-219.
136. Bell, W. H. and Levy, B. M. (1972). Revascularization and bone healing after maxillary corticotomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30(9), 640-648.
137. Mostafa, Y. A., Tawfik, K. M. and El-Mangoury, N. H. (1985). Surgical-orthodontic treatment for overerupted maxillary molars. *Journal of Clinical Orthodontics*, 19(5), 350-351.
138. Goldson, L. and Reck, V. J. (1987). Surgical orthodontic treatment of malpositioned cuspids. *Journal of Clinical Orthodontics*, 21, 847-851.
139. Nakanishi, H. (1982). [Experimental study on artificial tooth movement with osteotomy and corticotomy (author's transl)]. *Shikwa Gakuho*, 82(2), 219-252.
140. Sasakura, H., Hanada, K., Yanagimura, M. and Hara, K. (1987). [The periodontal changes associated with orthodontic treatment. Four adult cases treated with combined orthodontic-periodontal treatment]. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi*, 46(2), 397-413.
141. Matsuda, Y. (1989). [Effect of two stage corticotomy on maxillary protraction]. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi*, 48(5), 506-520.
142. Wilcko, W. M., Wilcko, T., Bouquot, J. E. and Ferguson, D. J. (2001). Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 21(1), 9-19.

143. Wilcko, M. T., Wilcko, W. M. and Bissada, N. F. (2008). An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: A synthesis of scientific perspective. *Seminars in Orthodontics*, 14, 305-316.
144. Yaffe, A., Fine, N. and Binderman, I. (1994). Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *Journal of Periodontology*, 65(1), 79-83.
145. Verna, C. (2016). Regional Acceleratory Phenomenon. *Frontiers of Oral Biology*, 18, 28-35.
146. Lee, W., Karapetyan, G., Moats, R., Yamashita, D. D., Moon, H. B., Ferguson, D. J. and Yen, S. (2008). Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *Journal of Dental Research*, 87(9), 861-867.
147. Sebaoun, J. D., Kantarci, A., Turner, J. W., Carvalho, R. S., Van Dyke, T. E. and Ferguson, D. J. (2008). Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *Journal of Periodontology*, 79(9), 1679-1688.
148. Cho, K. W., Cho, S. W., Oh, C. O., Ryu, Y. K., Ohshima, H. and Jung, H. S. (2007). The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Diseases*, 13(3), 314-319.
149. Sanjideh, P. A., Rossouw, P. E., Campbell, P. M., Opperman, L. A. and Buschang, P. H. (2010). Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *European Journal of Orthodontics*, 32(1), 106-113.
150. Wilcko, M. T., Wilcko, W. M., Pulver, J. J., Bissada, N. F. and Bouquot, J. E. (2009). Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(10), 2149-2159.
151. Kim, S. J., Park, Y. G. and Kang, S. G. (2009). Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*, 79(2), 284-291.
152. Vercellotti, T., Nevins, M. L., Kim, D. M., Nevins, M., Wada, K., Schenk, R. K. and Fiorellini, J. P. (2005). Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 25(6), 543-549.
153. Vercellotti, T. and Podesta, A. (2007). Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 27(4), 325-331.
154. Dibart, S., Surmenian, J., Sebaoun, J. D. and Montesani, L. (2010). Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 30(5), 487-493.

155. Keser, E. I. and Dibart, S. (2013). Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(6), 879-889.
156. Tsai, C. Y., Yang, T. K., Hsieh, H. Y. and Yang, L. Y. (2016). Comparison of the effects of micro-osteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist*, 86(4), 558-564.
157. Fischer, T. J. (2007). Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines. *The Angle Orthodontist*, 77(3), 417-420.
158. Al-Naoum, F., Hajeer, M. Y. and Al-Jundi, A. (2014). Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(10), 1880-1889.
159. Wu, J., Jiang, J. H., Xu, L., Liang, C., Bai, Y. and Zou, W. (2015). A pilot clinical study of Class III surgical patients facilitated by improved accelerated osteogenic orthodontic treatments. *The Angle Orthodontist*, 85(4), 616-624.
160. Charavet, C., Lecloux, G., Bruwier, A., Rompen, E., Maes, N., Limme, M. and Lambert, F. (2016). Localized Piezoelectric Alveolar Decortication for Orthodontic Treatment in Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Dental Research*, 95(9), 1003-1009.
161. Storey, E. and Smith, R. (1952). Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Australian Orthodontic Journal*, 56(1), 11-18.
162. Reitan, K. (1957). Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 43, 32-45.
163. Hixon, E. H., Aasen, T. O., Clark, R. A., Klosterman, R., Miller, S. S. and Odom, W. M. (1970). On force and tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 57(5), 476-478.
164. Hixon, E. H., Atikian, H., Callow, G. E., McDonald, H. W. and Tacy, R. J. (1969). Optimal force, differential force, and anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 55(5), 437-457.
165. Boester, C. H. and 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.
166. Quinn, R. S. and Yoshikawa, D. K. (1985). A reassessment of force magnitude in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 88(3), 252-260.
167. Proffit, W. R., Fields, H. W. and Sarver, D. M. (2007). *Contemporary Orthodontics*. St. Louis, Missouri: Mosby, Inc.

