



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PIEZOİNSİZYON'UN ORTODONTİK KANİN DİSTALİZASYONU
HIZINA OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

İŞİL (OKTAY) GÜN
DOKTORA TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Banu Çakırer Bakkalbaşı

İSTANBUL-2014



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PIEZOİNSİZYON'UN ORTODONTİK KANİN DİSTALİZASYONU
HIZINA OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

İŞİL (OKTAY) GÜN
DOKTORA TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Banu Çakırer Bakkalbaşı

İSTANBUL-2014

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Programın seviyesi : Doktora
Anabilim Dalı : Ortodonti
Tez Sahibi : Işıl Oktay GÜN
Tez Başlığı : Piezoinsizyonun Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi
Sınav Yeri : Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fak. Ortodonti ABD
Sınav Tarihi : 31/03/2014

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. Banu Çakırcı Bakkalbaşı

Kurumu

Marmara Üniversitesi

İmza

Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. Ahmet Nejat Erverdi

Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Nazan Küçükkeleş

Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Aha Acar

Marmara Üniversitesi

Doç. Dr. Fulya Işık Özdemir

Yeditepe Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 09/04/2014 tarih ve 2 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN FORMU

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih 02.04.14

Ad İŞİL GÜN

İmza



ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda benden desteğini esirgemeyen sevgili danışmanım Prof.Dr. Banu Çakırer Bakkalbaşı'na, canım annem, birtanecik babam, canım kardeşim, biricik eşim ve çok değerli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI FORMU

BEYAN FORMU

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER	vii
RESİM LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TÜRKÇE ÖZET	1
SUMMAR	2
1.GİRİŞ VE AMAÇ	3
2.GENEL BİLGİLER	5
2.1.Ortodontik Diş Hareketinin Fizyolojisi	5
2.1.1.Ortodontik diş hareketi teoremleri	5
2.1.1.a Basınç-gerilim teoremi	5
2.1.2.b Kemik-eğilme teoremi	6
2.1.1.c. Biyoelektrik sinyaller teoremi	7
2.1.4.d Mikro hasar teoremi	7
2.2. Ortodontik Diş Hareketinde Yer Alan Hücreler	8
2.2.1. Osteoblatlar	8
2.2.2. Osteoklastlar	9
2.2.3. Fibroblastlar	9
2.3. Optimum Ortodontik Kuvvet	9
2.4. Ortodontik Diş Hareketinin Hızlandırılmasındaki Yöntemler	10
2.4.1. Mediatörlerin injeksiyonu	10
2.4.1.1. Prostaglandin E ₂	10
2.4.1.2. Kortikosteroidler	12
2.4.1.3. Paratiroid hormonu	12
2.4.1.4. 1,25-Dihidroksikolekalsiferol	13
2.4.1.5. Nitrik Oksit	14

2.4.1.6. Lökotrienler	14
2.4.1.7. Osteokalsin	14
2.4.2. Mekanik stimülasyon	15
2.4.3. Gen Stimülasyonu	15
2.4.4. Elektromanyetik stimülasyon	16
2.4.5. Lazer biyostimülasyonla diş hareketi	17
2.4.6. Kortikotomi destekli hızlı diş hareketi	19
2.4.6.a. Hayvan Çalışmaları	19
2.4.6.b. İnsan Çalışmaları	21
2.4.6.1. Bölgesel hızlanma fenomeni(BHF)	25
2.4.6.2 Kontraendikasyonlar ve limitler	29
2.4.6.3 Komplikasyonlar ve yan etkiler	29
2.5. Piezoelektrik Cerrahi	29
2.5.1. Piezoelektrik cerrahinin temelleri	30
2.5.2. Piezoelektrik cerrahi tekniğinin endikasyonları	32
3. BİREYLER VE YÖNTEM	34
3.1. Birey	34
3.2. Çalışmada Kullanılan Malzemeler	34
3.3. Yöntem	35
3.3.1. Tedavi Protokolü	35
3.3.1.1. Piezocerrahi prosedürü	37
3.3.1.2. Kuvvet uygulama ve aktivasyon protokolü	40
3.3.1.3. Distalizasyon miktarı ve rotasyon derecesi ölçümü	41
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	44
4. BULGULAR	45
4.1. Metod Hatası Değerlendirmesi	45
4.2: Çekim Boşluğu Mesafesinin Kanin Dişlerin Hareketi ile Değişmesine ait Bulgular	45
4.3 Kanin Dişlerin Rotasyon Ölçümleri ile İlgili Bulgular	52
4.4: Ankraj Kaybı Bulguları	53
5. TARTIŞMA	54

5.1. Materyal Metod Tartışması	54
5.2. Bulguların Tartışması	64
6. SONUÇ	69
7. REFERANSLAR	70
8.ÖZGEÇMİŞ	91
Ek 1: ETİK KURUL ONAYI	93
Ek 2: ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	97

KISALTMALAR VE SİMGELER

PDL: Periodontal Ligament

Mm: Mikro metre

PGE2: Prostaglandin E2

ODF: *Osteoclastik Differentiation Factor*

Osteoklastik Farklılık Faktörü

cAMP: Siklik Adenozin Mono Fosfat

PKA: Proteinkinase A

EP2R: Prostaglandin E2 reseptör

EP4R: Prostaglandin E2 reseptör

Ca: Kalsiyum

K: Potasyum

Na: Sodyum

Mg: Magnezyum

Cl: Klor

RANKL: Nükleer faktör kapa B ligand reseptör

PTH: Paratiroid hormone

LT: Lökotrien

M-CSF: Makrofaj koloni stimülasyon factor

TNF: Tümör nekroz faktörü

OPG: Osteoprotgerin

DNA: Deoksiribonükleik Asit

Ga-Al-As: Gallium-Aluminum-Arsenide

AOO: *Accelerated Osteogenic Orthodontics*

Hızlandırılmış Osteojenik Ortoonti

BHF: Bölgesel Hızlanma Fenomeni

PAS: Grubu: Piezoinsizyon Asiste Grubu

Ni-Ti: Nikel Titanyum

NSAİİ: Non steroidal antienflamatuar ilaç

RESİM LİSTESİ

Resim 3.1: Direk ankraj amaçlı mini vida uygulaması	36
Resim 3.2: Forestadent Orthoeasy Minivida, 1,7x8 mm	36
Resim 3.3: OT7 piezocerrahi ucu	38
Resim 3.4: Kloroben gargara	38
Resim 3.5: Piezocerrahisi uygulanması işlemi	39
Resim 3.6: Mectron Piezosurgery 3 cihazı	39
Resim 3.7: Biomaterials Korea, Inc NiTi kapalı yaylar	40
Resim 3.8: 150 gram kuvvet uygulaması	40
Resim 3.9: Distalizasyon miktarı ölçümü	41
Resim 3.10, 3.11: Akrilik indeks	42
Resim 3.12: Rotasyon ölçümü	43

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1: Zamana göre Pİ ve Kontrol Grubu çekim boşluğu ölçüm ortalamaları değişim çizelgesi	48
Şekil 4.2: Başlangıç-10. Haftaya çekim boşluğu ölçüm ortalamaları değişim grafiği	48
Şekil 4.3: 10 haftalık sürede başlangıca göre meydana gelen diş hareketi miktarlarının haftalara göre değişimi	51

Tablo Listesi

Tablo 4.1 Ölçüm Güvenilirliği Tablosu	45
Tablo 4.2: Kanin distalizasyonu başlangıcı ve 10. Haftaya kadar çekim boşluğu ölçüm ortalamaları	45
Tablo 4.3: Gruplar arası çekim boşluğu ölçüm ortalamaları karşılaştırması	46
Tablo 4.4: 2, 4, 6, 8, ve 10 haftalık sürelerde meydana gelen diş hareket miktarlarının gruplar arası karşılaştırması	49
Tablo 4.5: Kanin dişlerin başlangıç ve 10. Hafta sonundaki rotasyon derecelerinin grup-içi ve gruplar-arası karşılaştırmaları	51
Tablo 4.6: 10 haftalık kanin distalizasyonu sonunda kanin dişlerde meydana gelen rotasyon miktarlarının gruplararası karşılaştırması	52
Tablo 4.7: Ankraj kaybı tablosu	53

ÖZET

Ortodontik tedavilerin sürelerini kısaltmak amacı ile alveolar kemiğe yapılan cerrahi müdahaleler eskilere dayanmaktadır. Klasik yöntemlerdeki tam kalınlık flap kaldırılmasını takiben alveol kemiğine frezler yardımı ile yapılan kesiler oldukça travmatiktir. Piezo-insizyon; mikro-insizyonlar ve lokal piezo-elektrik cerrahisini kombine eden, diğer yöntemlerle benzer sonuçları hızlı ve çok az travma ile elde eden, minimal invaziv yeni bir tekniktir. Bu tez çalışmasının amacı, piezo-insizyon işleminin kanin distalizasyonu hızına olan etkisinin klinik olarak incelenmesidir. Çalışmaya Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Bölümü'ne tedavi için başvuran, tedavi planı gereği üst sağ-sol 1. Premolar diş çekimi yapılan 31 hasta dahil edilmiştir. Takiben piezoelektrik aleti ile lokal anestezi altında sağ kanin dişin meziobukkal ve distobukkal alveol kemik yüzeylerine transmukozal olarak yaklaşık 3 mm derinliğinde kortikal kesiler yapılmıştır. 150 gram distalizasyon kuvveti Ni-Ti kapalı yaylar aracılığı ile mini-vidalardan direk ankraj alınarak uygulanmıştır. 10 haftalık gözlem sonrasında kanin distalizasyon ve distopalatinal rotasyon miktarları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak distalizasyon miktarı piezo-insizyon yapılan sağ kanin dişlerinde ortalama 3.11 ± 0.84 mm sol tarafta ise 2.11 ± 0.69 mm ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.001$) bulunmuştur. Distopalatinal rotasyon miktarı ise piezo-insizyon yapılan dişlerde ortalama $8,94^\circ \pm 4,11$ iken kontrol grubunda $7,16^\circ \pm 4,47$ olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Anahtar Sözcükler: Distalizasyon, Diş hareketi, Kortikotomi, Piezoelektrik, Rotasyon

SUMMARY

Evaluation Of The Effect Of Piezocision In Orthodontic Canine Distalization Rate

Previously, articles related with surgical interventions for accelerated tooth movement had been published. In classical methods, corticotomy is performed with burs after reflecting mucoperiosteal flap. The aim of this present study was to evaluate if a minimally invasive procedure, piezocision, would be an effective technique to accelerate orthodontic tooth movement during maxillary canine distalization. The sample consisted of 31 patients exhibiting Class I, Class II, Class III malocclusions with proclined incisors requiring the extraction of the maxillary 1st premolars, with subsequent retraction of the maxillary canines. Piezocisions were performed on mesiobuccal and distobuccal sides of the right maxillary canine and the left side canine served as the control. By using miniscrews as anchorage, canine distalization was performed via closed-coil springs applying 150 g of force per side. Rate of tooth movement, and amount of tooth rotation during distalization were measured over a 10-week follow-up period. The rate of canine distalization 3.11 ± 0.84 mm was significantly higher on the piezocision side than the control side 2.11 ± 0.69 mm during 10 weeks of distalization and this difference found to be statistically significant ($p < 0.001$). Distopalatal rotation degree was measured as $8,94^\circ \pm 4,11$ in piezocision side while it was $7,16^\circ \pm 4,47$ in control side and this difference was found to be statistically insignificant ($p > 0.05$).

Key Words: Distalization, Tooth Movement, Corticotomy, Piezoelectricity, Rotation

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Amerikan Ortodonti Birliği uygulanan tedaviye ve kişilerin özelliğine bağlı olarak ortodontik tedavilerin 18-30 ay arasında sürdüğünü bildirmiştir.(80) Bu sürenin oldukça uzun olması, hasta kooperasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Tarihte diş hareketini hızlandırmaya yönelik oldukça fazla çalışma yapılmıştır. Bu amaçla hastalara Prostaglandin E2, kortikosteroid, nitrik oksit, osteokalsin gibi mediatörlerin enjeksiyonları yapılmış ayrıca elektromanyetik ve gen stimülasyonu yöntemleri de denenmiştir.(7,33,151)

Diş hareketini hızlandırmaya yönelik cerrahi prosedürlerin çoğu ise tam kalınlık flap kaldırılmasını takiben kemik yüzeyinde kortikotomi yapılmasını içermektedir. 1958 yılında Köle tarafından tanıtılan kortikotomi tekniği bukkal ve palatal alveolar kortikal kemik yüzeylerinin tamamının kesilerek dişlerin kemik bloğu ile beraber hareketini gerektirmekteydi.(101) Ortodonti dünyasında '*Kemik Bloğu*' konsepti 2001 yılında Wilcko kardeşlerin çalışmalarına kadar kabul görmüştür. 2001'den bu yana Wilcko kardeşler hem klinik hem deneysel olarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir.(214) Wilcko kardeşler selektif alveolar dekortikasyon, alveolar ogmentasyon ve ortodontik diş hareketini birleştirdikleri bu modifiye edilmiş yöntemi '*Wilckodontics*' ya da (*Accelerated Osteogenic Orthodontics; AOO*) *Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti* adları altında toplamışlardır.(214) Uzun zamandır kullanılan ve modifikasyonlarla geliştirilen kortikotomi teknikleri oldukça etkili olmakla beraber bir hayli invaziv ve hastalar içinde tolere edilmesi kolay olmayan uygulamalardır. Geleneksel kortikotomi uygulamalarının çoğuunda cerrahi olarak tam kalınlık fleplerin kaldırılması gerekmektedir. Büyük flepler kaldırarak çalışma zorunluluğu ve kortikotomi işleminin geniş alanda uygulanması bu yöntemlerin bazı hastalar ve diş hekimleri tarafından kabul edilmemesine sebep olmaktadır. Bu sebeple son yıllarda minimal invaziv yöntemler geliştirmek üzerine yeni araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.(8)

Kortikotomi desteği ile alveol kemiğinin zayıflatılarak diş hareketini hızlandırmaya yönelik girişimlerin hepsindeki temel mantık 'Bölgesel hızlanma fenomen'inin (BHF) başlatılmasıdır. Yapılan çalışmalar tam kalınlık flep kaldırılmasının dahi BHF başlatmak için yeterli olduğunu göstermiştir. Bununla beraber sadece ortodontik kuvvet uygulaması bile hafif bir BHF' nin başlamasına neden olurken, ortodontik diş hareketi selektif dekortikasyon ile beraber uygulandığında BHF maksimum düzeye ulaşmaktadır.(8,44,171)

Bu çalışmaya; tam kalınlık flep kaldırılmasına gerek olmadan, piezo cerrahi bıçağı ile direk diş eti üzerinden uygulanabilen, alveol kemiğindeki dekortikasyon işleminin kemik metabolizmasında artışa dolayısıyla da kanin distalizasyonu hızında artışa neden olabileceğı hipotezi ile başlanmıştır. Böylelikle literatürde kanin distalizasyonu hızını arttırmaya yönelik uygulanan yöntemlere daha konservatif bir alternatif geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı minimal invaziv piezo-insizyon işleminin maksiler kanin distalizasyonu hızını arttırmada etkili bir yöntem olup olmadığının incelenmesidir. Bu amaçla maksiler 1. Premolar dişleri çekilip kanin distalizasyonu yapılacak 31 hastanın (16 kız, 15 erkek) sağ kanin dişlerinin meziobukkal ve distobukkal alveol kemiklerine piezo-insizyon yapılmış, sol kanin dişlerine ise bu işlem uygulanmamıştır. Kanin dişlerinin distalizasyonu 10 hafta boyunca izlenerek piezo-insizyonun kanin distalizasyonu üzerindeki etkinliğı incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Diş Hareketinin Fizyolojisi

Dişin periodonsiyumdaki hareketi sırasında birçok farklı histolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Ortodontik diş hareketi; dental pulpa, periodontal ligament, alveolar kemik ve gingivayı içeren dental ve parodontal dokuların yeniden şekillenmesi 'remodeling' ile meydana gelir. Bu dokular değişik büyüklük, sıklık ve sürelerde mekanik yüklenme ile karşılaştıklarında geniş makroskopik ve mikroskopik değişimler göstermektedir.(61, 133, 130)

2.1.1.Ortodontik Diş Hareketi Teoremleri

2.1.1.a.Basınç-gerilim teoremi

Dişlerin yer değiştirmelerine neden olan doku değişiklikleri, diş üzerine gelen basınç kuvvetleri ile olur. Kuvvetin etkisi ile dişin harekete zorlandığı yöndeki periodontal aralık daralır, karşı taraftaki periodontal aralık ise genişler ve periodontal lifler gerilir. Bu sırada periodontal ligamentteki kan akımında meydana gelen değişim, nörotransmitterler, sitokinler, büyüme hormonları, koloni-uyarıcı faktörler ve araşidonik asit metabolitleri gibi önemli moleküllerin sentezine neden olur. Bu moleküller de dişlerin etrafında hücre sel cevap oluşturarak dokuda apozisyon ya da rezorpsiyon için uygun bir ortam yaratır.(39) Periodontal liflerin sıkıştığı taraftaki alveol kemiğinde rezorbsiyon, gerilme tarafında ise yeni kemik oluşumu görülür.(133,154)

Kuvvet karşısında ortaya çıkan doku reaksiyonunun hem kemiğin içine doğru hem de kemiğin içinde meydana geldiği gösterilmiştir.(123) Uygulanan kuvvetin şiddetine bağlı olarak bazen rezorbsiyon PDL'e komşu kemik yüzeyinde değil kemik iliğine yakın alanlarda meydana gelir. Bu sırada hareket yönündeki PDL'de sıkışma meydana gelse de biçimlendirici hücre aktivitesi olmaz, ve PDL'e komşu kemik yüzeyinde lokalize iskemi ortaya çıkar. Bu iskemik alan (hyalinize doku) hücre sel camsı bir yapı gösterir. Hyalinizasyonun ilk belirtisi hücrelerde piknotik nükleidlerin (büzülmüş çekirdek yapısı) görülmesidir. Bunu takiben hücre sel alanlar ortaya çıkar. Hasar görmemiş komşu dokulardan makrofajlar, dev hücreler ve osteoklastlar nekrotik alana doğru göç ederler. Rezorbsiyon PDL'e ulaştığı ve hyalinize doku tümüyle ortadan kaldırıldığında diş hareketi başlar, bu süreç 'indirek rezorbsiyon' olarak adlandırılır.¹⁵³ Araştırmacılar, minimal kuvvet uygulansa dahi PDL'de hyalinize bölgenin oluştuğunu ve diş devrilme hareketine

zorladığını; diş kökünün kısa olduğu durumda hyalinizasyonun daha fazla olduğunu, translasyon hareketi esnasında ise çok az hyalinizasyon görüldüğünü bildirmiştir.(92,152,154,217)

Ortodontik tedavi sırasında uygulanacak kuvvetler, kapiller kan basıncı olan kök yüzeyinin cm^2 'sinde 20-25 gramı aşmamalıdır. Bu seviyeyi aşan kuvvetler diş ile kemik arasındaki kontağı keserek hyalinizasyon alanlarının oluşmasına neden olurlar.(170)

Rezorbsiyon direk olarak PDL'e komşu kemik duvarında meydana gelirse, diş kemiğinin içinde hareket etmeye başlar ve buna '*direk rezorbsiyon*' adı verilir. Bu durum yalnızca basınç tarafındaki kan akışı azalmakla birlikte korunduğu zaman oluşur. Hyalinizasyon alanları ya hiç oluşmamıştır ya da çok az oluşmuştur. Bu durumda PDL'de basınç tarafında osteoklastik aktivite, gerilim tarafında da osteoblastik aktivite ile oluşan remodeling tıpkı fizyolojik diş hareketindeki gibidir.(197)

Periodontal ligamentin genişliğinde değişim meydana geldiğinde hücre kantitesi de değişmekte ve hücresel aktivitede artış görülmektedir. PDL'deki kollajen liflerde oluşan belirgin kopukluklar hücre ve doku hasarını yansıtmaktadır.

2.1.1.b Kemik-eğilme teoremi

Ortodontik bir aparey aktive edildiği zaman oluşan kuvvetler; kemikte, dişte ve periodontal dokunun katı moleküllerinde eğilmeye neden olur.(104) Bu dokulardan kemik diğerlerinden daha elastiktir ve uygulanan kuvvet karşısında daha fazla bükülür.

Alveol kemiğinin ortodontik diş hareketinde önemli rol oynadığını belirten ilk araştırmacı Farrar'dır. Farrar'a göre dişe kuvvet uygulandığı zaman diş, kemik ve PDL'nin sert kısımlarında bükülme meydana gelmektedir.(104) Bu hipotez daha sonra birçok araştırmacı tarafından da desteklenmiştir. Kemiğinin eğilmesini takiben kemik yapım-yıkımı ile beraber kemiğinin yeniden şekillenmesinden sorumlu mediatörler salınır. Ortodontik kuvvetin iletimi sürdükçe kemik bükülmüş pozisyonunu korur ve bu olaylar artarak devam eder.(66) Reorganizasyonun sadece lamina durada değil, kemik korpusundaki tüm trabeküllerin yüzeyinde de olduğu belirtilmiştir. Hücrelerin değişen aktivitesi kemiğinin şeklini ve internal organizasyonunu modifiye etmektedir.(15,23)

Pollack ve ark.(149) köpek mandibulasında yaptıkları çalışmalarında kanin dişin ortodontik olarak eğilme (tipping) hareketinin alveoler kemiği bükerek, kemikte konkav ve konveks yüzeyler yarattığını belirtmişlerdir. PDL'in gerildiği bölgeye komşu kemik

konkavlaşmakta; PDL'in sıkıştığı bölgeye komşu kemik ise konveksleşmektedir. Ardından konveks yüzeyde rezorbsiyon, konkav yüzeyde ise depozisyon görülmektedir.

2.1.1.c. Biyoelektrik sinyaller teoremi

Ortodontik kuvvetin uygulanmasıyla birlikte kemikte meydana gelen bükülmeye cevaben dokuda biyoelektrik polarizasyonun meydana geldiğine inanılmaktadır.(130) Biyolojik sistemlerdeki elektrik potansiyeli, hücre zarının belirli alanlarındaki makro moleküllerin yüklenerek iletişime geçmesine yahut iyonların mobilize olarak hücre zarından geçmesiyle hücrelerin aktive olmasına, neden olabilir.(38) Piezoelektrik, kristal yapıdaki birçok maddede izlenen bir durumdur. Kristal yapıda meydana gelen deformasyon, elektronların yer değiştirmesi sonucu elektrik akımı oluşmasına sebep olur. Organik kristallerin de piezoelektrik özellik gösterdiği bulunmuştur. Piezoelektrik fenomenini ortodontik diş hareketini açıklamak için kullanan ilk araştırmacı DeAngelis'tir.(40)

Piezoelektrik hipotezine göre, kemiğin yapısındaki hidroksiapatit ve kollajen kristal yapıların bozulması, elektron göçünü indükleyerek lokal elektrik alanı oluşturabilmektedir. Dişe uygulanan ortodontik kuvvet komşu alveol kemiğine iletildiğinde kemikte hafif bir bükülme ve kemiğin kollajen yapılarında deformasyon oluşmaktadır. Bu deformasyon ile yüzeysel elektrik yükü değişir ve kemiğin iç bükey kısmında negatif, dış bükey kısmında ise pozitif elektrik yükü oluşur. Negatif elektronların olduğu kısımda kemik yapımı, pozitif elektronların oluştuğu kısımda ise kemik yıkımı olduğu iddia edilmiştir.(87)

2.1.1.d Mikro hasar teoremi

Kemik eğilme teorisi ile beraber bazıları kemik matriksindeki zorlamanın yeterince büyüyerek mikro hasarlara neden olabileceğini iddia etmiştir.(138) Bu hasar vücudun herhangi bir yerinde kırık gibi davranır ve osteositlerin apoptozuna, ve osteoklastların aktivasyonuna neden olur.(138)

Yapılan bir in-vivo fare çalışmasında, mikro hasarın, osteosit apoptozunun ve hasarlı bölgedeki kemik yeniden şekillenmesinin arasındaki ilişki gösterilmiştir. Hasarlı bölgedeki osteoklast aktivitesi artmış ve kemikte yeniden şekillenme gözlemlenmiştir.(201)

Diş hareketinin ilk safhalarında PDL sıvıları yer değiştirmekte; bu durum hücre deformasyonuna sebep olmaktadır. Bu fizyokimyasal olaylara yanıt olarak sitokinler,

büyüme faktörleri, koloni-stimulan faktörler ve vazoaktif nörotransmitterler salınmakta ve remodeling aktivitesi başlamaktadır.(23)

Ortodontik diş hareketinin erken safhasında periodontal vazodilatasyon ve lökositlerin kapiller dışına göçüyle karakterize akut enflamatuvar yanıt oluşmaktadır. Bu göç hücreleri çeşitli sitokinler ve lokal biyokimyasal sinyal molekülleri üretir ve paradental hücreler ile etkileşime girerler. Parakrin veya otokrin olarak etki gösteren sitokinler, sistemik ve lokal sinyal molekülleriyle birlikte prostaglandin, büyüme faktörleri ve diğer sitokinlerin salınmalarına neden olurlar. Plazma ve kapillerlerden çıkan lökositlerle bu süreç çoğunlukla eksüdatiftir. Bir veya iki gün sonra olay hafifler ve fibroblastlar, endotel hücreleri, osteoblastlar ve kemik iliği hücreleriyle karakterize kronik bir hal alır. Bu safhada da lökosit göçü devam eder ve yeniden şekillenme sürecini düzenler. Kronik enflamasyon, sonraki seansta yeni kuvvet yüklenene kadar devam eder. Aktivasyondan sonra yeniden akut enflamasyon dönemi başlar.(23)

2.2. Ortodontik Diş Hareketinde Yer Alan Hücreler

2.2.1. Osteoblastlar

Osteoblastlar kemik iliğinde stromal hücre öncüllerinden köken alan ve kemik yapımında rol alan hücrelerdir. Kemik dokusundaki ekstraselüler matriksin sentezlenmesi, depolanması ve mineralizasyonundan sorumludurlar. Fazlaca tip 1 kollojen ve alkali fosfataz sentezlerler.(58)

Bu hücreler yeni yapılan kemik dokusunun organik matriksinin yapımından sorumludur. Osteoblastlar kollojen fibrillerin oluşturduğu ve sonradan kalsifiye olan ağ yapısının ve proteoglikanların oluşmasına neden olurlar. Oluşan yeni dokuya 'osteosit' adı verilir. Bu hücreler oluşturdukları kemik matriksi tarafından çevrelenirler.(53)

Osteoblastlar günde ortalama 2-3 µm hızında organik matriks salgılar. Kemiğin inorganik kısmının yapılabilmesi için de canlı osteoblastlara ihtiyaç vardır. Osteoblastların açığa çıkardıkları alkalin fosfataz enzimi günde 1-2 µm hızında mineralizasyon gerçekleşmesine olanak sağlar.(53)

2.2.2. Osteoklastlar

Kemik yüzeyinde sayıları oldukça fazla olan bu hücrelerin esas fonksiyonları kemik rezorpsiyonu ve kalsiyum ile fosfatın plazmaya verilmesidir. Oldukça hareketli, multinükleer ve lizozomal enzimler taşıyan polarize hücrelerdir.(181)

Normal olarak yetişkinlerde kemik yüzeyinin yüzde birinden daha az bir bölümünde aktivite gösterirler. Kemiğin osteoklastlar tarafından rezorpsiyonunu paratiroid hormonu kontrol eder. Kemik döngüsünün arttığı bölgelerde sayısı artar ve yaşamları günlerle ifade edilecek kadar azdır.(19)

