



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**PIEZOİNSIZYON TEKNİĞİNİN
ORTODONTİK DİŞ HAREKETİ ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Feyza GEDİK

**Samsun
Kasım – 2016**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**PIEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN
ORTODONTİK DİŞ HAREKETİ ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Feyza GEDİK

**Danışman
Doç. Dr. Nursel ARICI**

**Samsun
Kasım - 2016**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Feyza GEDİK tarafından Doç. Dr. Nursel ARICI danışmanlığında hazırlanan “Piezoinsizyon Tekniğinin Ortodontik Diş Hareketi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından/..../..... tarihinde yapılan sınav ile Ortodonti Anabilim Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye :

(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye :

(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye :

(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

Üye :

(Unvanı, Adı Soyadı, Üniversite)

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / /

Prof. Dr. Ahmet UZUN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca yardımlarını ve desteğini her daim hissettiğim, kıymetli vaktini benden esirgemeyen, sonsuz sabrı ve yardımları için değerli danışmanım sayın Doç. Dr. Nursel ARICI'ya,

Her ihtiyaç duyduğumda tez çalışmama ve eğitim sürecime katkıda bulunan, bilgi ve tecrübeleriyle daima yol gösteren kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Selim ARICI'ya,

Hastalarımın cerrahi uygulamalarını büyük bir özveriyle yapan, gerek çalışma disiplini gerekse nezaketiyle örnek aldığım sayın Doç. Dr. Nilüfer Özkan'a,

Eğitim sürecimdeki tüm destek ve katkılarından dolayı sevgili hocalarım sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK, Prof. Dr. Mete ÖZER, Doç. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK'e,

Eğitimim ve tezim süresince kapılarını her daim rahatlıkla çalabildiğim, abi abla olarak desteklerini hep hissettiğim sayın Yrd. Doç. Dr. Sabahat Yazıcıoğlu, Yrd. Doç. Dr. Zeynep ÖZ ve Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZ'e,

Tez sürecimiz boyunca birçok zorluğu birlikte aştığımız değerli dönem arkadaşlarım sayın Dt. Semiha ARSLAN, Dt. Tuğba HALILOĞLU ÖZKAN, Dt. Hande USTA ve Dt. Erman CANLI'ya

Berber çalışmış olmaktan mutluluk ve gurur duyduğum tüm klinik arkadaşlarıma, değerli personellerimize ve radyoloji teknisyenlerimize,

Hayatım boyunca varlıklarıyla bana güç veren, sonsuz destek ve sevgileri için sevgili aileme,

Varlığıyla güç bulduğum, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sevgisi ve sabrından dolayı kıymetli eşim Dr. Dt. Mehmet GEDİK'e,

En değerlim, neşe kaynağım, biricik oğlum Yusuf'uma,

Teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim

Bu çalışma Tübitak tarafından desteklenen 114S510 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

ÖZET

PIEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN ORTODONTİK DİŞ HAREKETİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, piezoinsizyon (PZS) tekniğinin ortodontik diş hareketi üzerine olan etkilerinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmaya dahil edilen 32 hasta piezoinsizyon (PZS) (17) ve kontrol (CONT) (15) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Seviyeleme sıralama sonrasında çalışma grubunda kanin distalizasyonunun başında PZS uygulaması yapıldı. Kontrol grubunda ise kanin distalizasyonunda konvansiyonel yöntemler kullanıldı. Her iki grupta da ankraj kontrolü için mini vidalardan yararlandı ve kanin retraksiyonu ortalama 150 gr kuvvet uygulayan NiTi coillerle yapıldı. Çalışmada tedavi başı, distalizasyon başı, distalizasyon 1., 4., ve 8. hafta aşamalarında elde edilen alçı ve dijital modeller üzerinden diş hareket miktarı ve hızı, dişlerin hareketleri esnasındaki eksen eğimleri, molar dişlerdeki ankraj kaybı belirlenmiş ve periodontal dokulardaki değişiklikler incelenmiştir.

Bulgular: Çalışmamızda 8 haftalık takip sonucunda üst çenede PZS grubunda diş hareket miktarı daha fazla görülmesine rağmen CONT grubuna kıyasla aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Alt çenede de gruplar arasında kanin distalizasyon hızı ve miktarı arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Kanin rotasyonu ve kanin distale devrilmesinde alt çenede PZS ve CONT arasında farklılık bulunmamıştır. Üst çenede sadece 8. haftada tipping miktarı PZS grubunda daha fazla bulunmuştur. Molar ankrajında ise üst çenede gruplar arasında farklılık yokken, alt çenede 4. ve 8. haftalarda PZS grubundaki molar ankraj kaybı anlamlı miktarda fazla bulunmuştur.

Sonuç: Çalışmanın bulguları ışığında piezoinsizyon tekniğinin kanin distalizasyonu aşamasında diş hareket hızı ve miktarı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hızlı diş hareketi; Kanin distalizasyonu; Periodontal sağlık; Piezoinsizyon.

Feyza GEDİK, Doktora Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun, Kasım 2016

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PIEZOCISION TECHNIC ON ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT

Aim: The aim of this study was to investigate the effects of piezocision technic on orthodontic tooth movement.

Material and Method: In this study, 32 individuals were divided into two groups as PZS (17) and control (15). After levelling and alignment, PZS was performed at the start of the canine distalization period in the study group. The canine distalization was performed with conventional methods in the control group. In both groups, miniscrews were used for anchorage control and canine retraction was accomplished by using NiTi coils with an approximate force level of 150g. The amount and rate of tooth movement, inclination changes, molar anchorage loss were identified on plaster and digital models which taken from patients at the beginning of treatment, 0, 1, 4, 8 weeks of distalization period. Periodontal tissue changes were also examined at the same time intervals.

Results: After 8 weeks of follow-up, although the amount of tooth movement in the upper jaw was more in the PZS group, the difference between groups was not statistically significant. In the lower jaw, there was no significant difference between the groups in terms of the amount and the rate of canine distalization. No difference in canine rotation and canine tipping was also observed between the groups in the lower jaw. In the upper jaw, the amount of tipping at 8 weeks were significantly higher in PZS group than those of CONT group. No difference in anchorage loss was observed between the groups in the upper jaw, but in the lower jaw molar anchorage loss was more in the PZS group at 4 and 8 weeks of distalization.

Conclusion: According to the results of this study it can be concluded that the PZS does not have significant effect on the rate and amount of tooth movement during canine distalization.

Keywords: Canine distalization; Periodontal health; Piezocision; Rapid tooth movement.

Feyza GEDİK, PhD Thesis

Ondokuz Mayıs University, November, 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde işareti
°	: Derece
AOO	: Accelerated Osteogenic Orthodontics
BMP	: Kemik morfogenetik proteinleri
GI	: Gingival indeks
Gr	: Gram
HANT	: Heat activated nickel titanium
Hz	: Hertz
IL	: Interlökin
KBB	: Kendinden bağlamalı braket
kHz	: Kiloherz
M-CSF	: Mikrofaq koloni stimüle edici faktör
N	: Bastırılma kuvveti
NiTi	: Nikel titanyum
PD	: Periodontal cep derinliği
PDL	: Periodontal ligament
PGE	: Prostaglandin E
PI	: Plak indeksi
PZS	: Piezoinsizyon
RANKL	: Nükleer faktör kappa B'nin reseptör aktivatörü ligandı
RAP	: Regional acceleratory phenomenon
SLB	: Kendinden bağlamalı braket
SS	: Paslanmaz çelik
T0	: Tedavi başı
T1	: Kanin distalizasyonu başı
T2	: Kanin distalizasyonu 1. hafta
T3	: Kanin distalizasyonu 4. hafta
T4	: Kanin distalizasyonu 8. hafta
TNF-α	: Tümör nekrotizan faktör α
TPA	: Transpalatal ark

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Periodonsiyum	5
2.1.1. Sement	5
2.1.2. Periodontal Ligament	5
2.1.3. Alveolar Kemik	5
2.1.4. Dişeti	6
2.2. Ortodontik Diş Hareketi	6
2.3. Diş Hareket Fazları	8
2.4. Diş Hareket Teorileri	9
2.4.1. Basınç Gerilim Teorisi	9
2.4.2. Kemik Bükülme Teorisi	10
2.4.3. Biyoelektrik Sinyaller	11
2.5. Diş Hareketini Hızlandırmak İçin Kullanılan Yöntemler	11
2.5.1. Kimyasal Uygulamalar	12
2.5.2. Mekanik-Fiziksel Stimülasyon	15
2.5.3. Braket Ark Teli Ara Yüzeyinde Sürtünmeyi Azaltan Uygulamalar	18
2.6. Diş Hareketinin Hızını Artıran Cerrahi Uygulamalar	20
2.7. Ortodontide Piezoinsizyon	26
2.7.1. Piezocerrahi	26
2.7.2. Piezoinsizyon	28
3. MATERYAL VE METOT	35
3.1. Bireylerin Seçimi	35
3.2. Yöntem	36
3.2.1. Tedavi Protokolü	36
3.2.2. Dijital Ortodontik Modeller Üzerinde Yapılan Ölçümler	41
3.2.3. Periodontal İndeks Ölçümleri	51

3.3. İstatistik Analizler	52
4. BULGULAR	54
4.1. Grup İçi Değerlendirmeler	54
4.1.1. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler..	54
4.1.2. Periodontal İndeks Ölçümleri	62
4.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar	63
4.2.1. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler	63
4.2.2. Periodontal İndeks Ölçümleri	72
5. TARTIŞMA	76
5.1. Bireylerin Seçimi ve Çalışma Grupların Oluşturulması	76
5.2. Kanin Distalizasyonu ve Piezoinsizyon Protokolü	77
5.3. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler	82
5.3.1. Kanin Distalizasyon Hızı	82
5.3.2. Kanin Rotasyonu ve Tippingi	88
5.3.3. Molar Mesializasyonu	89
5.4. Periodontal İndeks Ölçümleri	90
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	95
EKLER	111
ÖZGEÇMİŞ	133

1. GİRİŞ

Ortodontik diş hareketi, uygulanan mekanik kuvvetlere cevap olarak diş çevre dokularında çeşitli enflamatuvar mediyatörler, nörotransmitterler, büyüme faktörleri ve bazı sitokinlerin sentezinin gerçekleşmesiyle oluşan, diş çevresi dokuların yeniden şekillenmesiyle sonuçlanan uzun ve karmaşık bir süreçtir (Atik ve Ciğer, 2012).

Amerikan Ortodonti Derneği (AAO), kapsamlı bir ortodontik tedavi sürecinin tedavi seçeneği ve bireysel farklılıklara göre 12-36 aya kadar değişkenlik gösterebileceğini belirtmiştir. Ampirik kanıtlar ise ortodontik tedavi süresinin ortalama 2 yıl olduğunu ve bu sürenin vakanın şiddeti, çekimli veya çekimsiz tedavi şekli, ortognatik cerrahi ihtiyacı, klinik uzmanlık becerisi ve hasta kooperasyonu gibi çeşitli faktörlerden etkilenerek belirgin bir varyasyon gösterebileceğini ortaya koymuştur (Mavreas ve Athanasiou, 2008). Ren ve ark. (2007), ortodontik tedavinin genellikle 1-2 yıl sürdüğünü, çekimli vakalarda bu sürenin daha da artabileceğini söylemişlerdir.

Günümüzde ortodontik tedavi gereksinimi duyan yetişkin hasta sayısı giderek artmaktadır. 1981'de %15,4 olan yetişkin hasta sayısı oranı 2009'da %20'lere ulaşmıştır (Keim ve ark., 2009). Artan yetişkin hasta sayısı ile birlikte zaman kavramı daha kıymetli bir hal almıştır. Ortodontik apereylerin sosyal ve mesleki hayatlarındaki olumsuz etkilerini azaltmak için tedavi süresinin mümkün olduğunca kısaltılması, bu hastaların temel istekleri haline gelmiştir (Sakin ve Aylıkci, 2013). Ortodontide meydana gelen birçok gelişme ve değişimlere rağmen, uzun süren ortodontik tedaviler tedavinin reddedilmesinde önemli rol oynamaktadır (Ren ve ark., 2007).

Bu nedenle yapılan son çalışmalarda tedavi süresini kısaltacak yöntemler üzerinde sıklıkla durulmakta, böylelikle uzun süren tedavilerde görülebilen hijyene bağlı diş çürükleri, periodontal hastalıklar, kooperasyon problemleri ve kök rezorpsiyonları gibi sorunların elimine edilmesi istenmektedir. Hızlandırılmış ortodontik diş hareketini araştırma tekniklerini içeren çalışmaların neredeyse %80'inin son 4 yıl içerisinde yapılmış olması konuya artan ilgiyi açıkça göstermektedir (Gkantidis ve ark., 2014).

Geçmişten günümüze tedavi süresini kısaltmak için farklı yöntemler uygulanmıştır. Bunları kısaca lokal veya sistemik medikallerin uygulanması, mekanik veya fiziksel stimülasyon, cerrahi uygulamalar ve braket/ark teli ara yüzeyinde sürtünmeyi azaltan uygulamalar olarak dörde ayırabiliriz.

Cerrahi uygulamalar içindeki dental distraksiyon, interseptal kemiğe yönelik

alveolar cerrahiler ve alveolar kortikotomiler ortalama 100 yıldır maloklüzyon düzeltilmesinde kullanılmaktadır (Suya ve ark., 1991). Bu cerrahi yöntemler oldukça etkili olmasına ve ortodontik diş hareketinde bariz bir hızlanma sağlamasına rağmen buradaki cerrahi işlemlerin birçoğunun geniş flep kaldırılması gerekliliği ve büyük bir alanı kapsamaması hasta ve klinisyenler tarafından uzak durulmasına neden olmuştur (Dibart ve ark., 2009). Buna alternatif olarak olarak flep kaldırmadan dişeti ve kemiğe direk insizyon yapılan kortisizyon tekniği tanıtılmıştır (Kim ve ark., 2008). Teknikte flep kaldırılmaması cerrahi işlem süresini kısaltmaktadır. Fakat çekiç kullanımının agresifliği ve bazı hastalarda cerrahi sonrası baş dönmesi ve sersemlik rapor edilmesi yöntemin dezavantajlarından (Peñarrocha-Diago ve ark., 2008).

Vercellotti ve Podesta (2007), cerrahi travmayı azaltmak ve hızlı diş hareketi elde etmek için ilk defa yüksek hızlı cerrahi bıçağının yerine piezo bıçağını kullanmışlardır.

Piezo elektirik kemik cerrahisi, döner aletlerin dezavantajlarını ortadan kaldıracak şekilde, ultrasonik mikro-vibrasyonlarla çalışan, yumuşak dokuya zarar vermeden kemiği kesmeye veya aşındırmaya yarayan, hassas ve gelişmekte olan bir sistemdir (Vercellotti ve ark., 2001; Vercellotti, 2004). Cihaz tarafından üretilen mikro titreşimlerin şiddeti kesim bölgesinden debris uzaklaştırmakta ve ince bir kesim yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, yıkama solüsyonunun kaviteye etkisinden dolayı kanamasız bir operasyon alanının oluşmasına imkan vermektedir (Schlee ve ark., 2006). Piezo bıçağı mikrometrik ve selektif kesimler yapabilmekte yani sinirler ve kan damarları gibi yumuşak dokulara karşı seçici çalışarak zarar vermemektedir (Robiony ve ark., 2004). Bu özelliği ile osteonekrotik zarar vermeksizin güvenilir ve etkin osteotomiler yapılabilmektedir (Vercellotti ve ark., 2000). Sistem; periodontal, periapikal ve implant cerrahisi, kemik rejenerasyon teknikleri, inferior alveolar sinir lateralizasyonu ve transpozisyonu ve ortognatik cerrahi gibi birçok farklı işlemde kullanılabilir.