168. Ren, Y., Maltha, J. C., Van 'T Hof, M. A. and Kuijpers-Jagtman, A. M. (2004). Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a mathematic model. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(1), 71-77.
169. Huffman, D. J. and Way, D. C. (1983). A clinical evaluation of tooth movement along arch wires of two different sizes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 83(6), 453-459.
170. Samuels, R. H., Rudge, S. J. and Mair, L. H. (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.
171. Lotzof, L. P., Fine, H. A. and Cisneros, G. J. (1996). Canine retraction: a comparison of two preadjusted bracket systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(2), 191-196.
172. Sonis, A. L., Van Der Plas, E. and Gianelly, A. (1986). A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 89(1), 73-78.
173. Shpack, N., Davidovitch, M., Sarne, O., Panayi, N. and Vardimon, A. D. (2008). Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. *The Angle Orthodontist*, 78(1), 95-100.
174. Bokas, J. and Woods, M. (2006). A clinical comparison between nickel titanium springs and elastomeric chains. *Australian Orthodontic Journal*, 22(1), 39-46.
175. Da Costa Monini, A., Junior, L. G., Martins, R. P. and Vianna, A. P. (2014). Canine retraction and anchorage loss: self-ligating versus conventional brackets in a randomized split-mouth study. *The Angle Orthodontist*, 84(5), 846-852.
176. Iwasaki, L. R., Haack, J. E., Nickel, J. C. and 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.
177. Burrow, S. J. (2010). Canine retraction rate with self-ligating brackets vs conventional edgewise brackets. *The Angle Orthodontist*, 80(4), 438-445.
178. Thiruvengkatachari, B., Ammayappan, P. and Kandaswamy, R. (2008). Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(1), 30-35.
179. Ricketts, R. M., Bench, R. W., Gugino, C. F., Hilgers, J. J. and Schulhof, R. J. (1976). *Bioprogressive Therapy*. Denver: Rocky Mountain.

180. Burstone, C. J. (1962). The segmented arch approach to space closure. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 82(5), 361-378.
181. Kusy, R. P. and Whitley, J. Q. (1997). Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Seminars in Orthodontics*, 3(3), 166-177.
182. Kojima, Y. and Fukui, H. (2005). Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(5), 542-551.
183. Cox, C., Nguyen, T., Koroluk, L. and Ko, C. C. (2014). In-vivo force decay of nickel-titanium closed-coil springs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(4), 505-513.
184. Gianelly, A. A. (2000). *Bidimensional Technique Theory and Practice*. Fenwyn Pr.
185. Burstone, C. J. (1966). The mechanics of the segmented arch techniques. *The Angle Orthodontist*, 36(2), 99-120.
186. Gjessing, P. (1985). Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 87(5), 353-362.
187. Ülgen, M. (2003). *Ortodontik Tedavi Prensipleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
188. Nanda, R. and Kuhlberg, A. (1997). *Biomechanics in Clinical Orthodontics*. Philadelphia: W.B. Saunders .
189. Rhee, J. N., Chun, Y. S. and Row, J. (2001). A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(3), 292-299.
190. Daskalogiannakis, J. and 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.
191. Barlow, M. and Kula, K. (2008). Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 11(2), 65-73.
192. Mclaughlin, R. P., Bennett, J. C. and Trevisi, H. J. (2001). *Systemized Orthodontic Treatment Mechanics*. St. Louis, Missouri: Mosby.
193. Wong, A. K. (1976). Orthodontic elastic materials. *The Angle Orthodontist*, 46(2), 196-205.