2.2.3. Fibroblastlar

Yassı uzun ya da ovalimsidirler. Gövde kısımlarından sitoplazmik uzantılar çıkar, çekirdekleri oval olan hücrelerdir. Periodontal ligamentin bağ dokusunun esas hücreleridir. PDL'nin ve alveol kemiğinin yapısının korunması, tamiri ve rejenerasyonundan sorumludurlar.(79)

Bağ dokunun ana maddesi olan ve yaraların iyileşmesinde işlevi olan kollojen adlı proteinin yapımından sorumlu hücrelerdendirler. Fibroblastlar, farklı hücre çeşitlerinin öncüllerine (örn: osteoblastlar) dönüşebilirler.(79)

Periodontal ligamentin kollojen liflerinin yeniden şekillenmesinde esas rolü fibroblastlar oynar. Diş hareketi sırasındaki kollojen sentezi ve yıkımını beraber yapabilmektedirler.(107)

2.3. Optimum Ortodontik Kuvvet

Optimal ortodontik kuvvet hastada kök rezorpsiyonu ya da diş çevresindeki dokularda hasar olmadan, dişleri istenilen yere hareket ettiren kuvvetler olarak kabul edilmektedir.(61)

Optimal diş hareketini elde etmek için birçok değişken göz önünde bulundurulmalıdır; kuvvetin şiddeti, yönü, dağılımı, süresi ve periodontal ligamentteki biyolojik değişiklikler.(185)

Optimal kuvvet tanımlaması ilk olarak 1932 de Schwarz tarafından ortaya konmuştur. Araştırmacı, periodontal ligamente uygulanacak optimal kuvvetin kapiller kan basıncına eşdeğer olması gerektiğini söylemiştir. Bu basıncın altındaki kuvvetler herhangi bir reaksiyona neden olmazken, daha ağır kuvvetlerin dokuda nekroz oluşturduğunu rapor etmiştir.(170)

Optimal kuvvet, mekanik uyarıların dişi destekleyen dokuların hücresele cevabı ile dengede olduğu yani dişi kökü, periodontal ligamentler (PDL) ve alveol kemikte hasar oluşturmadan maksimum dişi hareket hızına neden olan kuvvetlerdir. Bu konsepte göre optimal kuvvet her dişe ve her hastaya göre değişmektedir.(157)

Storey ve Smith optimal kuvvet teorisi konusunda yaptıkları çalışmalarında en hızlı maksiller kanin distalizasyonunun 150-200 gr kuvvet altında meydana geldiğini rapor etmiştir.(185)

Optimal dişi hareketinin kök yüzey alanı ile ilişkili oluşu da iddia edilmiştir.(185)

Dişe uygulanan kuvvet miktarı (basınç), periodontal ligament ve dişi hareket hızı arasında lineer bir ilişki vardır ancak kuvvetin çok arttırılması dişi hareketinde artışa neden olmaz.(18)

2.4. Ortodontik Dişi Hareketinin Hızlandırılmasındaki Yöntemler

2.4.1. Mediatörlerin injeksiyonu

2.4.1.1. Prostaglandin E2

Prostaglandinler canlıların vücudunda önemli görevleri olan yağ asitlerinden enzimatik olarak türeyen lipid bileşenleridir. Vücutta doğal olarak üretilen bir grup yağ asitleridir ve hormonlara benzer şekilde hareket ederler. İlk defa insan semeninde rastlanılan bu maddenin prostat bezinden salgılandığı düşünöldüğü için bu isim verilmiştir.(209)

Harell ve ark.(69) prostaglandinlerin mekanik stresin önemli mediatörleri olduğunu belirtmişlerdir. Prostaglandinler, vücudun çoğu dokusunda fiziksel, kimyasal, mekanik, immunolojik veya nörohormonal bir uyarının etkisiyle sentezlenmektedirler. Sistemik dolaşıma geçmeyen ve sadece sentezlendikleri bölgede lokal etki gösteren prostaglandinler; E ve F şeklinde bulunmaktadırlar. Prostaglandin E2 (PGE2), kemik rezorpsiyonundaki en etkin rolü oynayan prostaglandindir.(131)

Enflamasyon ve lezyon alanlarında prostaglandinlerin üretimi, interlökin-1 gibi sitokinlerin artmasına neden olmaktadır. Prostaglandinler, lokal kemik rezorpsiyonunu indüklemektedirler.(85) Fakat prostaglandinlerin kemik rezorpsiyonunu nasıl indükledikleri henüz tam olarak bilinmemektedir.

Chumbley ve Tuncay (33) çalışmalarında deneklere anti-enflamatuvar etkili endometazin verdiklerinde prostaglandin sentezinin baskılandığını ve dişi hareketinin

yavaşladığını gözlemlemişlerdir. Bazı çalışmalarda ise büyüme faktörleri, hormonlar (parathormon), interlökinler veya diğer sitokinlerin PGE2 sentezini tetiklediği belirtilmiştir.(87)

Hücre içi sinyal sistemleri birçok dış sinyali iç sinyale yada seconder mesajılara dönüştürür.(55) cAMP ve cGMP kemiğin yeniden şekillenmesinden sorumlu seconder mesajılardır.(38) PGE2, cAMP'nin efektif stimülatörüdür. Bu etkiyi birer PGE2 reseptörü olan EP2R ve EP4R aktivasyonunun etkilerinin kombinasyonu sonucu proteinkinaz A (PKA)'nın aktivasyonu ile sağlamaktadır. PGE2, cAMP'yi stimüle edip cAMP'nin hücre içi konsantrasyonunu düzenlemektedir.(199) Vazoaktif olan PGE2, cAMP gibi ikincil bir mesajıcı olan Ca²⁺ konsantrasyonunu etkileyerek ani ve hızlı hücrel cevap oluşumuna da katkı sağlamaktadır. Ayrıca PGE2 hem mevcut osteoklastların sayısını artırmaktadır hem de bunların rezorptif etkilerini belirgin hale getirmektedir.(162)

Kanın distalizasyonuna olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, PGE2 kanın dişin distaline submukozal olarak enjekte edilmiştir ve bu grupta kanın dişin 2 kat daha hızlı hareket ettiği bildirilmiştir. Bu işlemin hafif bir ağrı dışında makroskobik ve röntgenografik olarak hiçbir yan etki oluşturmadan diş hareket hızını arttırmak amacı ile kullanılabilecek güvenli ve etkili bir yöntem olduğu iddia edilmiştir.(216)

Kanzaki ve ark.(90) çalışmalarında, mekanik baskı altındaki periodontal ligament hücrelerinde PGE2 sentezini araştırmışlar ve ortodontik kuvvet uygulanan deney grubu hayvanlarının PDL hücrelerinde PGE2 miktarında kuvvet uygulanmayan kontrol grubu hayvanlarına oranla önemli miktarda artış olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle mekanik baskı altındaki PDL hücrelerindeki yeniden şekillenmenin PGE2'ye bağımlı olarak meydana geldiğini savunmuşlardır.

Ortodontik kuvvet uygulanması sonucu PDL hücrelerinde meydana gelen distorsiyon, hücre membranı fosfolipidlerinden PGE2 sentezini başlatmakta ve sentezlenen PGE2, hücre yüzeyi reseptörlerine bağlanarak adenilatsiklaz ve cAMP yolunu aktivelemektedir.(61)

Yapılan bir doktora tezi çalışmasında, farklı yöntemlerle uygulanan prostaglandin E2'nin diş hareketi ve kemik metabolizması üzerine etkileri histopatolojik olarak incelenmiş ve intraligamenter PGE2 uygulanmasının ortodontik diş hareketi miktarı ile osteoblast ve osteoklast sayısını belirgin şekilde artırdığı belirlenmiş, intraligamenter uygulamanın lokal uygulamaya göre daha etkili olduğu rapor edilmiştir.(36)

2.4.1.2.Kortikosteroidler

Kortikosteroidler organlarda değişken değerlerde yaygın etkileri olan kolesterol türevi bir gruptur. Sentetik kortikosteroidler çoğunlukla anti-inflamatuar ve anti-allerjik özellikleri nedeniyle romatoid artrit, nefrotik sendrom, kollajen hastalıkları, alerjik durumlar, oküler hastalıklar, cilt hastalıkları, ülseratif kolit ve malign hastalıklar, adrenal yetersizlik ve astım şeklinde özetlenebilecek çeşitli medikal durumlarda kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde oral ülserasyonlarda ve oral mukoza lezyonlarında (liken planus, eritema multiforme) topikal steroid kullanımı yaygındır.(61)

Kortikosteroid verilerek osteoporozis oluşturulmuş tavşanlarda, ortodontik diş hareketi hızı ve bu hareketin stabilizasyonu incelenmiş ve osteoklastik aktivite ile beraber iskeletsel rezorpsiyonun arttığı, kemik depozisyonunun baskılandığı, bu sayede de diş hareketinin hızlandığı rapor edilmiştir.(141)

Tavşanlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise tavşanların dişlerine ortodontik kuvvet uygulanmış ve steroidlerin etkileri incelenmiştir. Deney grubuna kortizon asetat verilmiş ve kontrol grubuna göre 4 kat daha fazla diş hareketi görülmüştür. Histopatolojik inceleme sonucunda, deney grubundaki rezorpsiyon alanlarının kontrol grubuna göre daha fazla olduğu ve kemik formasyonunu gösteren depozisyon alanlarının da daha az olduğu rapor edilmiştir.(7)

Streoid verilen hastaların, genellikle iskeletsel kemik yoğunluklarında azalma meydana geldiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.(141) Hayvan çalışmalarında da kemik miktarının azaldığı ve ortodontik diş hareketinin hızlı olduğu rapor edilmiştir.(141)

2.4.1.3 Paratiroid hormonu

Paratiroid hormon (parathormon veya PTH), paratiroid bezler tarafından salgılanan, vücutta kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesinde rol alan hormondur. Bu hormon dokularda kendi reseptörüne bağlanarak işlev görür, kan kalsiyum seviyesinin yükselmesine ve kan fosfor düzeyinin düşmesine neden olur.

Paratiroid hormon, kalsitonin ve 1,25 dihidroksikolekalsiferol hormonları ile birlikte vücutta kalsiyum dengesinin düzenlenmesinden sorumludur. Bu hormonlar bu düzenlemeyi birbirleri ile karmaşık bir şekilde etkileşerek ve böylece biri diğerinin etkisini tamamlayarak entegre bir biçimde gerçekleştirirler.(151)

Goldie ve King yaptıkları çalışmalarında sıçanlarda kalsiyum eksikliğinin ortodontik diş hareketi hızına, kemik kaybına ve kök rezorpsiyonuna olan etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak kalsiyumdan eksik diyetle beslenen grupta paratiroid hormon salgılanmasının arttığını, kemik yoğunluğunda bir azalma meydana geldiğini ve bunun sonucunda da bu grupta meydana gelen diş hareket miktarında artış olduğunu ayrıca kök rezorpsiyonunun ise daha az olduğunu rapor etmişlerdir.(64)

Yapılan başka bir çalışmada ise sistemik devamlı PTH aşılmasının ortodontik diş hareketi hızını arttırdığı iddia edilmiştir. Bu etkinin, diş hareketi sırasında basınç alanındaki osteoklast sayısının artmasıyla birlikte rezorpsiyon aktivitesinin artması sonucu olduğu vurgulanmıştır.(180)

Gianelly, 6 adet sıçanın üst sol kesici dişlerinin distal mukozasına lokal olarak paratiroid hormonu (PTH) enjekte etmiş ve diş hareket hızına olan etkisini araştırmış ve diş hareket miktarının PTH uygulanan grupta daha fazla olduğunu rapor etmiştir.(62)

2.4.1.4. 1,25-Dihidroksikolekalsiferol

1,25-Dihidroksikolekalsiferol D vitamininin biyolojik aktif formudur ve görevi serum kalsiyum seviyesini normal sınırdaki tutmaktır. Bu maddenin oldukça düşük sistemik dozlarda osteoklastik aktiviteyi artırdığının belirlenmesinden sonra, lokal olarak uygulandığında ortodontik diş hareketi miktarı ve hızına etkilerini araştıran çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.(95)

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada 30 adet farenin maksiller birinci büyük azı dişlerine bukkal yönde 5-20 gram kuvvet 21 gün süre ile uygulanmış ayrıca üç günde bir 1,25-Dihidroksikolekalsiferol lokal olarak enjekte edilmiştir. Sonuç olarak, mekanik kuvvetler eşliğinde lokal 1,25-Dihidroksikolekalsiferol enjeksiyonunun diş hareketi hızını arttırdığı, kontrol grubunda belirlenen diş hareketinde duraklama evresinin deney grubunda izlenmediği rapor edilmiştir.(190)

Sıçanlar üzerinde gerçekleştirilen bir doktora tezi çalışmasında, lokal yolla uygulanan 1,25-Dihidroksikolekalsiferol'ün osteoklastik aktivitede ve kemik rezorpsiyonunda artışa neden olduğu rapor edilmiştir.(11)

Bir başka doktora tezi çalışmasında lokal olarak uygulanan 1,25 Dihidroksikolekalsiferol ve PGE2 nin ortodontik diş hareketi üzerindeki etkileri histolojik parametreler kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak 1,25-Dihidroksikolekalsiferol ve PGE2 enjeksiyonunun ortodontik diş hareketi miktarını istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde arttırdığı görülmüş ve iki farmakolojik ajanın lokal enjeksiyonlarının ortodontik diş hareketi miktarı üzerindeki etkilerinin benzer olduğu gözlenmiştir.(87)

2.4.1.5. Nitrik Oksit

İnsan yaşamı için hayati bir önem taşıyan nitrik oksit, endotel hücresi içerisinde doğal olarak üretilir. Sinir, savunma, solunum, dolaşım ve üreme sistemlerinin önemli fonksiyonlarının düzenlenmesinde etkili olan bir kimyasal habercidir. Nitrik oksit argininden nitrik oksit sintaz enzimi aracılığı ile sentezlenmektedir. Nitrik oksit kemik döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır.(20)

Shirazi ve ark.'nın çalışmasında, deney hayvanlarına L-arginin G-nitro-L-arginin metil ester enjekte edilmiştir. Sonuç olarak kemik yeniden şekillenmesinin ve osteoklastik aktivitenin arttığı rapor edilmiştir.(174)

Deney fareleri üzerinde yapılan bir çalışmada, nitrik oksit enjeksiyonu ile; multinükleer osteoklastlarda, howship lakünalarında, kapiller vaskülarizasyonunda ve ortodontik diş hareketinde belirgin artış rapor edilmiştir.(3)

2.4.1.6. Lökotrienler

Sitoplazmik membranlarda araşidonik asit üzerinden sentezlenen lökotrienler (LT), enflamatuar mediyatörlerin yeni tanımlanan bir grubu olup enflamasyon, kemotaksis ve allerjik reaksiyonlarda önemli fonksiyonlara sahiptirler. Lökotrienler immün yanıtı kuvvetlendirmekle birlikte sitokin kaskadını uyararak doku hasarına da yol açabilirler. Ortodontik diş hareketi mediyatörlerindedir ve kemik rezorpsiyonunu stimüle ederek, ortodontik tedaviyi hızlandırmaktadır. Lökotrien inhibitörü ilaçlar ise ortodontik diş hareketini geciktirmektedir.(200)

2.4.1.7. Osteokalsin

Osteokalsin; osteoblastlar, odontoblastlar ve az miktarda da hipertrofik kondrositlerden sentezlenen, küçük hidroksiapatit bağlayan, kemik matriksinde yer alan ve kollajen kaynaklı olmayan bir protein olup sentezi K vitaminine bağlıdır.

Osteokalsin spesifik olarak osteoblast fonksiyonunu gösterir, serum düzeyleri kemik yapımı ile uyumludur. Osteokalsin yapım ve yıkımın dengede olduğu olgularda kemik dönüşüm hızını, kemik yıkımının artıp dengenin bozulduğu olgularda ise yapımı gösteren değerli bir biyokimyasal parametredir. Osteokalsin, normal kemik mineralizasyonunun

sağlanmasında gerekli olan ve kalsiyum metabolizmasını düzenleyen hormonlar (kalsitonin, PTH, vitamin D) tarafından direkt olarak etkilenmektedir.(46)

Hashimoto ve Kobayashi çalışmalarında, fare maksiller birinci molarını mezialize ederken, lokal osteokalsin enjekte etmişler ve 10. gün sonunda diş hareketini histolojik olarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak osteokalsitoninin lokal uygulanmasının diş hareketini hızlandırdığını rapor etmişler, ve bunun erken dönemde basınç tarafındaki osteoklastogenezis sonucu olduğunu iddia etmişlerdir.(70)

2.4.2. Mekanik Stimülasyon

Mekanik streslere karşı hücrelerin en erken 30 dakika sonra cevap verdiği saptanmıştır. Bu bilgiye dayanarak mekanik stimülasyonu inceleyen çalışmalarda dişlere ve beraberinde periodontal dokulara mekanik vibrasyon ile uyarı göndererek hücrelerdeki cevapların erken aktivasyonu hedeflenmiştir. Fakat yüklenen titreşimlerin doğal periodontal doku frekansına yakın olması gerektiği vurgulanmıştır.(49)

Deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada, hareketi istenen dişlerin etrafındaki PDL dokularını mekanik titreşimlerle aktive etmişlerdir ve bu titreşimlerin, RANKL'i (Nükleer faktör kapa B ligand reseptör aktivatör ya da osteoklast diferansiyasyon faktörü) daha aktif hale getirip, periodontal doku hasarı ve kök rezorbsiyonuna yol açmadan, mekanik stimülasyon ile diş hareketini hızlandırdığını rapor etmişlerdir.(137)

2.4.3. Gen Stimülasyonu

Alveol kemiğinin rezorbsiyonundaki primer reaksiyonlardan olan osteoklastogenezis çoğunlukla iki sitokin ile düzenlenmektedir: RANKL ve makrofaj koloni stimülasyon faktör (M-CSF). Hücrelerin yüzeyinden salgılanan RANKL; tümör nekroz faktörü (TNF) ailesindedir ve membran bağlayıcı proteindir. Osteoklastogenezis sırasında osteoblastları ve stromal ya da mezenşimal kök hücrelerini bağlamaktadır.(177)

RANK (RANKL' in reseptörü), olgun osteoklastlar tarafından sentezlenmektedir. TNF ailesinin başka bir üyesi osteoprotegerin (OPG) molekülü ise bir glikoproteindir. OPG, RANKL'in homoloğu olup birbirlerini inhibe etmektedirler. OPG, RANKL, RANK üçlüsü osteoklastların farklılaşması ve aktive olması ve buna bağlı kemik yıkımı ve yapımındaki dengenin düzenlenmesinde rol oynarlar.(177)

Osteoblastların ve stromal hücrelerin yüzeylerindeki RANKL ve osteoklastların prekürsörlerindeki RANK reseptörü arasındaki hücreler arası iletişim osteoklast yapımı ve aktivasyonunu başlatmakta bu sayede de kemik rezorpsiyonu artmaktadır.(8)

Bazı araştırmacılar ortodontik diş hareketi esnasında, periodontal dokuların belirli bölgelerinde RANK-RANKL regülasyon sistemi gözlemişlerdir.(142)

Lloyd ve ark (118) fareler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, RANKL enjeksiyonunun kemik yapım yıkım döngüsünü hızlandırdığını ve endokortikal kemik erozyon yüzeyi ile periosteal kemik yapım hızını arttırdığını göstermişlerdir.

Kanzaki ve ark. (89) yaptıkları deneysel çalışmada, diş hareketi esnasında lokal RANKL geni transfer etmişlerdir. Bu sayede sistemik yan etki oluşturmadan, RANKL'ın sağladığı osteoklastogenezis ile hem ankiloza uğramış diş hareket ettirmiş hem de ortodontik tedavi süresini kısaltmayı başarmışlardır.

Araştırmacılar ayrıca, osteoporözi olan menapoz sonrası dönemdeki kadınların kemik rezorpsiyonunu geciktirmede ve litik kemik metastazı olan hastaları iyileştirmede kullanılan osteoprotegrini, deneysel diş hareketi sırasında periodontal dokulara enjekte etmişler ve beklenildiği gibi RANKL ile osteoklastogenezisi inhibe ettiğini ve diş hareket hızını yavaşlattığını saptamışlardır.(89)

2.4.4. Elektromanyetik stimülasyon

Yapılan bir çalışmada, elektrik akımının kemikteki hücre zarı etrafında bulunan elektrolit akımını farklılaştırıp diş hareketine etki ettiği rapor edilmiştir. (91)

Direk elektrik akımının diş hareketi üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, katod tarafında osteoblastik aktivite ile PDL hücrelerinde cAMP ve cGMP miktarının arttığı gösterilmiştir. Bu sayede ortodontik diş hareketinin elektriksel uyarı ile hızlandırıldığı bildirilmiştir.(37)

Başka bir in vitro çalışmada ise, elektrik akımı uygulanması ile birlikte hücre DNA'sında H-thimidin inkorporasyonu gibi kemik yeniden şekillenmesini etkileyen bir takım değişiklikler gözlenmiştir.(160)

Kanın distalizasyonunu hızlandırmak için Giovanelli ve Festa, elektrik akımı uygulayan ağız içi bir apacey uygulamışlar sonuç olarak düşük dozlu elektrik akımının hücre aktivitesini arttırıp diş hareketinde artışa neden olduğu sonucunu yayınlamışlardır.(63)

Spadaro ise ekzojen elektromanyetik etkenlerin, kemiğin yeniden şekillenmesindeki ana faktörleri (hormonlar, büyüme faktörleri, sitokinler) ve mekanik kuvvetleri belirgin ölçüde aktive ettiğini göstermiştir.(183)

2.4.5. Lazer biyostimülasyonla diş hareketi

Biyostimülasyon biyolojik etki elde etmek için dokular üzerinde düşük enerjili lazer ışını kullanılmasıdır. Temelde; yara iyileşmesinde ve ağrının azaltılmasında kullanılmaktadır. Düşük güçteki lazer ışığını kullanmanın temel ilkesi, vücut hücrelerine direkt biyostimülatif ışık enerjisini yaymaktır.(61)

Lazer ile fareler üzerinde yapılan bir araştırmada, hızlı palatal genişletme sırasında düşük enerjili Gallium-Aluminum-Arsenide (Ga-Al-As) diode lazer ışınlarının kemik *remodeling*'i üzerindeki etkisi incelenmiş ve bu amaçla 3 farklı ışınlama yapılmıştır: 7 günlük (günde 3 ya da 10 dakika süreyle), 3 günlük (0-2 ya da 4-6 günlerinde 7 dakika boyunca), ve 1 günlük (kesintisiz olarak toplam 21 dakika boyunca) ışınlama. 7. gün sonunda histomorfometrik ve histolojik analizler yapılmıştır. Sonuçta, radyasyon dozuna bağlı olarak, kemik *remodeling* hızında 1.2 ile 1.4 kat artış görülmüştür, ayrıca erken dönemlerde uygulanan ışınlamanın daha etkili olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar bu uygulama ile kemik *remodeling*'ini hızlandırarak hem relapsı önlemiş hem de retansiyon süresini kısaltmış olduklarını savunmuşlardır.(161)

Youssef ve ark., diyet lazerin diş hareketi ve ağrı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarını yaşları 14 ile 23 arasında değişen, alt ve üst premolar diş çekimi yapılacak olan 15 hasta üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Hastaların sağ üst ve alt çene bölgelerine lazer uygulamış, sol tarafları ise kontrol grubu olarak ikiye ayırmışlardır. Kanin distalizasyonu 21 günde bir aktive edilmiş ve lazer 0, 3, 7 ve 14. günlerde uygulanmıştır. Hasta ağrısı bir skala yardımıyla değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, lazer uygulanan sağ grup dişlerinde hem diş hareketi hızında artış hem ağrıda belirgin azalma gözlenmiştir.(219)

Yapılan bir başka çalışmada, düşük enerjili lazerin diş hareketi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada yaşları 12-18 arasında değişen, premolar çekimli 11 hastada 150 gr'lık kuvvetler ile kanin distalizasyonu yapılmıştır. Distalizasyon sırasında üst çene 2 segmente ayrılarak kontrol ve deney grupları oluşturulmuştur. Kanin dişe her aktivasyon sonrasında 780 nm gücünde ve dozu toplam 10 saniye 5j/cm² Ga-Al-As Diode lazer uygulamışlardır. Lazer uygulama sırasında toplam 10 ayrı bölge ışınlanmıştır; 5 palatal ve

5 bukkal bölge (2 servikal, 1 orta üçlü, 2 apikal üçlü). 2 aylık aktivasyon sonrasında, lazer uygulanan segmentte %34 oranında daha hızlı kanin distalizasyonu gözlemlenmiş, ayrıca düşük enerjili lazer kullanımıyla, tedavi süresinde, hasta rahatsızlığı ve ağrı duyusunda ciddi azalma saptanmıştır.(35)

Kawasaki ve ark.(95) lazerin kemik üzerindeki etkisini inceledikten sonra lazerin diş hareketi üzerindeki etkisini araştırmaya başlamışlardır. 48 farenin molar dişine 10 gr ortodontik kuvvet yanında 12 gün boyunca 3 ayrı bölgede (bukkal, palatal, mezial), günde toplam 9 dakika $35.3W/cm^2$ Ga-Al-As lazer uygulamışlardır. Yapılan histomorfometrik ve histolojik analizler sonucunda, lazer uygulamasıyla kemik *remodeling* artışı ile birlikte diş hareketinde 1.3 kat hızlanma rapor etmişlerdir.

Ozawa ve ark (144) tarafından yapılan bir başka çalışmada, kemik stimülasyonu amacıyla uygulanan düşük enerjili lazerin; hangi hücreleri hedef aldığını belirlemede, fare kalvarial hücreleri kullanılarak hücre çoğalması, kemik nodül oluşumu, alkalik fosfataz aktivitesi ve osteokalsin gen aktivitesindeki rolü incelenmiştir. Sonuç olarak lazerin iki düzeyde etki ettiği saptanmıştır:

1. Hücre proliferasyonunda özellikle osteoblastların nodül formasyon hücrelerinde.
2. Öncü hücrelerin diferansiasyonunda.(144)

Yamaguchi ve ark.(113) ise yaptıkları immunohistokimyasal çalışmalarında, düşük enerjili Ga-Al-As lazerin osteoklastogeneziste rol oynayan makrofaj koloni stimülasyon faktörünü etkileyerek diş hareketinde hızlanmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Limpanichkul ve ark'nın çalışmalarında (215), kanin distalizasyonu sırasında her aktivasyonda ve 2 gün sonrasında, mukozaya yakın şekilde 860 nm gücünde ve 2.3j dozunda toplamda 23 saniye süre ile bukkal, palatal ve distal bölgelere GaAlAs lazer uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonunda, diğer çalışmalarının sonuçlarından farklı olarak, lazer grubunda diş hareketinde bir değişiklik bulmadıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca diş hareketini uyarmak amacı ile ihtiyaç duyulan lazer dozunu tartışmaya açmışlardır.