Dibart ve ark. (2009), hızlı diş hareketine minimal travmayla ulaşmak için mikroinsizyonların ve bölgesel piezoelektrik kemik cerrahisi kombinasyonlarından oluşan piezoinsizyonu tanıttılar. Bu prosedürde kortikal kemikte kasıtlı yapılan yaralar kemik metabolizmasında bir modifikasyona yol açar ve cerrahi yara oluşturulan alanda kemik yapım ve yıkımının hızlanmasıyla geçici bir osteopeni oluşturulur. Bölgesel hızlandırma fenomeni (Regional acceleratory phenomenon=RAP) adı verilen bu

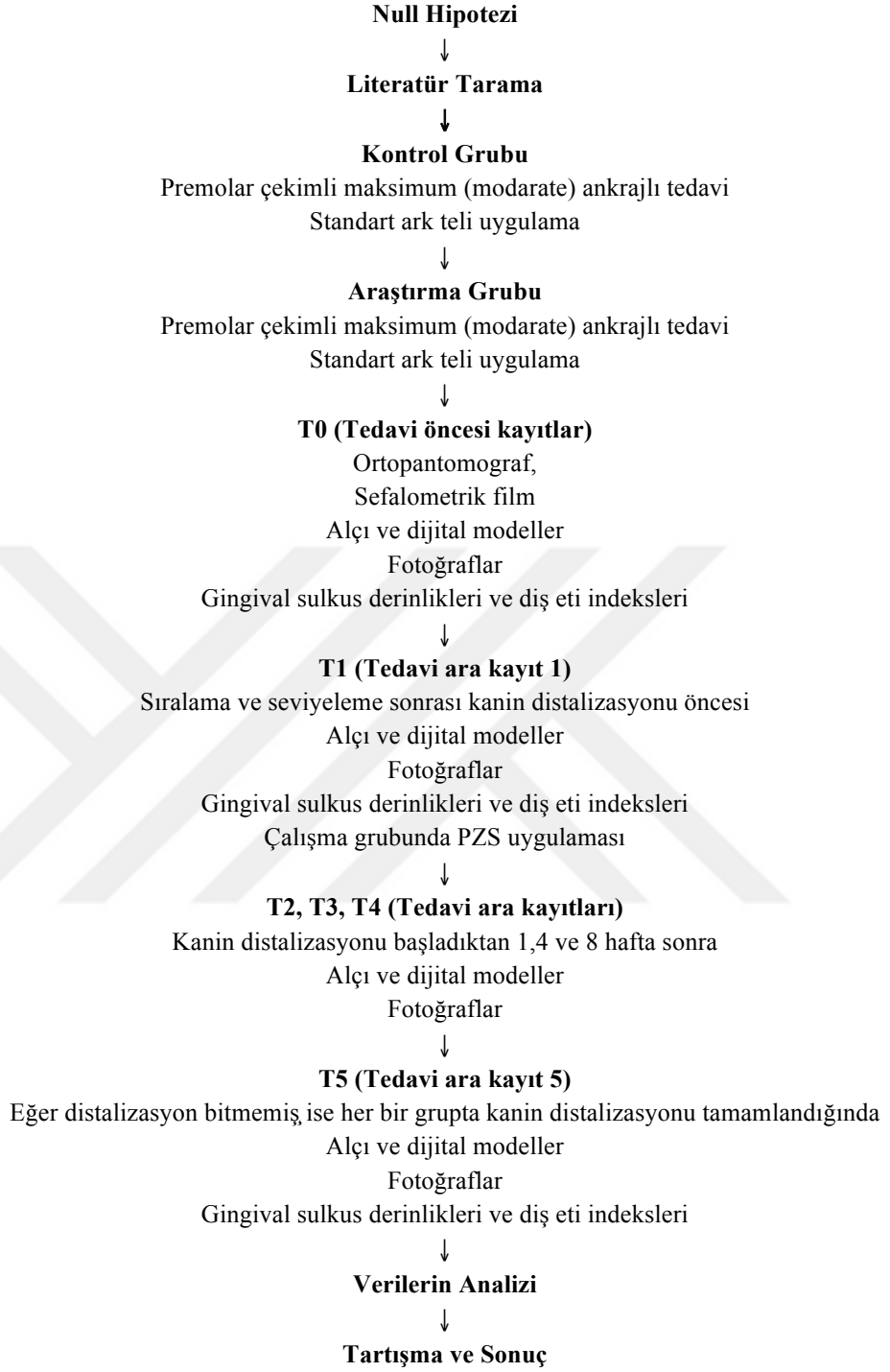
durumun kemik densitesinde bir azalma meydana getirdiđi ve hızlı diř hareketinden sorumlu olabileceđi dűřünűlmektedir. Piezoinsizyonda flep kaldırmadan sadece bukkal yűzeyde yapılan cerrahi kesiler minimal invaziv olmasına rađmen RAP'ı bařlatmak için yeterli olduđu gűrűlműřtűr (Dibart ve ark., 2009; 2010; Keser ve Dibart, 2013; Sakin ve Aylikci, 2013; Dibart ve Keser, 2014).

Bu çalışmada amaç, premolar çekimli hastalarda kanin distalizasyonu aşamasında piezoinsizyon tekniği ile konvansiyonel tekniğin diř hareketine etkisinin in vivo ortamda karşılaştırılmal olarak incelenmesidir. Bu alışma için ileri sűrűlen Null hipotezi ‘‘Piezoinsizyon tekniği ile yapılan tedavi ve konvansiyonel tedavi arasında diř hareketi hızı açısından in vivo şartlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar mevcuttur.’ şeklinde tanımlanabilir.

Bu çalışmanın amacı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Piezoinsizyon tekniđi ile konvansiyonel tedavi tekniđini klinik uygulamada benzer űzelliklere sahip hastalarda uygulamak,
2. Tedavi esnasında diğer değişkenleri stabilize etmek,
3. Tedavi başı, arası ve sonunda alınan kayıtlar ile cep derinliği, diş eti problemleri, kanin diş hareket miktarı ve hızını değerlendirmek,
4. Araştırma grupları ve kontrol grubunda elde edilen sonuçları geçerli istatistik testleri kullanarak karşılaştırmaktır.

Bu çalışmanın akış grafiği aşağıdadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Periodonsiyum

Periodonsiyum dişetin diş örtün kısmı, alveol kemiğinin iç yüzeyi, periodontal ligament (PDL), sementi içeren diş destekleyen ve saran dokuların tamamı olarak tanımlanır (Nanci, 2014).

2.1.1. Sement

Sement diş kökünü sıkıca saran kemik benzeri mineralize olmuş bağ dokusudur (Nanci, 2014). Kan damarı içermemesi, sinir hücresi bulunmaması, hayat boyu kalınlaşması ve rezorpsiyona daha dirençli olması ile kemik dokusundan ayrılır (Bosshardt ve Selvig, 1997; Nanci, 2014).

Sementin ana görevi periodontal ligamentin (PDL) kollajen fiberlerinin kök yüzeyine bağlanması için ara yüzeyi oluşturmaktır. Diş kökünün tamiri ve yeniden şekillenmesinde, kökün bütünlüğünün devamlılığında, pulpanın korunmasında da katkısı vardır (Bosshardt ve Selvig, 1997; Nanci, 2014).

2.1.2. Periodontal Ligament

PDL ortalama 0,25 mm genişliğinde, diş kökünü kapsayan sement ve soket duvarını oluşturan kemiğın arasında bulunan kan damarı ve hücrelerden zengin özelleşmiş bağ dokusudur. PDL diş tomurcuğunu saran dental folikülden gelişir ve kalınlığı yaşla beraber azalmaktadır (Graber ve ark., 2012; Nanci, 2014).

PDL fibrilleri bağ dokusu glikozaminoglikanları ile ana madde (ground substance) içine gömülüdür. Bu kollajen fibril demetlerinin oryantasyonu dişin sürmesi süresince sürekli olarak değişir (Graber ve ark., 2012).

Diş kemiğe bağladığı ve normal fonksiyon sırasında çenelerin doğru konumlanması için gerekli olan duyu reseptörleri gibi davrandığı için PDL önemli fonksiyonlara sahiptir (Nanci, 2014).

2.1.3. Alveolar Kemik

Alveolar proses dişlerin yerleşmesi için gerekli olan soketi içeren maksiller ve mandibuler kemik dokusudur. Alveolar proses bukkal ve lingual kortikal kemik, bu kortikal kemikler arasında bulunan spongioz kemik ve iki kortikal tabakanın birleşmesi ile oluşan eksternal çıkıntıdan oluşur (Nanci ve Bosshardt, 2006).

Soket içine doğru uzanmış olan alveolar kemiğe PDL'nin eksternal kollajen fibrillerin gömülü olması sebebiyle demet kemik adı verilir. Demet kemik PDL fibrillerin bağlanması için önemli rol oynar (Nanci ve Bosshardt, 2006).

Alveolar proses dişlerin sürmesi ve gelişimi ile birlikte gelişir (Lindhe ve ark., 2009). Alveolar kemik dişin yokluğunda kaybolması ve turn over olayının hızlı olması sebebi ile kendine özgüdür (Nanci ve Bosshardt, 2006).

2.1.4. Dişeti

Dişeti serbest dişeti ve yapışık dişeti olmak üzere ikiye ayrılır. Klinik olarak sağlıklı serbest dişeti mine yüzeyine yakındır ve yaklaşık olarak tamamen sürmüş olan dişte mine sement birleşim hattının 0,5-2 mm koronalinde bulunmaktadır. Yapışık dişeti ise altında bulunan alveolar kemik ve semente bağ dokusu fibrilleri ile sıkıca bağlanmıştır. Bu yüzden altındaki dokuyla ilişkili olarak hareketsizdir (Graber ve ark., 2012).

Dişeti, genel olarak mercan kırmızısı renginde, alveolar mukoza ise koyu kırmızı renktedir. Dişetin asıl komponenti kollajen fibrilleri, fibroblastlar, damarlar, sinirler ve matriksi içeren bağ dokusudur. Fibroblastlar bağ dokusu matriksini sentezlerler. Kollajen fibriller ise dentogingival ataşmanın sağlamlığını ve bütünlüğünü korurlar (Graber ve ark., 2012). Dişetindeki bir çok kollajen düzensiz sıralanmış olsa da bazı ayrımlar gözlenebilmektedir. Bunlar sirküler, dentogingival, transseptal ve dentoperiostal fibrillerdir. Sirküler fibriller dişi sarar ancak dişe temas etmez, serbest dişeti içinde kalır. Dentogingival fibriller kök yüzeyinden periosta, kök yüzeyinden dişetine ve alveolar kemikten dişetine kadar uzanır. Transseptal fibriller bir diş kökünden diğer diş köküne alveolar kemiği transversal yönde geçerek uzanır (Garant, 2003). Dentoperiostal fibriller ise dentogingival fibriller ile aynı şekilde uzanır fakat yapışık dişetinde sonlanır (Graber ve ark., 2012).

2.2. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, dışarıdan uygulanan bir kuvvetin etkisiyle dentofasiyal kompleksin fizyolojik dengesinin engellenmesine karşı göstermiş olduğu biyolojik bir cevaptır (Proffit ve ark., 2014) ve kemiğin yeniden şekillenmesini içeren bir dizi olayları kapsar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Temel olarak fizyolojik diş hareketinde gözlenen doku reaksiyonları ile ortodontik diş tedavisinde gözlenen doku reaksiyonları arasında bariz bir farklılık yoktur (Graber ve ark., 2012).

Fizyolojik diş hareketi ağırlıklı olarak süngerimsi kemiğin bukkal yönünde veya kortikal kemikteki büyüme nedeniyle meydana gelen yavaş bir süreçtir. Ortodontik diş hareketi ise mekanik etkiye bağlı oluşan enflamatuar süreçtir ve uygulanan kuvvetin fiziksel özelliklerine, büyüklüğüne ve PDL'nin biyolojik yanıtına bağlı olarak yavaş veya hızlı olarak meydana gelebilir (Berkovitz ve ark., 1995). Diş ve diş çevresindeki dokuların (pulpa, periodontal ligament, alveolar kemik ve diş eti) yeniden şekillenmesiyle karakterizedir ve çeşitli büyüklük, sıklık ve süredeki mekanik yüklemeye maruz kalan bu dokularda geniş derecelerde mikroskobik ve makroskobik değişiklikler ortaya çıkarır (Krishnan ve Davidovitch, 2006). Bunun yanında dişler tedavi esnasında daha hızlı hareket ettiklerinden ortodontik kuvvetten kaynaklanan doku değişiklikleri daha bariz ve şiddetlidir (Reitan, 1960).

Ortodontik tedavide diş hareketini stimüle eden temel faktör, periodontal ligamentteki doku değişiklikleri ve alveolar kemiğin yeniden şekillenmesidir (van de Velde ve ark., 1988; Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Mekanik kuvvet uygulanması periodontal doku kanlanması ve kan akımı değiştirir. Böylece uygulanan kuvvete bağlı olarak diş çevresi dokulardan çeşitli enflamatuar mediyatörler, nörotransmitterler, büyüme faktörleri ve diğer sitokinlerin sentezi gerçekleşir ve hücrel etkileşim yoluyla diş hareketi meydana gelir (Ariffin ve ark., 2011; Atik ve Cığır, 2012).

Ortodontik diş hareketi esnasında kuvvetin uygulandığı yönde periodontal dokularda gerilim, karşı tarafta ise sıkışma oluşur. Sıkışma tarafında kan damarlarındaki deformasyon sonucu kan akımı azalır. Besin seviyelerindeki düşme ve hipoksinin bir sonucu olarak periodontal ligament hücrelerinde bir takım metabolik değişiklikler meydana gelir (Ariffin ve ark., 2011). Hipoksik durumlarda hücreler bu metabolik değişikliklerle adaptasyon sağlayabilirlerse yaşamaya devam edebilirler. Bu iskemik duruma adaptasyon sağlayamayan hücreler ise ölürlür (Kitase ve ark., 2009). Hücrelerin ölmesi durumunda ise hücre içeriğinin tümü serbest kalır ve bu durum lokal inflamasyon sürecinin aktivasyonuna sebep olur (Ariffin ve ark., 2011).

Mekanik kuvvetler sıklıkla hyalinizasyona yol açarak PDL'de nekroz

oluşumuna ve böylece kemik rezorbsiyonuna sebep olurlar. Hyalinizasyon, PDL'de normal doku yapısının ve histolojik boyamalarda kollojenlerin karakteristik boyanmalarının kaybıyla oluşan hücresiz alanlar olarak bilinir. Fare çalışmalarında PDL'nin sıkışma tarafındaki hyalinizasyon başlangıcının ortodontik kuvvet uygulanmasından 24 saat sonra olduğu bulunmuştur (Ariffin ve ark., 2011).