194. Stevenson, J. S. and Kusy, R. P. (1994). Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *The Angle Orthodontist*, 64(6), 455-466.
195. Manhartsberger, C. and Seidenbusch, W. (1996). Force delivery of Ni-Ti coil springs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109(1), 8-21.
196. Tripolt, H., Burstone, C. J., Bantleon, P. and Manschiebel, W. (1999). Force characteristics of nickel-titanium tension coil springs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 115(5), 498-507.
197. Samuels, R. H., Rudge, S. J. and Mair, L. H. (1998). A clinical study of space closure with nickel-titanium closed coil springs and an elastic module. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(1), 73-79.
198. Dixon, V., Read, M. J., O'brien, K. D., Worthington, H. V. and Mandall, N. A. (2002). A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *Journal of Orthodontics*, 29(1), 31-36.
199. Santos, A. C., Tortamano, A., Naccarato, S. R., Dominguez-Rodriguez, G. C. and Vigorito, J. W. (2007). An in vitro comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. *Brazilian Oral Research*, 21(1), 51-57.
200. Kuhlberg, A. (2001). Space closure and anchorage control. *Seminars in Orthodontics*, 742-49.
201. Özdiler, E. (2015). *Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti*. Ankara: Gümüş Kitabevi.
202. Geron, S., Shpack, N., Kandos, S., Davidovitch, M. and Vardimon, A. D. (2003). Anchorage loss--a multifactorial response. *The Angle Orthodontist*, 73(6), 730-737.
203. Crismani, A. G., Bernhart, T., Baier, C., Bantleon, H. P. and Kucher, G. (2002). Chair-side procedure for connecting transpalatal arches with palatal implants. *European Journal of Orthodontics*, 24(4), 337-342.
204. Chen, F., Terada, K. and Handa, K. (2005). Anchorage effect of various shape palatal osseointegrated implants: a finite element study. *The Angle Orthodontist*, 75(3), 378-385.
205. Tsui, W. K., Chua, H. D. and Cheung, L. K. (2012). Bone anchor systems for orthodontic application: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(11), 1427-1438.
206. Dalessandri, D., Salgarello, S., Dalessandri, M., Lazzaroni, E., Piancino, M., Paganelli, C., Maiorana, C. and Santoro, F. (2014). Determinants for success rates of temporary anchorage devices in orthodontics: a meta-analysis (n > 50). *European Journal of Orthodontics*, 36(3), 303-313.

207. Bearn, D. R. and Alharbi, F. (2015). British Orthodontic Society national audit of temporary anchorage devices (TADs): report of the first thousand TADs placed. *Journal of Orthodontics*, 42(3), 214-219.
208. Herman, R. J., Currier, G. F. and Miyake, A. (2006). Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(2), 228-235.
209. Thiruvengkatachari, B., Pavithranand, A., Rajasigamani, K. and Kyung, H. M. (2006). Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 551-554.
210. Mounneh, M., Saleh, F. and Attia, N. (2014). A Clinical Assessment Of Miniscrews As Anchorage Sources In Terms Of Stability, Rate Of Tooth Movement, And Anchorage Loss. *European Scientific Journal*, 10(18), ISSN: 1857 – 7881.
211. Yeşil, T. N. (2010). *Maksiller kanin distalizasyonunda mini vida ankraj uygulamasının incelenmesi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
212. Sharma, M., Sharma, V. and Khanna, B. (2012). Mini-screw implant or transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction: a randomized clinical trial. *Journal of Orthodontics*, 39(2), 102-110.
213. Kravitz, N. D., Kusnoto, B., Agran, B. and Viana, G. (2008). Influence of attachments and interproximal reduction on the accuracy of canine rotation with Invisalign. A prospective clinical study. *The Angle Orthodontist*, 78(4), 682-687.
214. Ziegler, P. and 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.
215. Sueri, M. Y. and Turk, T. (2006). Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. *The Angle Orthodontist*, 76(6), 1010-1014.
216. Chen, H., Lowe, A. A., De Almeida, F. R., Wong, M., Fleetham, J. A. and Wang, B. (2008). Three-dimensional computer-assisted study model analysis of long-term oral-appliance wear. Part 1: Methodology. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(3), 393-407.
217. Zilberman, O., Huggare, J. A. and Parikakis, K. A. (2003). Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *The Angle Orthodontist*, 73(3), 301-306.
218. Akyalcin, S., Dyer, D. J., English, J. D. and Sar, C. (2013). Comparison of 3-dimensional dental models from different sources: diagnostic accuracy and