Tavşanlar üzerinde yapılmış deneysel bir çalışmada ise, 3 grup oluşturulmuştur. Kontrol grubu, günde 3 dakika 850 nm lazer uygulanan ve günde 5 dakika 630 nm lik lazer uygulanan grup. Toplam 9 günlük diş hareketi sonrasında yapılan ölçümlerde, lazer uygulanan gruplarda diş hareketinde herhangi bir artış bulmamışlardır.(172)

2.4.6. Kortikotomi Destekli Hızlı Diş Hareketi

Kortikotomi; kemiğin sadece korteksine kesilerek medullar damarlar ve periostun sağlam bırakıldığı kemik cerrahisidir. Bununla birlikte işlem sırasında periostta kısmi yaralanmalar olmaktadır.(86)

2.4.6.a. Hayvan çalışmaları

Hızlı diş hareketi elde etmek için alveolar kemiği zayıflatmaya yönelik cerrahi teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Farrar birinci premolar dişin çekim boşluğuna kanin dişini retrakte etmeye yarayan pozitif sistem olarak adlandırdığı özel vidasının kullanımını 1876 da anlatmıştır (50). Vida sabah akşam olmak üzere günde iki kere özel anahtarı ile aktive edilmiştir, herhangi bir ağrı olmaksızın bu işleme ortalama 46 gün boyunca devam edilmiştir. Farrar bu süre boyunca, posterior dişlerin pozisyonunda önemli bir değişiklik olmadığını ve ankraj kaybı görülmediğini iddia etmiştir. Bu sonucun posterior dişlerin kök yüzey alanlarının fazla olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Bu teknikle alveolar kemik kırılması ve/veya diş renklemesine neden olan abse oluşumu ile sonuçlanan pulpa nekrozu gibi komplikasyonlardan da bahsedilmiştir.(50,119)

1958 yılında Köle tarafından tanıtılan kortikotomi tekniği bukkal ve palatal alveolar kortikal kemik yüzeylerinin tamamıyla kesilmesini gerektirmektedir. Köle'ye göre kortikal kemik ortodontide harekete en fazla direnç gösteren kısımdır. Kortikal kemik kesilirse, süngerimsi kemik ortodontik kuvvetlerce kolayca rezorbe edilebileceği için, dişler hemen yer değiştirebilir diye düşünülmüş ve 1959 yılında hızlı kanin distraksiyon yöntemini uygulayarak öncü olmuştur.

Bell ve Levi (16,103), Köle'nin protokolünü 4 adet maymun üzerinde modifiye ederek denemişlerdir. Vertikal interdental kortikotomiler korunup, horizontal osteotomi yerine kortikotomi yapmışlardır. Ayrıca kortikotomi bölgelerine chisel ile girerek mobilize etmişlerdir. Köle bu ekstra prosedürü sirkülasyonu bozacağını düşündüğü için tavsiye etmemiştir.

Duker (47), av köpeklerinde yaptığı deneysel çalışmada, kemiğin kortikotomi ile zayıflatılmasını takip eden birkaç gün içerisinde, diş gruplarının ortodontik uygulama ile düzeltilebileceğini anlatmıştır. Ayrıca hayvanlarda, kortikotomiye takiben hızlı diş hareketi üzerine yaptığı çalışmada elde ettiği histolojik bulgularında açıklamıştır. Hızlı diş

hareketinin, diş pulpasının damarlı kısmına zarar vermediğini belirtmiş, marjinal kemiğin osteotomi sırasında zarar görmediği durumlarda serbest dişeti mukozasında meydana gelen vasküler değişikliklerin, periodontal membranın hafif reaksiyonlarını gösterdiği sonucuna varmıştır.

Son zamanlarda Cho ve ark. (32), yaptıkları histolojik çalışmada, ortodontik kuvvetler sırasında kortikal aktivasyonla birlikte, fibroblastlar, sementoblastlar, osteoblastlar ve osteoklastlar içeren periodontal hücrelerde belirgin artış saptamışlardır, ancak 6 ay sonrasında bu hücresel aktivitede beklenmedik düşüş gözlemişlerdir.

Cho ve ark'nın (106) av köpeklerinde yaptıkları çalışmalarında, 2. premolar dişlerin çekimini takiben 4. haftada çenelerin sağ tarafında bukkal ve lingual kortikal kemik üzerinde 12' şer adet delik açılmıştır. 3. premolar dişlere 150 gram mezializasyon kuvveti kapalı yaylar ile uygulanmıştır. Kortikal aktivasyon sonrası sağ taraf dişlerinde diş hareketi başlangıcı belirgin bir şekilde hızlı bulunmuş, 6 ay sonrasında ise hücre sayısı ve aktivitesinde ciddi düşüş gözlemlenmiştir.(106)

Sanjideh (164) 2007 yılında av köpekleri üzerinde yaptığı tez çalışmasında mandibular 3. ve maksiler 2. Premolar dişlerinin çekimini takiben, mandibulada gelişigüzel bir tarafa bukkal ve lingual kortikotomiler, maksillada ise her iki bölgeye bukkal kortikotomiler yapmış ve 28 gün sonra bir tarafa 2. Kortikotomi işlemini uygulamıştır. Mandibular 2. Premolar ve maksiler 3. Premolar dişleri hareket ettirmek için kapalı yaylar kullanılmıştır. Sonuç olarak mandibulada kortikotomi yapılan tarafta yapılmayan tarafa göre 2 kat hızlı hareket gözlemlenirken, maksillada bir tarafa 28 gün sonra yapılan 2. Kortikotominin diş hareketinin hızında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür.

Lee ve ark (210) 2008 yılında rapor ettikleri çalışmalarında 30 fareyi 5 gruba bölmüş, 1. gruba sadece kortikotomi, 2. gruba kortikotomi destekli diş hareketi, 3. gruba sadece osteotomi, 4. gruba osteotomi ile beraber diş hareketi ve 5. gruba sadece diş hareketi yaptırıp, bütün farelerden cerrahi sonrası, cerrahiden 21 gün sonra ve cerrahiden 2 ay sonra mikrotomografi görüntüleri almışlardır. Çalışmalarının başlangıcında hipotezleri hem kortikotomilerin hem de osteotomilerin, ortodontik gerilim altında alveol kemiğinde distraksiyon bölgeleri yaratacağı şeklindeydi. Ancak çalışmanın sonuçları, osteotomilerin distal distraksiyon bölgeleri oluşturduğunu, kortikotomilerin ise diş kökleri etrafındaki alveol kemiğinde bölgesel kemik kayıpları oluşturduğunu göstermiştir. İki işlem

sonrasındaki bu farkın osteotomi sonrası segmentlerin mobil hale gelirken, kortikotomi sonrası kemiğin stabil halde olup sadece yara iyileşmesi reaksiyonu göstermesinden kaynaklandığını rapor etmişlerdir.(210)

2009 yılında Su-Jung Kim ve ark (98) yaptıkları çalışmada '*Kortisizyon*' un ortodontik diş hareketindeki alveolar yeniden şekillenmeye etkisi incelenmiştir. Bu teknikte güçlendirilmiş bir bistüri yardımı ile transmukozal yaklaşım interproksimal korteksleri ayırmışlardır. Çalışmada 16 adet kedi 3 ayrı gruba ayrılmıştır. A grubunda sadece diş hareketi, B grubunda ortodontik kuvvetle beraber '*Kortisizyon*', C grubunda ise ortodontik kuvvet, kortisizyon ve periyodik mobilizasyon uygulanmıştır. Yapılan histolojik ve histomorfometrik değerlendirmeler, kortisizyon uygulanan grupta demet kemikte direk rezorpsiyonunun fazla, hyalinizasyonun az olduğunu ve hyalinize dokunun daha hızlı uzaklaştırıldığını göstermiştir. Bununla beraber 28. günde yeni kemik oluşum alanlarının daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Kortisizyonun hızlandırılmış diş hareketinde etkili bir yöntem olabileceği belirtilmiştir. (98)

2.4.6.b. İnsan çalışmaları:

1887'de Angle, birinci premolar dişin çekiminden sonra kanini distale hareket ettirmek amacı ile retraksiyon vidası geliştirmiştir. Bu vida, Angle'ın edgewise apareylerini kullanmaya başlamasına kadar dişleri hareket ettirmek için sıklıkla kullanılan aparey mekanizması olarak değişmeden kalmıştır.(1,6)

Talbot 1896'da dişlerin hareket ettirileceği bölgelerdeki alveolar kemiği, periodontal membranı korumak için lamellar segmenti muhafaza ederek uzaklaştırmıştır ve dişlerin seviyelenmesini, diastemalı protrüzyon gösteren dişlerin eksen eğimlerinin düzeltilmesini ve diş rotasyonlarının düzeltilmesini anlatmıştır.(1,192)

Skogsborg (178) 1926'da ortodontik tedaviden sonra nüksü önlemek amacı ile kökler arası bölümü zayıflatmıştır. Bu yöntem ancak 1931 yılında Bichlmayr kullandıktan sonra yaygınlaşmıştır. Dental protrüzyon ve ön açık kapanış gösteren Angle Sınıf II maloklüzyonda; birinci küçük azıların çekilmesinden sonra, kama şeklindeki bir kemiği, anterior dişlerin lingualinden çıkartarak ön dişlerin retraksiyonunu ve seviyelenmesini kolaylaştırmıştır.(17)

Neumann (135) 1955 yılında palatal wedge–shape osteotomiyi, ön dişler arasındaki büyük boşlukları kapatmaya yarayan dişlerarası bölgesel osteotomi olarak geliştirmiştir.

1958 yılında Köle tarafından tanımlanan kortikotomi tekniği bukkal ve palatal alveolar kortikal kemik yüzeylerinin tamamıyla kesilmesini gerektirmektedir. Köle'ye göre kortikal kemik ortodontide harekete en fazla direnç gösteren kısımdır. Kortikal kemik kesilirse, süngerimsi kemik ortodontik kuvvetlerce kolayca rezorbe edilebileceği için, dişler hemen yer değiştirebilir diye düşünmüş ve 1959 yılında hızlı kanin distraksiyon yöntemini uygulayarak öncü olmuştur. Diş hareketine yardımcı olmak amacı ile ister tek diş, ister diş grubu olsun kortikotomi kullanımını önermiştir. Sınıf II Böl1 düzensizliğe sahip bir olguda laterallerin mezialinden palatinala uzanan 'V' şeklinde kortikotomi kesileri yapmış, cerrahiden 8 gün sonra ortodontik vida ile kuvvet uygulamaya başlamış ve günde iki çevirme ile 0.5 mm'lik aktivasyon yapmıştır. İkinci haftadan itibaren aktivasyonu bire düşürmüş ve 8-10 hafta içinde istenen diş konumunu elde etmiştir. Konsolidasyon amacı ile 6 ay retansiyon apareyi uygulamıştır.(101)

Subrtova ve ark (187) Sınıf II maloklüzyonda üst diş kavsinde görülen bozuklukların kortikotomi yolu ile düzeltilmesini ayrıca kortikotomi sürecinde ortaya çıkan komplikasyonları anlatmıştır.

Tennenbaum (193) 1970 yılında kortikotomiye ortodontik amaçlar için uygulanan cerrahi prosedür olarak tanımlamıştır.

1972 de Suya (189), Kole'nin tekniğini modifiye ederek 100 Japon post-adölesan hastaya uygulamıştır. Vertikal interdental kortikotomi yivler şeklinde olup, alveolar krestin 2-3mm aşağısından başlayıp dişlerin apeksi hizasında sonlanmaktadır. Kole'nin tekniğinden farklı olarak Suya, supraapikal bölgedeki horizontal osteotomi kesisi yerine horizontal kortikotomi uygulamıştır. Bu işlemin yapıldığı olgularda ortodontik tedavinin 10 haftada tamamlandığını rapor etmiştir. Buna ek olarak kortikotomi sonrası görülen diş hareket hızındaki artışı, dentoalveolar blokların hareketine bağlamıştır. Braketlenen dişleri kemik bloklarını kontrol etmeye yarayan tutacaklar olarak tanımlamış, ortodontik kontrollerin aylık değil 10-14 günde bir yapılması gerektiğini söylemiş ve diş hareketinin kemik blokları tekrar birleşmeden önce 3-4 ay içerisinde tamamlanması gerektiğini iddia etmiştir. Yayınlanan bu çalışmalar, literatürde '*kortikotomi destekli ortodonti*' olarak anılmaya başlanmıştır.

Generson ve ark (60) 1978 yılında, anterior dentoalveolar açık kapanışın kortikotomi kullanılarak tedavisini anlatmıştır. Tedavi süresinin kısa ve sonucunun stabil olduğunu iddia etmiştir.

1990 yılında Gantes ve ark (59), farklı malokluzyonları olan 5 yetişkin hastada diş hareketini hızlandırmak için ortodontik tedavi ile bir arada uygulanan çok yönlü kortikotomileri içeren cerrahi tekniği tanıtmışlardır. Tedavi için düşünülen süre deney grubu için 14.8 ay, kontrol grubu için ise 28.3 aydır. Bununla birlikte, kaninlerin ortodontik hareketi 7 ayda sağlanmıştır.

Kawai ve ark (93), meziale doğru eğilmiş alt ikinci büyük azı dişinin distal kısmına kortikotomi uygulandığında, üçüncü azı dişini çekmeye gerek olmadan ikinci azı dişinin eksen eğiminin daha hızlıca düzeltilebildiğini açıklamıştır.

Kerdvongbundit (96), kortikotomi destekli ortodontik tedavi prosedürünü anlatmıştır. Araştırmacı bu yöntemin avantajlarını vurgulamış ve dişlerin bu tip bir tedaviden sonra daha stabil olduğunu iddia etmiştir. Osteoklastik aktivite tarafından periodontal ligamentlerin daha az tahrip olmasının ve daha fazla stabiliteye sahip olan kallus oluşumunun bu duruma neden olduğunu belirtmiştir.

Gantes ve ark (59) kortikotominin periodontal sağlık üzerindeki etkisini hastaları üzerinde değerlendirmiştir. Olgularda mukoperiosteal flep kaldırmış, bukkal ve lingual kortikotomiler ile cerrahi işlemlerin hemen sonrasında ortodontik kuvvet uygulamıştır. Plak skorları, cep derinliği ve yapışık diş eti seviyelerine cerrahi prosedürlerden önce ve ortodontik tedaviden sonra bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara dayanarak, kortikotominin periodontal ataçmada minimal değişiklikler oluşturduğunu savunmuştur.

Ortodonti dünyasında '*Kemik Bloğu*' konsepti 2001 yılında Wilcko kardeşlerin çalışmalarına kadar kabul görmüştür. 2001'den bu yana Wilcko kardeşler hem klinik hem deneysel olarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirmiştir.²¹⁴ Wilcko kardeşler selektif alveolar dekortikasyon, alveolar augmentasyon ve ortodontik diş hareketini birleştirdikleri bu modifiye edilmiş yöntemi '*Wilckodontics*' ya da (*Accelerated Osteogenic Orthodontics; AOO*) *Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti* adları altında toplamışlardır. AOO cerrahisinde temel prensip ' $\leq 1,5$ mm' gibi ince bir tabaka kemik meydana getirmektir. Orijinal tekniğe benzer şekilde bu uygulamada da tam kalınlık labial ve lingual alveolar flep kaldırılmaktadır. Farklı olarak, dekortikasyon sağlanan cerrahi yaralanma bölgesi, hareket ettirilecek dişlerin köklerine komşu olan medullar kemiğe doğru çok az miktarda uzanmakta ve bu şekilde dişlerin vitalitesi risk altına atılmamaktadır. Alveol kemiğinin kortikal tabakası frez yardımı ile noktasal şekilde birçok bölgeden travmatize edilerek kanama bölgeleri oluşturulmakta ve kortikal plakların selektif kısmi dekortikasyonu

sağlanmaktadır. Takiben allogreft materyali yerleştirilip greftler kapatılıp sutur atılmaktadır. Ortodontik braketer ve tel cerrahiden 1 hafta önce hastaya uygulanır ve tüm vakalarda ortodontik kuvvetin uygulanması cerrahiyi takiben 2 hafta içinde gerçekleşir ve hastalar kuvvet aktivasyonları için 2 haftada bir görülür. Araştırma sonucunda herhangi bir periodontal problem, rezorpsiyon, lüksasyon ve alveol kemik yüksekliğinde değişikliğe rastlanmamıştır. Araştırmacılar yöntemlerindeki hızlı diş hareketinin daha önceden ileri sürülen kemik-blok hareketinden ziyade, bir demineralizasyon-remineralizasyon süreci sonucunda gerçekleştiğini savunmuşlar ve bu sürecin '*bölgesel hızlanma fenomeni*' ile ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir.(212)

Park ve ark (146) '*Kortisizyon*' adıyla 2006 yılında yayınladıkları çalışmalarında flap kaldırmadan doğrudan diş eti üzerinden özel bir bistüri ve çekiç yardımı ile alveolar kortikotomiler yapmış ve diş hareketinin hızlandığını rapor etmişlerdir. Flap kaldırmadan uygulanan bu yöntemle cerrahi süre kısaltılmış fakat cerrahi sonrası hastalarda baş ağrısı, vertigo gibi şikayetler olmuş, teknik fazlaca agresif bulunmuştur.

Uzun zamandır kullanılan ve modifikasyonlarla geliştirilen kortikotomi teknikleri oldukça etkili olmakla beraber bir hayli invaziv ve hastalar içinde tolere edilmesi kolay olmayan uygulamalardır. Geleneksel kortikotomi uygulamalarının çoğunda cerrahi olarak tam kalınlık fleplerin kaldırılması gerekmektedir. Büyük flepler kaldırarak çalışma zorunluluğu ve kortikotomi işleminin geniş alanda uygulanması bu yöntemlerin bazı hastalar ve diş hekimleri tarafından kabul edilmemesine sebep olmaktadır. Bu sebeple son yıllarda minimal invazif yöntemler geliştirmek üzerine yeni araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.(8)

1988 yılında Vercelloti klasik ultrasound tekniğini modifiye ederek ultrasonik mikrovibrasyonlar temeli ile çalışan piezoelektrik cerrahisini geliştirmiştir.(202)

2009 yılında Serge Dibart ve ark. Tarafından yeni bir teknik rapor edilmiştir. Teknik, '*Piezoinsizyon: Minimal invaziv periyodontal olarak hızlandırılmış ortodonti*' başlıklı vaka raporunda tanıtılmıştır.(43) Bu teknikte, cerrahiden 1 hafta önce bant ve braketer dişlere yerleştirilmiş, lokal anestezi sonrası bistüri ile interdental papilin altından ve çenelerin bukkal yüzünden 10 vertikal interproksimal insizyon ve piezo-cerrahi bıçağı ile d bu mikro açıklıklardan yaklaşık 3 mm derinliğinde kortikal alveolar insizyonlar yapılmıştır. Bu yöntemle eşlik eden selektif tünel yaklaşımı ile sert ya da yumuşak doku greft uygulaması da yapılabilmektedir. Tünel yaklaşımı yumuşak doku debrimanını

minimalize eden bir uygulamadır. Bu teknik ile araştırmacılar klasik dekortikasyon yaklaşımı ile aynı sonuçları, daha hızlı, minimal invaziv ve hastalarda daha az travma meydana getirerek elde edildiğini savunmuşlardır.(43)

Dibart ve ark.'nın uyguladığı piezoinsizyon yöntemine benzer bir başka çalışmada mikro insizyonların sayıları azaltılmış ve tünel aşaması endoskopik olarak asiste edilmiştir. Böylelikle yapılan piezoelektrik kesilerinin derinlik ve lokalizasyonunun kontrolü detaylı olarak sağlanabilmiştir.(52)

2011 senesinde Aboul-Ela ve ark (2) tarafından 13 yetişkin hastada yapılan çalışmada üst 1. Premolar çekimini takiben bir taraftaki köpek dişi flap kaldırılıp kortikotomi yapılarak distalize edilmiş, diğer tarafa ise kortikotomi uygulanmadan distalizasyon yapılmıştır. Mini vidalardan direk ankraj olarak her iki kanin dişine 150 gram distalizasyon kuvveti Nikel-Titanyum kapalı yaylar ile uygulanmıştır. Kanin dişleri 4 ay boyunca takip edilmiş ve diş hareket hızı, plak indeksi, gingival indeks, sondalama derinliği, ataşman kaybı ile diş eti çekilme parametreleri karşılaştırılmıştır. Kuvvet uygulandıktan sonraki ilk iki ay diş hareketi kortikotomi yapılan kanin dişlerinde iki kat daha hızlı olmuştur. Üçüncü ayda bu fark 1,6 kata düşmüş ve 4. Ayda 1.06 kat daha hızlı hareket ölçülmüştür. Plak indeksi, sondalama derinliği, ataşman kaybı ve diş eti çekilmesi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Alikhani ve ark. (5) 2013 yılında yayımladıkları çalışmalarında 20 hastada üst 1. premolar çekiminden 6 ay sonra hastaların çenelerinin bir tarafına Ortodontik Propel aleti ile çekim boşluğunun olduğu kemiğe mikroosteoperforasyonlar yapmışlar ve 28 gün sonra kanin distalizasyonu sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak kortikotomi yapılan tarafta 2.3 kat daha hızlı hareket elde etmişlerdir. Ayrıca hastaların diş eti oluğu sıvılarını da incelemişler ve kemokin ve sitokin gibi osteoklastik aktiviteden sorumlu kimyasalların miktarında kortikotomi grubunda kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır.

2.4.6.1. Bölgesel hızlanma fenomeni (BHF)

Bölgesel hızlanma fenomeni (BHF); dokuların zararlı uyarılara karşı, kendilerini normalden daha hızlı yenileme sürecine soktukları lokal rejenerasyon/yeniden şekillenme sürecidir. Bu yoğun kemik cevabı (artan osteoklastik - osteoblastik aktivite ve artan lokal-sistemik enflamasyon parametreleri seviyesi) kemik iliğine uzanan kesilerin etrafında meydana gelir. Bu cevap; uyarının süresi, şiddeti ve yoğunluğuna bağlı olarak çeşitlilik

gösterir ve hasarların hızlı iyileşmesini sağlayan fizyolojik ‘acil durum’ mekanizması olarak düşünülür. BHF’nin süresi dokuların cinsine göre değişmekle beraber insan kemiklerinde genellikle 4 ay sürer . Bu fenomen normal kemik yapım-yıkımına göre 10-50 kat daha hızlı kemik iyileşmesine neden olur.(56)

BHF’nin iyileşme fazları fare tibiasında incelenmiştir. İlk aşama lamellar-olmayan kemik oluşumudur; periostal alandan başlayıp medullar kemiğe doğru uzanır ve maksimum kalınlığına 7. günde ulaşır. Lamellar-olmayan kemiğin bu kortikal köprüsü BHF’nin temel parçasıdır ve yaralanma sonrası kemiğe mekanik stabilite sağlar. 7. günden itibaren kortikal alandaki bu kemik lameller kemiğe dönüşmek için yeniden şekillenmeye başlarken, medullar alandaki lamellar-olmayan kemik de rezorbe olmaya başlar (geçici lokal osteopeni).(167)

İnsan uzun kemiklerinde BHF cerrahi sonrası birkaç gün içinde başlar ve 1-2 ay içinde maksimum seviyesine ulaşır, 6-24 ay arasında azalarak biter.(212)

Klinik olarak, yumuşak doku flaplerinin kaldırılmasının ardından alveol kemiğinin açığa çıkması ile beraber dişlerin etrafındaki kemiğin bir miktar rezorpsiyona uğradığı bilinmektedir. BHF sadece alveol kemiğinde kortikotomi sonrası değil ayrıca kemiğe dokunmadan sadece mukoperiostal tam kalınlık flap kaldırılması sonrasında da meydana gelir.(155)

Cerrahi yara alveol kemiğinde geçici osteopeni (kemik yoğunluğunun azalması) oluşturur. Bu durum biyomekanik direnci azaltır ve trabeküler kemiğe doğru hızlı diş hareketine olanak sağlar. Bu geçici osteopenik süreyi ortodontik kuvvet uygulaması ile uzatabiliriz. Unutulmamalıdır ki kortikotomi sonrası hızlı diş hareketi için 3-4 ay ‘lık bir pencere açılır dolayısıyla ortodontik kuvvetin her 2 haftada bir aktive edilmesi önemlidir.(146)

Kortikotomi destekli ortodontik tedaviler sırasında diş mobilitesinde artış olur. Bunun nedeni kemik hacminin değişmeden geçici osteopeni ile yoğunluğunun azalmasıdır. Genellikle kortikotomi sonrası yapılacak olan diş hareketlerinde dişin kemik ile beraber blok şeklinde hareket edebilmesi için ağır kuvvetlerin uygulanması gerektiği kabul edilmiştir.(24) Bununla birlikte konvansiyonel ortodontik kuvvetlerin yeterli olduğu rapor edilmiştir. Zira kuvvetler sadece rijit kemik yapısının çevrelediği diş-periodontal kompleks etrafında yoğunlaşmazlar, kuvvetler diş - periodontal doku - trabeküler kemik yapısına dağılırlar. Bu düzgün kuvvet dağılımı kortikotomi destekli diş hareketlerinde kuvvetin

uygulandığı yönde periodontal ligamentte meydana gelen hiyalinizasyon süresinin konvansiyonel ortodontik harekettekine göre daha kısa süreli olmasına neden olur (av köpeklerinde yapılan çalışmada bu sürenin 4 hafta yerine 1 hafta olduğu gözlenmiştir). Konvansiyonel ortodontik tedavilerde meydana gelen kök rezorpsiyonlarında hiyalinizasyon süresinin uzunluğunun önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.(97,139)

Kortikotomi destekli hızlı diş hareketinin klinik uygulama alanları ile ilgili birçok yayın rapor edilmiştir. Kortikotomi, konvansiyonel ortodontik tedavide karşılaşılan uzun tedavi süreleri, diş hareketi için kısıtlı çevreler ve belirli yönlerdeki harekette zorluklarla baş edebilmek için kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar oldukça fazla geliştirilmiştir. Kortikotomi destekli ortodonti sıklıkla aşağıdaki uygulama alanlarında kullanılır.(72)

- **Çapraşıklığı Çözmek ve Tedavi Süresini Kısaltmak:**

Kortikotomi ve osteotomi ortodontide primer olarak çapraşıklığı kısa sürede çözmek için kullanılmaya başlanmıştır. Birçok otorite orta ve şiddetli çapraşıklık vakalarını çekim yapmadan kısa sürede kortikotomi destekli ortodonti ile tedavi ettiklerini açıklamışlardır.(214)

Kortikotominin konvansiyel ortodontik tedaviye göre tedavi süresini en az dörtte bir oranında kısalttığı rapor edilmiştir.(213,214)

Haji 2000 yılında yayınladığı çalışmasında mandibular anterior çapraşıklığın tedavisinde 30 hastayı çekimsiz, 34 hastayı çekimli ve 20 hastayı kortikotomi destekli çekimsiz tedavi ederek zaman açısından sonuçları karşılaştırmıştır. Haji, aktif tedavi sürelerini çekimsiz tedavide 18.7 ay, çekimli tedavide 26.6 ay ve kortikotomi destekli tedavide ise 6.1 ay olarak rapor etmiştir.(68,214)

- **Premolar Çekimi Sonrası Kanin Retraksiyon Hızının Arttırılması**

Premolar çekimi sonrası kanin retraksiyonu ortodontik tedavide uzun bir basamaktır. Yapılan iki hayvan çalışmasında kortikotomi sonrası kanin retraksiyon hızının arttığı gösterilmiştir.(129,155)

Ayrıca 2011 yılında Aboul-Ela'nın yayınladığı çalışmada kortikotominin kanin distalizasyonu hızını arttırdığı gösterilmiştir.(2)

- **Post Ortodontik Stabilizasyonun Arttırılması**

Stabilizasyonun kortikotomi destekli ortodontinin avantajlarından biri olduğu rapor edilmiştir.(2,68,134) Stabilizasyonun fazla olması, cerrahi alanlarına komşu bölgelerdeki dokuların artan yapım-yıkım reaksiyonlarına bağlanmıştır. Bununla birlikte literatürde kortikotominin stabilizasyona olan etkisini inceleyen çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu alanda yapılacak prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