Hyalinizasyon tabakasının ortadan kaldırılması komşu kemik iliği bölgelerinden gelen makrofajlar tarafından yapılır. Bu hücresiz bölge elimine edilmeden diş hareketi oluşmayacağı için diş hareketinin süresi oluşan hyalinize bölgenin miktarına bağlıdır. Diş hareketi esnasında sıkışma tarafında diş hareketinin başlamasından 20-30 saat sonra ilik bölgelerinde osteoklastlar oluşmaya başlar. Osteoklastik aktivite sonucu lakün adıyla bilinen kemik kavimleri oluşur. Bu lakünler daha sonra osteoblast hücreleri tarafından doldurulacaktır. İndirekt kemik rezorbsiyonuyla sıkışma bölgesinde basınç azaldıkça osteoklastlar çevresinde yeni bağ dokusu hücreleri sayısında artış olur. Ortodontik diş hareketi sonrasında oluşan doku cevabında sıkışma tarafında sadece kuvvetin büyüklüğünün azalması durumunda kemik tamiri meydana gelir (Graber ve ark., 2012).

PDL'nin gerilim tarafında ise mezenşimal kökenli lokal öncü hücrelerden farklılaşan osteoblastlar tarafından yeni kemik oluşumu görülür. Bu formatif değişiklikler 30-40 saatten sonra başlar (Graber ve ark., 2012). Matüre osteoblastlar osteoid denen minerilize olmamış kemiği oluşturur ve bunun ardından minerilizasyon süreci başlar (Sprogar ve ark., 2008).

2.3. Diş Hareket Fazları

Klinik açıdan diş hareketinin başlangıç fazı, gecikme fazı, toplam diş hareketinin çoğunun olduğu hızlanma fazı olmak üzere üç ayrı evresi vardır (Nanda, 2012).

Başlangıç fazı diş kuvvet uygulaması ardından hemen gerçekleşen hızlı diş hareketi ile karakterizedir. Bu oran genellikle PDL içinde dişin yer değiştirmesine dayanır (Bishara, 2001; Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Başlangıç fazında, kuvvet uygulamasından hemen sonra hücresel ve doku reaksiyonu başlar. PDL'deki hücre ve fibrillerin sıkışıp ve gerilmesi sebebiyle enflamatuvar hücrelerin damar dışına çıkması ve kimyasal olarak hücrelerin çağırılması gibi karışık bir süreç başlar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Başlangıç fazının hemen ardından gecikme fazı görülmektedir. İkinci fazda

sıkışan alanlar normal PDL fiber düzenin bozulmuş görüntüsü ile kolaylıkla tanınır (Krishnan ve Davidovitch, 2006). Bu evrede göreceli olarak düşük miktarda diş hareketi gerçekleşir veya hiç gerçekleşmez (Nanda, 2012).

Doğrudan hücrel zarar, kan akımını ve hücreler arası iletişimi bozar. Hiyalinize alanların gelişmesine, ardından hücre ölümüne neden olur ve 4 ile 20 gün arası bir süre boyunca diş hareketinin durmasını uyarabilir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Diş hareketindeki bu gecikme PDL'deki sıkışma alanının hiyalinizasyonundan kaynaklanır. Hücreler tüm nekrotik dokuların kaldırana kadar başka diş hareketi meydana gelmez (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Diş hareketini üçüncü aşaması yaklaşık olarak başlangıç kuvvet uygulamasından 40 gün sonra başlar ve bu evrede diş hareket hızı kademeli olarak veya aniden artar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Dişin basınç alanlarında düzgün dağılım göstermeyen kollajen fibriller görülür. Benzer şekilde direkt ve frontal rezorpsiyonun olduğu yerlerde düzensiz kemik yüzeyleri bulunur (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

2.4. Diş Hareket Teorileri

Diş hareketi hakkında önemli teoriler ayrı ayrı ele alınmaktadır. Fakat bu teorilerin hiçbiri tek başına bir çok faktörün etkilediği diş hareketinin biyolojisini açıklamamaktadır.

Temelde mekanik kuvvet uygulanması ile PDL diş ve kemik arasında sıkışır. Sıkışan PDL'de sıvı kaçıışı olur ve PDL'deki hücrelerin ve matriksin bozulması gerçekleşir. Bozulan bu hücrelerden sitokinler, büyüme faktörü, nörotransmitterler salgılanır. Ortodontik diş hareketi tüm bu olayların sonucunda gerçekleşir (Proffit ve ark., 2014).

2.4.1. Basınç Gerilim Teorisi

Diş hareketi hakkında klasik histolojik araştırmalarda farklı araştırmacılar dişin basınç ve gerilim tarafı oluşturarak periodontal boşlukta hareket ettiği hipotezini öne sürmüşlerdir (Schwarz, 1932; Oppenheim, 2007).

Basınç gerilim teorisi diş hareketini, PDL'de kan akımındaki değişimlerle ortaya çıktığı düşünülen kimyasal habercilerin yol açtığı hücrel değişiklikler ile açıklar (Proffit

ve ark., 2014).

Ortodontik kuvvetin biyolojik sınırı aşmadığı durumlarda, sıkışan PDL bölgesinde hücrelerin mekanik deformasyonu ile tetiklenen osteoklast hücrelerinin ortaya çıkış süreci sonunda direkt kemik rezorpsiyonu (frontal rezorpsiyon) meydana gelir (Proffit ve ark., 2014).

Kuvvetin biyolojik sınırların üzerinde olduğu durumlarda, sıkışma bölgesinde steril nekroz sahası oluşur. Bu bölge histolojik görüntülerde hücrelerin gözlenemeyişinden ötürü hiyalinize alan (hücresiz alan) olarak adlandırılır. Hiyalinize alanların meydana geldiği durumlarda “undermining resorption” veya indirekt kemik rezorpsiyonu gerçekleşir. İndirekt kemik rezorpsiyonunda nekrotik alanlara komşu bölgelerde osteoklastların faaliyeti görülmektedir (Reitan, 1967; Proffit ve ark., 2014).

Bu teori PDL progenitör hücrelerinin sıkışan alanlarda osteoklastlara, gerilen alanlarda osteoblastlara farklılaştığını ileri sürer (Masella ve Meister, 2006).

2.4.2. Kemik Bükülme Teorisi

Alveolar kemik bükülmesinin ortodontik diş hareketinde çok önemli bir rol oynadığı ilk olarak Farrar (1888), tarafından dikkat çekildikten sonra, Baumrind (1969), ve Grimm (1972), yaptıkları çalışmalarla bu durumu desteklemişlerdir.

Çalışmalarına göre bir ortodontik aparey uygulandığı zaman kuvvet dişlerden geçerek uygulanan kuvvetin komşuluğundaki tüm dokulara ulaşır. Bu kuvvetler kemikte, dişte ve PDL'nin katı yapılarında bükülmeye yol açar. Kemik diğer dokulara göre daha elastiktir ve kuvvet karşısında çok daha kolay bir şekilde bükülebilir. Kemik bükülmesini takip eden aktif biyolojik süreç kemik yapım-yıkımı ile hücresel ve inorganik bölümlerin yenilemesini içerir. Bu süreçler hızlanırken kemik deforme olmuş pozisyonda kalmaya devam eder. Bu yazarlar ayrıca yeniden şekillenmenin sadece lamina durada değil kemik korpusunun içindeki tüm trabeküler yüzeyde gerçekleştiğini de belirtmişlerdir. Dişe uygulanan kuvvet stres noktalarından tüm kemik yüzeyine dağılır ve daha fazla kuvvet uygulanması, stres noktalarına dikey uzanan hücrelerin biyolojik cevaplarındaki değişim için bir uyaran haline gelir. Hücrelerin aktivitesindeki bu değişim, uygulanan kuvvete uyum sağlamak için kemiğin şekil ve internal organizasyonunu değiştirir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ortodontik kanin tippinginin konkav ve

konveks yüzeyler oluşturacak şekilde alveolar kemikte bükülmelere sebep olduğunu göstermişlerdir. Moleküllerin baskı altında kaldığı PDL'nin gerilim alanlarına komşu kemiklerde konkavite, PDL'nin basınç tarafındaki kemikte ise konveksite oluşmuştur (Bassett ve Becker, 1962; Zengo ve ark., 1974; Pollack ve ark., 1984).

Yapım ve yıkım olaylarının ortodontik kuvvet sonucu kemikte oluşan bükülmeye cevap olarak oluştuğu düşünülen bu hipotez etkileyicidir fakat *"herhangi bir mekanik baskı kemik yapımını, gerilim ise kemik rezorpsiyonunu uyarır"* güncel ortopedik dogmasıyla çelişmektedir (Melsen, 1999).

2.4.3. Biyoelektrik Sinyaller

Piezoelektrik kristal materyallerin çoğunda gözlenen bir fenomendir. Bu olay kristal yapının deformasyonu ile elektronların bir kristal kafesten diğerine geçerken elektrik akımı üretmesi ile gerçekleşir (Proffit ve ark., 2014).

Ortodontik kuvvet uygulanması sonucunda piezoelektrik sinyaller oluşur fakat bu sinyaller kuvvet devam etse bile çok çabuk sıfırlanır. Kuvvet ortadan kaldırıldığında ise piezoelektrik sinyaller tam tersi yönde yeniden üretilir. Bu her iki özellik kuvvet etkisiyle bozulan kristal kafesler içinde elektronların göçü ile açıklanır (Proffit ve ark., 2014).

Diş kuvvet uygulaması sonrası komşu alveolar kemikte bükülme olur. İç bükey alanlar negatif elektrikle yüklenirken dış bükey alanlar pozitif elektrikle yüklenir. Negatif alanlarda kemik yapımı gerçekleşirken pozitif alanlarda kemik yıkımı meydana gelir (Zengo ve ark., 1974).

2.5. Diş Hareket Hızını Artırmak İçin Kullanılan Yöntemler

Diş hareket hızını artırmak için genel olarak iki yaklaşım vardır. Birinci yaklaşım kemik yeniden şekillenmesini aktive etmek için fiziksel ve kimyasal uygulamaları içerir. Ortodontik kuvvet uygulamasıyla ortaya çıkan doğal hücresel cevabı taklit etmeyen bu yaklaşımda, lokalize hücrelerin aktivasyonu abartılı şekilde tetiklenir. Bu yüzden söz konusu metot devam eden ortodontik diş hareketi süresince uygulanabilen bir yol değildir (Alikhani ve ark., 2015).

Aksine ikinci yaklaşım ortodontik kuvvetler tarafından aktive edilen doğal kemik remodelasyon yollarına yoğunlaşır (Alikhani ve ark., 2015).

2.5.1. Kimyasal Uygulamalar

Prostaglandinler

Prostaglandinler (PG) araşidonik asit türevi lokal hormon benzeri kimyasallardır (Nimeri ve ark., 2013). Hücre zarındaki fosfolipidlerin ana bileşeni olan araşidonik asit fosfolipaz enziminin hareketleri neticesinde salgılanır. Salgılanan bu asit siklooksijenaz ve lipoksijenaz yoluyla metabolize edilir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Yapılan çalışmalarda PG'lerin kemik rezorpsiyonunun uyarılmasındaki rolü tespit edilmiş ve osteoklastların sayısı ve şekillerine (kemik rezorpsiyon kapasitesini artıran pürüzlü kenarlı olmasına) doğrudan etki ettiği bildirilmiştir (Lee, 1990; Leiker ve ark., 1995).

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada sıçanlarda uzun bir süre boyunca yapılan eksojen PGE2 enjeksiyonunun ortodontik diş hareket miktarını arttırdığı görülmüştür (Leiker ve ark., 1995).

Yamasaki (1983), ortodontik mekanik streslerin osteoklastik faaliyetleri uyarak lokalize hücrelerin PG sentezini ve salgılanmasını başlattığını göstermiştir.

PG enjeksiyon uygulaması diş hareket hızını artırsa da klinik kullanımda bazı sınırlamaları vardır. Kısa yarılanma ömürleri sebebi ile sürekli tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca enjeksiyon sayısı ve PGE2 konsantrasyonu arttıkça kök rezorpsiyon miktarı da artmakta ve alerjik reaksiyona yol açmaktadır (Leiker ve ark., 1995).

Sitokinler

Sitokinler hücreden hücreye iletişimde komşu hedef hücreye otokrin ya da parakrin biçimde düşük konsantrasyonlarda etki eden ekstraselüler sinyal proteinleridir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

İnterlökin (IL-1), IL-2, IL-3, IL-6, IL-8 ve tümör nekrozis faktör alfa (TNF α), gamma interferon (IFN γ) gibi sitokinlerin kemik metabolizmasını etkilediği gösterilmiştir. Aynı zamanda bu sitokinler ortodontik diş hareketinde de rol alırlar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Bunlar arasında en etkili olan IL-1'dir. Doğrudan osteoklastların faaliyetini başlatırlar (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Osteoklastların toplanmasında ve kemik yeniden şekillenme mekanizmanın

aktivasyonunda önemli bir rol oynadığı için sitokinlerin yüksek düzeylerde salınımı ve reseptörleri önemlidir (Alhashimi ve ark., 2000; Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Teixeira ve ark. (2010), kortikal kemikte küçük perforasyonlar yaparak inflamatuvar sitokinlerin salınımını stimüle etmenin kemik yeniden şekillenmesini ve diş hareketini artıracaklarını savunmuş, yaptıkları çalışma sonucunda en fazla sitokin seviyesi ve en hızlı diş hareketinin perforasyon yapılan grupta meydana geldiği görülmüştür.

TNF reseptör eksikliği olan fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada TNF α 'nın diş hareketinin erken safhasında değil ama geç safhasında önemli bir rol oynadığı görülmüştür (Yoshimatsu ve ark., 2006).

Paratiroid hormonu (PTH)

PTH, mezenşim hücrelerinin osteoklastlara dönüşümünü stimüle ederek kemik rezorpsiyonunu artırır (Bartzela ve ark., 2009).

Bazı deneysel ve klinik çalışmalar kısa süreli günlük PTH uygulamasının kemik yoğunluğunda, hacminde ve gücünde artmaya sebep olduğunu göstermiştir (Rodan ve Martin, 2000).

PTH'nin ortodontik diş hareketi üzerindeki etkisinin incelenmesi için yapılan bir çalışmada, devamlı ve sistemik PTH infüzyonunun periodonsiyumun sıkışma tarafında osteoklast sayısını 2 veya 3 katına çıkardığı ve kemik rezorpsiyon aktivitesini artırarak diş hareketini hızlandırdığı bulunmuştur. Fakat aynı dozda PTH'nin kesikli uygulamasının diş hareketine etkisi olmadığını göstermişlerdir (Soma ve ark., 1999).

Sıçanlar üzerinde yapılmış başka bir çalışmada PTH seviyesindeki artışın osteoklastik aktivitede artış, osteoblastik aktivitede ise azalmaya sebep olduğu gösterilmiştir (Kamata, 1972).