- surface registration analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(6), 831-837.
219. Talaat, S., Kaboudan, A., Breuning, H., Ragy, N., Elshebiny, T., Kula, K. and Ghoneima, A. (2015). Reliability of linear and angular dental measurements with the OrthoMechanics Sequential Analyzer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 147(2), 264-269.
 220. Cha, B. K., Lee, J. Y., Jost-Brinkmann, P. G. and Yoshida, N. (2007). Analysis of tooth movement in extraction cases using three-dimensional reverse engineering technology. *European Journal of Orthodontics*, 29(4), 325-331.
 221. Stevens, D. R., Flores-Mir, C., Nebbe, B., Raboud, D. W., Heo, G. and Major, P. W. (2006). Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(6), 794-803.
 222. Li, S., Xia, Z., Liu, S. S., Eckert, G. and Chen, J. (2015). Three-dimensional canine displacement patterns in response to translation and controlled tipping retraction strategies. *The Angle Orthodontist*, 85(1), 18-25.
 223. Czarnota, J., Hey, J. and Fuhrmann, R. (2016). Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts : Intrarater reliability and validity. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 77(1), 22-30.
 224. Oz, A. A., Arici, N. and Arici, S. (2012). The clinical and laboratory effects of bracket type during canine distalization with sliding mechanics. *The Angle Orthodontist*, 82(2), 326-332.
 225. Hayashi, K., Uechi, J., Murata, M. and Mizoguchi, I. (2004). Comparison of maxillary canine retraction with sliding mechanics and a retraction spring: a three-dimensional analysis based on a midpalatal orthodontic implant. *European Journal of Orthodontics*, 26(6), 585-589.
 226. Jesuino, F. A., Costa, L. R. and Valladares-Neto, J. (2010). Mesiodistal root angulation of permanent teeth in children with mixed dentition and normal occlusion. *Journal of Applied Oral Science*, 18(6), 625-629.
 227. Cuoghi, O. A., Sella, R. C. and De Mendonca, M. R. (2010). Mesiodistal angulations of the mandibular canines, premolars and molars with or without the presence of third molars. *European Journal of Orthodontics*, 32(4), 472-476.
 228. Peck, J. L., Sameshima, G. T., Miller, A., Worth, P. and Hatcher, D. C. (2007). Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *The Angle Orthodontist*, 77(2), 206-213.
 229. Duran, G. S., Gorgulu, S. and Dindaroglu, F. (2016). Three-dimensional analysis of tooth movements after palatal miniscrew-supported molar

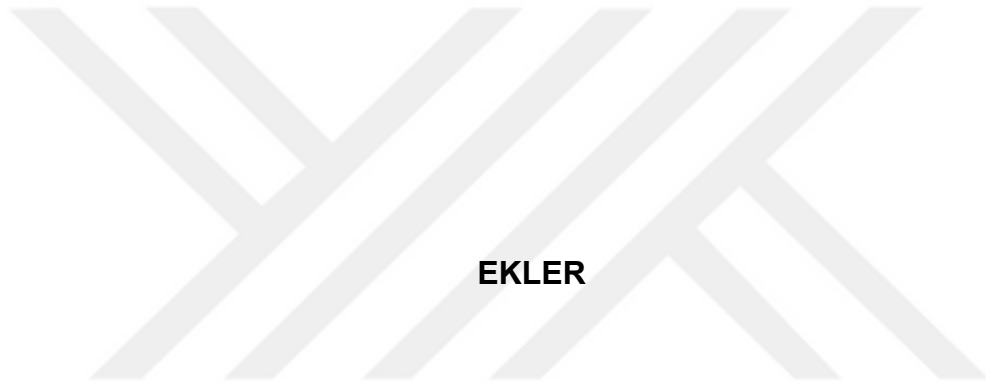
- distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(1), 188-197.
230. Iwasaki, L. R., Beatty, M. W., Randall, C. J. and Nickel, J. C. (2003). Clinical ligation forces and intraoral friction during sliding on a stainless steel archwire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123(4), 408-415.
231. Krasny, M., Zadurska, M., Cessak, G. and Fiedor, P. (2013). Analysis of effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs on teeth and oral tissues during orthodontic treatment. Report based on literature review. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 70(3), 573-577.
232. Hoggan, B. R. and 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.
233. Cassetta, M., Di Carlo, S., Giansanti, M., Pompa, V., Pompa, G. and Barbato, E. (2012). The impact of osteotomy technique for corticotomy-assisted orthodontic treatment (CAOT) on oral health-related quality of life. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 16(12), 1735-1740.
234. Beckwith, R. F., Ackerman, R. J., Cobb, C. M. and Tira, D. E. (1999). An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 11(5), 439-447.
235. Mavreas, D. and Athanasiou, A. E. (2008). Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 30(4), 386-395.
236. Sayin, M. O. and Turkkahraman, H. (2004). Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. *The Angle Orthodontist*, 74(5), 635-639.
237. Abu-Hussein, M., Watted, N., Zere, E. and Borbély, P. (2016). Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics with Piezoelectric Surgery: A Case Report. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 15(2), 64-68.
238. Dibart, S., Keser, E. and Nelson, D. (2015). PiezocisionTM-assisted orthodontics: Past, present, and future. *Seminars in Orthodontics*, 21, 170-175.
239. Kole, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 12(5), 515-529.
240. Kulshrestha, R. S., Tandon, R. and Chandra, P. (2015). Canine retraction: A systematic review of different methods used. *Journal of Orthodontics Science*, 4(1), 1-8.