- **Gömülü Dişlerin Sürdürülmesini Kolaylaştırmak**

Gömülü dişlerin özellikle gömülü kanin dişlerinin sürdürülmesi oldukça uzun ve yorucu bir prosedürdür. Fischer, aynı periodontal koşullar altında palatal bölgedeki gömülü kaninlerin sürdürülmesinde kortikotomi desteğinin dişin sürme hızını arttırdığını göstermiştir.(55)

- **Yavaş Ortodontik Genişletmeyi Kolaylaştırmak**

Kortikotomi destekli genişletme yetişkinlerde etkili bir tekniktir zira konvansiyonel genişletmeye göre daha iyi periodontal sağlıkla beraber daha fazla stabilizasyon sağlar. Cerrahi destekli hızlı maksiler genişletmeye göre daha az invazivdir. Ayrıca tek taraflı genişletme gereken hastalarda konvansiyonel ortodontik genişletmede karşımıza çıkan normal tarafın fazla bukkal hareketi gibi yan etkileride ortadan kaldırır.(21,114)

- **Molar İntrüzyonu ve Açık Kapanış Düzeltimi**

İskeletsel ankrajla beraber kortikotomi destekli şiddetli açık kapanış düzeltimi sıklıkla yapılmaktadır.(88)

Moon ve ark. İskeletsel ankrajla beraber kortikotomi desteği ile 2 ayda 3 mm molar intrüzyonu yaptıklarını rapor ettiler.(128)

Olivieria ve ark. Kortikotomi desteği ile bir hastada 2.5 ayda 4 mm, başka bir hastada ise 4 ayda 3-4 mm molar intrüzyonu yaptıklarını rapor etmiştir.(140)

- **Ankraj Manipülasyonu**

Bimaksiller protrüzyonun tedavisinde iskeletsel ankraja yardımcı olarak ön bölgeye kortikotomi desteği yapıldığında tedavi süresinin, normal tedavi süresinin üçte biri kadar kısaltılabildiği gösterilmiştir.(81) Kortikotomi desteği ayrıca molar distalizasyonunda da kullanılmaktadır. Molarlar etrafında segmental kortikotomi sonrası bu dişlerin distale hareketini kısıtlayan rezistans azalırken ekstra bir anterior ankraj apareyi kullanma ihtiyacı azalmaktadır.(184)

2.4.6.2 Kontraendikasyonlar ve limitler

Periodontal hastalık ve diş eti çekilmesi olan hastalar kortikotomi destekli diş hareketi için uygun değildir. Ayrıca çok şiddetli posterior çapraz kapanışı olan hastalarda da cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme yapılması önerilmez. Ayrıca segmental osteotomi ihtiyacı olan diş eti gülümsemesi ile beraber bimaxiller protrüzyon vakalarında da kullanılmamalıdır.(111)

2.4.6.3 Komplikasyonlar ve yan etkiler

Diş hareketine destek olmak amacıyla uygulanan kortikotomi işlemi osteotomi uygulamasına göre daha az invazivdir ancak kortikotomi sonrasında da az da olsa interdental kemik kaybı, yapışık diş etinde azalma ve periodontal defektler görülebilir.(45)

Kortikotomi sonrası, takip eden ilk birkaç günde yüz ve boyunda hematoma ile beraber postoperatif ağrı ve şişlikte beklenebilir.(145)

Liou ve ark. hızlı diş hareketi sonrasında normal pulpa aktivitesini göstermişlerdir. Bununla birlikte pulpanın vitalitesi ile ilgili uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç vardır.(116)

Genel olarak herhangi bir ortodontik diş hareketi sonrasında bir miktar kök rezorpsiyonu beklenmektedir.(143) Ayrıca uzun tedavi süreleri ile artan kök rezorpsiyonu arasındaki ilişki de rapor edilmiştir.(122) Ren ve ark. av köpeklerinde yaptıkları kortikotomi destekli hızlı diş hareketinde herhangi bir kök rezorpsiyonu ve geridönüşümsüz pulpal aktivite ile karşılaşmamışlardır.(156)

Moon ve ark. 2 ayda gerçekleştirdikleri 3 mm lik molar intrüzyonu sonunda herhangi bir kök rezorpsiyonu gözlemediklerini rapor etmişlerdir.(128) Kortikotomi destekli hızlı diş hareketinin kök rezorpsiyonuna olan etkisinin uzun dönem sonuçları açısından daha fazla çalışmaya gerek vardır.

2.5. Piezoelektrik Cerrahi

Kemik cerrahisinde daha güvenilir ve hassas kesi ihtiyacına cevaben çok uzun süredir klasik cihazlara oranla daha iyi bir osteotomi ve ostektomi cihazı yaratmak ve geliştirmek için uzun süredir araştırmalar yapılmaktadır.(166,173)

1953 senesinde yüksek frekanslı ses dalgalarının diş sert dokuları üzerindeki kesici etkilerinin keşfedilmesinin ardından, ultrasonik aletler dental dünyada başlangıçta periodontoloji ve endodonti alanında kendilerine yer bulmuşlardır.(166)

Ultrasonik kemik kesme işlemi, Horton ve ark (78) tarafından ilk defa 1975 yılında tanımlanmış olsa da 2000 yılında Vercellotti ve ark (207) bu yeni, yumuşak dokuda güvenli bir şekilde kullanılan tekniği yenileyip geliştirene kadar ultrasonik kemik kesme işlemi uygulanmamıştır.

Minimal invaziv kortikotomiler, doku travmasının ve doku nekrozlarının azaltılması için oldukça önemlidir.(166)

Piezoelektrik cerrahisinde ultrasonik titreşimler kullanılarak güvenli ve etkili kemik kesileri yapılabilir. Mikrometrik ve seçici kesim yapabilmesinden dolayı, piezoelektrik cerrahi cihazı, osteonekrotik hasarlar vermeden güvenli ve hassas bir osteotomi sağlar. Cihazın en önemli özelliği, yumuşak doku, damar ve sinirleri koruyarak sadece mineralize dokular üzerinde iş görmesidir.(67,166)

2.5.1 Piezoelektrik cerrahinin temelleri

Ultrason; kulak ile farkedilmeyen, biyolojik dokulara zarar vermeyen mekanik dalgalar olarak adlandırılabilir. Ultrasonik dalgalar, diş taşlarının temizlenmesinden, böbrek taşlarının kırılmasına kadar birçok alanda kullanılabilirler.(110)

Pierre ve Marie Curie, 1880 yılında Piezoelektrik akımını keşfetmişlerdir. Piezoelektrik akımı birtakım kristallere özel, fiziksel bir olaydır ve mekanik olarak zorlanan kristallerin yüzeyinde oluşan elektrik yükü olarak açıklanabilir.(108) Bunun tersine bazı seramikler ve kristaller üzerinden alternatif elektrik akımı geçirildiğinde polaritenin yönünde materyalin genişlemesi ve buna dik olarak büzülmesi şeklinde ultrasonik bir frekansta salınım yapmaya başlarlar. Buna piezoelektrik etkisi denir. Piezoelektrik cerrahi cihazı mikro titreşimlerle kemiği kesmek için geliştirilmiş bir sistemdir. Bu titreşim hareketi piezoelektrik etkisi tarafından oluşturulur.(42,77)

Dişhekimliğinde ultrasonik cihazlar ilk kez 1953 yılında yüksek frekanslı ses dalgalarının diş sert dokuları üzerindeki kesme etkisinin bildirilmesini takiben temelde periodontoloji ve endodonti alanında tedavi amacıyla kullanılmıştır.(186)

Ultrasonik detarraj aletleri diş hekimleri tarafından en sık kullanılan ultrasonik cihazlardır. Teknik açıdan piezoelektrik cerrahi cihazı herhangi bir ultrasonik detarraj cihazından farklı görünmez. Piezoelektrik cerrahi cihazı, frekans ve kesme enerjisi değiştirilebilen, mikrometrik ultrasonik piezoelektrik titreşimler kullanan çok amaçlı bir cihazdır. Cihaz güçlü bir piezoelektrik el parçasının bağlı bulunduğu 5-16 W üreteç içeren

bir platformdan, bu platforma bağı bir ayak pedalı, el parçasının ve irrigasyon solüsyonunun tutucularından meydana gelmektedir.(42)

Piezoelektrik cerrahi cihazı çoğunlukla 25 ile 29 kHz frekans aralığında çalışır fakat eğer istenirse 30 kHz'e kadar dijital olarak ayarlanabilir. Değişik kemik kalitesi ve miktarına göre ayarlanabilen 3 farklı frekans ayarı mevcuttur. En yüksek güç seviyesi el parçasının piezoelektrik yongası ile kullanılan uç arasında en üst seviye rezonansı sağlayarak, en üst seviye gücün ve ideal kesme etkinliğinin açığa çıkmasını sağlar.(77,186)

Cihazın üzerinde uygulanacak işleme göre 15 ila 100 ml/dakika arasında ayarlanabilen steril solüsyon akışına izin veren 5 seviyeli soğutucu irrigasyon sistemi mevcuttur. Kemik kesileri için en ideal ayar dakikada 60-80 ml solüsyon akışına izin verecek 3. veya 4. irrigasyon seviyesidir.(77)

El parçası için çeşitli otoklavlanabilir özel amaçlı ve kesici uçlar mevcuttur. İstenen kesme etkisinin sağlanması için el parçasının piezoelektrik seramik yongasıyla rezonans halinde titreşebilecek modifiye uçlar kullanılmaktadır. Bu rezonans, enerji çıkışını ve kullanılan ucun performansını artırır. Cihazın kullanılan ucunun sertliği, daha sert maddeleri kırılmadan kesebilmesi için genellikle titanyum nitrit bazen ise elmas kaplanması yoluyla artırılır. Bu uçlar, 5 W'ı aşan ve 16 W'a kadar ulaşan ultrasonik güç tarafından, 60 ila 210 µm yatay mesafede, 20 ila 60 µm dikey mesafede lineer salınım şeklinde hareket ettirilirlir.(42,168)

Piezoelektrik cerrahi cihazı dental ultrasonik cihazlardan 3 kat daha güçlüdür ve bundan dolayı yüksek derecede mineralize kemiği kesebilir.(29) Dokuya özel ayırt ediciliği dokuların su içeriğine, gerilme kuvvetine ve dokuların birbirinden farklı güç yoğunluklarına bağlıdır.(51) Azaltılmış titreşim mesafesi ve titreşimlerin lineer oluşu, özellikle makro titreşimler kullanarak çalışan ossilasyon testereleri ve sadece makro düzeyde dönerek çalışan kemik frezleri gibi geleneksel osteotomi metotları ile karşılaştırıldığında çok kolay operasyon içi idare ve madde kaybı olmaksızın çok hassas kesim yapabilme olanağı sunmaktadır. Piezoelektrik cerrahi tekniğinin en önemli avantajı doku sertliğini tanıyabilmesinden dolayı seçici kesim yapması ve mineralize dokular üzerinde çalıştığından mukoza, epitelyal membranlar, sinir ve damar gibi yumuşak dokulara zarar vermemesidir. Bu, cerrahi operasyon sırasında kesici ucun mineralize olmayan dokularla temas etmesi halinde işlemin kendiliğinden kesilmesi ile sağlanır.(102,42)

Bir sıvı içerisinde alçak basınçlı buhar boşluklarının meydana gelip çökmesine kavitasyon etkisi denir. Ultrasonik olarak indüklenmiş basınç değişimleri, irrigasyon solüsyonunu fiziksel olarak çok küçük sıvı veya buhar kabarcıklarına dönüştürür. Bu sıvı ve buhar kabarcıkları, ses alanı içerisinde hacimce büyüüp küçülerek salınım yaparlar.(48)

Piezoelektrik cerrahi cihazının önemli avantajlarından biri ultrasonik frekansın oluşturduğu kavitasyon fenomenidir. Solüsyon bir aerosol halini alarak sahayı yıkar, küçük damarları tıkar, artıkları ve kanı uzaklaştırarak, operasyon sahasının açıkça görülmesini sağlar. Yüksek basınçlı hava ile çalışan dönen aletlerle yapılan osteotomilerde meydana gelen hava-su basınç spreysi yerine aerosol etki olduğundan, irrigasyon ile meydana gelen deri altı amfizem riski azaltılır.(196)

Piezoelektrik cerrahi cihazının en dikkate değer özelliklerinden biri de cerrahın düzgün bir osteotomi hattı yaratmasını mümkün kılan kolay idare edilebilirliğidir. Cihaz kafatası gibi düz olmayan ve tümsek yüzeylere de uygulanabilir ve eğimli osteotomilerin kontrollü bir biçimde yapılmasına izin verir. El parçasını kullanmanın en etkili yolu yüksek hızda ve en düşük basınçta kullanmaktır çünkü çalışma basıncını artırmak titreşimlerin kesilmesine ve ısı artışına yol açar. Ayarların düzgün seçilmesi, tedavi etkinliğinin artırılmasında önemli bir rol oynamasının yanında komşu dokulardaki yan etkilerin azaltılması açısından da ciddi bir öneme sahiptir.(206)

Piezoelektrik cerrahi cihazının kullanımı diğer geleneksel cihazlardan tamamiyle farklılık gösterdiğinden yeterli beceriyi kazanmak çok önemlidir ve kullanımını öğrenmek bir miktar zaman almaktadır. Cerrahi sırasındaki herhangi bir problemin üstesinden gelmek için geleneksel tekniklerdeki gibi el parçasına uygulanan basıncı artırmak yerine, istenen sonucu elde etmek için doğru basıncı bulmak gereklidir.(158,159)

Oral ve maksillofasiyal operasyonlarda osteotomi veya ostektomi gibi işlemler için en etkili ayar maksimum irrigasyon ile maksimum güçtür. El parçası kemik üzerinde aşırı kuvvet uygulamadan düzgün bir şekilde kaydırılır. Kesme sesi uygulanacak kuvvet için akustik bir geribildirim olarak kullanılabilir.(48)

2.5.2 Piezoelektrik cerrahi tekniğinin endikasyonları

Oral ve maksillofasiyal cerrahide kemikler ve yumuşak dokular arasında yakın bir ilişki olduğundan piezoelektrik cerrahinin kullanımı, komşu dokulara gelebilecek cerrahi travmanın en aza indirgenmesi gereken her koşulda endikedir. Piezoelektrik cerrahi cihazı,

kemik cerrahisi sırasında sinirler, damarlar, mukoza gibi çevre yumuşak dokulara zarar verme riskini en aza indirmektedir. Histolojik bulgularla desteklenen çalışmalar ile piezoelektrik kesimin yüksek güvenliği ve hassaslığı doğrulanmış ve intraoperatif görüşün azlığına bağlı anatomik güçlüklerin veya operasyon bölgesinde vasküler yapılar, sinirler veya mukoza gibi hassas yapıların varolduğu durumlarda kullanımını önerilmiştir.(42,202)

3.BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Birey

Bu tez çalışmasına Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran iskeletsel Sınıf I, II, III özelliklere sahip 31 (15 erkek, 16 kız) hasta dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin yaşları 14-22 arasında değişmektedir ve yaş ortalaması 17 yıl 5 aydır. 18 yaş altı tüm hastaların yasal vasilerinden, 18 yaş üstü hastaların kendilerinden aydınlatılmış onam formu alınmıştır (Ek 2). Hastaların tümünün aşağıdaki kriterlere sahip olmasına dikkat edilmiştir:

- Tedavi planı gereği üst sağ-sol birinci premolar dişlerinin çekilip üst kanin dişlerinin distale hareketinin planlanmış olması.

- Kanin dişlerinin ark dışında olmaması.
- İyi oral hijyenin bulunması.
- Kooperasyonun iyi olması.
- Kemik yapım-yıkımını etkileyecek herhangi bir sistemik rahatsızlığın bulunmaması.
- Konjenital diş eksikliğinin bulunmaması
- Daimi dentisyonda ve kesintisiz diş arklarına sahip olması
- Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olması

Tedavi süresince randevularına uymayan ve ağız hijyenine dikkat etmeyen hastalar çalışma grubundan çıkartılmıştır.

3.2. Çalışmada Kullanılan Malzemeler

- 0.18 slot M.I.B Roth sistem braket (M.I.B., Rueil, France)
- 0.016 inç paslanmaz çelik tel (G&H Wire Company, Indiana, USA)
- 0.08 mm kalınlığında ligatür teli
- 1.7x8 mm'lik mini vida (Forestadent Orthoeasy)
- Steril enjektör (2 cc)
- Ultracain Ds Forte anestezi solüsyon
- Batikon
- Mectron Piezosurgery 3 cihazı (Mectron Medical Technology. Carasco, İtalya)
- No:15 bistüri (Martin, Germany)

- Nikel-Titanyum kapalı yay (Biomaterials Korea, Inc)
- Kuvvet ölçer (Ormco- ‘A’-Company B.V)
- 0.01 mm hassasiyetinde dijital kumpas (Mahr MarCal, USA)
- Aljinat (Zhermack Clinical, Germany)
- Sert alçı (Cerestone, Pera Döküm Sanayi, Türkiye)
- Işıkla sertleşen akrilik (Kement, İngiltere)
- 0.7 mm kalınlığında paslanmaz çelik tel

3.3. Yöntem

3.3.1 Tedavi protokolü

İlk olarak hastalar üst sağ-sol 1. premolar diş çekimlerinin yapılabilmesi için Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı’na yönlendirilmişlerdir. Takiben hastaların üst diş kavisleri 0.18 slot M.I.B braketler kullanılarak braketlenmiştir. Hastaların üst 1. büyük azı dişlerine bant veya tüp takılırken, 2. büyük azı dişlerine tüp yapıştirilmiştir. Ankrajı arttırmak amacı ile 2. küçük azı, 1. büyük azı ve 2. büyük azı dişleri birbirlerine ligatür teli ile bağlanmıştır. Seviyelemeye 0.012 inç Nikel-Titanyum teller ile başlanmıştır. Takiben 0.014 ve 0.016 inç Nikel-Titanyum tellere geçilmiş ve son olarak 0.016 inç paslanmaz çelik teller yerleştirilerek kanin distalizasyonu safhasına gelinmiştir.

Kanin distalizasyonuna başlamadan önce hastaların sağ-sol 2. küçük azı ve 1. büyük azı dişlerinin kökleri arasına 1.7x8 mm’lik Forestadent Orthoeasy mini vidalar direk ankraj amacı ile yerleştirilmiştir. (Resim 3.1 ve 3.2)



Resim 3.1: Direk ankraj amaçlı mini vida uygulaması.



Resim 3.2: Forestadent Orthoeasy Minivida, 1,7x8 mm.

3.3.1.1. Piezocerrahi prosedürü

Deneysel koşullar sıkıca kontrol edilse bile, ölçülen diş hareket hızının, bireysel, metabolik ve fizyolojik şartların farklılığına bağlı olarak değişiklik gösterebildiği bilinmektedir.(104) Bu nedenle, çalışma “split-mouth” olarak tasarlanmış ve her birey hem çalışma hem de kontrol grubuna dahil edilmiştir. Aynı hastanın sağ üst kanin dişi çalışma grubunu ve sol üst kanin dişi ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Distalizasyon öncesi sağ üst kanin dişin mesiobukkal ve distobukkal komşuluğundaki alveol kemik yüzeylerine piezoinsizyon işlemi uygulanmış sol taraftaki kanin diş bölgesinde ise herhangi bir cerrahi işlem yapılmamıştır.

Piezo-insizyon öncesi Kloroben gargara ile hastalara 20 saniye boyunca ağızlarını çalkalamaları söylenmiş, operasyon bölgesi batikon ile boyanmıştır.(Resim 3.4)

Lokal anestezi sonrası hastaların sağ kanin dişinin meziobukkal ve distobukkal bölgelerine no:15 bistüri ile gingival papilin üstünden, yapışık diş eti üzerinde, piezo bıçağının ucunun girebileceği kadar 2 mm uzunluğunda insizyon yapılmıştır (Resim 3.5).

Tüm hastalarda piezoinsizyon işlemi Mectron marka Piezosurgery 3 (Carasco, İtalya) (Resim 3.6) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Standardizasyon için 0T7 numaralı uç kullanılmış ve ucun 3 mm' ye denk gelen kısmına kesi derinliğinin standardı için işaret konulmuştur. (Resim 3.3). Bisturi ile dişeti üzerinden yapılan kesiden 0T7 numaralı piezo ucu ile girilerek yaklaşık 3 mm derinliğinde alveolar kortikal kesiler yapılmıştır. Hastalara nonsteroidal antienflamatuar analjezik ilaç ve kloroben gargara reçete edilmiştir.



Resim 3.3: OT7 piezocerrahi ucu, standizasyon amaçlı 3mm ye denk gelen kısma işaret konmuştur.



Resim 3.4: Hastalar piezocerrahisi ileminden önce Kloroben gargara ile aızlarını alkalamılardır.



Resim 3.5: Sağ üst kanin dişinin meziobukkal ve distobukkal alveol kemiğine diş eti üzerinden piezocerrahisi uygulanması işlemi.



Resim 3.6: Mectron Piezosurgery 3 cihazı kortikotomi işlemi için kullanılmıştır.

3.3.1.2. Kuvvet uygulama ve aktivasyon protokolü

Piezo cerrahisini takiben aynı seansta, sağ ve sol kanin dişlerinin her birine Nikel Titanyum kapalı yaylar (Resim 3.7) ile 150 gram kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet, kuvvet ölçer (Ormco- ‘A’-Company B.V) ile ölçülmüştür.



Resim 3.7: 150 gram kuvvet NiTi kapalı yaylar ile uygulanmıştır.



Resim 3.8: Hastalar her iki haftada bir görülmüştür ve bu seanslarda kuvvet ölçülerek 150 gram'a ayarlanmıştır.

Mini vidalardan direk ankraj alınmıştır (Resim 3.2). Hastalar her iki haftada bir olmak üzere toplam 10 hafta boyunca görülmüş, bu seanslarda kuvvet ölçülerek eğer azalma varsa tekrar 150 gr olacak şekilde aktive edilmiştir (Resim 3.8).

3.3.1.3. Distalizasyon miktarı ve rotasyon derecesi ölçümü

Tüm hastaların üst çene ölçüleri distalizasyona başlanacağı seans T0, 2. hafta T1, 4. hafta T2, 6. hafta T3, 8. hafta T4 ve 10. hafta T5 olmak üzere 6 kez alınmıştır. Ölçüler sert alçı ile dökülerek ölçüm modellerine dönüştürülmüştür. Güvenilirliğin artması için tüm model ölçümleri aynı araştırmacı tarafından birer hafta ara ile iki kez yapılmıştır. 0,01 mm hassasiyetinde dijital kumpas yardımı ile kanin dişinin distal kontak noktası ile 2. premolar dişinin mezial kontak noktası arasındaki mesafeler T0, T1, T2, T3, T4 ve T5 modelleri üzerinde ölçülerek kaydedilmiştir (Resim 3.9).



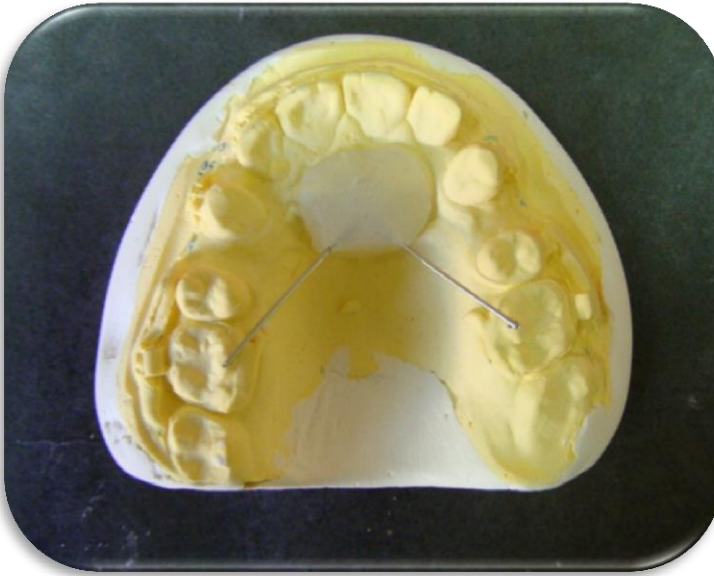
Resim 3.9: Distalizasyon miktarı kanin dişinin distal kontak noktası ile 2. Küçük azı dişinin mezial kontak noktaları arasındaki mesafeler ölçülerek bulunmuştur.

Mezomo ve ark'nın (124) önerdiği şekilde, olası herhangi bir ankraj kaybını belirlemek için de T0 modelleri üzerinde akrilik indeksler hazırlanmıştır. Akrilik rehberler; hastaların başlangıç modelleri üzerinde ruga bölgesine uygulanan akriliğin içine 1. büyük azıların meziopalatal kusp tepeleri üzerinden 0.7 mm'lik paslanmaz

çelik tellerin bu akriliğe kadar uzatılıp gömülmesi ile hazırlanmıştır. Diğer modellere bu başlangıç transfer rehberler yerleştirilip 1. Büyük azının kusp tepesi ile telin ucu arasındaki mesafe farkı ölçülerek 1. büyük azıların meziale hareketi hesaplanmıştır (Resim 3.10, 3.11).



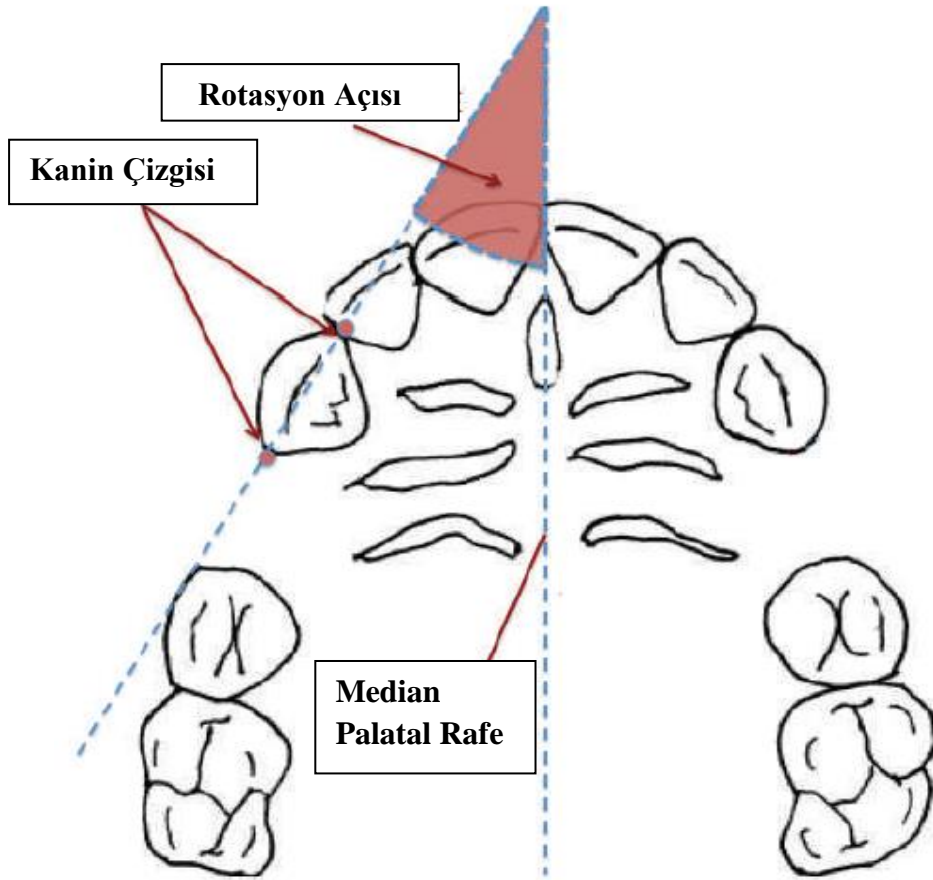
Resim 3.10



Resim 3.11

Resim 3.10, 3.11: Ankraj kaybını belirlemek için hastaların başlangıç modelleri üzerinde Akrilik İndeks hazırlanmıştır. Diğer modeller üzerinde aynı yere yerleştirilen indekslerle ankraj kaybı olup olmadığına bakılmıştır.