Östrojenler

Normal östrojen siklusu esnasında sıçanlarda molarların bukkal hareketinin hızına bakılan bir hayvan çalışmasında serumdaki östrojen seviyeleriyle ortodontik diş hareket miktarının ters orantılı olduğu saptanmıştır (Haruyama ve ark., 2002).

Başka bir hayvan çalışmasında ise östrojen yetersizliğinin diş hareket miktarını ve alveolar yeniden şekillenmeyi etkileyeceği düşünülerek yumurtalıkları çıkarılmış sıçanlarda diş hareketine bakılmıştır. Sonuç olarak östrojen eksikliğinin bariz biçimde diş hareketini hızlandırdığı bulunmuş ve bunun alveolar kemik turnoverındaki hızlanmaya bağlı olabileceği belirtilmiştir (Yamashiro ve Takano-Yamamoto, 2001).

Nitrik Oksit

Nitrik oksit, fizyolojik ve patolojik birçok olayda rol oynayan önemli bir hücrel mesajcıdır. Nitrik oksitin ortodontik diş hareketi üzerindeki etkilerini incelemek için ratlar üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda, Howship lakünalarında, kapiller vaskülarizasyonda, çok hücreli osteoklastların sayısında ve ortodontik diş hareketinde belirgin bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Akın ve ark., 2004).

1,25 Dihidroksikolekalsiferol (Vitamin D3)

Vitamin D3, kalsiyum ve fosfatın böbreklerden intestinal absorpsiyon ve rezorpsiyonunu sağlayarak serumdaki seviyelerini düzenler. Kemik depozisyonunu hızlandırır ve PTH'nin salınımını durdurur. Ayrıca immün cevapta rol oynar (Bartzela ve ark., 2009).

Yapılan hayvan çalışmalarında doza bağımlı olmak kaydıyla vitamin D3'ün ortodontik diş hareket hızını artırdığı görülmüştür (Collins ve Sinclair, 1988; Kale ve ark., 2004).

Kortikosteroidler

Kortikosteroidler adrenal korteksten salgılanan steroid hormonların bir çeşitidir. Kortizol gibi bazı kortikosteroidler glikokortikoidler olarak adlandırılır. Birçok karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasının kontrolünde rol oynayan glikokortikoidlerin antiinflamatuvar özellikleri de vardır. Ayrıca kemik fizyolojisine katılırlar fakat bu konudaki rolleri tam olarak anlaşılamamıştır (Bartzela ve ark., 2009).

Kortizon, prednizolon ve metilprednizolon gibi glikokortikoidlerin ortodontik diş hareketi üzerindeki etkilerini inceleyen birkaç çalışma mevcuttur. Tavşanlar üzerinde yapılan bir çalışmada kortizonun ortodontik diş hareketine etkisine bakılmıştır. Günlük kortizon enjeksiyonunun ortodontik diş hareketinde ortalama 3 veya 4 kat hızlanma sağladığı ve ayrıca çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla relapsın daha fazla olduğu bulunmuştur (Ashcraft ve ark., 1992).

Başka bir çalışmada prednizolonun diş hareketi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Ong ve ark., 2000). Aynı şekilde metilprednizolonla yapılan bir çalışmada kronik ilaç uygulamasının ortodontik diş hareketini hızlandırdığını, fakat akut uygulanan prednizolonun herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur (Kalia ve ark., 2004).

2.5.2. Mekanik-Fiziksel Stimülasyon

Elektrik Akımı

Mekanik kuvvet altında kalan kemikte oluşan piezoelektrik akımların kemik hücrelerinin aktivasyonunda rol oynadığı bilinmektedir. Bu durumdan yola çıkarak kediler üzerinde yapılan bir çalışmada periodontal dokular üzerinde elektrik akımının etkilerine bakılmıştır. Üç yetişkin kedi sırayla 1, 3 ve 7 gün boyunca üst çenede bir köpek dişinin yakınında gingival dokulara 15 mikroamperlik direk akım sağlayan bir cihaz ile tedavi edilmişlerdir. Sonuç olarak elektrikselsel stimülasyonun, periodontal dokulardaki hücresel enzimatik fosforilasyonu artırdığı bulunmuş ve alveolar kemik yapım-yıkımını hızlandıracak potansiyel bir araç olabileceği belirtilmiştir (Davidovitch ve ark., 1980a).

Kediler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise ortodontik diş hareketini hızlandırmada eksojen elektrik akımının yararlılığı ve periodontal siklik nükleotitleri üzerinde elektrik-ortodontik tedavinin etkileri araştırılmıştır. Kuvvet uygulanmasına ek olarak elektrik uygulanan dişlerde sadece kuvvet uygulanan dişlere kıyasla belirgin olarak daha fazla diş hareketi elde edilmiştir. Anod tarafında (PDL basınç tarafında) kemik rezorpsiyonunda artma gözlenirken, katot tarafında (PDL gerilim tarafında) kemik şekillenmesinde bariz bir artış izlenmiştir. Ayrıca mekanik kuvvete elektrik stimülasyonu eklendiğinde siklik nükleotitlerde artış olduğu bulunmuştur. Lokal elektrik akımı uygulamasının ortodontik diş hareketini hızlandırabileceği sonucuna varılmıştır (Davidovitch ve ark., 1980b).

Yöntemin sadece hayvanlar üzerinde yapılmış olması ve elektrik akımının dokularda hasara yol açan yan etkilerinin olabileceğinin rapor edilmesi dezavantajlarından (Nimeri ve ark., 2013).

Elektromanyetik Alan

Yapılan çalışmalar elektromanyetik alanın hücre membran geçirgenliğinde değişiklik yaparak hücre içindeki adenzin monofosfat ve siklik guanizin monofosfat aktivitelerini etkileyecek şekilde hücre içine kalsiyum, sodyum ve potasyum akışını artırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar gingival hücrelerin elektrik akımı ile uyarılmasının hormon ve ilaç uygulamalarının ardından gözlenenlere benzer şekilde siklik nükleotitlerde değişime sebep olduğunu göstermektedir (Davidovitch ve ark., 1980a; 1980b).

Domuzlar üzerinde yapılan başka bir çalışmada elektromanyetik alan uygulanan

grupta ortodontik diş hareketinde hafifçe fakat istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Kemik deposizyon miktarı en fazla elektromanyetik alan uygulanan dişlerde görülürken, kontrol grubuna kıyasla manyetik olarak uyarılan gruplarda kemik yara iyileşmesi ve tamiri belirgin derece daha fazla miktarda meydana gelmiştir. Buradaki mekanizmanın ortodontik diş hareketiyle ilişkili olan gecikme fazının azaltılmasıyla ve oluşturulan manyetik alanın multipotent kök hücrelerini uyararak daha hızlı bir şekilde aktif osteoklastlara farklılaşmalarını sağlamasıyla olduğu bildirilmiştir. Böylece elektromanyetik alanın kemik rezorpsiyon hızını ve dolayısıyla diş hareketini artırdığı sonucuna varılmıştır (Darendeliler ve ark., 1995).

Gkantidis ve ark. (2014), elektromanyetik alan uygulamasının genel kalitesini gösteren çalışmaların çok az olduğunu, hasta kooperasyonu ve ek malzeme ihtiyacı gerektirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca hasta ve doktor için kâr-zarar oranının hala net olmadığını ve bundan dolayı günümüzde bu uygulamanın günlük hayatta tavsiye edilmediğini bildirmişlerdir.

Titreşim-Vibrasyon

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada rezonans vibrasyon uygulanarak oluşturulan mekanik stimülasyonun diş hareketi üzerine etkilerine ve periodontal ligament cevabının hücresel ve moleküler mekanizmalarına bakılmıştır. Çalışma sonucunda kontrol grubuna kıyasla çalışma grubunda diş hareketinin belirgin biçimde daha fazla olduğu görülmüştür. Rezonans vibrasyon uygulamasının periodontal dokularda kök rezorpsiyonu gibi ek bir zarar oluşturmaksızın RANKL salınımını artırmak suretiyle ortodontik diş hareketini artırabileceği belirtilmiştir (Nishimura ve ark., 2008).

Periyodik olarak kuvvet uygulayan bir titreşim uygulamasının dişin içinde bulunduğu kemiğin yeniden şekillenmesini hızlandırarak dişlerin daha hızlı hareket edebilecekleri düşünülmektedir. Bir çalışmada braketleri yeni takılan hastalara altı aylık süre boyunca günlük 20 dakika süresince 20-30 Hz frekansında titreşim uygulayan bir cihaz kullanılmış ve çalışma sonucunda diş morfolojisi üç boyutlu olarak incelenmiştir. Tedavi başı ve sonu kıyaslamalarda kök uzunluğunda, ön ve arka diş kökleri arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır (Kau, 2011).

Başka bir çalışmada titreşim uygulaması ile ortodontik tedavi sırasında görülen ağrı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Uygulamanın ağrı başlamadan önce kullanılması durumunda titreşimin ortodontik diş hareketi ile ilişkili olan ağrıyı önlemede kullanışlı

olduğu sonucuna varılmıştır (Marie ve ark., 2003).

Lazer

Birçok biostimülatör etkisi olan düşük enerjili lazer uygulamasının son zamanlarda özellikle kemik yenilenmesini hızlandırıcı etkisi üzerinde yoğunlaşmıştır (Motomura ve ark., 1984; Nagasawa ve ark. 1991).

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada düşük yoğunluklu lazer uygulamasının hızlı üst çene genişletmesi esnasında midpalatal suturda kemik yenilenmesini hızlandırdığı ve bu etkinin sadece lazer uygulanmasının dozajına değil zamanlamasına ve uygulama sıklığına da bağlı olduğu belirtilmiştir (Saito ve Shimizu, 1997).

Fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise kontrol grubuna kıyasla lazer uygulanan dişlerde gerilim tarafında kemik formasyon miktarında ve hücre proliferasyon hızında, basınç tarafında ise osteoklast sayısında belirgin bir artış izlenmiştir. Böylece düşük enerjili lazer uygulamasının alveolar kemik yeniden şekillenmesiyle birlikte diş hareketini de hızlandırabileceği bildirilmiştir (Kawasaki ve Shimizu, 2000).

Kanin retraksiyonu yapılması planlanan hastalar üzerinde düşük yoğunluklu lazerin etkisine bakılan bir çalışmada kontrol tarafına kıyasla lazer ile tedavi edilen tarafta kanin retraksiyonunda belirgin bir hızlanma meydana geldiği görölmüştür (Cruz ve ark., 2004).

Lazer uygulaması ile ağrı arasındaki ilişkiye bakılan bir çalışmada düşük yoğunluklu lazer kullanılmasıyla ortodontik ağrının azaltılması arasında paralel bir etki olduğu bulunmuştur (He ve ark., 2013).

Bu prosedürde diğer yöntemlere kıyasla daha az yan etki var gibi görünmektedir. Fakat klinisyenler için ek malzeme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Düşük yoğunluklu lazer ile belirgin bir diş hareketi hızlanması elde etmek için sık uygulama gerekli olduğundan randevu sayısı da artacaktır. İdeal lazer ayarları, süresi, sıklığı, lazer uygulamaları arasındaki süre hala tam olarak belirlenmiş değildir. Bundan dolayı rutin kullanımda diş hareketini hızlandırmak için lazer tedavisinin uygulaması birden fazla ve kısa aralıklarla randevuya gelmeye gönüllü hastalarda uygulanmalıdır (Gkantidis ve ark., 2014).

Gen Transferi

Farmakolojik olarak diş hareketinin hızlandırılmasında kullanılan ajanlar kan dolaşımı yoluyla hızlı bir şekilde atıldığından ya uygulamaların günlük yapılması ya da enjeksiyonların bölgesel olması gerekmektedir. Kanzaki ve ark. (2006), periodontal

dokular içerisine yapılan bölgesel RANKL (reseptör aktivator nükleer kappa B) gen transferinin diş hareketini hızlandıracağı hipoteziyle fareler üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda gen transferinin periodontal dokularda herhangi bir sistemik etki olmaksızın RANKL salınımını ve osteoklastogenezisi belirgin biçimde artırdığını, diş hareketinde bariz bir hızlanma sağladığını bulmuşlardır. Bölgesel gen transferinin sadece ortodontik tedaviyi kısaltmada değil, ankiloze dişlerin hareketinde de yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Kortikotomi cerrahisi ve periodontal dokulara yapılan RANKL gen transferinin diş hareket hızına etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada hem kortikotomi grubunda hem de gen transfeksiyonu (Ökaryotik hücre içindeki serbest DNA'ya yabancı DNA eklenmesi) grubunda kontrol grubuna kıyasla diş hareketinde istatistiksel olarak hızlanma görülmüştür. Transfeksiyon grubunda, kontrol ve kortikotomi grubuna göre en yüksek %41,27 ve ortalama %23,61 oranında daha fazla diş hareketi bulunmuştur. Histolojik kayıtlarda ortodontik kuvvet altında kortikotomi grubunda ve RANKL transfeksiyon grubunda kontrol gruplarına göre daha geniş kemik rezorpsiyon alanları saptanmıştır. Çalışma sonucunda ortodontik tedaviyi hızlandırmak amacıyla kullanılan standart cerrahi yöntemlere göre etkinliği daha yüksek olan kortikotomiye gen transferinin iyi bir alternatif tedavi yöntemi olacağı bildirilmiştir (Iglesias-Linares ve ark., 2011).

2.5.3. Braket Ark Teli Ara Yüzeyinde Sürtünmeyi Azaltan Uygulamalar

Sürtünme bir cismin diğer bir cisim yüzeyinde hareket ederken, harekete karşı ve zıt yönlü olarak ortaya çıkan dirençtir (Cacciafesta ve ark., 2003).

Ortodontik tedavide mekanik hareketler sırasında, braket ark teli boyunca kayarken, ark teli ve braket arasında sürtünme kuvveti açığa çıkar. Biyomekanik kurallarına göre, braketler üzerinden dişlere uygulanan kuvvetlerin biyolojik bir yanıt yaratabilmesi için braket ve ark teli arasındaki sürtünme kuvvetinden fazla, periodonsiyum ve çevre dokularda diş hareketini yavaşlatıp biyolojik yan etkiler oluşturmayacak kadar da hafif olmalıdır.

Dişlerin hareketi esnasında ortaya çıkan bu sürtünme direnci ortodontik tedavinin süresini ve sonuçlarını doğrudan etkiler. Çünkü braket ile ark teli ara yüzünde açığa çıkan sürtünme kuvveti arttıkça, dişe uygulanan toplam kuvvet miktarında düşüş

meydana gelir. Birçok araştırmacı klinik olarak tedavi esnasında uygulanan kuvvetlerin %12 ila %60 kadarının sürtünme ile kaybedildiğini göstermiştir (Tosun, 1999; Rossouw, 2003). Kaybedilen bu kuvvet miktarıyla birlikte, dişin istenen yöndeki hareketi zorlaşmakta ve sabit mekanik hareketlerin etkinliği azalmaktadır (Tidy, 1989; Keith ve ark., 1993; Chimenti ve ark., 2005).