241. Graber, T. M., Vanarsdall, R. L. and Vig, K. W. L. (2005). *Orthodontics: Current Principles & Techniques*(4th edition). St. Louis, Missouri: Elsevier.
242. Damon, D. H. (1998). The Damon low-friction bracket: a biologically compatible straight-wire system. *Journal of Clinical Orthodontics*, 32(11), 670-680.
243. Harradine, N. W. (2003). Self-ligating brackets: where are we now? *Journal of Orthodontics*, 30(3), 262-273.
244. Chen, S. S., Greenlee, G. M., Kim, J. E., Smith, C. L. and Huang, G. J. (2010). Systematic review of self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(6), 726.e1-726.e18.
245. Jahanbakhshi, M. R., Motamedi, A. M., Feizbakhsh, M. and Mogharehabet, A. (2016). The effect of buccal corticotomy on accelerating orthodontic tooth movement of maxillary canine. *Dental Research Journal*, 13(4), 303-308.
246. Martins, R. P., Buschang, P. H. and Gandini, L. G., Jr. (2009). Group A T-loop for differential moment mechanics: an implant study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(2), 182-189.
247. Hain, M., Dhopatkar, A. and Rock, P. (2003). The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123(4), 416-422.
248. Iwasaki, L. R., Crouch, L. D. and Nickel, J. C. (2008). Genetic Factors and Tooth Movement. *Seminars in Orthodontics*, 14, 135-145.
249. Frank, C. A. and Nikolai, R. J. (1980). A comparative study of frictional resistances between orthodontic bracket and arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 78(6), 593-609.
250. Peterson, L., Spencer, R. and Andreasen, G. (1982). A comparison of friction resistance for Nitinol and stainless steel wire in edgewise brackets. *Quintessence International, Dental Digest*, 13(5), 563-571.
251. Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., Ricciardi, A., Scribante, A., Klersy, C. and Auricchio, F. (2003). Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(4), 395-402.
252. Kusy, R. P. and Whitley, J. Q. (1990). Coefficients of friction for arch wires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots. I. The dry state. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 98(4), 300-312.
253. Ehsani, S., Mandich, M. A., El-Bialy, T. H. and Flores-Mir, C. (2009). Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets. A systematic review. *The Angle Orthodontist*, 79(3), 592-601.

254. Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., Scribante, A., Klersy, C. and Auricchio, F. (2003). Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(4), 403-409.
255. Rossouw, P. E. (2003). Friction: an overview. *Seminars in Orthodontics*, 9(4), 218-222.
256. Read-Ward, G. E., Jones, S. P. and Davies, E. H. (1997). A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. *British Journal of Orthodontics*, 24(4), 309-317.
257. Lai, E. H., Yao, C. C., Chang, J. Z., Chen, I. and Chen, Y. J. (2008). Three-dimensional dental model analysis of treatment outcomes for protrusive maxillary dentition: comparison of headgear, miniscrew, and miniplate skeletal anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(5), 636-645.
258. Ozkan, S. and Bayram, M. (2016). Comparison of direct and indirect skeletal anchorage systems combined with 2 canine retraction techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 150(5), 763-770.
259. Lindhe, J., Lang, N. P. and Karring, T. (2008). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry* (5th edition). Oxford, UK: Blackwell Munksgaard.
260. Naranjo, A. A., Trivino, M. L., Jaramillo, A., Betancourth, M. and Botero, J. E. (2006). Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(3), 217-222.
261. Liu, H., Sun, J., Dong, Y., Lu, H., Zhou, H., Hansen, B. F. and Song, X. (2011). Periodontal health and relative quantity of subgingival *Porphyromonas gingivalis* during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 81(4), 609-615.
262. Sinclair, P. M., Berry, C. W., Bennett, C. L. and Israelson, H. (1987). Changes in gingiva and gingival flora with bonding and banding. *The Angle Orthodontist*, 57(4), 271-278.
263. Karkhanechi, M., Chow, D., Sipkin, J., Sherman, D., Boylan, R. J., Norman, R. G., Craig, R. G. and Cisneros, G. J. (2013). Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. *The Angle Orthodontist*, 83(1), 146-151.
264. Ristic, M., Vlahovic Svabic, M., Sasic, M. and Zelic, O. (2007). Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 10(4), 187-195.
265. Van Gastel, J., Quirynen, M., Teughels, W., Coucke, W. and Carels, C. (2011). Longitudinal changes in microbiology and clinical periodontal

- parameters after removal of fixed orthodontic appliances. *European Journal of Orthodontics*, 33(1), 15-21.
266. Van Gastel, J., Teughels, W., Quirynen, M., Struyf, S., Van Damme, J., Coucke, W. and Carels, C. (2011). Longitudinal changes in gingival crevicular fluid after placement of fixed orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(6), 735-744.
267. Zachrisson, B. U. (1972). Gingival condition associated with orthodontic treatment. II. Histologic findings. *The Angle Orthodontist*, 42(4), 353-357.
268. Iino, S., Sakoda, S. and Miyawaki, S. (2006). An adult bimaxillary protrusion treated with corticotomy-facilitated orthodontics and titanium miniplates. *The Angle Orthodontist*, 76(6), 1074-1082.
269. Anholm, M., Crites, D., Hoff, R. and Rathbun, E. (1986). Corticotomy-facilitated orthodontics. *Journal of California Dental Association*, 78-11.
270. Gantes, B., Rathbun, E. and Anholm, M. (1990). Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *Journal of Periodontology*, 61(4), 234-238.