Distalizasyon sırasında meydana gelen rotasyon derecelerinin ölçümü için ise; başlangıç T0 modelleri ve distalizasyon bitimindeki T5 modelleri üzerinden şeffaf plaklar yardımı ile çizimler yapılmıştır. Kanin dişlerinin mezial ve distal kontak noktalarından geçen kanin çizgisi ile median palatal rafe arasında kalan açı hesaplanarak aradaki fark bulunmuştur. (124) (Resim 3.12)



Resim 3.12: Meydana gelen rotasyon miktarının hesaplanması için, başlangıç ve 10. Hafta modellerinde Median Palatal Suture ile kanin dişinin kontak noktalarını birleştiren kanin çizgisi arasında kalan açılar hesaplanmıştır.(124)

3.4. İstatistiksel Değerlendirme:

Bu çalışmadaki istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların tekrarlayan ölçümlerinde tekrarlayan varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Newman Keuls oklu karşılaştırma testi, gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey oklu karşılaştırma testi, ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız t-testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4.BULGULAR

4.1. Metod Hatası Değerlendirmesi

	Sınıf-içi Korelasyon Katsayısı	95% güvenilirlik aralığı	
		Alt Sınır	Üst sınır
T0 Sağ(mm)	0,999	0,998	1,000
T0 Sol (mm)	0,998	0,997	1,000
T1 Sağ (mm)	0,992	0,991	1,000
T1 Sol (mm)	0,998	0,997	1,000
T2 Sağ (mm)	0,995	0,994	1,000
T2 Sol (mm)	0,993	0,992	1,000
T3 Sağ (mm)	0,991	0,990	1,000
T3 Sol (mm)	0,998	0,997	1,000
T4 Sağ (mm)	0,999	0,998	1,000
T4 Sol (mm)	0,998	0,997	1,000
T5 Sağ (mm)	0,998	0,997	1,000
T5 Sol (mm)	0,996	0,995	1,000
T0 Sağ(derece) Rot	0,998	0,994	0,999
T0 Sol (derece) Rot	0,991	0,975	0,997
T5 Sağ (derece) Rot	0,996	0,987	0,999
T5 Sol (derece)Rot	0,999	0,998	1,000
T0 Sağ(mm)	0,994	0,999	1,000
T0 Sol (mm)	0,991	0,972	0,997
T1 Sağ (mm)	0,995	0,986	0,998

Tablo 4.1 Ölçüm Güvenilirliği Tablosu

Sınıf-içi korelasyon katsayılarının 0,700 üzerinde olması ölçümlerin uyumlu olduğunu gösterir. Tablodaki tüm ölçümler 0,900'ün üzerinde olduğu için kanin distalizasyonu miktarı ve rotasyon derecesi ölçümlerini hatasız kabul edebiliriz.

4.2: Çekim Boşluğu Mesafesinin Kanin Dişlerin Hareketi ile Değişmesine ait Bulgular

Çekim Boşluğu Ölçümleri(mm)	Pİ Grubu	Kontrol Grubu	p
T0	5,76±1,16	5,76±1,07	0,996
T1	4,94±1,22	5,41±1,14	0,017
T2	4,28±1,3	4,97±1,25	0,001
T3	3,69±1,44	4,54±1,34	0,0001
T4	3,17±1,54	4,06±1,38	0,0001
T5	2,64±1,62	3,65±1,43	0,0001
P	0,0001	0,0001	

Tablo 4.2: Kanin distalizasyonu başlangıcı ve 10. Haftaya kadar çekim boşluğu ölçüm ortalamaları.

(Pİ Grubu: Piezo-insizyon yapılan maksiller sağ bölge dişleri)

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	Pİ Grubu	Kontrol Grubu
T0 / T1	0,0001	0,0001
T0 / T2	0,0001	0,0001
T0 / T3	0,0001	0,0001
T0 / T4	0,0001	0,0001
T0 / T5	0,0001	0,0001
T1 / T2	0,0001	0,0001
T1 / T3	0,0001	0,0001
T1 / T4	0,0001	0,0001
T1 / T5	0,0001	0,0001
T2 / T3	0,0001	0,0001
T2 / T4	0,0001	0,0001
T2 / T5	0,0001	0,0001
T3 / T4	0,0001	0,0001
T3 / T5	0,0001	0,0001
T4 / T5	0,0001	0,0001

Tablo 4.3: Gruplar arası çekim boşluğu ölçüm ortalamaları karşılaştırması.

• Pİ Grubu (Piezoinsizyon yapılan sağ kanin dişleri) ve Kontrol Grubu'nun başlangıç çekim boşluğu ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir($p=0,996$)(Tablo 4.2).

• Kontrol Grubu T1 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları Pİ Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,017$) (Tablo 4.2).

• Kontrol Grubu T2 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları Pİ Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur($p=0,001$) (Tablo 4.2).

• Kontrol Grubu T3 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları Pİ Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur($p=0,0001$) (Tablo 4.2).

• Kontrol Grubu T4 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları Pİ Grubu'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur($p=0,0001$) (Tablo 4.2).

• Kontrol Grubu T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları Pİ Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2'de gösterilen bulgulara göre;

1. 10 haftalık süre içerisinde piezo-insizyon işlemi yapılan sağ üst kanin dişler, kontrol grubunu oluşturan sol üst kanin dişlere göre distal yönde daha fazla hareket etmişlerdir.

2. Piezoinsizyon yapılan sağ kanin ve kontrol grubunu oluşturan sol kanin dişlerin distal yöndeki hareket miktarları iki haftada bir önemli değişiklik göstermiştir.

Pİ Grubu; T0, T1, T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T0 ölçüm ortalamaları T1, T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T1 ölçüm ortalamaları T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T2 ölçüm ortalamaları T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T3 ölçüm ortalamaları T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T4 ölçüm ortalamaları T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

Kontrol Grubu T0, T1, T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

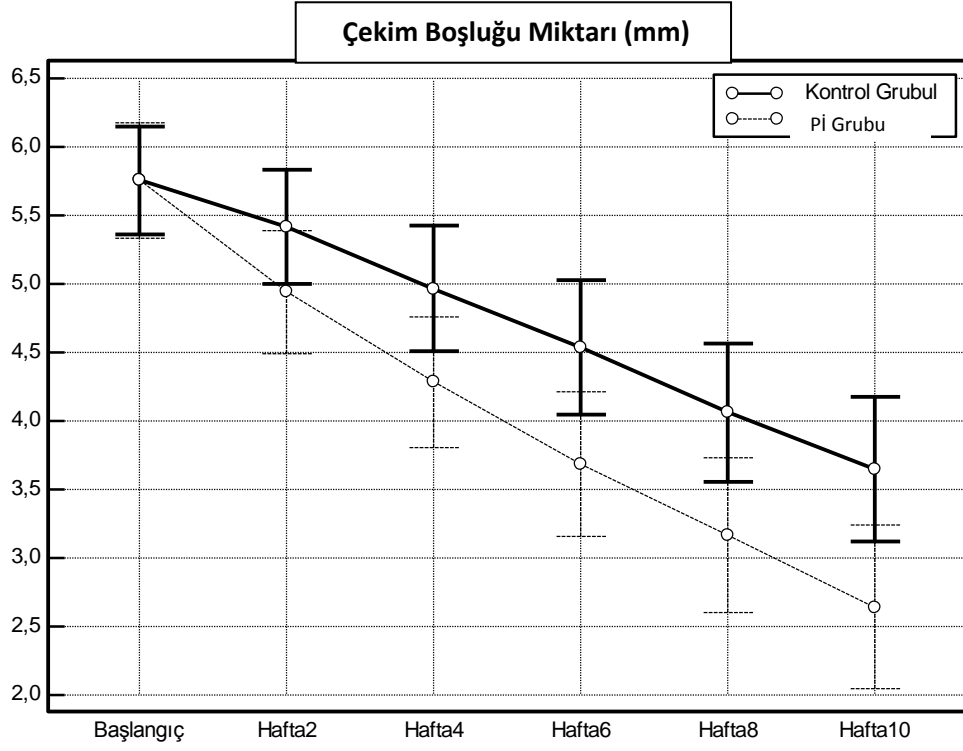
• T0 ölçüm ortalamaları T1, T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T1 ölçüm ortalamaları T2, T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

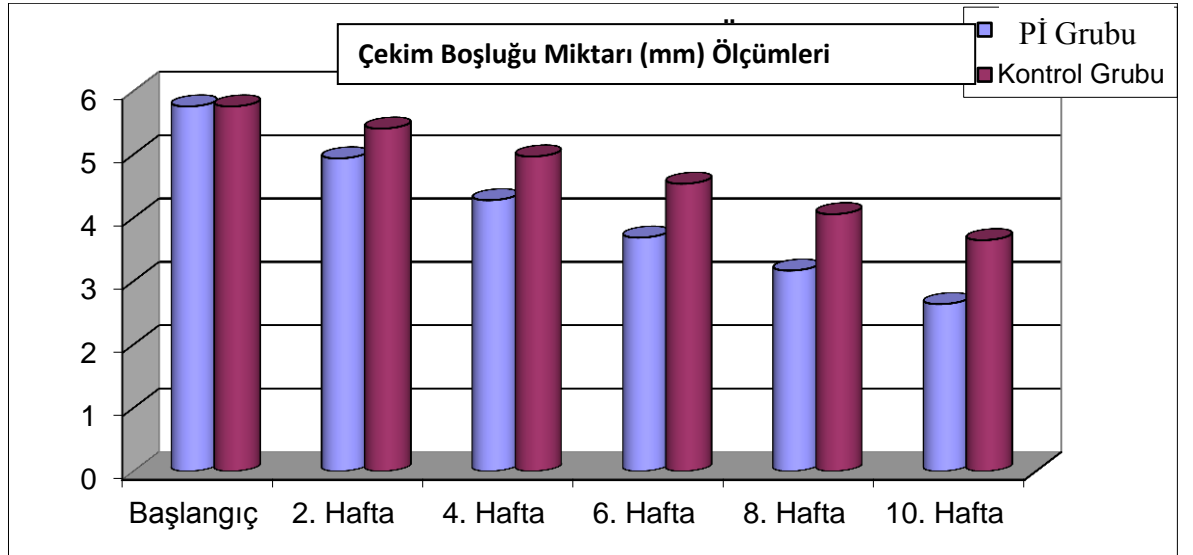
• T2 ölçüm ortalamaları T3, T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T3 ölçüm ortalamaları T4, T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).

• T4 ölçüm ortalamaları T5 çekim boşluğu ölçüm ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.3).



Şekil 4. 1: Zamana göre Pİ ve Kontrol Grubu çekim boşluğu ölçüm ortalamaları değişim çizelgesi.



Şekil 4.2: Başlangıçtan 10. Haftaya çekim boşluğu ölçüm ortalamaları değişim grafiği.

Tablo 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’ de gösterilen bulgulara göre, piezoinsizyon cerrahisi yapılan sağ kanin dişler daha fazla olmakla birlikte her iki kanin diş 10 haftalık süre içerisinde sürekli olarak distal yönde hareket etmiştir.

Diş hareket miktarı (fark)	Pİ Grubu	Kontrol Grubu	p
$\Delta T0-T1$	0,81±0,29	0,34±0,22	0,0001
$\Delta T0-T2$	1,47±0,48	0,79±0,38	0,0001
$\Delta T0-T3$	2,07±0,64	1,22±0,48	0,0001
$\Delta T0-T4$	2,59±0,72	1,69±0,61	0,0001
$\Delta T0-T5$	3,11±0,84	2,11±0,69	0,0001
$\Delta T1-T2$	0,66±0,31	0,45±0,24	0,005
$\Delta T1-T3$	1,25±0,51	0,88±0,36	0,001
$\Delta T1-T4$	1,77±0,63	1,35±0,51	0,005
$\Delta T1-T5$	2,3±0,75	1,77±0,6	0,003
$\Delta T2-T3$	0,59±0,3	0,43±0,2	0,011
$\Delta T2-T4$	1,11±0,42	0,9±0,41	0,047
$\Delta T2-T5$	1,64±0,52	1,32±0,51	0,016
$\Delta T3-T4$	0,52±0,28	0,48±0,26	0,514
$\Delta T3-T5$	1,05±0,38	0,89±0,38	0,112
$\Delta T4-T5$	0,53±0,23	0,42±0,21	0,054

Tablo 4.4: 2, 4, 6, 8, ve 10 haftalık sürelerde meydana gelen diş hareket miktarlarının gruplar arası karşılaştırması

- Pİ Grubu T0-T1 diş hareket miktarı ortalaması, Kontrol Grubu T0-T1 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,0001) (Tablo 4.4).
- Pİ Grubu T0-T2 diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T0-T2 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,0001) (Tablo 4.4).
- Pİ Grubu T0-T3 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T0-T3 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,0001) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T0-T4 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T0-T4 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T0-T5 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T0-T5 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T1-T2 diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T1-T diş hareket miktarı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,005$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T1-T3 diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T1-T2 ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T1-T4 diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T1-T2 Diş hareket miktarı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,005$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T1-T5 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T1-T2 Diş hareket miktarı fark ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,003$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T2-T3 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T2-T3 Diş hareket miktarı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,011$) (Tablo 4.4).

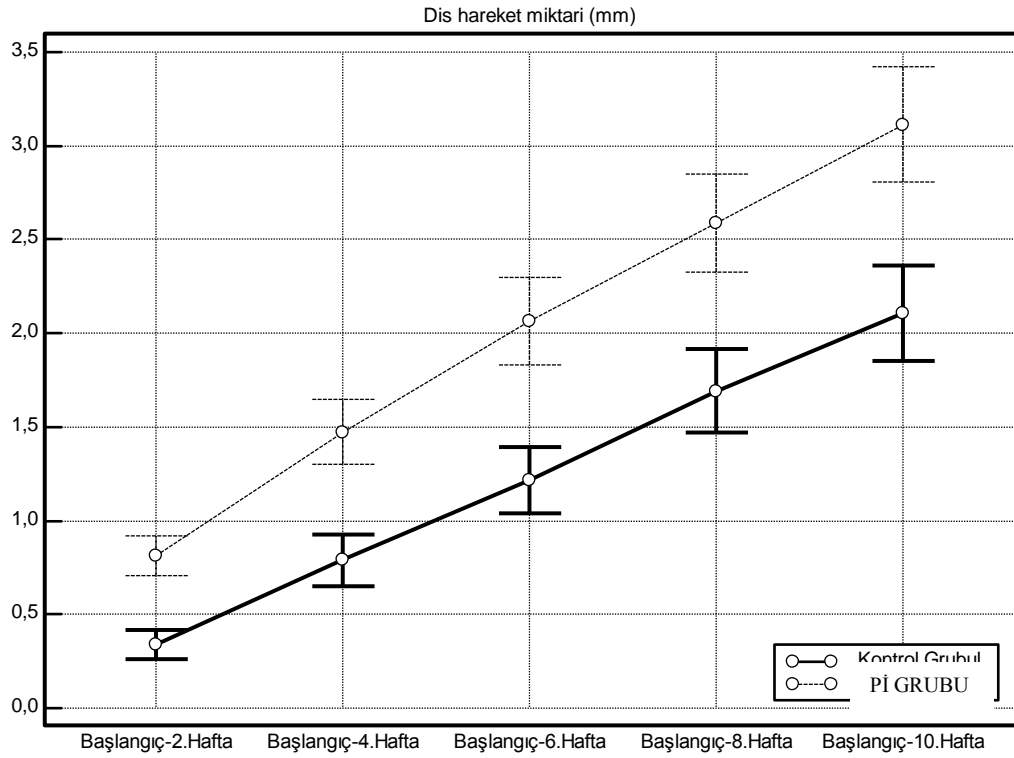
• Pİ Grubu T2-T4 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T2-T3 diş hareket miktarı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,047$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu T2-T5 Diş hareket miktarı ortalaması Kontrol Grubu T2-T3 Diş hareket miktarı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,016$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu ve Kontrol Grubu T3-T4 Diş hareket miktarı ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p=0,514$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu ve Kontrol Grubu T3-T5 Diş hareket miktarı fark ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p=0,112$) (Tablo 4.4).

• Pİ Grubu ve Kontrol Grubu T4-T5 Diş hareket miktarı fark ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p=0,054$) (Tablo 4.4).



Şekil 4.3: 10 haftalık sürede başlangıca göre meydana gelen diş hareketi miktarlarının haftalara göre değişimi.

Tablo 4.4’de gösterilen bulgulara göre, 2, 4, 6, 8, 10 haftalık sürelerde meydana gelen diş hareketi miktarı piezosinsizyon cerrahisi yapılan dişlerde kontrol dişlerine göre daha fazla olmuştur. Ancak, 6. ve 8., 6. ve 10., 8. ve 10. haftalar arasında meydana gelen diş hareket miktarları gruplar arasında önemli bir farklılık göstermemiştir.

4.3 Kanin Dişlerin Rotasyon Ölçümleri ile İlgili Bulgular

	Pİ Grubu	Kontrol Grubu	p
T0 (Derece) Rotasyon	34,23°±6,53°	36,03°±4,83°	0,089
T5 (Derece) Rotasyon	25,29°±6,24°	28,87°±4,64°	0,002
p	0,0001	0,0001	

Tablo 4.5: Kanin dişlerin başlangıç ve 10. Hafta sonundaki rotasyon derecelerinin grup-İçi ve gruplar arası karşılaştırmaları.

• Kanin dişlerin başlangıç rotasyon dereceleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p=0,089$) (Tablo 4.5).

• 10 hafta sonunda (T5) kanin dişlerde meydana gelen rotasyonların ortalamaları Kontrol Grubu'nda Pİ Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$) (Tablo 4.5).

• Başlangıç değerlerine göre 10 hafta sonunda (T5) kanin dişlerde meydana gelen rotasyon ortalamaları grup içerisinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir ($p=0,001$).

	Pİ Grubu	Kontrol Grubu	p
$\Delta T0-T5$ Rotasyon farkı	$8,94^{\circ} \pm 4,11^{\circ}$	$7,16^{\circ} \pm 4,47^{\circ}$	0,109

Tablo 4.6: 10 haftalık kanin distalizasyonu sonunda kanin dişlerde meydana gelen rotasyon miktarlarının gruplararası karşılaştırması.

10 haftalık kanin distalizasyonu sonunda kanin dişlerde meydana gelen rotasyon miktarları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir ($p=0,109$).

Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da gösterilen sonuçlara göre,

1. Her iki grupta da kanin dişlerde 10. Haftada ölçülen rotasyon derecesinin başlangıca göre azaldığı bulunmuştur.

2. 10.haftada ölçülen rotasyon derecesi değerleri piezoinsizyon grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede dah az bulunmuştur.

3. 10 haftalık distalizasyon süresinde rotasyon derecesinde meydana gelen değişiklikler karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4.4: Ankraj Kaybı Bulguları

Ankraj Kaybı	T1(mm)	T2(mm)	T3(mm)	T4(mm)	T5(mm)
Piezoinsizyon grubu	0	0	0	0	0
Kontrol grubu	0	0	0	0	0

Tablo 4.7: Ankraj kaybı tablosu

Her iki grupta da T1, T2, T3, T4, T5 zamanlarında ankraj kaybı gözlenmemiştir.

5. TARTIŞMA

5.1. Materyal Metod Tartışması

Bu tez çalışmasının amacı, üst kanin dişlerinin çekim boşluğuna hareketleri sırasında bu dişlerin meziobukkal ve distobukkal alveol kemik yüzeylerine piezocerrahi aleti ile yapılan dekortikasyon işleminin, kanin distalizasyonu hızına ve rotasyon miktarına olan etkisinin klinik olarak incelenmesidir.

Ortodontik tedavilerde istenen diş hareketlerinin elde edilmesi kemiğin remodeling süreci yüzünden oldukça uzun zaman almaktadır, bu nedenle de ortodontik tedavi süreleri uzamaktadır. Amerikan Ortodonti Birliği uygulanan tedavi şekli ve kişilerin karakteristik özelliğine bağlı olarak ortodontik tedavi sürelerinin 18-30 ay arasında sürdüğünü bildirmiştir.(80) Bu sürenin oldukça uzun olması, hasta kooperasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Dişin alveol kemiği içindeki hareket miktarının artırılması, dolayısıyla tedavi süresinin kısaltılması amacıyla çeşitli mekaniklerin, daha etkin fizyolojik kuvvet uygulayan değişik tellerin ve çeşitli braketlerin kullanılmasının yanında kemik rezorpsiyon ve depoziyon hızının artırılmasına yönelik çalışmalar da yapılmıştır. (33,180)

Diş hareketini hızlandırmaya yönelik cerrahi prosedürlerin çoğu tam kalınlık flap kaldırılmasını takiben kemik yüzeyinde kortikotomi yapılmasını içermektedir. Bununla birlikte flap kaldırılmasına gerek kalmadan kemik yüzeyinde kortikotomi yapılmasına yönelik çalışmalar da yapılmaktadır.(43,52)

Kortikotomi desteği ile alveol kemiğinin zayıflatılarak diş hareketini hızlandırmaya yönelik girişimlerin temelini 'Bölgesel Hızlanma Fenomeni'nin (BHF) başlatılması oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar tam kalınlık flap kaldırılmasının dahi BHF başlatmak için yeterli olduğunu göstermiştir. Bununla beraber sadece ortodontik kuvvet uygulaması bile hafif bir BHF' nin başlamasına neden olurken, ortodontik diş hareketi selektif dekortikasyon ile beraber uygulandığında BHF maksimum düzeye ulaşmaktadır.(8,171)

Kortikotomilerin etkileri insan kemiğinin normal iyileşme mekanizmasına dayanmaktadır.(189) Normal şartlarda kemiğe gelen yeterli şiddetteki herhangi zararlı bir uyaran BHF'yi başlatmak için yeterlidir.(56,103) BHF bir kez başladığı zaman yumuşak ve sert doku iyileşme prosesleri normal değerlerinin çok fazla üstüne çıkmaktadır. Toplu olarak bu hızlanan proseslere BHF adı verilir ve kemik ile kırıldak büyümesi, kemik

yapımı döngüsü ve yeniden şekillenmesini içerir.(56) BHF'nin asıl etkisi uyarının etrafında görülmektedir. Uyarana çok yakın alanlarda dahi BHF etkisi pek görülmemektedir.(56,189) Yapılan deneysel çalışmalarda D vitamini, Tiroksin, elektriksel uyarıların da BHF'yi başlatabileceğini göstermiştir.(47,59,75)

Kemiğin mineralizasyon miktarı da diş hareketinde önemli rol oynamaktadır; mineralizasyon miktarı arttıkça dişi kemiğin içerisinde hareket ettirmekte zorlaşmaktadır.(191) Diş hareketinin hızının kemik rezorpsiyonu ile kontrol edildiği genel olarak kabul edilmektedir.(73) Osteoklastik aktivitenin diş hareketindeki integral rolü gösterilmiştir. Örneğin biyofosfanatların osteoklastik aktiviteyi azaltarak diş hareketinin yavaşlamasına neden olduğu kanıtlanmıştır.(208) Bu yüzden hücresel aktiviteyi arttırıp, kemik yoğunluğunu azaltan bir uyarı hızlı diş hareketine neden olabilir.

Birçok çalışma ortodontik kuvvetlere cevaben kemokin ve sitokin gibi enflamasyon markırlarının aktivitesinde artış meydana geldiğini rapor etmiştir. Kemokinler osteoklastların öncül hücrelerini aktive ederlerken, sitokinler direk veya indirek olarak Prostaglandin E2 ve RANK/RANKL metabolik yolu aracılığı ile osteoklastların öncül hücrelerinden olgun osteoklastlara dönüşmesini sağlar.(57,84) Bu sebeple bu faktörlerin miktarının arttırılması ile diş hareketi hızının arttırılması düşünülebilir. Yapılan bir hayvan çalışmasında osteo mikro perforasyonların bu kimyasalların artışına neden olup, osteoklastik aktiviteyi arttırarak hızlı diş hareketini sağladığı gösterilmiştir.(73)

Premolar çekimli tedavilerde tedavinin uzun bir bölümünü kanin dişlerinin çekim boşluğuna olan hareketlerinin oluşturduğunu biliyoruz. Bu sebeple hızlı diş hareketi elde etmek için kullanılan yöntemler kanin distalizasyonu için de denenmiştir.

Farrar 1876 yılında, kanin dişini birinci premolar dişin çekim boşluğuna retrakte etmeye yarayan pozitif sistem olarak adlandırdığı özel vidasının kullanımını anlatmıştır.(50)

1887' de Angle, birinci premolar dişin çekiminden sonra kanin dişini distale hareket ettirecek retraksiyon vidasını geliştirmiştir.(6)

Köle'ye göre kortikal kemik ortodontik harekete en çok direnç gösteren kısımdır. Eğer kortikal kemik kesilirse, süngerimsi kemik ortodontik kuvvetlerce kolayca rezorbe edilebileceği için, dişler hemen yer değiştirebilir diye düşünmüş ve 1959 yılında hızlı kanin distraksiyonu yöntemini uygulamıştır.(103)

Liou ve Huang 1998 yılında 15 hastada periodontal ligament distraksiyon osteogenezi tekniğini uyguluyarak, kanin dişlerini hızlı bir şekilde retrakte etmiştir.(117)

Al-Haiji 1999 yılında yaptığı çalışmada yalnızca üst sağ sol birinci premolar dişlerin çekimi gereken 2 hastaya hızlı kanin distalizasyonu uygulamıştır. Hızlı kanin distalizasyonu planlanan 4 kaninden ikisi alveolar kemik distraksiyonu, geri kalan ikisi ise periodontal membran distraksiyonu ile hızlı distalize edilmiştir.(4)

Sayın ve ark.'nın yaptığı çalışmada, 18 bireyde 43 kanin dişini geliştirdikleri diş destekli aygıtla periodontal distraksiyon yöntemi ile hızlı distalize etmiştir.(165)

Sousa ve ark. 26 kanin dişinin distalizasyonu sırasında çeneleri ikiye bölerek bir taraftaki kanin dişine 3 gün boyunca diyet lazer uygulamış diğer tarafa ise lazer uygulamadan distalizasyona başlamıştır. Her iki taraftaki kanin dişlerine 150 gram kuvveti Ni-Ti kapalı yaylar ile uygulamışlardır. Hastalar 4 ay boyunca takip edilmiştir. Lazer uygulanan taraftaki kanin distalizasyonu miktarı diğer tarafa göre istatistiksel olarak fazla bulunmuştur.(182)

Tam kalınlık flap kaldırılması sonrasında, frezle alveol kemiğinde perforasyonlar içeren klasik dekortikasyon yöntemi de Aboul-Ela ve ark. tarafından 2011 yılında yapılmış ve ilk iki ay distalizasyon hızı kontrol grubu dişlerine göre iki kat fazla bulunmuştur.(2)

Literatüre baktığımız zaman hızlı kanin distalizasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan tekniklerin çoğunun oldukça invaziv, hastalar için travmatik ve tolere edilebilmesi güç, hekimler için uygulaması zaman alıcı ve zor olduğunu görüyoruz. Bu sebeple de denenmiş yöntemlerin çoğunun rutin ortodontik tedavi uygulamaları arasında kendilerine yer bulamadığını görüyoruz. Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda uygulayacağımız dekortikasyon işlemini planlarken yukarıdaki dezavantajları azaltıp, yöntemin ortodonti pratiğinde kolayca uygulanabilir olmasına dikkat edilmiştir.