Farklı braket ve ark teli materyallerinin, sürtünme direnci üzerindeki etkileri uzun yıllardan beri araştırılmış ve sürtünme direncini azaltabilmek için birçok çalışma yapılmıştır. Günümüzde ortodontik braketin ve uygulanan ark telinin materyali, üretim şekli, yüzey yapısı, boyutu, tasarımı, braket şekli, ark telinin braket oluğuna bağlanma şekli gibi özellikler değiştirilerek sistemlerin düşük sürtünmeli hale getirilmesi için birçok yenilik yapılmaktadır (Pacheco ve ark., 2012).

Sürtünmeyi azaltmak için geliştirilen sistemlerden biri kendinden bağlamalı braketlerdir (KBB). Konvansiyonel tedavilerde braket oluğunu kapatmak için kullanılan elastomerik ligatrlerin sürtünmeyi arttırdığı bilinmektedir (Thomas ve ark., 1998). Ligatrleme işleminin bu olumsuz etkilerini elimine edebilmek için kapak ve benzeri mekanik aletler kullanılarak ligatrsz bir şekilde kapatılabilen kendinden bağlamalı braketler piyasaya sürülmüştür. KBB'nin en büyük avantajı hızlı ark teli değiştirilmesini sağlamaları sebebiyle hasta ve hekimin koltukta geçirdiği süreyi azaltmasıdır (Maijer ve Smith, 1990; Shivapuja ve Berger, 1994; Harradine, 2001).

Hasta ve hekime zaman kazandırması dışında; sürtünme direncini azaltması ve böylece tedavi süresini kısaltması, uygulama kolaylığı, iyi bir oral hijyen sağlanabilmesi, hastaların tedavi süresince daha rahat olmaları, ark teli değişimlerinde daha az ağrı duymaları, dudak ve yanaklarda daha az yara oluşumu iddia edilen diğer avantajlarından (Miles ve ark., 2006; Rinchuse ve Miles, 2007). Fakat bu konularda yeterince çalışma bulunmamaktadır.

Bunun yanında günümüzdeki mevcut KBB konvansiyonel braketlere göre daha pahalıdır (Harradine, 2008). KBB avantajlarının sağladığı verimlilik artışının, yüksek maliyetlerini karşılayıp karşılamayacağı belirsizdir.

Braket tel yüzeyi arasındaki sürtünmeyi azaltmak için kullanılan bir diğer yöntem kaplanmış braket ve ark telleridir. Bu yöntemde yüzey pürüzlülüğü azaltılması hedeflenerek braket slotlarında kullanılan malzemeler geliştirilmiş ve ark telleri daha az sürtünme katsayısına sahip materyaller ile kaplanmıştır. Yapılan alışmalar sonucunda

kaplanmış ark tellerinin korozyona karşı dirençli ve boşluk kapatmada başarılı oldukları bulunmuştur (Kula ve ark., 1998; Neumann ve ark., 2002). Fakat klinik kullanım sonucunda soyulmaları ve yıpranmalarını değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.6. Diş Hareketinin Hızını Artıran Cerrahi Uygulamalar

Son zamanlarda diş hareketini hızlandırmada kullanılan kemik cerrahi uygulamaları; dental distraksiyon, interseptal kemiği zayıflatmaya yönelik alveolar cerrahiler, kortikotomiler, osteotomiler ve kortisizyonlardan oluşmaktadır (Liou ve Huang, 1998; Iino ve ark., 2007; Ren ve ark., 2007; Sebaoun ve ark., 2007; Kim ve ark., 2008; Dibart ve ark., 2009).

Bu yaklaşımların tümü doku direncini azaltmaya yönelik alveolar kemiğin mikro çevresinin kontrolü üzerinde odaklanmıştır. Bu kasıtlı osteopeni diş hareketinin indüklenmesi için farmakolojiktan ziyade fiziksel bir metottur.

Kortikotomi

Ortodontik tedavide cerrahi alveolar kortikotomilerin kullanılması yaklaşık 100 yıldan daha uzun süredir tartışılmaktadır (Wilcko ve ark., 2003).

Başlangıçta kortikotomi prosedürleri cerrahi olarak hızlandırılmış diş hareketi elde etmek için dişlerle ilişkili kortikal alveolar kemik bloklarının bölünmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Patterson ve ark., 2015).

Köle (1959), ortodontik diş hareketinin hızlandırılmasında kortikotominin kullanılmasını ilk kez tanımlamış ve tam kalınlık flep kaldırılarak yapılan yeni bir cerrahi prosedürü ortaya koymuştur. Ayrıca ortodontik diş hareketinde asıl direncin yoğun kortikal kemik tarafından gösterildiğini ve bu cerrahi prosedürle oluşturulan kemik bloklarının dişlerin bireysel hareketinden daha hızlı hareket edeceğini bildirmiştir.

Suya (1991), tedavi ettiği 395 yetişkin japon hastayı rapor etmiş ve Corticotomy-Facilitate Orthodontics (CFO) olarak adlandırdığı yeni bir yöntemi ortaya koymuştur. Bu teknikte diğer tedavi metotlarından farklı olarak subapikal horizontal osteotomi yerine horizontal kortikotomi yapmıştır. Yöntemde dişlerin değil kemik bloklarının hareketi söz konusudur ve Suya bu hareketin daha kolay gerçekleşeceğini savunmuştur.

Wilcko ve ark. (2001), Frost'un ortaya koyduğu bölgesel hızlandırılma fenomeni (Regional Acceleratory Phenomenon, RAP) tekniğini geliştirerek Periodontal Olarak

Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti (The method of Accelerated Osteogenic Orthodontics, AOO) adlı prosedürü ortaya koymuşlardır. Bu yöntemde ortodontik diş hareketine cerrahinin hemen öncesindeki hafta başlanır ve oluşturulan osteopeninin etkisinin artması için ortodontik apareyler her iki haftada bir aktive edilir.

Wilcko ve ark. (2001), AOO yöntemi ile diş hareketinin 3-4 kat arttığını ve konvansiyonel tedavilere kıyasla ortodontik tedavi süresinin %30-50 oranında azaldığını ileri sürmüşlerdir.

Kortikotomi ile kombine yapılan ortodontik tedavilerde konvansiyonel tedavilere göre daha fazla diş hareketi elde edildiği bildirilmiştir (Converse ve Horowitz, 1969; Buschang ve ark., 2012; Long ve ark., 2013).

Yapılan hayvan çalışmalarında da kortikotomi yapılan bölgelerde diş hareket hızı yapılmayan bölgelere göre daha fazla olduğu bulunmuştur (Cho ve ark., 2007; Iino ve ark., 2007; Cohen ve ark., 2010; Sanjideh ve ark., 2010).

Cho ve ark. (2007), yaptıkları hayvan çalışmasında kortikotomi grubunda kontrol grubuna kıyasla diş hareket oranının üst çenede 4 kat, alt çenede 2 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Iino ve ark. (2007), yaptıkları hayvan çalışmasında kortikotomi yaptıkları bölgedeki ilk 2 haftadaki diş hareket miktarının çok fazla olduğunu, 2 ile 4. haftalar arasında herhangi bir farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. Ek olarak kortikotomi tarafında sadece ilk haftada periodontal ligamentin hiyalinizasyonu görülürken kontrol tarafında 4 haftalık çalışma süresi boyunca görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Çift taraflı gömülü kanin bulunan 6 hastada yapılan çalışmada kortikotomi yapılan kaninlerin konvansiyonel cerrahi tekniklerle tedavi edilen kaninlere oranla %28-33 oranında daha az tedavi süresi gerektirdiği bulunmuştur (Fischer, 2007).

Sanjideh ve ark. (2010), 4 hafta sonra ikinci kortikotominin yapılan bölgede ise diş hareket hızının tek sefer kortikotomi yapılan bölgelere göre daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir.

Bölgesel Hızlandırılma Fenomeni (Regional Acceleratory Phenomenon, (RAP))

Frost (1983), kemik kırığı, osteotomi veya kemik grefti gibi bölgesel zararlı bir uyarının yumuşak ve sert dokulardaki turnoverı belirgin biçimde artırdığını göstermiş ve bu kademeli iyileşme sürecini RAP olarak adlandırmıştır.

RAP zararlı bir uyarıcıya karşı yumuşak ve sert dokunun vermiş olduğu normal

bölgesel reaksiyondur. Artmış perfüzyon ve kemik turnoverı, azalmış kemik yoğunluğu ile ilişkilidir. RAP'ın süresinin ve yoğunluğunun cerrahi yara miktarı ve yaradaki yumuşak doku içeriği ile doğru orantılı olduğu belirtilmiştir. RAP sayesinde kemik iyileşmesi normal kemik yapım-yıkım sürecine kıyasla 10-50 kat daha fazla hızlandığı bilinmektedir. İnsanlarda yaralanmadan birkaç gün sonra başlar, 1 veya 2 ay içinde en üst seviyeye çıkar ve etkisi 6 ile 12 aya kadar uzayabilir (Frost, 1983).

RAP yeni bir süreç değil, mevcut biyolojik reaksiyonlardaki hızlanmadır. Kortikotomiyle bağlantılı olaylar normal kırık iyileşme sürecindeki reaktif faz, onarıcı faz ve yeniden şekillendirici fazlar ile benzerdir. Bu sebeple kortikotomiler periostiumu ve kemiği etkileyen sabit, yer değiştirmeyen kırıklar olarak değerlendirilir (Buschang ve ark., 2012).

Ortodontik diş hareketinde basınç tarafında oluşan hiyalinizasyon dokusunun ortadan kaldırılması yaklaşık 4 hafta sürer ve bu esnada herhangi bir diş hareketi görülmez (von Böhl ve ark., 2004).

Ancak alveol kemiğine kortikotomi uygulandığında meydana gelen RAP sayesinde, makrofajların hiyalinize alana 1 hafta gibi erken sürelerde geldiği ve hiyalinizasyon dokusunun daha erken sürede kaldırıldığı gösterilmiştir (Kim ve ark., 2008). Bu sayede diş hareketinin daha erken dönemde gerçekleşebileceği düşünülmektedir (Mathews ve Kokich, 2013).

Yaffe ve ark. (1994), yaptıkları çalışmada herhangi bir dekortikasyon yapılmadan sadece mukoperiosteal flep kaldırmanın RAP oluşumuna neden olabileceğini, bunun ise herhangi bir kuvvet uygulamadan periodontal ligament aralığında genişleme ve diş mobilitesi ile sonuçlanabileceğini göstermişlerdir.

Baloul ve ark. (2011), alveolar kemik dekortikasyonu ile beraber diş hareketi yapıldığında diş hareketi miktarında, osteoblastik-osteoklastik aktivitelerinde artış ve kemik yoğunluğunda azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Sebaoun ve ark. (2008), selektif alveolar dekortikasyon yaralanmasının periodonsiyumda hem anabolik hem de katobolik aktivasyonları etkin bir şekilde artırdığını göstermişlerdir. Ek olarak spongiozanın hızlı diş hareketinde önemli bir rol oynadığını ifade etmişlerdir.

Sanjideh ve ark. (2010), alveolar kortikotomi yaptıkları bireylerde diş hareketinin 22-25. günlerde maksimum seviyeye ulaştığını ve ilk 3 hafta boyunca

kortikotomi tarafında kontrol tarafına kıyasla diş hareketinin 2 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Aboul ve ark. (2011), ilk 2 ayda kortikotomi yapılmış taraftaki diş hareketinin kontrol tarafına kıyasla 2 kat fazla olduğu, 3. ayda bu oranın 1,6'ya indiğini, 4. ayda ise her iki grupta eşit olduğunu bildirmişlerdir.

Cerrahi travmalar RAP'ın başlaması için etkili faktörlerdir. RAP'la ilgili fizyolojik olayların (kalsiyum tükenmesi, kemik yoğunluğunda azalma gibi) hızlı diş hareketine sebep olduğuna dair güçlü kanıtlar mevcuttur. Bu yüzden diş hareketinin hızlandırılmasında ek dentoalveolar cerrahi uygulamalar tavsiye edilmektedir (Kim ve ark., 2008).

Periodontal Ligament Distraksiyonu

Liou ve Huang (1998), diş hareketi esnasında gerilim tarafındaki periodontal ligamentin tıpkı hızlı üst çene genişletmesinde midpalatal sutür gibi alveolar kemik ve diş arasında sutür görevi görmesi sebebiyle PDL'de distraksiyon yapılabileceği fikrini ileri sürmüşlerdir.

Yöntemin uygulanmasında birinci premolarların çekimi esnasında kanin dişin distalindeki interseptal kemik kemik freziyle kesilmiştir. Kesiler çekim boşluğunun içinden bukkal ve lingual duvarlar boyunca vertikal oluklar oluşturulacak şekilde yapılmıştır ve soket tabanına doğru oblik olarak uzatılmıştır. Kanin dişi, diş destekli bir distraktör kullanılarak çekim boşluğuna doğru distrakte edilmiştir. İkinci premolar ve birinci molardan ankraj alınarak günde 0,5-1 mm aktivasyon yapılmıştır (Liou ve Huang, 1998).

Yapılan çalışmada PDL distraksiyonu yaptıkları üst ve alt kanin dişleri 3 haftada 6,5 mm kütleli olarak hareket ettirmişlerdir. Distraksiyondan sonra kısa bir süre içinde kanin dişin mesialindeki PDL'de yeni kemik oluşumu ve şekillenmesi gerçekleşmiş ve oluşan bu kemik cerrahi uygulamadan 3 ay sonra mevcut alveolar kemikten ayırt edilemez hale gelmiştir. Distraksiyon süresince yöntemin bir avantajı olarak molarlarda hiç veya çok az ankraj kaybı meydana gelmiştir. Kanin dişinde minimal yüzey rezorpsiyonu görülmüştür. Herhangi bir periodontal defekt veya endodontik lezyon gözlenmemiştir (Liou ve Huang, 1998).

İnterseptal Kemik Redüksiyonu

Yeni bir tedavi metodu olan interseptal kemik redüksiyonu premolar diş

çekiminden hemen sonra kanin dişin distalindeki interseptal kemiğin zayıflatılması prosedürüdür ve kanin retraksiyonunu hızlandırmayı amaçlamaktadır. Ortodontik tedavi için basit bir diş çekiminden daha komplike veya invaziv olmayan, flep cerrahisine gerek duyulmayan bir cerrahi uygulama olarak tanıtılmıştır (Leethanakul ve ark., 2014).

Leethanakul ve ark. (2014), konvansiyonel ortodontik tedaviyle birlikte kullanılan interseptal kemik redüksiyonu ile birlikte interseptal kemik direnci yeterli bir biçimde azaltılırsa kanin hareket miktarını artırabileceğini belirtmişlerdir.

Klinik şartlarda uygulanabilir olması ve herhangi bir özel yapım apereye ihtiyaç duyulmaması yöntemin avantajlarından. Fakat cerrahi işlem sonrasında maksiller sinüs ve dar alveolar kenarlar gibi anatomik faktörler diş hareketini sınırlayabileceğinden vaka seçimi doğru yapılmalıdır (Leethanakul ve ark., 2014). Ayrıca ağrı ve şişlik gibi diğer yan etkileri ile birlikte toplam tedavi süresinin kısaltılmasına ne kadar etkisi olduğu değerlendirilmelidir (Gkantidis ve ark., 2014).