EKLER

EK-1. Etik kurul onayı

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUNUN ADI	Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRES	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası 06500 Beşevler/Ankara
	TELEFON	0312 202 69 58
	FAKS	0312 202 46 73
	E-POSTA	tipetikkurul@gazi.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		İki farklı selektif alveoler dekortikasyon yönteminin dış hareketi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi			
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU					
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI		Doç.Dr.Selin KALE VARLIK			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI		G.Ü.Dış Hekimliği Fakültesi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ DESTEKLEYİCİ		G.Ü.Dış Hekimliği Fakültesi			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ					
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ		FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
			FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
			FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
			FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
Gözlemsel ilaç çalışması			<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma			<input checked="" type="checkbox"/>			
Diğer:						
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>				
	BİYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	İLAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
Diğer:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 153		Tarih:07.10.2013			

EK-1.(devam) Etik kurul onayı

Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik (13.04.2013), İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŐKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Canan ULUOĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İliŐki		Katılım *		İmza
			E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Canan ULUOĞLU BAŞKAN	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Uzm.Dr.Cemal GÜVERCİN BAŞKAN YARD.	Tıp Etiği	V.mah. Prof.Dr. Yunus Müftü AÇS/AP Merk.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Gonca AKBULUT RAPORTÖR	Fizyoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Bülent BOYACI ÜYE	Kardiyoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Sefer AYCAN ÜYE	Halk Sağlığı A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Mehmet Akif ÖZTÖRK ÜYE	İç Hastalıkları A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Elvan İŞERİ ÜYE	Çocuk Psikiyatrisi A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Arzu BAKIRTAŐ ÜYE	Çocuk Sağlığı ve Hast.A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Niilifer TURAN DURAL ÜYE	Farmakoloji A.D	G.Ü.E.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Hasan KAFALI ÜYE	Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D	Fatih Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Cengiz Bekir DEMİREL ÜYE	Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Doç.Dr.Osman YÜKSEL ÜYE	Genel Cerrahi A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Doç.Dr.Hakan KAYIR ÜYE	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.A.T.A	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
ÖĞr.Gör.Adem GELİR ÜYE	Avukat	G.Ü.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Emine ŐEKER ÜYE	Sivil Temsilci	-	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* :Araştırma ile İliŐki
** :Toplantıda Bulunma

Ek 2. Çocuk hasta rıza formu

**OKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK
İLAÇ VE İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALAR İÇİN
“HASTA ÇOCUK” BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**

Araştırma Projesinin Adı: İki farklı selektif alveolar dekortikasyon yönteminin diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi

Sorumlu AraŐtırıcının Adı: Doç. Dr. Selin Kale Varlık

Diğer AraŐtırıcıların Adı: Melek Füsün Türkyılmaz

Destekleyici (varsa):

Sevgili.....

Benim adım Dr. Melek Füsün Türkyılmaz senin Şu andaki hastalığın olan, diş çekimi ile düzeltilmesi gereken çapraŐıklıklar konusunda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, tedavi süresi en az 2 yıl süren bu rahatsızlığın tedavisini hızlandırarak ve senin gibi bu hastalığa sahip olan çocukların daha hızlı tedavi edilmesini sağlamaktır.

Araştırmaya ben, Doç. Dr. Selin Kale Varlık ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen senin gibi olan her hastamıza taktığımız gibi sanada tel takacağız. DiŐlerini çektiirdikten sonra, çekim boşluklarını kapatacağımız aŐamada da hafif bir uyuŐturmayla diŐini çektiğimiz bölgeye tedaviyi hızlandırıcı küçük bir cerrahi işlem uygulayacağız. Diğer hastalardan tek farkın bu olacak.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adın ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılımın konusunda onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez. Doktorlar sana önceden olduğu gibi iyi davranacak, tedavini aynen sürdürecektir.