Literatürde kortikotomi kesilerinin piezo cerrahi aleti, konvansiyonel osteotomi aletleri, lazer ve özel bistüri uçlarıyla yapılabildiği rapor edilmiştir.(44,98,182) Yaptığımız çalışmada uygulanan kortikotomi işlemleri ultrasonik piezo cerrahi aleti kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Piezo cerrahisi, kemiği 24.7-29.5 KHZ frekansındaki ultrasonik dalgaların meydana getirdiği mikro vibrasyonlar ile kesmeye yarayan son zamanlarda geliştirilmiş yeni bir yöntemdir. Alet kemiğin yoğunluğuyla uyumlu olarak çalışır ve sadece mineralize sert dokuda kesim yapar. Yumuşak dokuyu kesmez. Piezo cerrahi ile yapılan osteotomi

sırasında diğer yöntemlere göre fazla kuvvete gerek kalmadan, kemikte çok fazla kayba neden olmadan çok muntazam kesim geometrisi elde edilebilir, böylelikle cerrahi sırasındaki yumuşak doku yaralanmaları, sinirlerde meydana gelebilecek zararların riskleri azaltılmış olur.(26,203)

Ultrasonik aletler kullanılarak yapılan cerrahi işlemlerin yumuşak ve sert dokuda daha az travma meydana getirerek, postoperatif ağrı ve hassasiyeti azaltabileceği iddia edilmiştir.(176)

Yapılan bir histolojik çalışmada, piezo cerrahi aleti ile yapılan cerrahi osteotomi ve osteoplasti prosedürlerindeki kemik onarımı ve remodeling'in karbid veya elmas frezle yapılanlara göre daha iyi olduğu gösterilmiştir.(27,28)

Günümüzde piezo cerrahi aletlerinin kullanımının birçok avantajlarından bahsedilmektedir. Operasyon sırasında meydana gelen kanamanın daha az olması ile beraber cerrahi sırasındaki görüş kabiliyetinin artması ve daha az cerrahi travma bunlardan önde gelenlerdir.(211)

Piezo cerrahisinin en belirgin dezavantajı kortikotomi işlemini gerçekleştirmek için gereken sürenin konvansiyonel yöntemlere göre çok daha uzun olmasıdır.(205)

Çalışmamızda, kanin distalizasyonu için uygulanacak olan kortikotomi işleminin hastalar üzerindeki travmatik etkisinin daha az olması ve hekimler tarafından da kolay uygulanabilirliğinden dolayı Dibart ve ark.'nın geliştirdiği ve "piezosizyon" olarak adlandırdıkları, flap kaldırmadan diş eti üzerinden piezo cerrahi bıçağı ile yapılan kortikotomi işlemi tercih edilmiştir.(43,44)

Literatür incelendiğinde piezosizyon yöntemi kullanılarak ortodontik tedavileri yapılmış hastalara ait vaka raporları ve hayvan çalışmaları görülüyorsa da bu yöntemin ortodontik diş hareketi hızına etkilerinin incelendiği kontrollü bir çalışmanın olmadığı fark edilmiştir. Bu tez çalışması ile minivida destekli kanin distalizasyonu sırasında piezosizyon yönteminin diş hareketi hızına olan etkisinin bir kontrol grubuyla karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma grubumuz, ortodontik tedavi gereği üst sağ-sol 1. Küçük azı dişi çekimi gerektiren, Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III dişsel ve iskeletsel anomaliye sahip olan yaşları 14-22 arasındaki 16 kız ve 15 erkek toplam 31 bireyden oluşmuştur. Çalışmaya dahil olan bireylerin yaş ortalaması 17 yıl 5 aydır. Cinsiyet açısından herhangi bir ayırım yapılmamıştır. Daha önceki kısımlarda açıklandığı gibi dekortikasyon uygulamaları büyük özen ve dikkat gerektirmektedir. Bu açıdan hasta

kooperasyonu önem taşımaktadır. Kooperasyon, 14 yaş ve üzeri bireylerle daha iyi kurulabileceği için yaş sınırı 14 olarak belirlenmiştir.

Youssef ve ark. benzer bir hızlı kanin distalizasyonu çalışmasını lazer desteği ile yaşları 14-23 arasında değişen toplam 15 hasta üzerinde uygulamıştır.(219)

Filik doktora tezi çalışmasında yaşları 14-23 arasında değişen toplam 9 bireyde periodontal distraksiyon yöntemi ile hızlı kanin distalizasyonu gerçekleştirmiştir.(54)

Limpanichkul ve ark. lazer destekli hızlı kanin distalizasyonu çalışmalarını yaş ortalamaları 20 olan toplam 12 birey üzerinde gerçekleştirmiştir.(113)

Aboul-Ela ve ark.'nın kortikotomi destekli hızlı kanin distalizasyonu çalışmasında yaş ortalaması 19 olan toplam 13 hasta kullanılmıştır.(2)

Alikhani ve ark. çalışmamıza benzer yaptıkları kanin distalizasyonu çalışmasında yaşları 18-42 arasında değişen toplam 20 hastayı araştırmalarına dahil etmişlerdir.(5)

Çalışmamızda yer alan bireylerin kronolojik yaş ortalaması 17 yıl 5 aydır. Hastalarımızın yaş ortalaması literatürdeki diğer çalışmalarla uyum içerisindedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmadaki birey sayısı (30 hasta) daha fazla olduğu için elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan daha anlamlı olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında sadece dişsel hareket değerlendirileceği ve hastaların kendileri kontrol grubunu oluşturacağı için, ortodontik amaçlı 1. Premolar çekimi yapılacak olan Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III anomaliye sahip tüm bireyler çalışmaya dahil edilmişlerdir.

Bu tez çalışması splith mouth şeklinde planlanmıştır. Hastaların çeneleri sağ ve sol olarak ikiye bölünmüştür. Sağ taraf çalışma, sol taraf ise kontrol grubunu oluşturmuştur.

Mitchell ve ark. kediler üzerinde yaptıkları deneysel çalışmalarında aynı tip kuvvetlere karşı meydana gelen diş hareketi hızlarının büyük kişisel farklılıklar gösterdiğini açıklamışlardır.(126) Bu farklılıklar, kemik yoğunluğu, supraalveolar fiberler, kollojen fiberlerin yapısı, periodontal yapıdaki hücresel farklılıklardan dolayı olabilmektedir.(126,153)

Pilon ve ark.'nın 25 köpek üzerinde yaptıkları çalışmada, aynı şartlar altında diş hareketi miktarında belirleyicinin kuvvetin büyüklüğünün değil kişisel farklılıklar olduğunu bulmuşlardır.(147)

Alikhani (5), Aboul Ela (2), Limpanichkul (113), Sousa (18) insanlar üzerinde gerçekleştirdikleri hızlı kanin distalizasyonu çalışmalarında splith mouth dizaynınıtasarımını kullanmışlardır. Hızlı hareket istedikleri tarafı rastgele seçmişlerdir.

Çalışmamızda literatürde birçok örneğine rastladığımız splith mouth tasarımını kullanmamızın başlıca sebebi diş hareketinin kişilerin metabolik ve fizyolojik farklılıklarından doğruca etkilenmeleri, dolayısıyla da sonuçlarımız üzerinde çelişkiler yaratabileceğindedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak dekortikasyon bölgeleri rastgele seçilmemiş, hastaların sağ tarafı çalışma grubunu, sol tarafları ise kontrol grubunu oluşturmuştur.

Hassler ve ark.'nın 22 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada kanin dişinin yeni çekim boşluğu ve iyileşen eski çekim boşluğuna doğru yaptığı hareket miktarı ve özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmalarında splith mouth tasarım kullanılmış ve rastgele bir taraftan 1. Premolar dişi çekilmiş, diğer taraftaki premolar dişi ise ortalama 86 gün sonra çekilip, aynı anda iki tarafın distalizasyonuna başlanmıştır. Kanin dişlerinin yeni çekim bölgesine, eski bölgeye göre daha hızlı hareket ettiği ve bu sırada daha fazla tippinge uğradıkları rapor edilmiştir. Hızlı hareketin yeni çekim bölgesindeki kemiğin daha az kalsifiye olup, daha kolay rezorbe olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.(71)

Diş çekimleri sonrasında enflamasyon markırlarının artışına bağlı olarak diş hareketi hızında değişimler olabilir. Bu sebeple diş çekimi içeren tedavilerde çekim boşluğuna yapılacak olan büyük hareketlere diş çekimi sonrasında hemen başlanmalıdır. 2013 yılında Alikhani ve ark. yaptıkları kortikotomi destekli kanin distalizasyonu çalışmasında mikroosteokortikotominin etkisini net olarak görebilmek için distalizasyona diş çekiminden 6 ay sonra başlamışlardır.(5)

Çalışmamıza dahil olan tüm bireylerin üst sağ-sol 1. Premolar dişlerinin çekimi tedavi başında yaptırılmıştır. Çekim sonrası seviyeleme yapılmış ve distalizasyona 0.16 inç paslanmaz çelik tellere geçilince başlanmıştır. Diş çekimlerinden kanin distalizasyonuna başlamaya kadar ortalama 3 aylık bir süreç geçmiştir. Çekimden hemen sonra distalizasyona başlamamamızın sebebi, piezo insizyonun kanin distalizasyonuna etkisini, yeni çekim boşluğuna olabilecek hızlı hareketten bağımsız olarak inceleyebilmektir.

Ortodontik tedavide ankraj kontrolü tedavi sonuçlarını etkileyen önemli bir faktördür. Geleneksel yaklaşımda, headgear, palatal bar ve intraoral elastikler ankrajı güçlendirmek için kullanılmaktadır; fakat tüm bu uygulamalar hasta çok iyi kooperasyon gösterse de maksimum ankrajı elde etmede yetersiz kalmaktadır.(105)

Çekimli ortodontik tedavilerde ankraj planlamasının çok büyük önemi vardır. Etkili ve güvenilir bir ankraj yöntemi tedavinin başarısını artırır.(194)

Storey ve Smith yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonu sırasında çekim boşluğunun %5 den % 50 'ye kadar arka bölge dişlerinin mezializasyonu ile kapandığını göstermişlerdir.(185)

Ortodontik tedavide stabil ankraj oldukça önemlidir. Bu sebeple de son yıllarda ankraj amaçlı mini vidaların kullanımı oldukça artmıştır. Mini vidaların avantajlarının yerleştirme sonrası direk yükleme yapılabilmesi, kolay uygulanabilir olması, mandibula ve maksillada birçok farklı bölgeye yerleştirilebilmesi sayılabilir.(198)

Thiruvengkatachari ve ark. yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonu sırasında molar bölgedeki ankraj kaybını maksillada ortalama 1,6 mm, mandibulada ise 1,7 mm olarak ölçmüştür. Çalışmalarında mini vida yerleştirdikleri tarafta ise ankraj kaybı bulmamışlardır.(195)

Çekimli tedavilerdeki ankraj kontrolünün öneminden dolayı çalışmamızda kanin distalizasyonu mini vidalardan direk ankraj alınarak gerçekleştirilmiştir. Sağ ve sol taraf kanin dişlerinden kuvvet unsurları direk mini vidalara bağlanmıştır.

Mini vidaların çenelerde yerleştirildiği bölgelerin stabilite açısından önemli olduğunu yayınlayan araştırmalar bulunmaktadır. Poggio ve ark. maksiller ve mandibular arkta mini vida yerleştirilmesi için en güvenli yerin tespitine yönelik yaptıkları konik ışın hüzmeli bilgisayarlı tomografi çalışmalarında; maksilla için en geniş meziodistal alanın palatinalde ikinci premolar ve birinci molar arasında, en geniş bukkopalatinal alanın maksiller birinci ve ikinci molar arasında olduğu belirtilmiştir. Maksillada bukkal bölgede meziodistal alan daraldığı için yerleştirilecek mini vidanın çapı ve yerleştirme açısının kritik önem kazandığı bildirilmiş, bu nedenle bu bölgeye yerleştirilecek mini vidaların daha küçük çapta olması ve dişin uzun aksına dik değil, oblik açıyla (30°- 40°) yerleştirilmesi önerilmiştir.(148)

Ludwig ve ark. minividaların vestibüler bölgedeki yerleştirilme bölgelerindeki kemik yoğunluğu ile ilgili yaptıkları konik ışın hüzmeli bilgisayarlı tomografi çalışmalarında maksillada ideal yerleştirme bölgesinin santral kesici diş kökleri arasında olduğunu savunmuşlardır. Maksillada yeterli kemik yoğunluğunun olduğu ikincil bölgelerin ise 2. Premolar ve 1. Büyük azı dişleri ile kanin ve 1. Premolar diş kökleri arasında olduğunu vurgulamışlardır.(121)

Schnelle ve ark. yaptıkları çalışmalarında maksillada 2. Premolar ve 1. Büyük azı diş kökleri arasındaki bölgenin güvenli mini vida yerleştirilebilmesi için kemik stoğu alanı olduğunu savunmuşlardır.(169)

Mini vida boyutu, yerleştirme metodu, yerleştirme bölgesi, kemik kalitesi, kortikal kemik kalınlığı, yüzün büyüme yönü, hastanın iskeletsel yapısı, vidanın yükleme zamanı, cinsiyet ve yaş literatürde mini vida stabilitesini etkileyen faktörler olarak sunulmuştur. Mini vidalar 1.2-2.3 çapında farklı boyutlarda bulunurlar.(112)

Daha iyi bir stabilizasyon amacı ile kalın çaplı bir vida (≥ 1.8) yerleştirilmek istenirse interradiküler alan yetersiz kalabilir. Daha küçük çaplı (≤ 1.5) bir vida seçimi ise bu problemi çözebilir fakat bu durumda da primer stabilite ve yükleme kapasitesi düşük olabilir.(112,188)

Çapı 1.6 ya da 1.7 mm'lik bir minivida kullanarak çok geniş bir yerleştirme alanına ihtiyaç duymaksızın gerekli mekanik özellikleri sağlayabiliriz.(188)

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak 1.7 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda mini vidalar, 2. Premolar ve 1. Büyük azı diş kökleri arasındaki bölgeye, 40°-45° bir açı ile yerleştirilmiştir.

Sürekli, hafif kuvvetler ankrajın korunması ve ideal fizyolojik diş hareketi elde edilmesi için araştırmacılar tarafından önerilmektedir.(179,185)

Nikel Titanyum kapalı yaylar sürekli hafif kuvvetler uygulayıcılar ve süperelastik özellikleri vardır.(163)

Samuels ve ark. yaptıkları çalışmada 100- gram, 150- gram, 200- gram'lık Nikel Titanyum kapalı yaylar ve elastik modüller ile yapılan kanin distalizasyonu arasındaki farkları karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak Nikel Titanyum kapalı yayların elastik modüllerden daha sürekli kuvvetler uygulayıp, çekim boşluğunun daha hızlı kapanmasını sağladıklarını rapor etmişlerdir. Ayrıca 150 ve 200 gram kuvvet uygulayan yayların çekim boşluğunu 100 gram uygulayan yaylardan daha hızlı kapattıkları gösterilmiştir.(163)

Samuel ve ark.'nın bulduğu sonuçların tersine Nightingale ve Jones'un yaptığı çalışmanın bulguları Nikel Titanyum kapalı yayların aynı mesafeye kadar açıldığında her zaman aynı kuvveti uygulamadığını savunmaktadır. Ayrıca çalışmalarında Nikel Titanyum kapalı yaylar ile elastomerik zincirlerin boşluk kapatma hızlarının aynı olduğunu rapor etmişlerdir.(136)

İnsanlarda kanin distalizasyonu için optimal fizyolojik kuvvetin 150 gram olduğu önerilmektedir.(76,185)

Quinn ve Yoshikawa kanin retraksiyonu için optimal kuvvetin 100-200 gram arasında olduğunu savunmuş ayrıca Nikel Titanyum kapalı yayların uyguladığı kuvvetlerin 6 hafta sonunda düşüş yaşasada bu aralıkta kaldığını eklemiştir.(150)

Çalışmamızda kanin distalizasyonu için önerilen 150 gram kuvvet Nikel Titanyum kapalı yaylar aracılığı ile uygulanmıştır. Kuvvetler 2 haftada bir kontrol edilerek, kuvvet ölçer ile ölçülüp, 150 grama ayarlanmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde Aboul Ela (2) ve Sousa'da (182) kanin distalizasyonu sırasında 150 gram kuvveti Nikel Titanyum kapalı yaylar ile uygulamıştır.

Diriller son yıllara kadar kemik cerrahisinde kemiği kesebilmek için kullanılan tek aletlerdir. Son yıllarda kemik dokusunu kesebilmek için piezocerrahi yöntemi kullanılmaya başlandı.(1) Piezoelektrik cerrahisi, osteotomi ve kortikotomi işlemlerini gerçekleştirebilmek için Vercoletti tarafından bulunan, gelişmiş bir ultrasonik cerrahi alettir. Bu alet, konvansiyonel motor ve frez cerrahisinin operasyonlar sırasındaki dezavantajlarını azaltıp, cerrahi güvenliği artırıp daha düzgün kesiler yapılabilmesi için geliştirilmiştir. İnce ve kırılğan kemiklerdeki osteotomiler için ideal olduğu iddia edilmektedir.(206)

Ultrasonik aletin kullanımı oldukça rahattır ve mikro vibrasyonlar sadece mineralize dokuda çalışarak seçici kesiler yaparlar.(65)

Piezo cerrahi cihazının modüle edilebilen ultrasonik frekansları sadece sert dokudaki kesimlere izin verir. Sadece mineralize dokuda çalışmaya ayarlanmış alet damar, sinir ve yumuşak dokulara zarar vermez. Ayrıca termal olarak hassas yapısı da kanamanın daha az olmasına neden olur.(206)

Piezo cerrahisinin operasyon sırasında hastalar üzerinde daha az travmatik ve operasyon sonrasında daha az ağrı meydana getirdiği de araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır.(176)

Biyolojik açıdan bakıldığında Piezoelektrik cerrahisinin hücre canlılığı üzerinde ve kemik tamir hızı ve yeniden şekillenmesi üzerinde pozitif etkisi vardır.(31,34)

Ayrıca Vercoletti ve ark. (205) yaptıkları çalışmada piezoelektrik ile yapılan cerrahilerinde konvansiyonel frez ile yapılan osteoplasti ve osteotomi işlemlerine göre daha hızlı kemik iyileşmesi ve yeniden şekillenmesi olduğunu göstermiştir.

Günümüzde piezoelektrik aleti kullanılarak yapılan cerrahilerin avantajları arasında operasyon sırasındaki kanamayı ve cerrahi travmayı azaltması, yumuşak dokulara zarar vermemesi ve cerrahi sırasındaki görüş kabiliyetini arttırması sayılabilir. Fakat kemik yoğunluğuna bağlı olarak cerrahi süresinin uzun olması zaman açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır.(13,204)

Bununla birlikte Barone ve ark. yaptıkları çalışmada piezoelektrik cerrahisi ve konvansiyonel cerrahi ile gerçekleştirdikleri sinüs ogmentasyonu işlemlerini zaman açısından karşılaştırmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır.(13)

Flap kaldırmadan diş eti üzerinden kortikotomi işlemi literatürde lazer kullanılarak (182), özel bistüriler yardımı ile (146) ve piezo cerrahi aleti (44) yardımı ile gerçekleştirilebilmektedir. Litaratüre baktığımız zaman insanlarda kanin distalizasyonunu hızlandırmak için flap kaldırmadan yapılmış tek çalışmanın Sousa'nın(182) lazer ile yaptığı çalışma olduğunu görüyoruz. Piezo cerrahisi; sadece mineralize dokuda kesi yapması, yumuşak dokulara zarar vermemesi, operasyon sırasında daha az kanama meydana getirip, postoperatif ağrının daha az oluşması sebebi, en önemlisi de kanin distalizasyonu alanında daha önce çalışılmamış olunması nedeni ile tercih edildi. Çalışmamızda Mectron marka piezo cerrahi aleti, Vercolettinin geliştirdiği ilk alet olması ve diğer aletlerden daha uzun bir süredir kullanılması nedeni ile tercih edilmiştir.

Çekim boşluğunun kapanma miktarı intraoral yöntemlerle ölçülebilir.(41,125) Fakat molar bölgedeki ankraj kayıpları ve meydana gelebilecek rotasyonları intraoral olarak ölçmek mümkün değildir.(124)

Diş hareket miktarı, ankraj kayıpları ve aks değişiklikleri radyografik yöntemler ile ölçülebilir.(195) Fakat hastaları sırf ölçüm yapabilmek için radyosyona maruz bırakmak, ayrıca kanin rotasyonunun ölçülememesi gibi sebeplerden ötürü bir çok çalışmada radyografiler yerine alçı modeller kullanılmaktadır.(12,41,175)

Çalışmamızda tüm ölçümler litaratüre uyumlu olarak dental modeller üzerinde yapılmıştır. Mini vidalardan direk ankraj olarak yaptığımız kanin distalizasyonu sonucunda ankraj kaybı beklemememizle birlikte, ankraj kaybı olup olmadığına bakmak için ortodontik mekanikler sırasında stabil kalan palatinal rugalardan yararlanılmıştır.(9)

Çalışmamızda kullandığımız anterior damağa adapte olan akrilik rehber metodu Lotzof ve ark. tarafından önerilmiş ve Shpack ve ark. tarafından tekrar kullanılmıştır.(120,124,175)

Ölçümlerin tümü dental modeller üzerinde yapıldığı için 10 hafta sonunda kanin dişlerinde meydana gelen devrilme miktarları ölçülemedi. Literatürde distalizasyon sonrasında oluşan devrilme miktarları çoğunlukla sefalometrik filmler üzerinde analiz yapılarak ölçülmektedir. Çalışmamızda kanin distalizasyonu 10 hafta boyunca gözlemlenmiştir. Hastalardan bu kısa sürede iki kere radyografi almak etik olmayacağı için kanin dişlerinde meydana gelen tipping dereceleri ölçülemedi.

5.2. Bulguların Tartışması

Literatürde minimal invaziv Piezoinisizyon yönteminin kullanıldığı çalışmalar çok az sayıdadır ve sadece vaka raporu şeklindedir.(43,44) Ayrıca literatürde Piezoinisizyon yönteminin kullanıldığı herhangi bir kanin distalizasyonu çalışması bulunmamaktadır. Bu nedenle sonuçlarımızı konvansiyonel kortikotomi desteği ve lazer desteği ile yapılmış olan kanin distalizasyonu çalışmaları ile kıyaslamak daha doğru olacaktır.

Cruz ve ark. 2004 yılında yayınladıkları çalışmalarında üst 1. premolar çekimli vakalarda kanin distalizasyonu sırasında bir tarafa lazer uygulamış diğer tarafa uygulamadan dişler hareket ettirilmiştir. Hastalar 60 gün boyunca takip edilmişlerdir. Lazer uygulanan kanin dişlerindeki distalizasyon hızı daha fazla ölçülmüştür.(35)

Youssef ve ark.'nın da 2007 yılında rapor ettikleri benzer çalışmada, yaşları 14-23 arasında değişen 15 hastada alt- üst premolar çekimleri sonrasında alt-üst sağ taraftaki kanin dişi bölgesine lazer uygulamış, sol taraftaki dişlere ise kontrol grubu olarak lazer uygulamamışlardır. Hastalara lazer 0-, 3-, 7-, ve 14. günlerde uygulanmıştır. Sonuç olarak lazer uygulanan gruptaki kanin distalizasyonu hızları daha fazla olarak ölçülmüştür.(219)

Sousa ve ark.(182) tarafından 2011 yılında rapor edilen bir hızlı kanin distalizasyonu çalışmasında ise Düşük Seviyeli Lazer Işığı kullanılmıştır. Çalışmalarına yaş ortalaması 13.1 olan 10 hasta dahil edilmiştir. Kanin distalizasyonuna premolar çekimlerini takiben 3. Ayda başlamışlardır. Hastaların bir taraftaki kanin dişi etrafına 5 noktadan Diyet lazerle ışın uygulanmış, diğer taraf ise kontrol grubu olarak ışınlanmamıştır. Toplam 26 kanin dişinin 13 tanesine lazer uygulanırken, 13 tanesine bu işlem uygulanmamıştır. NiTi kapalı yaylar ile kanin dişlerine 150 gram distalizasyon kuvveti uygulamışlar ve hastaları her ay görerek toplam 3 ay boyunca takip etmişler ve her seansta lazer uygulaması yapmışlardır. Sonuç olarak ilk ay lazer grubunda 1.16 mm, diğer tarafta 0.42 mm, ikinci ay lazer grubunda 0.89 mm diğer tarafta 0.38 mm, üçüncü ay lazer grubunda 1.04 mm diğer tarafta 0.80 mm ortalama hareket elde etmişlerdir. Üç ay boyunca lazer uygulanan grupta

ortalama toplam 3.09 mm hareket ölçülürken diğer taraf için bu değer 1.60 mm olarak bulunmuştur.

Çalışmamıza çok benzer bir çalışmayı Aboul-Ela ve ark. (2) 2011 yılında yayınlamışlardır. Çalışmalarında, ortalama yaşı 19 olan 13 yetişkin Sınıf II Div. I hasta tedavi edilmiştir.. Tüm hastaların seviyelemeyi takiben üst 1. Premolar dişleri çekilmiş hemen ardından rastgele sağ veya sol taraf seçilerek Wilco ve ark.'nın orijinal tekniğindeki gibi (212,213,214) mukoperiostal flap kaldırılarak lateral dişinden 1. Premoların boşluğuna kadar kortikal kemikte delikler açılarak kortikotomi işlemi gerçekleştirilmiştir. Hemen sonra her iki kanin dişinin çengelinden posterior bölgedeki mini vidalara 150 gram kuvvet uygulayacak şekilde NiTi kapalı yaylar asılmıştır. Hastaları her ay görerak 4 ay boyunca takip etmişlerdir. Sonuç olarak ilk ay kortikotomi yapılan tarafta 1.89 mm, diğer tarafta 0.75 mm, 2. ay kortikotomi tarafında 1.83 mm, diğer tarafta 0,86 mm, 3. ay kortikotomi tarafında 1.07 mm, diğer tarafta 0.93 mm ve son olarak 4. ayda kortikotomi tarafında 0.89 mm, diğer tarafta ise 0.85 mm distalizasyon miktarı ölçmüşlerdir. Görüldüğü gibi çalışmalarında ilk iki ay kortikotomi yaptıkları kanin dişleri yaklaşık 2 kat daha hızlı hareket etmiştir. Üçüncü ay bu hız 1.6 kata düşerken dördüncü ayda hızlar neredeyse eşitlenmiş ve kortikotomi tarafında 1.06 katlık bir fazlalık görülmüştür. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde piezoinsizyon uygulanan kanin dişleri daha hızlı hareket etmişlerdir. İlk ay piezo grubunda kontrol grubuna göre 1,86 kat daha hızlı hareket görülmüş, ikinci ayda ise bu fark 1,5 kata düşmüştür çalışmamızda kullanılan yöntem flap kaldırmayı gerektirmediğinden hastalar için daha az travmatik olmuştur.