Dentoalveolar Distraksiyon

Distraksiyon osteogenizis mevcut olan kemik dokusuna uygulanan mekanik germe işlemi ile yeni kemik oluşumu sağlanan ve kemiğin kademeli uzatılması tekniğidir (Ilizarov, 1988).

McCarthy ve ark. (1992), fasiyal deformiteyi düzeltmede distraksiyon osteogenizisi kullanarak ilk klinik uygulamayı yapmışlardır.

Distraksiyon osteogenizisin tanınmış yöntemlerinden biri de hızlı üst çene genişletmesidir (Haas, 1970).

Konvansiyonel teknikler kullanıldığında biyolojik diş hareketi sınırlı bir oranda elde edilebilir (Graber ve ark., 2012). Bu durum özellikle büyük diş hareketleri gerekli olduğunda sorun haline gelebilir. Kışnişçi ve ark. (2002), alveolar kemiğin içindeki diş hareketinin toplam ortodontik tedavi süresini uzattığı düşüncesinden yola çıkarak hızlı diş hareketi elde etmek için dentoalveolar distraksiyon tekniğini geliştirmişlerdir. Bu prosedürle 4-11 aylık takip sonucunda kaninler 8-12 günde arka veya arka-aşağı yönde hareket ederek premolarlarla kontak yapmışlardır. Günde ortalama 0,8 mm distraksiyon elde edilmiştir ve aperey hastalar tarafından tolere edilebilmiştir.

Periodontal ligament distraksiyonu ile dentoalveolar distraksiyon osteogenizisi temelde aynı prensibe dayanmalarına rağmen aralarındaki fark cerrahi işlem sırasında uygulanan osteotomilerin yerleridir. Dentoalveolar distraksiyon osteogenizisinde kanin

dişı, etrafındaki kemik ile bir blok haline getirilecek şekilde mesial, distal ve apikalden kesiler yapılırken periodontal ligament distraksiyonunda osteotomiler kanin dişinin distalinde bulunan interseptal kemik bölgesinden yapılır (Karamehmetoğlu ve Kurt, 2013).

Yapılan tüm çalışmalarda hem periodontal distraksiyon yönteminin hem de dentoalveolar distraksiyon yönteminin bariz kök rezorpsiyonu, ankiloz ve kök kırığı olmaksızın diş hareketini hızlandırdığı bulunmuştur. Fakat retrakte edilen kaninlerin vitalitesi konusunda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bu yüzden bu tekniklerle ilgili hala belirsizlikler bulunmaktadır (Nimeri ve ark., 2013).

Mikro-Osteoperforasyon (MOP)

Alikhani ve ark. (2015), yumuşak ve sert dokunun bütünlüğünü ve yapısını bozmayan kontrollü mikro travmanın ortodontik tedavi esnasında açığa çıkan enflamatuar markırlarının salınımını artırarak diş hareketini hızlandıracağını belirtmişlerdir.

Alikhani ve ark. (2012), yaptıkları hayvan çalışmasında MOP tekniği ile diş hareket hızı ve miktarının artırdığını göstermiş ayrıca diş hareketini hızlandırmak için perforasyonların hareket ettirilecek dişe çok yakın olmak zorunda olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan klinik çalışmada kanin distalizasyonu aşamasında MOP uygulanan grupta kontrol grubuna göre 2,3 kat daha hızlı diş hareketi gerçekleştiği gözlenmiş, ek olarak perforasyon sayısının artırılmasının enflamatuar cevap oluşumunu ve diş hareket miktarını belirgin biçimde artırdığını bulmuşlardır (Alikhani ve ark., 2013).

MOP tekniğinin avantajları olarak minimal invaziv oluşu, flep kaldırılmasına gerek olmayışı, muayenehane ortamında yapılabilmesi, farklı tedavi aşamalarında uygulanabilir olması, ankraj ünitelerindeki stresi azaltması ve biyolojik cevabı artırmak gerektiğinde tekrarlanabilmesi gösterilebilir (Alikhani ve ark., 2015).

MOP'un sebep olduğu enflamatuar markır salınımındaki artış uzun süre boyunca devam etmez, yaralanma prosedürünün tipi veya şiddeti ne olursa olsun 2-3 ay sonra sitokin aktivitesinde belirgin bir azalma meydana gelir. Yöntemin bir dezavantajı olarak ortodontik tedavi süresince işlemlerin tekrarlanma ihtiyacı nedeniyle, yukarıda anlatılan prosedürlerin bazıları pratikliklerini kaybedebilir(Alikhani ve ark., 2015).

Kortisizyon (Minimal İnvaziv Kortikotomi)

Kortisizyon minimal cerrahi girişim ile diş tedavisini hızlandırmak için kullanılan tamamlayıcı bir dentoalveolar cerrahi yöntemidir. Bu teknik, flep kaldırılmadan doğrudan diş eti üzerinden girilerek özel çekiçler yardımıyla interproksimal kortekslerin birbirinden ayrılması şeklinde uygulanır (Kim ve ark., 2008).

Kim ve ark. (2008), kortisizyonun etkinliğine baktıkları bir çalışmada, kortisizyon yaptıkları grupta kontrol grubuna göre kemikte daha az hiyalinizasyon dokusu oluşumu ile birlikte hiyalinize dokuların daha hızlı uzaklaştırıldığını bulmuşlardır. Kortisizyonun hem katobolik hem de anabolik remodelingi hızlandırıldığını bildirmişlerdir.

Diğer bir çalışmada Kim ve ark. (2009), kortisizyon ile beraber düşük enerjili lazer kullanımının diş hareket oranını ve alveolar remodeling aktivitesini azalttığını belirtmişlerdir.

Mimura (2013), birinci molar çekim boşluğuna ikinci molar dişi hareket ettirdiği bir vaka raporunda, ikinci molar dişin sadece mesial yüzeyine kortisizyon uygulamıştır. Çalışma sonucunda kortisizyonun molar dişlerin protraksiyonunda etkili olduğunu bildirmiştir.

2.7. Ortodontide Piezoinisizyon

2.7.1. Piezocerrahi

Piezoelektrik etki kuartz gibi bazı kristallere ve seramiklere basınç uygulandığında kristal yüzeyinde elektrik sinyali elde edilmesi prensibine dayanan fiziksel bir olaydır (Katzir ve ark., 2003).

Piezoelektrik cisimler bir elektrik alanına yerleştirildiğinde deforme olma özelliğine sahiptirler. Alanın polaritesi periyodik olarak değişirse bu cisimler titreşmeye başlar. Oluşan ultrasonik titreşimler çeşitli katı, sıvı veya gaz halindeki cisimlere iletilir (Sun ve ark., 1997).

Maksillofasial cerrahide kemik kesisinde kullanılan testere veya diril gibi mekanik enstrümanlar ve geleneksel döner aletler işlem esnasında aşırı yüksek sıcaklıklar ortaya çıkardığından potansiyel olarak zararlıdır. Bu sıcaklıklar kemik rejenerasyonunu bozarak marjinal osteonekroze neden olabilir (Kerawala ve ark., 1999; Allan ve ark.,

2005). Piezocerrahi, döner aletlerin bu dezavantajlarını ortadan kaldırabilecek şekilde, piezoelektrik etki tarafından oluşturulan ultrasonik mikro-vibrasyonlarla çalışan, yumuşak dokuya zarar vermeden kemiği kesmeye veya aşındırmaya yarayan, hassas ve gelişmekte olan bir sistemdir (Vercellotti ve ark., 2001; Vercellotti, 2004).

Piezoelektrik cihaz genellikle 24-29 kHz ultrasonik frekans aralığında çalışır (Eggers ve ark., 2004). Cihaz farklı modlarda kullanılabilir. 20 kHz gibi düşük frekanslı modda retrograd kanal tedavisi, detertraj gibi uygulamalar, yüksek modlarda ise kemik kesisi ile ilgili işlemler yapılabilir (Vercellotti ve ark., 2000).

Piezocerrahi yöntemi kullanılarak yumuşak dokulara zarar vermeksizin minimal kanama ile kemikte tam kesiler yapılabileceği belirtilmiştir (Eggers ve ark., 2004).

Piezocerrahi cihazının özelliklerinden biri de kavitasyon etkisi oluşturmaktır. Kavitasyon etkisi sayesinde titreşim yapan kesici ucun oluşturduğu gaz baloncuklarının kan damarlarının içine doğru hareket etmesi neticesinde hemostatik etki sağlanır ve operasyon alanı daha net görülebilir (Schlee ve ark., 2006).

Otoklava girebilen farklı prosedürler için geliştirilmiş kesici uçları mevcuttur. Bu uçların bazıları çeşitli derecelerde titanyum veya elmasla kaplanmıştır (Eggers ve ark., 2004).

Piezocerrahi cihazının kullanıldığı kraniofasiyal cerrahilerde lamina durada, sinüs lifting operasyonlarında ise maksiller sinüs mukozasında yırtılmalara neden olmaksızın güvenli işlemler yapılabileceği gösterilmiştir (Vercellotti ve ark., 2001; Gleizal ve ark., 2007).

Gömülü üçüncü molar operasyonu için piezoelektrik kemik cerrahisi kullanıldığında operasyon sonrası oluşan trismus, şişlik, ağrı ve alınan analjezik miktarının anlamlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Barone ve ark., 2010; Benlidayı ve ark., 2013).

Piezocerrahi cihazı ayrıca kemik osteotomisi ve biyopsisinde kesilerin tam olarak kemik yüzeyinde planlanmış lokalizasyonda yapılmasını ve dişler arasındaki kemiğin istenilen açıda kesilmesini mümkün kılar (Kotrikova ve ark., 2006).

Piezocerrahi uygulamasından sonra yara iyileşmesinin konvansiyonel tekniklere kıyasla daha hızlı olduğu ve daha iyi bir kemik iyileşmesi ve şekillenmesi sağladığı görülmüştür. Piezocerrahi ile yapılmış osteotomilerde bozulmuş yara iyileşmesi veya alveolit gibi komplikasyonlar görülmediği belirtilmiştir. Rahatsızlık hissini azalmasına

bağlı olarak piezoelektrik cerrahinin hastalar tarafından toleransının daha fazla olacağı düşünülmektedir (Horton ve ark., 1981; Schlee ve ark., 2006; Barone ve ark., 2010).

Piezoelektrik cerrahisi sinirler ve kan damarları gibi yumuşak dokulara karşı seçici çalışarak zarar vermediği için osteotomi işleminde çok etkilidir. Fakat kemikte derin kesiler yapmak gerektiğinde sistemin etkinliği azalır. Bu nedenle piezoelektrik kemik cerrahisi sert kompakt kemikte ve uzun süreli osteotomilerde önerilmemektedir (Kotrikova ve ark., 2006). Bu tür vakalarda başlangıç kesisi için piezocerrahi ile kombine final kesisi için bir keski kullanılması faydalıdır (Eggers ve ark., 2004).

Piezocerrahinin en büyük dezavantajı döner aletlere kıyasla işlem süresinin uzun olmasıdır. Klinisyenlerin 2 yıl düzenli bir şekilde ultrasonik cerrahisi kullanımları ile işlem süresinin yaklaşık %20 oranında azaltılabileceği bildirilmiştir (Gleizal ve ark., 2007).

Piezocerrahinin Tarihçesi

Vercellotti ve ark. (2000), kret genişletmede piezocerrahi kullanarak ilk vaka çalışmasını yayınlamışlardır. Ardından Vercellotti ve ark. (2001), sinüs augmentasyon prosedürünün basitleştirilmesi için piezoelektrik kemik pencere osteotomisi ve sinüs membran yükseltilmesi tekniğini geliştirmiştir.

Politi ve ark. (2002), distraksiyon osteogeneziste piezocerrahi kemik kesilerini kullanmışlardır.

Robiony ve ark. (2004), çok parçalı maksiller osteotomiler için piezoelektrik kemik kesisi kullanarak ilk ortognatik mikrocerrahi operasyonunu yapmışlardır.

Kotrikova ve ark. (2006), dura matere zarar vermeden güvenli bir kranial osteoplasti için piezocerrahi yöntemini kullanmıştır.

Vercellotti ve ark. (2007), monokortikal diş dislokasyonu ve ligament distraksiyonu (MTDLD) adını verdikleri tekniği geliştirmişlerdir. Bu teknik ile konvansiyonel tedavi yöntemleriyle kıyaslandığında maksilla ve mandibulada ortalama tedavi süresinin sırasıyla %60 ve %70 oranında kısaltılabileceğini belirtmişlerdir. Yüksek hızlı cerrahi bıçağının yerine piezoelektrik bıçağı kullanarak hızlı diş hareketi elde ederken ayrıca cerrahi travmanın da azaltıldığını ileri sürmüşlerdir.

2.7.2. Piezoinsizyon

Wilcko ve ark. (2001), AOO metodu ile diş hareketinde belirgin bir hızlanma

sağlamışlardır. Araştırmacılar diş hareketindeki bu hızlanmayı RAP olarak adlandırılan cerrahi işlem sonrasında alveol kemiğinde meydana gelen geçici bir dekalsifikasyon-rekalsifikasyon sürecinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yöntemin tam kalınlık flep kaldırılmasını gerektirmesi ve kortikotominin invaziv doğası nedeniyle hekim ve hastalar tarafından toleransını zorlaştırmıştır (Wilcko ve ark., 2001; 2003; Gkantidis ve ark., 2014).

Kim ve ark. (2008), başka alternatif yaklaşım olarak kortisizyon adını verdikleri, bıçak ve cerrahi çekiç kombinasyonu ile dişeti ve kemiğe direkt yaptıkları insizyonlardan oluşan bir prosedür geliştirdi.

Bu yöntem RAP'nin başlatılmasında etkin olması, diğer yöntemlere kıyasla daha az invaziv oluşu ve operasyon süresinin daha kısa olması gibi avantajlara sahipken; kemik grefti eklenmemesi ve çekiç kullanılmasına bağlı olarak bazı hastalarda sersemlik, baş dönmesi meydana getirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Kim ve ark., 2008; Peñarrocha-Diago ve ark., 2008).

Vercellotti ve Podesta (2007), kortikotomi işlemlerinde yüksek hızlı cerrahi bıçaklarının komplikasyonlarını elimine etmek için piezocerrahi cihazını tanıtmıştır. Tekniklerinde geleneksel flep kaldırma işleminden sonra mikromektif ve selektif kesi yapılabilen piezocerrahi cihazı kullanılarak kortikotomiler yapılmış, hızlı diş hareketi elde edilmesi hedeflenmiştir. Fakat yöntemin flep kaldırılmasını gerektirmesi invaziv olarak algılanmasına sebep olmuştur.

Tüm bu tekniklerin dezavantajlarını elimine edecek şekilde, şiddetli ve travmatik cerrahi işlemlerin yan etkilerine maruz kalmadan hızlı diş hareketi elde etmek ve aynı zamanda kemik grefti eklenmesinin klinik yararlarından da faydalanmak için Dibart ve ark. (2009), piezoinsizyon adını verdikleri minimal invaziv bir metot geliştirmişlerdir. Bu yöntem mikroinsizyonlar, sadece bukkal kortekste minimal piezoelektrik kemik kesileri ve açılan tünellere sert veya yumuşak doku greftleri eklenmesinin kombinasyonundan oluşmaktadır.