Aklına Őimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aŐaęıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

AraŐtırıcının adı-soyadı, ünvanı: Melek Füsün Türkyılmaz, Araştırma Görevlisi

Adres: Gazi Üniversitesi DiŐhekimlięi Fakóltesi Ortodonti Anabilim Dalı BiŐkek Caddesi 1. Sok Emek/ Ankara

Tel: 03122034293

İmza:

EK-3. Aydınlatılmış onam formu

**ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK KLİNİK ARAŞTIRMALAR İÇİN
“EBEVEYN” BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU
(İLAÇ VE İLAÇ DIŞI KLİNİK ÇALIŞMALAR İÇİN)**

Araştırma Projesinin Adı: İki farklı selektif alveolar dekortikasyon yönteminin diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: Doç. Dr. Selin Kale Varlık

Diğer Araştırmacıların Adı: Melek Füsün Türkyılmaz

Destekleyici (varsa):

Değerli anne ve babalar;

Çocuğunuzun, kliniğimizde yapılması planlanan “İki farklı selektif alveolar dekortikasyon yönteminin diş hareketi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi” isimli bir çalışmada yer alabilmesi için sizden izin istiyoruz. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çocuğunuzun çalışmaya katılması konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, çocuğunuzla ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle, çocuğunuzla ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılımı için izin isteyeceğiz.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, çocuğumdan başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Ortodontik tedavi sürelerini kısaltmak amacıyla kullanılan kemik direncinin kırılması işleminin 2 farklı yönteminin diş hareketi üzerine olan etkisini karşılaştırmaktır. Bu amaç ile yurtdışında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada toplam 20 kişiden oluşan bir hasta grubu kullanılacaktır.

Çocuğum bu çalışmaya katılmalı mı?

Çocuğunuzun bu çalışmada yer alıp almaması tamamen size ve çocuğunuza bağlıdır. Eğer katılmasına izin verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalaranız bile istediğiniz herhangi bir zamanda çocuğunuzun çalışmadan çekebilirsiniz. Eğer katılmasını istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından çocuğunuz için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çocuğunuzun çalışmaya devam etmesinin yararlı olmayacağına karar verebilir ve onu çalışma dışı bırakabilir.

Çocuğum için önerilen araştırma yöntemi/ilacı dışında başka alternatif tedaviler var mı?

Ortodontik tedavi hızını arttırmak için bu çalışmada uygulanan yöntem dışında kullanılan 2 yöntem daha bulunmaktadır. Bu yöntemlerden ilki hastaya lokal veya sistemik olarak prostoglandin, interleukin veya D vitamini gibi ilaç verilmesidir. Bu ilaçların uzun dönem etkileri bilinmemektedir. İkinci yöntem mekanik veya fiziksel stimulasyondur. Bu amaçla direkt elektrik akımı, darbeli elektromanyetik alan, düşük enerjili lazer gibi uygulamalar yapılmaktadır ve bunlarında yan etkileri olduğu bilinmemektedir.

EK-3. (devam) Aydınlatılmış onam formu

Çocuğum bu çalışmaya katılırsa onu neler bekliyor?

Ortodontik tedaviniz yaklaşık olarak 1,5 yıl sürecektir. Bizim çalışmamız ise bu ortodontik tedavinin ortalama 5 aylık bir süresini içerecektir. Bu çalışmaya dahil edilen hastaların ortodontik tedavisi için diş çekimi gerekli olan hastalardır. Hastalarda köpek dişinin geriye alınması aşamasına gelindiğinde bölgesel bir uyuşturma ile(lokal anestezi) diş çekilen bölgedeki diş eti kaldırılacak ve kemikte çok küçük delikler(1mm çap) ve çok ince dikey çizikler atılacaktır. Bu işlem Ağız, Çene ve Yüz Cerrahisi Anabilim Dalı'nda deneyimli bir cerrah tarafından yapılacaktır.

Her ortodonti hastasından alındığı gibi ortodontik tedavinin başında ve sonunda her ortodonti hastasından toplanan panoramik, yan kafa, el bilek filmi, ağız ölçüleri ve ağız içi-ağız dışı fotoğrafları alınacaktır. Ayrıca kemik direncinin kırıldığı seans üst çene ölçüsü ve bu seanstan sonra 3 ay boyunca her ay hastaların üst çene ölçüleri alınacaktır.

Çocuğumun ne yapması gerekiyor?

- Ortodontik tedavi öncesinde ve süresince ağız bakımının en iyi düzeyde olmasına özen gösterilmelidir.
- Ortodontik tedavi öncesinde diş çürükleri tedavi edilmeli ve dişetleri bakımı yapılmış olmalıdır.
- Kliniğimizde tedavi olmak isteyen hastalar tedavi planı gereği uygun görülen ağız içi her türlü apareyi önerilecek şekilde kullanmayı kabul etmiş sayılır.
- Tedavi süresince verilen randevuların aksatılmaması gerekmektedir.
- Ortodontik tedavi başında süresince ve sonunda kliniğimizde tarafımızdan alınacak ortodontik model ve fotoğraflar, radyoloji bölümünde elde edilecek dökümanlar olacaktır.
- Tedavinin başarısı için ortodontik tedavi süresince hekimin önerilerinin uyulması çok önemlidir.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları nelerdir, çocuğumun görebileceği olası bir zarar durumunda ne yapılacak?