Alikhani ve ark.'nın 2013 yılında yayımladıkları çalışmalarında 20 hastada üst 1. premolar çekiminden 6 ay sonra hastaların çenelerinin bir tarafına Ortodontik Propel aleti ile çekim boşluğunun olduğu kemiğe mikroosteoperforasyonlar yapmışlar ve 28 gün sonra kanin distalizasyonu sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak kortikotomi yapılan tarafta 2.3 kat daha hızlı hareket elde etmişlerdir. Ayrıca hastaların diş eti oluşu sınırlarını da incelemişler ve kemokin ve sitokin gibi osteoklastik aktiviteden sorumlu kimyasalların miktarında kortikotomi grubunda kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır.(5)

Çalışmamızda kanin distalizasyonu hızları incelendiğinde diğer kortikotomi çalışmalarında olduğu gibi piezoinsizyon yapılan taraftaki kanin dişlerinin tüm zamanlarda kontrol grubu dişlerine oranla daha fazla hareket ettiği görülüyor. Piezoinsizyon

grubundaki en fazla diş hareketinin ilk iki haftada olduğu, 6. Haftadan sonra ise hareketin 10. Haftaya kadar stabil seyrettiği görölüyor. İlk iki haftalık diş hareketinin piezoinsizyon grubunda ortalama 0,81mm kontrol grubunda ise 0,34 mm olması bize piezo kesisi yapılan bölgede BHF'nin (bölgesel hızlanma fenomeni) başlayıp, diş hareketinin 6. haftadan sonra stabil kalması ise BHF'nin bu haftadan sonra etkisinin artık kalmadığını düşündürmüştür. Dolayısıyla piezo kesisinin her 6 haftada bir tekrarlanması BHF etkisinin sürekliliği açısından önerilebilir.

Bu çalışmadaki 10 haftalık kanin distalizasyonu miktarlarına bakıldığında zaman piezoinsizyon grubunda ortalama toplam hareketin 3,11 mm olduğu bu değerin kontrol grubu için ise 2.11 mm olduğu görölüyor. Benzer çalışmalardaki gibi bu çalışmada da kortikotomi işleminin diş hareketi hızını arttırdığını görmekteyiz.

Başlangıçtan itibaren iki grup arasındaki hareket miktarlarına bakıldığında zaman piezoinsizyon grubunda en fazla hareketin 0,81 mm olarak ilk iki haftada elde edildiği görölüyor, kontrol grubunda meydana gelen en az hareketin ilk iki haftada olup 0,34 mm olduğu göz önüne alınırsa, piezoinsizyon grubunun başlangıçtaki bu hızlı hareketinin kortikotomi sonrası geçici osteopenik etki ile BHF'nin başlayıp, diş hareketini engelleyecek hiyalinizasyon bölgelerinin oluşmaması ile açıklayabiliriz. Kontrol grubunda ise en fazla hareket 6. ve 8. haftalarda ortalama 0,48 mm olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunun ikişer haftalık değerlerine bakıldığında zaman ise ilk iki haftadan sonra diş hareket miktarlarının hemen hemen aynı olduğu görölmektedir. Piezoinsizyon grubunda kendi içinde diş hareketinin 6. haftaya kadar azalarak hep yüksek kaldığını 6. haftadan sonra ise stabil seyrettiğini görüyoruz. Bu durumu yukarıda bahsedildiği gibi BHF'nin geçici doğası ile açıklayabiliriz. Ancak çalışma sonuçları histolojik bulgular ile desteklenemeyeceği için sonuçlar klinik gözlem ve ölçümlere dayanmaktadır.

Baloul ve ark (10) yaptıkları çalışmada selektif alveolar dekortikasyon uyguladıkları deney grubunda, osteoklastik ve osteoblastik aktivitede artış ile birlikte diş hareketinde hızlanma olduğu sonucuna varmışlardır. Dekortikasyon işleminin, hiyalinizasyonun görüldüğü lag fazının ortaya çıkmasını engelleyerek diş hareketini daha erken dönemde başlattığını belirtmişlerdir.

Sebaun ve ark (171) yayınladıkları çalışmalarında alveolar dekortikasyonu takiben süngerimsi kemikte turnover prosesinin lokal olarak arttığını ve demineralizasyon-

remineralizasyon fazlarında görülen bu hızlanmanın dekortikasyonu takiben meydana gelen hızlı diş hareketinin sebebi olduğunu söylemişlerdir.

Lino ve ark (115) av köpekleri ile yaptıkları çalışmalarında, alveol kemiğinde kortikotomi işleminin diş hareketinde hızlanmaya neden olduğu ayrıca dişe kuvvet uyguladıktan sonra meydana gelen ve diş hareketinde gecikmeye neden olan hiyalinizasyon dokusunun kontrol grubunda 1-4 haftalar arasında görülürken, kortikotomi grubunda sadece ilk haftada görüldüğünü rapor etmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları da bu bulguları destekler şekilde yukarıda da anlatıldığı gibi piezoinsizyon grubunda diş hareketi ilk iki haftada ve takip eden 6 hafta boyunca kontrol grubuna göre ciddi miktarda fazla olmuş, 6. Haftadan sonra hızlar hemen hemen eşitlenmiştir.

NSAİİ 'ın (Non steroidal antiinflamatuvar ilaç) ortodontik diş hareketinin başlangıç fazında kemikteki rezorbsiyon mekanizmasını inhibe ederek diş hareketinde gecikmeye neden olduğu rapor edilmiştir.(100) Bu çalışmaya dahil olan tüm hastalar piezoinsizyonu takiben bu ilaçlardan kullanmışlardır. Dolayısı ile diş hareketinin başlangıcında bir gecikme söz konusu olabilir. Fakat çalışma split mouth tasarımında olduğu için gecikme her iki diş grubunu da etkileyeceğinden sonuçlar üzerinde çelişki yaratmadığını düşünmekteyiz.

Genel olarak literatüre baktığımız zaman bu çalışmanın sonuçlarının kortikotomi yapılan diş grubundaki hareket hızının kontrol grubu tarafına göre 2-3 kat daha hızlı olduğunu söyleyen Wilcko ve ark (212), Lİno ve ark.(115), Alikhani ve ark.(5), Aboul Ela ve ark.(2) ile Ren ve ark.'nın(156) çalışmaları ile uyumlu olduğu görülüyor.

Kanın distalizasyonu sırasında distopalatinal rotasyon meydana gelmektedir. Mezomo ve ark. 2011 yılında yayınladıkları çalışmalarında çeneleri ikiye ayırarak bir taraftaki dişlere konvansiyonel braket yapıştırmış, diğer taraftaki dişlere ise kapaklı braketler yapıştırarak iki grup arasındaki kanin distalizasyonu farklarını incelemişlerdir. Hastaları toplam 12 hafta gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak konvansiyonel braketlerin takılı olduğu kanin dişlerinde ortalama 12,27° rotasyon bulunurken, bu değer kapaklı braketlerde 9,15° olarak ölçülmüştür.(124) Bu çalışmada meydana gelen rotasyon miktarlarına baktığımız zaman piezoinsizyon grubunda ortalama 8,94°, kontrol grubunda ise ortalama 7,16°'lik distopalatinal rotasyon meydana geldiğini görüyoruz. Bu iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmada Mezomo'nun (124) çalışmasına oranla daha az rotasyon meydana gelmesini bizim takip süremizin 10 hafta olması ile

açıklayabiliriz. Fakat 10 hafta sonunda her iki grup dişlerinin rotasyon açıları karşılaştırıldığı zaman piezo-insizyon grubu dişlerinin rotasyon açılarının istatistiksel olarak daha az olduğunu görüyoruz. Başlangıçta her iki grup dişlerinin rotasyon açıları arasında istatistiksel olarak fark yok iken 10 hafta sonundaki ölçümlerde piezo-insizyon grubu dişlerinde istatistiksel olarak daha az rotasyon açılarının ölçülmesi piezo-insizyon grubundaki dişlerin kontrol grubu dişlerine göre daha fazla distopalatinal rotasyona uğradığını gösteriyor.

Bu çalışmada kanin distalizasyonu mini vidalardan direk ankraj alınarak yapılmıştır. 10 hafta sonunda hem piezoinsizyon hem de kontrol grubu bölgelerinde ankraj kaybı meydana gelmemiştir. Bu bulgu Thiruvengkatachari ve ark'nın (195) bulguları ile de uyumludur. Araştırmacılar 4-6 ay süren kanin retraksiyonu sırasında minividadan direk ankraj aldıkları grupta herhangi bir ankraj kaybı bulmamışlardır.

6. SONUÇ

1. Piezoinsizyon yöntemi ile yapılan alveolar dekortikasyon işleminin kanin distalizasyonu hızını arttırdığı görülmüştür.

2. Piezoinsizyon yapılan gruptaki hızlı diş hareketinin ilk 6 haftada meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

3. Hızlı diş hareketi daha fazla distopalatinal rotasyon oluşmasına neden olmuştur.

4. Piezo-insizyon tekniği benzer sonuçları literatürdeki klasik kortikotomi işlemlerine göre daha az travma ve uygulama kolaylığı ile elde edilerek bu yöntemlere alternatif oluşturmaktadır.

7. REFERANSLAR

1. Abbas A, Moutamed G. (2012). Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy using piezosurgery. *Journal of American Science*, 8(2):15-24
2. Aboul-Ela S, El-Beialy A, El-Sayed K, Selim E, El-Mangoury N, Mostafa Y. (2011). Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Dentofacial Orthop*, 139(2):252-9
3. Akin E, Gurton AU, Olmez H. (2004). Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Ortho*, 126(5), 608-614.
4. Al-Haiji MYZ. (1999). Assesment of and comparison between two rapid canine retraction techniques: Alveolar bone distractionosteogenesis versus periodontal membran distraction osteogenesis. Marmara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstütüsü Master Tezi. İstanbul.
5. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee Y, Alyami B, Corpodan C, Barrera L, Alansari S, Khoo E, Teixeira C. (2013). Effect of micro osteoperforations on the rate of tooth movement *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(3):639-48.
6. Angle EH. (1907) Treatment of malocclusion of the teeth, , *White Dental Manufacturing Philadelphia-USA*.
7. Ashcraft M.B, Southard, K.A, Tolley E.A. (1992). The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *Am J Orthop Dentofac Orthop*, 102(4): 310-319.
8. A.S Erdem (2012). Sıçanlara Er-Yag Lazer Kullanılarak Yapılan Dekortikasyon İşleminin Diş Hareketine Olan Etkilerinin Histomorfometrik Ve Klinik Olarak İncelenmesi. Yeditepe Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul.
9. Bailey LT, Esmailnejad A, Almeida MA. (1996). Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and nonextraction cases. *Angle Orthod*. 66(5) :73–78.

10. Baloul S, Gerstenfeld L, Morgan E, Carvalho R, Van Dyke T and Kantarci A. (2011). Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication–facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 139(3):83-101.
11. Baran S. (1992). Sıçanlarda lokal uygulanan 1,25-Dihidroksikolekalsiferol’ün iki farklı dozunun deneysel ortodontik diş hareketlerine etkilerinin araştırılması. Dicle Üniversitesi Doktora Tezi, Diyarbakır.
12. Barlow M, Kula K. (2008). Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. *Orthod Craniofacial Res.*11(2):65–73.
13. Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U. (2008) .Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. *Clin Oral Impl Res*; 19(3): 511-515.
14. Baumrind, S. (1969). A Reconsideration of the Property of the Pressure Tension Hypothesis. *Am. J. Orthod.* 55(1): 12-22.
15. Baumrind S, Buck D.L. (1970). Rate Changes in Cell Replication and Protein Synthesis in the Periodontal Ligament Incident to Tooth Movement. *Am. J. Orthod.* 57(2), 109-131.
16. Bell WH., Levy BM. (1972). Remineralization and bone healing after maxillary corticotomies. *J.Oral Surg.* 30(3):640-48.
17. Bichlmary A. (1931). The position of the root apices and the surrounding bone after surgical orthodontics. *Dtsch Zahnarztl Z* 34(2):835-842.
18. Boester C, Johnston L. (1974) A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. *Angle Orthod*, 44(2):113-9.
19. Bonewald LF. (2007). Osteocytes as dynamic multifunctional cells. *Ann N Y Acad Sci*, 1116:281-290.
20. Breman PA, Thomas GJ, Langdon JD. (2003).The role of nitric oxide in oral disease. *Arch oral Biol*, 48(3): 93-100.

21. Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y. (1996). Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 109(1): 173-79.
22. Brin I, Tulloch JFC, Koroluk L, Philips C. (2003). External apical root resorbtion in Class II malocclusion: A retrospective rewiew of 1- versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 124(4):151-6.
23. Burcu KA. (2010). Diyot lazer kullanımının ortodontik diş hareketi hızı üzerindeki etkilerinin deneysel olarak incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Doktora Tezi, Sivas.
24. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. (2012). Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Semin Orthod*;18(2):286-294.
25. Byloff-Clar H. (1967). Comparative histologic studies of late cases treated with and without corticotomy, clinical and histologic study. *Stoma* 20(4):134-141,214-225,277-286.
26. Cassetta M, Pompa G, Di Carlo S, Piccoli L, Pacifici A, Pacifici L. (2012). The influence of smoking and surgical technique on the accuracy of mucosa-supported stereolithographic surgical guide in complete edentulous upper jaws. *Eur Rev Med Pharacol Sci*, 16(4): 1546-1553.
27. Cassetta M, Stefanelli V, DI Carlo S, Pompa G, Barbato E. (2012). The accuracy of CBCT in measuring jaws bone density. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*.;16(1):1425-9.
28. Cassetta M, Tarantino F, Calasso S. (2010). CAD-CAM systems in titanium customized abutment construction. *Dental Cadmos*; 78(4): 27-44.
29. Chapple IL, Walmsley AD, Saxby MS, Moscrop H. (1995). Effect of instrument power setting during ultrasonic scaling upon treatment outcome. *J Periodontol*, 66(3):756-760.
30. Chillar A. (2010) Binding and Signaling Differences between Prostaglandin E1 and E2 Mediated by Prostaglandin E Subtype Receptors. Master Thesis. University Of Houston

31. Chiriac G, Hertzen M, Schwarz F. (2005). Autogenous bone chips: Influence of a new piezoelectric device (piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. *J Clin Periodontol*, 32(1):994-97.
32. Cho K.W., Cho S.W., Oh C.O., Ryu Y.K., Ohshima H., Jung H.S. (2007) The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis.* 13(3), 314-319
33. Chumbley A.B, Tuncay O.C. (1986) The Effect of Indomethacin (an aspirin-like drug) on the Rate of Orthodontic Tooth Movement. *Am. J. Orthod*, 89(4), 312- 314.
34. Chung KR, Oh MY, Ko SJ. (2001) Corticotomyassisted orthodontics. *J Clin Orthod*; 35(3):331-9.
35. Cruz D, Kohara E, Ribeiro M, Wetter N. (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.
36. Çağlaroğlu M. (2006). Farklı yöntemlerle uygulanan prostaglandin E2'nin diş hareketi ve kemik metabolizması üzerine etkilerinin histopatolojik olarak incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı Tez Çalışması.
37. Davidovich Z, Finkelson M, Steigman S, Shanfeld J, Montgomery P, Korostoff E. (1980) Electric currents, bone remodeling and orthodontic tooth movement I. The effects of electric current on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 77(1):14-32.
38. Davidovitch Z. (1991) Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2(4):411-50
39. Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL. (1988) Neurotransmitters, cytokines and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am*, 32(3):411-435.
40. De Angelis V. (1970). Observations on the Response Of Alveolar Bone to Orthodontic Force. *Am. J. Orthod*, 58(3), 284-294.
41. Deguchi T, Imai M, Sugawara Y, Ando R, Kushima K, Takano-Yamamoto T. (2007) Clinical evaluation of a low-friction attachment device during canine retraction. *Angle Orthod*, 77(2):968–972.

42. Değerliyurt M.K. (2009). Cerrahi yardımcı hızlı maksiller genişletme vakalarında konvansiyonel dönel aletler ve piezoelektrik cerrahi cihazının maksiller osteotomiler sonrası fasiyal ödem, ağrı, hasta memnuniyeti ve operasyon süresi açısından karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Doktora Tezi, Ankara.
43. Dibart S, Sebaoun J.D, Surmenian J. (2009). Piezocision: A minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent.*; 30(6):342-350.
44. Dibart S, Surmenian J, Sebaoun J.D, Montesani L. (2010). Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 30(5):487-493.
45. Dorfman HS, Turvey TA, Hill C. (1979). Alterations in osseous crestal height following interdental osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 48(3): 120-5.
46. Ducey P, Despobois C, Boyce B, Pinero G, Story B, Dunstan C., Smith E, Bonadio J. (1996). Increased bone formation in osteocalcin deficient mice. *Nature of Science*, 382:448-452.
47. Duker J. (1975). Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofacial Surg.* 3(2): 81-84.
48. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. (2004). Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg*,42(2):451-453.
49. Emata T. (1979) The mechanical response of the periodontal structure in the maxillary lateral incisor of the macaca fuscata yakui, loading by a vibrating force. *J Oral Biol Sci*, 21(2): 571-585.
50. Farar JN. (1876). An Inquiry into physiological and pathological changes in animal tissues in regulating teeth. *Dent Cosmos*; 188: 19.
51. Farin G. (1994). Ultrasonic dissection in combination with high-frequency surgery. *Endosc Surg Allied Technol*; 2(1):211-213.
52. Federico H, Raquel G.M (2011) Endoscopically Assisted Tunnel Approach for Minimally Invasive Corticotomies: A Preliminary Report *Journal Of Periodontology*.83(5):573-580.

53. Fernandez I, Alobera MA., Del Canto M., Blanco L. (2006). Physiological bases of bone regeneration I. Histology and physiology of bone tissue. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11(3):47-51.
54. Filik G, Biren S. (2004) İki Hızlı Kanin Retraksiyonu Tekniğinin Karşılaştırılması:“Alveolar Kemik Distraksiyonu Ve Periodontal Membran Distraksiyonu. Marmara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
55. Fischer TJ. (2007). Orthodontic treatment acceleration with corticotomyassisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod* 77: 417-20.
56. Frost HM. (1983) The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J*. 31(2):3-9.
57. Fuller K, Kirstein B, Chambers TJ. (2006) Murine osteoclast formation and function: differential regulation by humoral agents. *Endocrinology*; 147(2):1979-85.
58. Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji. (2002) Nobel kitap evleri 20. Baskı. Ankara.
59. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. (1990). Effects on the Periodontium Following Corticotomy-Facilitated Orthodontics. *Case Reports Journal of Periodontology*, 61(4):234-238.
60. Generson RM, Porter JM, Zell A. (1978). Combined surgical and orthodontic manegement of anterior open bite using corticotomy. *J Oral Surg*. 36(3):216-219.
61. Genç G. (2010) Düşük Doz Lazer Uygulamalarının Ortodontik Diş Hareketi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Doktora Tezi, Ankara
62. Gianelly A.A. (1969). Forced induced changes in the vascularity of the periodontal ligament. *Am J Orthod*, 55(2):5-11
63. Giovanelli S, Festa F. (1996). Effects of electric stimulation on tooth movement in clinical application. *Biological Mechanism of Tooth Movement and Craniofacial Adaptation*. Editor: Z. Davidovitch, L.A. Norton. Harward Society for the Advancement of Orthodontics, Boston USA, ss249-253

64. Goldie RS, Gregory K.J. (1984). Root Resorption and orthodontic tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient and lactating rats. *Am J.orthod*, 85(3): 424-430.
65. Gonzalez-Garcia A, Diniz-Freitas M, Somoza-Martin M, Garcia- Garcia A. (2008). Piezoelectric and conventional osteotomy in alveolar distraction osteogenesis in a series of 17 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 23(1):891-896.
66. Grimm FM. (1972). Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 62(4):384-93.
67. Gruber RM, Kramer FJ, Merten HA, Schliephake H. (2005). Ultrasonic surgery--an alternative way in orthognathic surgery of the mandible. A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg*;34(2):590-593.
68. Hajji SS. (2000). The influence of accelerated osteogenic response on mandibular de- crowding [thesis]. St Louis: St Louis Univ.
69. Harell A, Dekel S, Bindermen I. (1977). Biochemical Effect of Mechanical Stress on Cultured Bone Cells. *Calcif. Tissue Res*, 22 (3): 202-7.
70. Hashimoto F, Kobayashi Y, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. (2001). Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod*,23(5):535-545.
71. Hasler R, SchmidG, Ingervall B, Gebauer U. (1997). A clinical comparison of the rate of maxillary canine retraction into healed and recent extraction sites-a pilot Study. *European Journal of Orthodontics* 19(2): 711-719
72. Hassan A.H, Al-Fraidi A.A, Al-Saeed S.H. (2010). Corticotomy-Assisted Orthodontic Treatment: Review, *The Open Dentistry Journal*, 4(2): 159-164
73. Henneman S, Von den Hoff JW, Maltha JC. (2008).Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod*; 30:299-306.
74. Herna´ndez-Alfaro F, Guijarro-Marti´nez R. (2012). Endoscopically Assisted Tunnel Approach for Minimally Invasive Corticotomies: A Preliminary Report *Journal of periodontolog* , 83(5):574-580

75. High WB, Black HE, Capen CC. (1981) Histomorphometric evaluation of the effects of low dose parathyroid hormone administration on cortical bone remodeling in adult dogs. *Lab Invest*; 44(2):449-454.
76. Hixon EH, Atikian H, Callow GE, McDonald HW, Tacy RJ. (1969). Optimal force, differential force and anchorage. *Am J Orthod*; 55(1):437-57.
77. Hoigne DJ, Stübinger S, Von Kaenel O, Shamdasani S, Hasenboehler P. (2006) .Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. *BMC Musculoskeletal Disord*,7(2):36-42.
78. Horton JE, Tarpley TM Jr., Wood LD. (1975). The healing of surgical defects in alveolar bone products with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 39: 536-546.
79. Howard PS, Kucich U., Taliwal R., Korostoff JM. (1998). Mechanical forces alter extracellular matrix synthesis by human periodontal ligament fibroblasts. *J Periodontal Res*, 33: 500-508.
80. How long my treatment will take. (2007). AOO.
81. Iino S, Sakoda S, Miyawaki S. (2006). An adult bimaxillary protrusion treated with corticotomy-facilitated orthodontics and titanium miniplates. *Angle Orthod* 76(1): 1074-82.
82. Işıksal E. (1972). Corticotomy and orthodontic treatment in maxillary endognathy and protrusion with diastema. *Istanbul Univ. Diş Hek. Fak. Derg.* 3(4):525-532
83. Krihnan V. , Daviovitch Z. (2006) Cellular, molecular an tissue level reactions to orthoontic force. *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop.* 129(4):469. e1-32.
84. Jimi E, Ikebe T, Takahashi N, Hirata M, Suda T, Koga T. (1996) Interleukin 1 alpha activates an NF-kappaB-like factor in osteoclastlike cells. *J Biol Chem*, 271(1):4605-8.
85. Jee W.S., Ma Y.F. (1997). The in vivo anabolic actions of prostaglandins in bone. *Bone* 21(3): 297-304.
86. Jianjun Hao. (2011) Accelerated Orthodontic Tooth Movement With Flapless Corticotomy: A Pilot Study In Beagle Dogs Master Tezi Illinois Üniv. Şikago.

87. Kale S, Kocadereli I, Atilla P, Aşan E. (2004). Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125(5):607-614.
88. Kanno T, Mitsugi M, Furuki Y, Kozato S, Ayasaka N, Mori H. (2007). Corticotomy and compression osteogenesis in the posterior maxilla for treating severe anterior open bite. *Int J Oral Maxillofac Surg* 36(1): 354-57.
89. Kanzaki H, Chiba M, Shimizu Y, Mitani H. (2002). Periodontal ligament cells under mechanical stress induce osteoclastogenesis by receptor activator of nuclear factor kappa B ligand up-regulation via prostaglandin E2 synthesis. *J Bone Miner Res*, 17(2): 210-220.
90. Kanzaki H, Chiba M, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M, Mitani H. (2004). Local OPG gene transfer to the periodontal tissue inhibits orthodontic tooth movement. *J Dent Res*, 83 (12): 920–925.
91. Karanth H.S, Shetty K.S. (2001). Orthodontic tooth movement and bioelectricity. *Indian J Dent Res*. 12(4), 212-221.
92. Kardos B.T, Simpson L.O. (1980). A New Periodontal Membrane Biology Based on Thixotropic Concepts. *Am. J. Orthod*, 77(3): 508-15.
93. Kawai S, Kawai M, Nakamura A. (1990). Orthodontic uprighting of mandibular second molars. *Fukuoka Shika Daigaku Gakki Zasshi*. 17(1):75-86
94. Kawakami M. (1990). Effects of local application of 1,25OH₂D₃ on Experimental Tooth Movement in Rats. *Osaka Daigaku Shigaku Zasshi* 35(1) 128-46.
95. Kawasaki K, Shimizu N. (2000). Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med*. 26(3), 282-91
96. Kerdvobundit V. (1990). Corticotomy-facilitated orthodontics. *J Dent Assoc Thai* 40(6):284-291.
97. Keser E, Dibart S. (2011). Piezocision-Assisted Invisalign Treatment *Compendium Of Continuing Education In Dentistry* . 32(2):11-17.

98. Kim S, Park Y, Kang S. (2009). Effects of Corticision on Paradental Remodeling in Orthodontic Tooth Movement. *Angle Orthod.* 79: 284-291.
99. Kim SJ, Moon SU, Kang SG, Park YG. (2009). Effects of low laser therapy after corticision on tooth movement and paradental remodeling. *Lasers Surg Med*, 41: 524-533.
100. Knop L. (2012). Non - steroidal and steroidal anti -infl ammatory use in the context of orthodontic movement. *European Journal of Orthodontics* 34(5): 531–535.
101. Kole H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 12(3): 515-529.
102. Kotrikova B, Wirtz R, Krempien R, Blank J, Eggers G, Samiotis A, Mühling J. (2006). Piezosurgery--a new safe technique in cranial osteoplasty? *Int J Oral Maxillofac Surg*, 35(3):461-465.
103. Köle H. (1958). Corticotomy supporte orthoontic tretment. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 4(1):208-212.
104. Krishnan V, Davidovitch Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(4):469.e1-32.
105. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung H.M, Takano-Yamamoto T. (2007) Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131 (1): 9-15.
106. K-W Cho, S-W Cho, C-O Oh, Y-K Ryu, H Ohshima, H-S Jung (2007). The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Diseases* 13(1) 314–319.
107. Kyomen S, Tanne K. (1997). Influences of aging changes in proliferative rate of PDL cells during experimental tooth movement in rats. *Angle Orthod.* 67(4):67-72.
108. Landes CA, Stübinger S, Rieger J, Williger B, Ha TK, Sader R. (2008). Critical evaluation of piezoelectric osteotomy in orthognathic surgery:

- operative technique, blood loss, time requirement, nerve and vessel integrity. *J Oral Maxillofac Surg*; 66: 657-674.
- 109.Lavine L, Lustrin I, Rinaldi R, Shamos M. (1974). Clinical and ultrastructural investigations of electrical enhancement of bone healing. *Ann N Y Acad Sci*, 238: 552-63.
- 110.Leclercq P, Zenati C, Amr S, Dohan DM. (2008). Ultrasonic bone cut part 1: State-of-the-art technologies and common applications. *J Oral Maxillofac Surg*;66: 177-182.
- 111.Lee JK, Chung KR, Baek SH. (2007). Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Plast Reconstr Surg*; 120: 1027-36.
- 112.Lietz, T. (2008). Mini-screws: Aspects of assessment and selection among different systems, in *Mini-Implants in Orthodontics: Innovative Anchorage Concepts*, ed. B. Ludwig, S. Baumgaertel, and S.J. Bowman, Quintessence Publishing Co., London, , pp. 11-72.
- 113.Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. (2006). Effects of low laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 9(1): 38-43.
- 114.Lindner A. (1989). Longitudinal study on the effect of early interceptive treatment in 4-year-old children with unilateral crossbite. *Scand J Dent Res* 97: 432-38.
- 115.Lino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. (2007). Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:448-448.
- 116.Liou EJ, Figueroa AA, Polley JW. (2000). Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped*; 117: 391-8.
- 117.Liou EJW, Chen PKT, Huang CS, Chen YR. (2000). Interdental distraction osteogenesis and rapid canine orthodontic tooth movement: A novel approach to approximate a wide alveolar cleft or bony defect. *Plast Reconstr. Surg*. 105:1252-62.