Piezoinsizyonun alveolar kemik ve diş hareketi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada dekortikasyonlar piezoelektrik bıçak ile yapıldığında da cerrahi bıçak ile oluşturulan benzer bir RAP etkisi elde edildiği bulunmuştur (Keser ve Dibart, 2013).

Piezoinsizyon diğer tekniklere kıyasla daha konservatif bir cerrahi prosedür olmasına rağmen piezoelektrik bıçak kullanımı kemik üzerinde frezden daha yaygın ve

diffüz deminerilizasyon etkisine sahip olduğu görülmüştür (Dibart ve ark., 2014).

Piezoinsizyon kesileriyle oluşturulan RAP geçicidir fakat dişlere yapılan sürekli mekanik stimülasyon prosedürden kaynaklanan osteopenik etkiyi uzatacaktır. Bu yüzden tedavi süresince ortodontik apareylerin aktivasyonunu yapmak için hastaların iki haftada bir görülmesi önerilmektedir (Dibart ve ark., 2010).

Ek olarak Dibart ve ark. (2010), tedavinin hızlı ilerlemesi için alveolar kemiğin mekanik stimülasyonu ve geçici osteopeninin devamlılığını sağlamak amacıyla yüksek miktarda kuvvet uygulanmasını tavsiye etmişlerdir.

Dibart ve ark. (2009), piezoinsizyon tekniği ile yapılan tedavilerin sonunda diş mobilitesinde gözlenen keskin artışın uygulanan bu yüksek miktardaki kuvvetlerden ve cerrahi sonucu oluşan geçici osteopeniden dolayı olabileceğini belirtmişlerdir.

Piezoinsizyonun diş hareketini artırmasının arkasındaki teori alveol korteksinde yapılan kesinin alveol kemiğinde meydana getirdiği biyolojik cevapla kemiğin deminerilize olmasıdır. Lee ve ark. (2008), kortikotominin ardından demineralize olmuş alveolar kemiğin remineralizasyonundan önce dişlerin hızlı bir şekilde hareket etmeleri için bir 3-4 aylık bir süreye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bu sürenin uzunluğu üzerinde piezoinsizyonun etkisi hala tartışmalıdır. Dibart ve Keser (2014), piezoelektrik bıçakla yapılan deminerilizasyon miktarı cerrahi bıçağa kıyasla daha kapsamlı olduğundan meydana gelen RAP'ın 6 aya kadar devam ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Benzer şekilde Keser ve Dibart (2011), piezoinsizyonla kombine yapılan invisalign tedavilerinde alignerın ilk takıldığında yaptığı basıncın cerrahi uygulamadan 5 veya 6 ay sonra gittikçe azaldığını bildirmişlerdir. Buna göre piezoinsizyon uygulamasından 5-6 ay sonra hızlandırılmış diş hareketinin azalarak normal hıza döndüğü sonucuna varmışlardır.

Piezoinsizyon kullanım amaçları

Generalize, lokalize veya bölgesel tarzda ortodontik tedaviyi hızlandırmak, greft ekleyerek diş hareketinin kapsamını artırmak (örneğin, posterior bukkal genişletme, alveolar hacmi artırarak çapraşıklığı çekim yapmadan çözebilmek), bazı bölgelerde kemik yoğunluğunu değiştirerek elde edilen farklı ankraj değerlerine göre farklı diş hareketi elde etmek, bazı vakalarda labiamental sulkusu değiştirerek hastanın profilini düzeltmek, yumuşak veya sert doku grefti ekleyerek kortikal kemik fenestrasyonlarını ve

dehissenslerini düzeltmek ve periodonsiyumu güçlendirmek, greft yapıldığı zaman daha güçlü alveolar korteks sebebiyle muhtemelen ortodontik tedavi stabilitesini artırmak piezoinsizyonun kullanım amaçları arasında sayılabilir (Dibart ve ark., 2009; 2010; Keser ve Dibart, 2013; Dibart ve Keser, 2014).

Piezoinsizyon Endikasyon ve Kontrendikasyonları

Piezoinsizyon tekniğinin uygulanabileceği en uygun vakalar orta dereceli veya şiddetli çapraşıklığa sahip, çapraşıklığın dişlerin bukkale hareketleriyle veya ihtiyaç duyulan yönde ark ekspansiyonu ile çözülmesi planlanan class I maloklüzyona sahip hastalardır (Dibart ve ark., 2010).

Piezoinsizyon ayrıca düz veya konkav profile sahip, çapraşıklık çekim yapılarak tedavi edildiğinde profilin olumsuz etkileneceği, anterior segmentin bukkal protrüzyonunun estetiğe katkı sağlayacağı düşünülen hastalarda (Dibart ve ark., 2010; Keser ve Dibart, 2013), bazı seçilmiş class II (kusp kupa) ve class III (dental) maloklüzyona sahip hastalarda (Dibart ve ark., 2010; Keser ve Dibart, 2013; Sakin ve Aylıkci, 2013), derin kapanış veya açık kapanış tedavilerinde (Dibart ve ark., 2009; 2010; Sakin ve Aylıkci, 2013), invisalign ile yapılan ortodontik tedavilerde (Keser ve Dibart, 2011), lingual ortodontik tedavilerde (Caiazzo ve ark., 2013), geçici ankraj apareyleri veya şiddetli periodontal protetik rehabilitasyonlarla kombine olarak (Dibart ve ark., 2010), maksiller dişlerin bukkal tippingi gereken dental çapraz kapanışların fenestrasyon veya dehissens riski olmaksızın (piezoinsizyonun kemik grefti eklenebilme özelliğinden dolayı) ortodontik tedavilerinde (Dibart ve ark., 2010), özellikle yetişkin hastalarda görülebilen, zayıf biyotip ve diş eti çekilmesi gibi periodontal problemlili vakalarda daha güçlü bir periodonsiyum elde edip aynı zamanda tedavi süresini kısaltmak için (Dibart ve ark., 2010), dişlerin hızlı intrüzyon veya ekstrüzyonunda (Dibart ve Keser, 2014) kullanılabilir.

Piezoinsizyon, iskeletsel maloklüzyonların tedavisi için konvansiyonel ortognatik cerrahilerin yerini alamaz. Ayrıca hastanın veya operatörün kalp pili veya başka bir aktif implant taşıması durumunda da kullanılması uygun değildir (Dibart ve ark., 2010; Dibart ve Keser, 2014).

Piezoinsizyona Bağlı Meydana Gelebilecek Olası Komplikasyonlar

Anterior bölgeye dekortikasyon yapıldığında kullanılan ilk ark tellerinin protrüziv etkilerinden dolayı eğer gerekli önlemler alınmazsa ön kapanışın kontrolsüz bir

şekilde açılması gerçekleşebilir (Dibart ve Keser, 2014).

Periodontolog veya cerrah ve ortodontist arasındaki uyumun iyi olmaması tedavi sonunda istenmeyen periodontal defektlerin meydana gelmesine sebep olabilir (Dibart ve Keser, 2014).

İnsizyonların dikkatli yapılmaması sonucu interdental papil kaybı görülebilir (Dibart ve Keser, 2014).

Doğru başlık kullanılmadığında veya piezoinsizyon yapılacak bölgenin anatomisi uygun bir şekilde değerlendirilmediğinde köklere zarar verilebilir (Dibart ve Keser, 2014).

Uygulama Yöntemi

Piezoinsizyon hastalara sabit ortodontik apareylerin yerleştirilmesinden 1 hafta sonra yapılmaktadır. Operasyon bölgelerine lokal anestezi altında sadece bukkal yüzeyde olacak şekilde tam kalınlık vertikal insizyonlar yapılır. İnsizyonlar hareket etmesi planlanan dişlerin mesial ve distal yüzeylerinde, interdental papilin hemen aşağısından ve greft eklenmesi planlanan alanların dışında minimal tutulacak şekilde yapılır. Bir piezocerrahi bıçağı ile bu gingival açıklıklardan girilerek yaklaşık 3 mm derinliğinde kortikal alveolar insizyonlar yapılır. RAP'nin tüm etkisinden faydalanabilmek için dekortikasyonların derinliği kortikal kemik tabakasını geçip medüller kemik içerisine kadar ulaşmalıdır. Bu aşamada düzeltilemez bir zarar vermemek için, kesilerin interproksimal papillaya veya köklere çok yakın olmaması konusunda dikkatli olunmalıdır. Kortikotomiler tamamlandıktan sonra zayıf, yetersiz dişeti veya dişeti çekilmeleri, zayıf kortikal kemik veya kortikal kemik eksikliği, dehissens veya fenestrasyon alanları gibi kemik veya yumuşak doku augmentasyonuna ihtiyacı olan bölgelerde kesi alanları greftin eklenebileceği bir boşluk elde edilmesi için bir periost elevatörü ile tünel şeklinde genişletilir. Tünel açma işlemi özellikle ön çapraşıklık tedavilerinde, kemiğin genişletilmesi ihtiyacı olan durumlarda etkilidir. Bu durum arktaki çapraşıklığın çekimsiz çözülmesi için pozitif bir modifikasyon sağlayacaktır. Tünel açılmış alanlardaki kemiğe yumuşak veya sert doku grefti yerleştirilir ve bu bölgeler sütür atılarak kapatılır. Tünel açma işlemi yapılmamış kortikotomi alanlarında sütür atılmasına ihtiyaç duyulmaz.

Hastaya cerrahi işlem sonrası bir antibiyotik ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaç reçete edilir. Günde iki kere klorheksidinli bir ağız gargarası ile ağız çalkalaması ve ilk

24 saat buz uygulaması tavsiyesi ile gönderilir. Hasta cerrahi işlemten bir hafta sonra kontrole çağrılır (Dibart ve Keser, 2014).

Piezoinsizyonun oluşturduğu geçici deminerilizasyon sürecinden faydalanmak, daha hızlı diş hareketine ve tedavinin erken tamamlanmasına izin vermek amacıyla hastayı her iki haftada bir görmek oldukça önemlidir (Dibart ve ark., 2009; Serge Dibart ve Keser, 2014).

Bu noktada klinisyenlerin dikkat etmesi gereken bir durum bulunmaktadır. Piezoinsizyonun dişler üzerinde bölgesel ve selektif bir etkisi vardır. Sadece hareketi planlanan dişler veya ark/arklarda prosedür uygulanmalıdır. Cerrahi işleme tabi tutulmayan alanlar, deminerilizasyon sürecinden etkilenmedikleri için yüksel ankraj değerine sahiptir ve bu durum tedavi planı içerisinde göz önüne alınmalıdır (Dibart ve Keser, 2014).

Piezoinsizyon Çeşitleri

Lokalize piezoinsizyon; çapraşıklık veya maloklüzyonun dentisyonun sadece bir bölümünde lokalize olduğu ve tedavide diş hareketlerinin özellikle bu bölgelerde yapılması planlamasında vakalarda uygundur. Posterior dentisyonun mükemmel olduğu anterior çapraşıklık vakaları bu duruma en iyi örnektir. Bunun dışında tek diş intrüzyonları-ekstrüzyonları, implant boşluğu açmak için yapılan molar distalizasyonları ve lokalize diş hareketi gereken diğer maloklüzyonlar da bu gruba girmektedir (Dibart ve Keser, 2014).

Seri piezoinsizyon; ortodontik tedavi esnasında farklı zamanlarda, daha spesifik sonuçlara ulaşabilmek amacıyla arkın seçilmiş alanlarının veya segmentlerinin deminerilizasyonunu sağlamak için piezoinsizyonu bir cerrahi planlama çerçevesinde kullanılmasıdır (Dibart ve ark., 2009; 2010; Keser ve Dibart, 2013).

Clear alignerlar ile kombine piezoinsizyon kullanımı; invisalign tekniği gibi clear alignerlar ile piezoinsizyon kombinasyonunda hasta ilk apereyi taktıktan bir hafta sonra piezoinsizyon yapılır. Piezoinsizyon sonrasında hasta 2 hafta yerine her 5 günde bir apereyleri değiştirir. Bu protokol 30 veya daha az aperey kullanılacak vakalarda uygulanabilir. Maloklüzyonun düzeltilmesinde bundan daha fazla sayıda aperey kullanılmasını gerektiren vakalarda piezoinsizyonun tekrarlanması düşünülebilir ve sonrasında apereyler tekrar 5 gün yerine 10-14 günde bir değiştirilir (Keser ve Dibart, 2011).

Lingual apereyler ile birlikte piezoinsizyon kullanımı; piezoinsizyonun lingual teknikte kullanımında insizyonlar ve dekortikasyonlar sadece bukkal yüzeyde yapılır ve lingual yüzeyde herhangi bir dekortikasyona ihtiyaç duyulmaz. Hızlı diş hareketinden maksimum faydalanmak için ortodontik düzenlemeler her iki haftada bir yapılmalı ve ark telleri mümkün olduğunca hızlı değiştirilmelidir (Caiazzo ve ark., 2013).



3. MATERYAL ve METOT

3.1. Bireylerin Seçimi

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına başvuran yaşları 13 ile 22 arasında değişen 13 erkek, 19 kız olan toplam 32 hasta üzerinde yürütülmüştür. Bireylerde tüm daimi dişlerin sürmüş olmasına ve çapraşıklık miktarının üst-alt veya yalnızca üst birinci küçük azı diş çekimini gerektirecek seviyede olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin tedavi başlangıcında ortodontik modelleri hazırlanmış, lateral sefalometrik ve panoramik röntgen filmleri analiz edilmiş, ağız dışı ve ağız içi fotoğrafları çekilmiştir.

Çalışmaya başlamadan önce Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan çalışmanın uygunluğuna dair 27.02.2014 tarih ve 2014/515-555 karar ile belge alındı (Ek 1). Bireylerin çalışmaya dahil olabilmesi için gereken koşulları sağlayıp sağlamadıkları anamnez, klinik muayene ve radyografik değerlendirmeler ile belirlendi. Çalışmaya katılacak bireylerde aranacak koşullar şunlardı:

1. Tüm daimi dişlerin ağız içine sürmüş olması,
2. Çapraşıklık nedeniyle birinci küçük azı diş çekim alanına köpek dişlerinin hareket ettirilmesinin gerekmesi,
3. Periodontal kontrolünün yapılmış ve ağız hijyeninin iyi durumda olması,
4. Tedavi uyumunun iyi olması,
5. Pubertal atılım dönemini tamamlamış olması,
6. Herhangi bir diş eksikliğinin olmaması,
7. Klinik olarak tespit edilebilen herhangi bir temporomandibular eklem probleminin olmaması,
8. Kraniofasial ve dentoalveolar sendromlarının olmaması.

Çalışmaya katılma koşullarını sağlayan bireylere ve yasal vasilerine çalışma yöntemi ve oluşabilecek yan etkiler ile ilgili sözlü ve yazılı bilgi verildi. Çalışmaya katılan bireylerin 18 yaş altında olanların yasal vasilerinden, 18 yaş üstü olanların kendilerinden aydınlatılmış onam formu alındı (Ek 2, 3).

Kanin retraksiyon yöntemine göre oluşturulan çalışma gruplarının çapraşıklık miktarı, yaş, cinsiyet açısından eşdeğer olmasına dikkat edildi.