- Kemik direncinin kırılması işlemi sonucunda şişlik, yeterli ağız içi bakım hasta tarafından yapılmadığı takdirde enfeksiyon gerçekleşebilmektedir. Hastanın hekimin önerilerine eksiksiz uyması gerekmektedir.
- Hasta işlem süresince takip edilecek, ve herhangi bir komplikasyon gözlemlendiğinde işlem durdurulacak ve uygun tıbbi müdahale yapılacaktır.

Çocuğumun bu çalışmada yer almasının yararları nelerdir?

Ortodontik tedaviler ortalama olarak 2,5 yıl sürmektedir. Tedavi süresinin uzunluğundan dolayı çoğu hasta ortodontik tedavi olmak istememekte ve hastalar estetik olarak en kısa zamanda braketlerin çıkarılmasını istemektedir. Bu sorunun çözebilmek amacıyla araştırmacılar diş hareketini hızlandırabilmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda bireye uygulanacak ortodontik tedavi süresinin neredeyse yarı yarıya azaltmayı hedefliyoruz. Kısa bir tedavi süresiyle hastalara en etkili tedaviyi sunmak istiyoruz.

EK-3. (devam) Aydınlatılmış onam formu

Çalışma hakkında yeni bilgiler elde edilirse ne olacak?

Araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek, araştırma konusuyla ilgili yeni bilgiler elde edildiğinde zamanında bilgilendirileceksiniz.

Araştırmadan kendi isteğimiz dışında çıkmamız gerekebilir mi?

Randevularına gelmeyen ve ağız hijyeni bozulan hastalar çalışmadan çıkarılacaktır.

Çocuğumun bu çalışmaya katılmasının maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Çocuğumun kişisel bilgileri nasıl kullanılacak?

Çalışma doktorunuz çocuğunuz ile ilgili kişisel bilgileri, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak çocuğunuzun kimliği açıklanmayacaktır.

İzleyiciler, yoklama yapan kişiler, Etik Kurul, Sağlık Bakanlığı ve diğer ilgili sağlık otoriteleri orijinal tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişebilir. Bu yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu imzalayarak yalnızca adı geçen kişi ve kurumlara erişim izni vermiş olacaksınız. Ancak kimlik bilgileri gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanamayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimlik gizli kalacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ilacı ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Melek Füsun Türkyılmaz
GÖREVİ : Araştırma Görevlisi
TELEFON : 0312 203 4293

(Katılımcı çocuğun ebeveyninin beyanı)

GÜDHF Ortodonti Anabilim dalında, Dt. Melek Füsun Türkyılmaz tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum.

Çocuğumun araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer çocuğumun çalışmaya katılmasını reddedersem, bu durumun çocuğumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden çocuğumu araştırmadan çekebilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

EK-3. (devam) Aydınlatılmış onam formu

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte, Dt. Melek Füsun Türkyılmaz, G.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı tel no:203 42 93 'ten arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla, çocuğumun söz konusu klinik araştırmaya katılmasını gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Velisinin adı- soyadı:

Tarih:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştıracının adı-soyadı, ünvanı

Adres:

Tel:

İmza:

AYDINLATMA ve KATILIMCININ BEYANI KESİNLİKLE BİRBİRLERİNİN DEVAMI ŞEKLİNDE OLACAKTIR. AYRI AYRI SAYFALARDA YER ALMAYACAKTIR.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Türkyılmaz, Melek Füsun
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : Altındağ, 06.03.1987
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 05333154214
 e-mail : fisunc@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2010
Lise	Bahçelievler Deneme Lisesi	2005
Ortaokul	Ulubatlı Hasan Ortaokulu	2001
İlkokul	Ulubatlı Hasan İlkokulu	1998

Yabancı Dil

İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

European Orthodontic Society (EOS)

Poster Bildirileri

- 1- “ İskeletsel 3. Sınıf Anomalili Bireylerde Bimaksiller Ortognatik Cerrahi Tedavi: (2 Vaka Nedeniyle)”; Prof. Dr. Sema Yüksel, Doç. Dr. Mustafa Sancar Ataç, Dt. Erdal Bozkaya, Dt. Melek Füsun Türkyılmaz, *Türk Ortodonti Derneği 14. Uluslararası Kongresi, Ankara, 25-29 Ekim 2014.*



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..