- 118.Lloyd SAJ, Yuan YY, Kostenoik PJ, Omnisky MS, Lau AG, Morony S, Stolina M, Asuncion FJ, Bateman T. (2008). Soluble RANKL induces high bone turnover and decreases bone volume, density and strength in mice. *Calcif Tissue Int.* 82: 361-372.
- 119.Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. (2012). Interventions for accelerating orthodontic tooth movement. A systematic review. *Angle Orthod*; 83(1):164-171.
- 120.Lotzof LP, Fine HA, Cisneros GJ. (1996). Canine retraction: a comparison of two preadjusted bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110(2):191–196.
- 121.Ludwig B, Glasl B, Kinzinger G, Lietz T., Lisson J. (2011). Anatomical Guidelines for Miniscrew Insertion: Vestibular Interradicular Sites. *Journal Of Clinical Orthodontics*, vol: XLV number:3.
- 122.McFadden WM, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM. (1989). A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 96(2): 390-6
- 123.Melsen B. (1999). Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*, 69(2):151-8
- 124.Mezomo M, Lima E, Menezes L, Weissheimer A, Allgayer S. (2011). Maxillary Canine Retraction With Self-Ligating And Conventional Brackets. *Angle Orthod.* ;81:292-297
- 125.Miles PG. (2007). Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,132:223–225.
- 126.Mitchell DL, Boone RM, Ferguson JH. (1973). Correlation of tooth movement with variable forces in the cat. *Angle Orthod*; 43: 154-59.
- 127.Mohamed Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. (2008). The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci* 23(2):27-34.
- 128.Moon CH, Wee JU, Lee HS. (2007). Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. *Angle Orthod*; 77: 1119-25.

129. Mostafa YA, Fayed MM, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. (2009). Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136(2): 570-7.
130. Mostafa YA, Weeks-Dybvig M, Osdoby P. (1983). Orchestration of tooth movement. *Am J Orthod*, 83(3):245-50.
131. Murray R.K., Mayes P.A., Granner DK, Rodwell VW. (1993) Lipidlerin Fizyolojik Önemi. Harper'in Biyokimyası. 16, Barış Yayınevi, İzmir.
132. Mustafa A, Osdoby P, (1983). Orchestration of tooth movement. *Am J Orthod*, 3(2):244-50.
133. Mustafa Ülgen, Ortodontik Tedavi Prensipleri 1993, İstanbul.
134. Nazarov AD, Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. (2004). Improved retention following corticotomy using ABO objective grading system. *J Dent Res*; 83(3): 2644.
135. Neumann D. (1995). Bischofsmayr's resection in late orthodontic treatment, *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1:205-210.
136. Nightingale C, Jones S. (2003). A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. *Journal of Orthodontics*, 30(2):229-236.
137. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, Mitani H. (2008). Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 133(4):572-583.
138. Noble BS, Peet N, Stevens HY. (2003). Mechanical loading: biphasic osteocyte survival and targeting of osteoclasts for bone destruction in rat cortical bone. *Am J Physiol Cell Physiol*. 284(4):C934-43.
139. Nowzari H, Yorita F, Chang H. (2008). Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics Combined With Autogenous Bone Grafting. *Continuing Education In Dentistry* . 29(4):44-56.
140. Oliveira DD, Oliveira BF, Araújo Brito HH, Souza MM, Medeiros PJ. (2008). Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 133: 902-8.

141. Ong C.K.L, Walsh L.J, Harbrow D, Taverne A.A.R, (2000). Symons AL. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *Angle Orthodontist*, 70(2): 118- 125.
142. Oshiro T., Shiotani A., Shibasaki Y., Sasaki T. (2002). Osteoclast Induction in Periodontal Tissue during Experimental Movement of Incisors in Osteoprotegerin-Deficient Mice. *Anat Rec*, 266: 218–225.
143. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. (1995). Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod*; 65(3): 395-402.
144. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. (1998). Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell in rat calvarial cells. *Bone*. 22(4):347-354.
145. Oztürk M, Doruk C, Ozeç I, Polat S, Babacan H, Biçakci AA. (2003). Pulpal blood flow: effects of corticotomy and midline osteotomy in surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniomaxillofac Surg*; 31(3): 97-100.
146. Park Y.G, Kang S.G., Kim S.J. (2006). Accelerated tooth movement by Corticision as an osseous orthodontic paradigm. *Kinki Tokai Kyosei Shika Gakkai Gakujiyutsu Taikai, Sokai*. 48(1): 6-9.
147. Pilon J, Kuijpers-Jagtman A, and Maltha J. (1996) Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110(1):44-67.
148. Poggio, P.M., Incorvati, C., Velo, S., Carano, A. (2006). "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod*, 76 (2):191-197.
149. Pollack S.R, Salzstein R, Pienkowski D. (1984). The Electric Double Layer in Bone and It's Influence on Stress Generated Potentials. *Calcif. Tissue. Int*, 36(2):77-81
150. Quinn Rs, Yoshikawa DK. (1985). A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod*; 83: 252-260.
151. Reeve J, Zanelli J.M. (1986). Parathyroid hormone and bone. *Clinical Science*, 71(2) 231-238.

- 152.Reitan K. (1957). Some Factors Determining the Evaluation of Force in Orthodontics. *Am. J. Orthod.* 43(3): 32-45.
- 153.Reitan K. (1967). Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 53(10):721-45.
- 154.Reitan, K. (1960). Tissue Behavior during Orthodontic Tooth Movement. *Am. J. Orthod.* 46(2): 881-90.
- 155.Ren A , Lv T, Zhao B, Chen X, Bai D. (2009). Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am j Orthod Dentofacial Orthop* ;131:160-170.
- 156.Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. (2007). Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 131:160-166.
- 157.Ren Y, Maltha J.C, Kuijpers-Jagtman A.M. (2003). Optimum force magnitude to orthodontic tooth movement—a systematic review. *Angle Orthod.*; 73:86-92.
- 158.Robiony M, Polini F, Costa F, Vercelotti T, Polliti M. (2004). Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 62:759-761.
- 159.Robiony M, Polini F, Costa F, Zerman N, Politi M. (2007). Ultrasonic bone cutting for surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. *Int J Oral Maxillofac Surg*; 36(4):267-269.
- 160.Rodan GA, Bourret LA, Norton LA. (1978). DNA synthesis in cartilage cells is stimulated by oscillating electric fields. *Science*, 199(4329):690-692.
- 161.Saito S, Shimizu N. (1997) Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 111(5):525-532.
- 162.Sakuma Y, Li Z, Pilbeam C.C, Alander C.B, Chikazu D, Kawaguchi H, Raisz L.G. (2004). Stimulation of cAMP production and cyclooxygenase-2 by prostaglandin E(2) and selective prostaglandin receptor agonists in murine osteoblastic cells. *Bone*; 34(1), 827-34.

- 163.Samuels R, Rudge S, Mair L. (1998). Aclinical study of space closure with nickel titanium closed coil springs and elastic module. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;114:73-9.
- 164.Sanjideh P. (2007). The effects of corticotomies on tooth movement in fox hound dogs Master Tezi Teksas A&M Üniversitesi.
- 165.Sayın S. (2000). Perioontal ligamentin istraksiyonu aracılığı ile gerçekleştirilen hızlı kanin distalizasyonunun incelenmesi. Doktora Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Ankara.
- 166.Schaller BJ, Gruber R, Merten HA, Kruschat T, Schliephake H, Buchfelder M, Ludwig HC. (2005). Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery. Technical note. *Neurosurgery*; 57(4):E410. 97.
- 167.Schilling T, Müller M. (1998). Influence of inflammation-mediated osteopenia on regional acceleratory Phenomenon and the Systemic Acceleratory Phenomenon during Healing of a Bone Defect in the Rat. *Calcified Tissue International*, 63(2):160-66.
- 168.Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. (2006). Piezosurgery: basics and possibilities. *Implant Dent*; 15:334-340.
- 169.Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. (2004). A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod*; 74:832-7.
- 170.Schwarz A. (1932). Tissue changes incident to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontics*, 18(1):331-52.
- 171.Sebaoun JD, Kantarcı A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke Te, Ferguson DJ. (2008). Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J. Periodontal* 79(4):1679-1688.
- 172.Seifi M, Shafeei H.A, Daneshdoot S, Mir M. (2007). Effects of two types of low-laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. *Laser Med Sci*. 22(4): 261-264.
- 173.Sherman JA, Davies HT. (2000). Ultracision: the harmonic scalpel and its possible uses in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 38(3):530-532.

174. Shirazi M, Nilforoushan D, Algasi H, Dehpour AR. (2002). The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod*, 72(3):211-215.
175. Shpack N, Davidovitch M, Sarne O, Panayi N, Vardimon AD. (2008). Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. *Angle Orthod*, 78(2):95–100.
176. Sivoletta S, Berengo L, Bressan E, di fiore A, Stellini E. (2011). Osteotomy for lower third molar germectomy: randomized prospective crossover clinical study comparing piezosurgery and conventional rotatory osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*; 69(1): e15-e23.
177. Simonet W.S, Lacey D.L, Dunstan C.R, Kelley M, Chang M.S, Luthy R. (1997). Osteoprotegerin: A novel secreted protein involved in the regulation of bone density. *Cell*, 89, 309–319.
178. Skogborg C. (1926). Die permanente Fixierung der Zähne nach orthodontischer Behandlung (Permanent fixed retention of the teeth after orthodontic treatment) *Vjschr Zahnheilk* 4(3):278-293.
179. Smith R, Storey E. (1952). The importance of force in Orthodontics. *Aust Dent J*; 56(4):291-304.
180. Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. (1999). Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats, *J Bone Miner Res*, 14(3):546-554.
181. Sommerfeldt DW, Rubin CT. (1999). Biology of bone tissue in orthopedics principles of basic and clinical science. *CRC Press, Boca Raton, FL, chapter 1*,
182. Sousa M, Scanavini M, Sannomiya E, Velasco L, Angelieri F. (2011). Influence of Low-Level Laser on the Speed of Orthodontic Movement. *Photomedicine and Laser Surgery* 29(3):11-16.
183. Spadaro J.A. (1997). Mechanical and electrical interactions in bone remodeling. *Bioelectromagnetics*. 18(3):193-202.
184. Spena R, Caiazzo A, Gracco A, Siciliani G. (2007). The use of segmental corticotomy to enhance molar distalization. *J Clin Orthod*; 41: 693-9.

- 185.Storey E, Smith R. (1952). Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust Dent J*, 56(6):11-8.
- 186.Stübinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer HF. (2005). Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg*, 63(4):1283-1287
- 187.Subrtova I, Edlan A, Subrt T. (1970). Correction of the upper dental arch in Angle Class II cases by means of corticotomy. *Dtsch Stomatol* 20(3):181-185.
- 188.Sung, J.H, Kyung H.M, Bae S.M, Park H.S, KwonO.W, McNamara J.A. Jr. (2006). Microimplants in Orthodontics. *Dentos, Daegu* 11(3)25-34.
- 189.Suya H. (1991). Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E, Bauldhauf A, editors. *Mechanical and Biological Basis In Orthodontic Therapy Heidelberg, Germany: Huthig Book Verlag Gmb*, pp 207-226
- 190.Takano Y.T, Kawakami M, Yamashiro T. (1992). Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1,25(OH)₂ D₃ and mechanical force in the rat. *J Dent Res*, 71(8), 1487-1492
- 191.Takahashi H, Watanabe G, Togawa Y, Hanzoka T, Kono T, Sarto Y. (1982). The effects of different types of electrical current on internal remodeling of bone in dogs. *Orthop. Trans.* 2(2):369376.
- 192.Talbot ES. (1896) .Teeth irregularities and their surgical correction, *Dent Cosmos.* 38(1):139-151.
- 193.Tennebaum M. (1970). Corticotomy, a surgical-orthodontic method. *Orthodontia* 34(68):162-170.
- 194.Thiruvengkatachari B, Ammayappan P, Kandaswamy R. (2008). Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134(2):30–35.
- 195.Thiruvengkatachari B, Pavithranand A, Rajasigamani K, Kyung HM. (2006). Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;129(1): 551-4.

196. Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. (1998). Ultrasonic ostectomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 13(3):697-700.
197. Tran Van PT, Vignery A, Baron R. (1982). Cellular kinetics of the bone remodeling sequence in the rat. *Anat Rec.* 202(4):445-51.
198. Tsaousidis G., Bauss O. (2008). Influence of insertion site on the failure rates of orthodontic miniscrews. *J Orofac Orthop*, 69:349-56.
199. Tsukii K., Shima N., Mochizuki S., Yamaguchi K., Kinoshita M., Yano K., Shibata O., Udagawa N., Yasuda H., Suda T., Higashio K. (1998). Osteoclast differentiation factor mediates an essential signal for bone resorption induced by 1 alpha,25-dihydroxyvitamin D3, prostaglandin E2, or parathyroid hormone in the microenvironment of bone. *Biochem Biophys Res Commun*, 246(2):337-341.
200. Tyrovola JB, Spyropoulos MN. (2001). Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. *Quintessence Int*, 32:365-371.
201. Verborgt O, Gibson GJ, Schaffler MB. (2000). Loss of osteocyte integrity in association with microdamage and bone remodeling after fatigue in vivo. *J Bone Miner Res.* 15(1):60-7.
202. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. (2001). The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: Introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent*; 21(2): 561-567.
203. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, Fiorellini JP. (2005). Osseous response following resective therapy with Piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent*; 25(1): 543-549.
204. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. (2001). The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 21(2):561-567.
205. Vercellotti T, Nevins ML, Kim OM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, Fiorellini JP (2005). Osseous response following resective therapy with a

- piezosurgery. *International Journal of Periodontics Restorative Dentistry*; 25(3): 543-549.
206. Vercellotti T. (2004). Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatologica*; 53(2):207-214.
207. Vercellotti T. (2000) Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 20:358-365.
208. Verna C, Dalstra M, Melsen B. (2000) The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod*, 22(1):343-352.
209. Von Euler, U.S. (1934). Contributions to the Understanding of the Pharmacologic Effect of Secretions and Extracts from Secondary Male Sex Glands. *Naunym- Schmeideberg's Archiv fur Experimental Pathologie und Pharmakologie*, 175(4):78- 84.
210. W. Lee, G. Karapetyan, R. Moats, D.-D. Yamashita, H.-B. Moon, D.J. Ferguson, S. Yen (2008). Corticotomy-/Osteotomy-assisted Tooth Movement microCTs Differ. *J Dent Res* 87(9):861-865.
211. Wallace Ss, Mazor Z, Froum Sj, ChoSsc, Tarnow Dp. (2007). Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent*; 27(1): 413-419.
212. Wilcko M, Wilcko W and Bissada N. (2008). An Evidence-Based Analysis of the Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A synthesis of Scientific Perspectives. *Seminars in Orthodontics*, vol 14:305-316.
213. Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot JE, Wilcko MT. (2003). Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod*; 4(3): 197-205.
214. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. (2001). Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent*; 2(3)1: 9-19.

215. Yamaguchi M., Fujita S., Yoshida T., Oikawa K., Utsunomiya T., Yamamoto H., Kasai K. (2007). Low laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthodontic Waves*, 66(4) 139-148.
216. Yamasaki K., Shibata Y., Imai S., Tani Y., Shibasaki Y., Fukuhara T. (1984). Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 85(3):508-518.
217. Yee J.A., Kimmel D.B, and Jee W.S.S. (1976). Periodontal Ligament Cell Kinetics Following Orthodontic Tooth Movement. *Cell Tissue Kinet.* 9(2): 293-302.
218. Yijin R. Jaap C. Maltha J.C. Kuijpers-Jagtman A.M. (2003). Optimum Force Magnitude for Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Literature Review *Angle Orthod* ;73(4):86–92.
219. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. (2008). The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study, *Lasers Med Sci.* 23(1), 27-33.

8.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	İşıl	Soyadı	Gün
Doğum Yeri	Diyarbakır	Doğum Tarihi	07,02,1984
Uyruğu	T.C	TC Kimlik No	34399688112
E-mail	adaisil@yahoo.com	Tel	05053983411

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	Marmara Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi	2007
Lise	Antalya Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Diş Hekimi	Özel Dentis Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği	-2007-2008
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
------------------------	--------------------------	-----------------	---------------

İngilizce	Çok iyi	İyi	Çok İyi


Yabancı Dil Sınav Notu #								
KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	91							

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	81.056	79.906	77.885
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office Word	İyi
Microsoft Office Power Point	İyi

EK 1: Etik Kurul Onayı

 **AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**
TIP FAKÜLTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : B.30.2.AKD.0.20.05.06/ 87 22.03.2013
Konu :

Sayın Prof.Dr. Banu ÇAKIRER
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Bölümü Öğretim Üyesi

Yürütücülüğünü yaptığınız "Piezoinsizyon'un Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmaya ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur. Sağlık Bakanlığı'nın 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmeliğe göre; çalışmaya başlama izni için Sağlık Bakanlığı İlaç Biyolojik ve Tıbbi Ürünler Başkan Yardımcılığı'na başvurmanız gerekmektedir.
Bilgilerinizi rica ederim

Prof.Dr. Ata Nevzat YALÇIN
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres : Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat ANTALYA
Tel : (242)249 69 54
Faks : (242) 249 69 03
e-posta : etik@akdeniz.edu.tr

KDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Piezoinsizyon'un Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi			
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU				
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr. Banu ÇAKIRER			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD			
	DESTEKLEYİCİ	Dr. Işıl GÜN ve Klinik Olanakları			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZI	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Yeni Bir Endikasyon	<input type="checkbox"/>			
	Yüksek Doz Araştırması	<input type="checkbox"/>			
	Diğer ise belirtiniz: Deneysel Çalışma				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLENDİRİLMİŞ ÇÖNÜLLÜ GLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	GLUR RAPOR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	<input type="checkbox"/>		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	HASTA KARTİGÜNLÜKLERİ	<input type="checkbox"/>		
	LAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>		Prof.Dr. Banu ÇAKIRER Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD-Özgeçmiş Dr. İsa GÜN- Görev Yeri: Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD-Özgeçmiş Dr. Faysal UĞURLU- Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi-Özgeçmiş	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:38	Tarih: 04.05.2013		
	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof.Dr. Banu ÇAKIRER sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yakarıda bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Etik Kurul üye tam sayısını sağ çoğunluğu ile karar verilmiştir.			

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ÇALIŞMA ESASI		Klinik Araştırmalar Haklarında Yönetmek, İyileştirme ve Klinik Uygulamaları Kılavuz							
BAŞKANIN UNVANI/ ADI / SOYADI:		Prof.Dr. Ata Nevzat YALÇIN							
Unvan/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma Türü	Katılım *	İmza		
Prof.Dr. Ata Nevzat YALÇIN Başkan	Enteksiyon Hast. Ve Klinik Mikr.	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Sebahat ÖZDEMİR Biyokimya	Tıbbi Biyokimya	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÖZTÜRK Tıbbi Mikrobiyoloji	Tıp Tarihi ve Etik	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Mustafa AKÇAKUŞ Üye	Cocuk Neonatoloji	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm.Dr. İbrahim ASLAN Üye	Endokrinoloji ve Metabolizma Uzmanı	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	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"/>	
Yrd.Doç.Dr. İzzet ULUĞ ÇİFTÇİ (Üye/Paperya)	Hücrekült.	Akdeniz Üniversitesi Halk Sağlığı Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Paperya
Prof.Dr. Yıldırım ÇELİK Üye/Başkan	Ağız Tıp	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	Derste
Prof.Dr. Levent DÖNMEZ Üye/Çörekçi	Halk Sağlığı	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	Görevli
Prof.Dr. Hüseyin GÖLBAŞI Üye	Kalp ve Damar Cerrahisi	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr. Ömer Halil ÇELİK Üye	Biyomedikal Mühendislik	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Selahattin KUMCU Üye	Kadın Doğum ve Ginekoloji	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi	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. Arif TAŞATARÖL Üye	Farmakoloji	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Klinik Uzmanı Muzan SOYKAM Üye	Karın Dep. Üye	Sağlık Meslekleri Mühürhan Ömerhan Kızı	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. Nuri DERİN Üye	Biyofizik	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Ali Aydın YAVUZ Üye/Katılımcı	Radyasyon Onkolojisi	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi	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"/>	Katılımcı

Ek 2: ASGARI BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Kendinizin / Çocuğunuzun Prof Dr. Banu Çakırer, Dr. Faysal Uğurlu ve Dt. Işıl Gün tarafından yürütölen bu çalışmaya katılmasını arzu ediyoruz. Aşağıda bu çalışma ile ilgili bazı bilgiler bulacaksınız. Bu bilgiler sizin/çocuğunuzun çalışmaya katılmasında kolaylık sağlanması ve tarafınızdan konunun öneminin açıkça anlaşılabilmesi için düzenlenmiştir. Bütün işlemler sadece deneysel amaçlar için yapılacak, bu araştırma sırasında kullanılacak materyallerin bedeli sizden istenmeyecektir ve elde edilen bulgular sizinle paylaşılacaktır.

Hastaların randevularına düzenli gelmemeleri ve ağız bakımlarını ihmal etmeleri durumunda, hastalar çalışma dışı bırakılacaktır. Ancak rutin ortodontik tedavilerine kliniğimize devam edilecektir.

Bu çalışmaya katılmama ve araştırma sürerken bile araştırmadan çekilme kararınız hizmetlerimizden yararlanmanızı etkilemeyecek; tedavileriniz kliniğimizedeki hekimler tarafından sürdürülecektir. Çalışmadan ayrılmanız sağığınız için herhangi bir risk oluşturmayacaktır.

Çalışmaya dahil olan bireylerin çalışma ile ilgili soruları en kısa zamanda yanıtlanacaktır. Sorularınızı doğrudan araştırma yürütöcülerine sorabilirsiniz: Prof Dr. Banu Çakırer: 05334510380, Dr.Faysal Uğurlu: 05327659356, Dt.Işıl Gün: 05053983411

Araştırmanın İsmi:

Piezoinisizyon'un Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi

Araştırmanın Amacı:

Bu çalışmanın amacı, piezoinisizyon'un (piezo adı verilen titreşimli bıçaklar aracılığıyla diş kökleri arasındaki kemik yüzeylerinde 3 mm derinliğinde kesiler oluşturulması) ortodontik diş hareketi üzerine olan etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla, ortodontik tedavi sırasında sağı ve sol üst 1. küçük azı dişlerinin çekilip çekim boşluklarına köpek dişlerinin hareket ettirileceğı hastalarda, bu hareket öncesi sağı taraftaki köpek dişinin kökünün her iki yan tarafındaki kemik yüzeyine piezoinisizyon uygulanacak, sol taraftaki dişe ise uygulanmayacaktır. 10 haftalık gözlem sonrasında piezoinisizyon uygulanan bölgedeki köpek dişlerinin hareketleri ile piezoinisizyon yapılmayan bölgedeki köpek dişlerinin hareketleri arasında hız ve süre açısından bir fark olup olmadığı araştırılacaktır.

Tedavinin Etkileri:

Bu çalışmada uygulanacak tedavi yöntemi ile köpek dişinin çekim boşluğuna daha hızlı hareket etmesi ve buna bağlı olarak tedavi sürelerinin kısaltılması hedeflenmektedir. Böylelikle uzun ortodontik tedaviler sırasında görülebilecek çürük, periodontal lezyon (diş eti iltihabı) ve kök rezorpsiyonu (kökün eriyerek boyunun kısalması) riski de azaltılmış olacaktır.

Yapılacak İşlem:

Piezoinsizyon, diş hareketini hızlandırmak amacı için, lokal anestezi (iğne ile dişetin uyuşturulması) altında gerçekleştirilen basit bir cerrahi işlemdir. Lokal anestezi ile uyuşturulan bölgedeki diş eti üzerinden yaklaşık 2 mm uzunluğunda ve 3 mm derinliğinde kesiler yapılır. Sonrasında dikiş atılması gerekmez ve ağrılı bir işlem değildir. Rutin ortodontik tedavi hemen arkasından devam eder. Bu işlemin ortodontik tedaviyi hızlandırdığı rapor edilmiştir.

Diş çekimleriniz yapıp, dişlerinize braketler (telin içinden geçtiği aparatlar) yapıtırdıktan sonra köpek dişlerinizin çekim boşluğuna yürütölmeye başlanacağı seansta lokal anestezi altında, sağ köpek dişinizin çekim boşluğuna bakan ve yan kesici dişle arasındaki kemik yüzeyine bistüri (diş eti kesi bıçağı) ile 2 mm uzunluğunda 3 mm derinliğinde ince bir kesi yapılacaktır. Bu operasyon Marmara Üniversitesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı öğretim görevlilerinden Yrd. Doç. Dr. Faysal Uğurlu tarafından gerçekleştirilecektir. Operasyon sonrasında dikiş atılması gerekmemektedir. Ağrılı bir işlem değildir. Operasyon sonrasındaki 24 saatlik süreçte çok hafif sızıntı şeklinde kanama olabilir. Operasyonu takiben 3 gün boyunca çok sıcak, soğuk, baharatlı ve asitli yiyecek – içecekler tüketilmeyecektir. Ayrıca operasyon sonrasındaki 1 hafta boyunca gargara kullanılması gerekecektir.

Yan Etkiler Ve Komplikasyonlar

Kemik yüzeyinde yapılan kesi işleminin diş kökleri üzerinde herhangi bir yan etkisi yoktur. İşlem sırasında suyla soğutmanın yeterli olamadığı durumlarda, diş etinde yanık bölgeler oluşabilir ancak bu bölgeler kalıcı bir hasar bırakmadan kendiliğinden iyileşir. Cerrahi ile ilgili herhangi bir yan etki söz konusu olduğunda gerekli müdahaleler Dr. Faysal Uğurlu tarafından yapılacaktır.

Ağız hijyenini iyi sağlayamayan hastalarda diş eti çekilmesi meydana gelebilir.

Ortodontik tedavi ile ilgili herhangi bir komplikasyon ve yan etki oluşumunda tez danışmanı Prof. Dr. Banu Çakırer bilgilendirilecek ve gerekli müdahaleler yapılacaktır.

Çalışmaya katılan araştırmacılar, izleyiciler, Etik Kurul, Bakanlık ve diğer sağlık otoriteleri, çalışma süresince hastalardan alınan tüm kayıtlara ulaşım hakkına sahiptirler. Ancak hastaların kimliklerini açığa çıkaracak kayıtlar gizli tutulacaktır. Araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi hastaların kimliği gizli kalacaktır. Bu formu imzalayarak hasta ve velileri bu hususa izin verdiklerini tasdik ederler.

‘Piezoinsizyon’un Ortodontik Kanin Distalizasyonu Hızına Olan Etkisinin İncelenmesi’ başlıklı araştırmada yapılacak işlemler hakkında gerekli bilgileri sözlü olarak Diş Hekimi Işıl Gün’den aldım. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Araştırmaya çocuğumun katılmasına / kendim katılmaya gönüllü olduğumu, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Araştırmadan kendi isteğimle çıkmam ya da araştırmacılar tarafından çıkarılmam durumunda dahi ortodontik tedavimin/çocuğumun tedavisinin kesintiye uğramadan Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı hekimleri tarafından devam edilip, tamamlanacağı konusunda araştırmacılar tarafından bilgilendirildim.Çocuğumun / Kendimin söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını / katılmayı kendi rızamla kabul ediyorum.