Başlangıçta yukarıda bahsedilen özellikleri taşıyan 36 hasta 18 araştırma (PZS) ve 18 kontrol (CONT) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Fakat PZS grubundan 1, kontrol

grubundan 3 hasta tedavi süresince değişik nedenlerden dolayı çalışma dışı bırakıldı. Piezoinsizyon yöntemi desteği ile kanin retraksiyonu yapılacak olan ve 17 hastadan oluşan araştırma grubu 10 kız ile 7 erkekten oluşmaktadır ve yaş ortalaması 16,5 yıldır. Konvansiyonel tedavi prosedürü ile kanin retraksiyonu yapılacak olan ve 15 hastadan oluşan kontrol grubu 9 kız ile 6 erkekten oluşmaktadır ve yaş ortalaması 17,2 yıldır (Tablo1).

Tablo 1. Gruplar arasındaki cinsiyet, yaş dağılımı ile maksiller ve mandibular kanin dişlerin sayısı

	Cinsiyet		Yaş Ortalaması	Maksiller Kanin Sayısı	Mandibular Kanin Sayısı
	K	E			
PZS grubu	10	7	16,5±0,91	34	16
CONT grubu	9	6	16,13±1,28	30	12

Araştırma grubunda 9 hasta yalnızca üst birinci premolar diş çekimli , 8 hasta ise üst-alt birinci premolar diş çekimli tedavi edildi. Kontrol grubundaki 8 hasta sadece üst birinci premolar dişlerinin çekimi ile tedavi edilirken, 7 hastanın üst-alt birinci premolar dişleri çekildi.

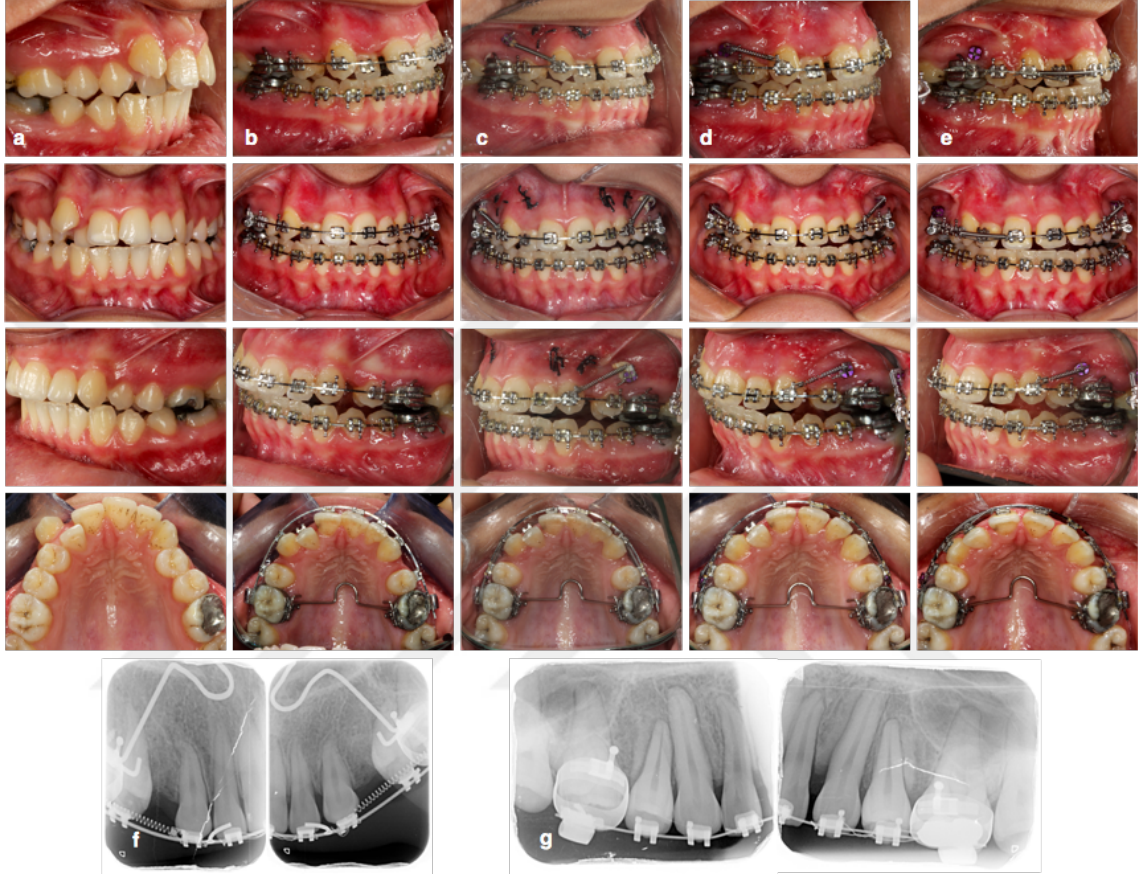
3.2. Yöntem

3.2.1. Tedavi Protokolü

Ortodontik tedaviye başlamadan önce çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan anamnez ve muayene kayıtları alınarak T0 başlangıç kayıtları olan üst-alt ortodontik modelleri elde edildi, ağız dışı ve içi fotoğrafları çekildi, panoramik ve lateral sefalogram röntgen filmleri ve periodontal indeks, plak indeksi, gingival indeks, cep derinliği kayıtları alındı. Kayıtlar için alınan röntgen filmleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nda çekildi.

Hem araştırma hem de kontrol grubunda 0.022×0.025 inç oluk genişliğine sahip Gemini (3M Unitek, Monravia, Calif., USA) marka konvansiyonel braketler kullanıldı. Sırasıyla 0.014 inç yuvarlak HANT (Heat Activated Nickel Titanium) (3M Unitek, Monravia, Calif., USA), 0.019×0.025 HANT ve 0.019×0.025 brass posted çelik (3M Unitek, Monravia, Calif., USA) ark telleri kullanıldı. Prefabrike transpalatal arklar her

hastaya göre uyumlandırılarak bantların shealtlerine takıldı. Transpalatal arkın shealte yerleşen kısmı 0.010 inç'lik kısa tel ligatür ile bağlandı. Her iki grupta da kanin distalizasyonu hemen öncesinde ankraj amaçlı olarak 8 mm uzunluğunda ve 1,6 mm çapında mini vida (Tasarımmed, Türkiye) yerleştirildi (Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3).

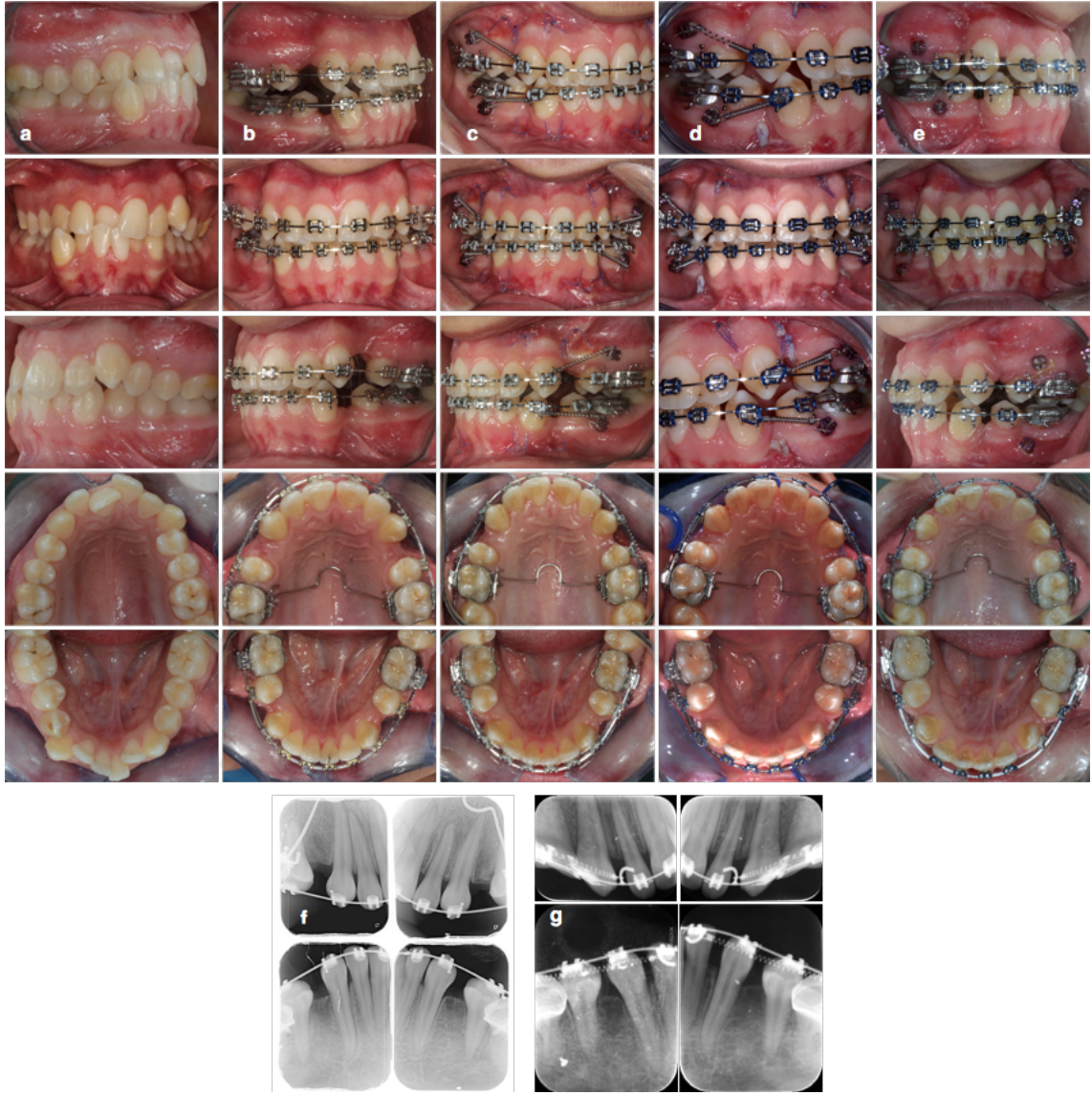


Şekil 1. Piezoinsizyon grubundaki üst birinci premolar çekimli bir hastanın; **a)** Tedavi başı **b)** Kanin distalizasyonu başı **c)** Kanin distalizasyonu 1. hafta **d)** Kanin distalizasyonu 4. hafta **e)** Kanin distalizasyonu 8. hafta ağız içi fotoğrafları. **f)** Kanin distalizasyonu öncesi **g)** Kanin distalizasyonu sonrası periapikal röntgenleri

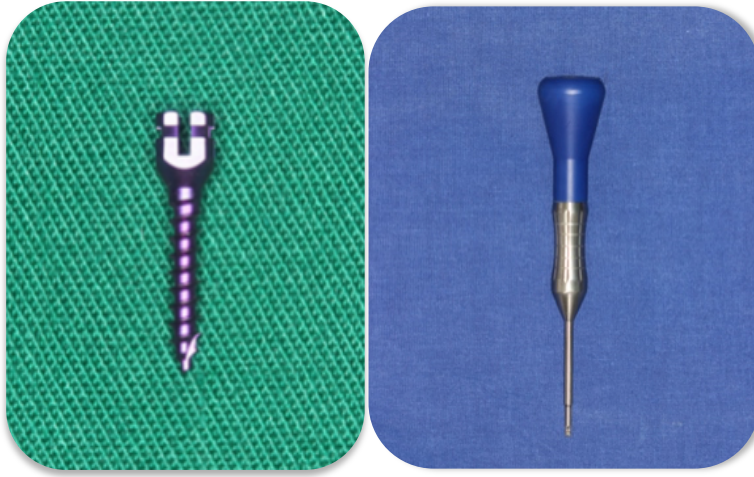
Araştırma grubu ve kontrol grubundaki hastaların diş çekimleri yapıldıktan en geç 1 hafta sonra üst ve alt çene dişlerine braketler yapıştırıldı.

Kaninlerde distalizasyon aşamasına kadar mümkün olduğunca az hareket meydana gelmesini istediğimizden dolayı çapraşıklık çözülene kadar 0.010 inç'lik uzun tel ligatürler kullanılarak bağlanan lacebackler pasif bırakıldı. Lacebacklerin pasifliğini ayarlamak için uzun tel ligatür bağlanıp sıkıştırıldı ve sonrasında bir tur gevşetildi.

Sondun ucu sokularak telin pasifliği kontrol edildi. Ayrıca başlangıç seviyeleme aşamasında ark dışında konumlanmış kesici dişler tedaviye dahil edilmedi.



şekil 2. Piezosisyon grubundaki üst-alt birinci premolar çekimli bir hastanın; **a)** Tedavi başı **b)** Kanin distalizasyonu başı **c)** Kanin distalizasyonu 1. hafta **d)** Kanin distalizasyonu 4. hafta **e)** Kanin distalizasyonu 8. hafta ağız içi fotoğrafları **f)** Kanin distalizasyonu öncesi **g)** Kanin distalizasyonu sonrası periapikal röntgenleri



Şekil 3. Çalışmada kullanılan mini vida ve anahtarı

Her iki gruptaki hastalarda seviyelemeye üst ve alt çenede 0.014 inç HANT ark teli ile başlandı. Hastalarda ark teli braket oluşu içerisine elastomerik ligatür ile bağlandı. Kesici dişlerdeki tipping’i azaltabilmek için büyük azı dişlerine yerleştirilen bantların arkasından uzayan tel yukarı doğru büküldü.

Braketlerin yerleştirildiği seansta tüm hastalara hangi diş fırçasını nasıl kullanacağı, oral hijyeni nasıl sağlayacağı, yeme-içme ve günlük yaşamda dikkat etmesi gereken kurallar hem sözlü olarak hem de video izlettirilerek anlatıldı. Tedavinin ilerleyen aşamalarında ağız hijyeni bozulan bireylere yeniden eğitim verilip, daha dikkatli ve özenli olmaları konusunda uyarıldı.

Hem araştırma hem de kontrol grubunda köpek dişi distalizasyonuna kadar olan tedavi sürecinde randevu tarihleri 4 hafta ara ile verdi.

0.014 inç HANT ile çapraşıklık yeterince çözüldüğünde 0.019×0.025 inç HANT ark teli takıldı. Kanin distalizasyonu aşamasında 0.019×0.025 inç brass posted çelik ark telleri kullanıldı. Brass posted çelik tellerin takıldığı seansta 2. premolar ve molar dişler arasına olacak şekilde mini vidalar da yerleştirildi. Dişlerin yeterli torku almaları için 0.019×0.025 inç brass posted çelik ark telleri ağızda 4 hafta bekletildi.

Mini vidalar yerleştirildikten 1 ay sonra, kanin distalizasyonu başında T1 kayıtları (ağız içi fotoğraf, ortodontik model, kanin dişlerden alınan periapikal röntgenler ve periodontal indeks) alındı ve 150 gr kuvvet uygulayan sentalloy kapalı coiller (3M Unitek, Monravia, Calif., USA) 0.010 inç’lik kısa ligatür teli ile bir taraftan mini vidaya

diğer taraftan kanin braketine bağlandı.

Araştırma grubunda aynı seans piezoinsizyon uygulaması yapıldı. Piezoinsizyon işlemi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda uzman cerrah tarafından şu şekilde gerçekleştirildi.

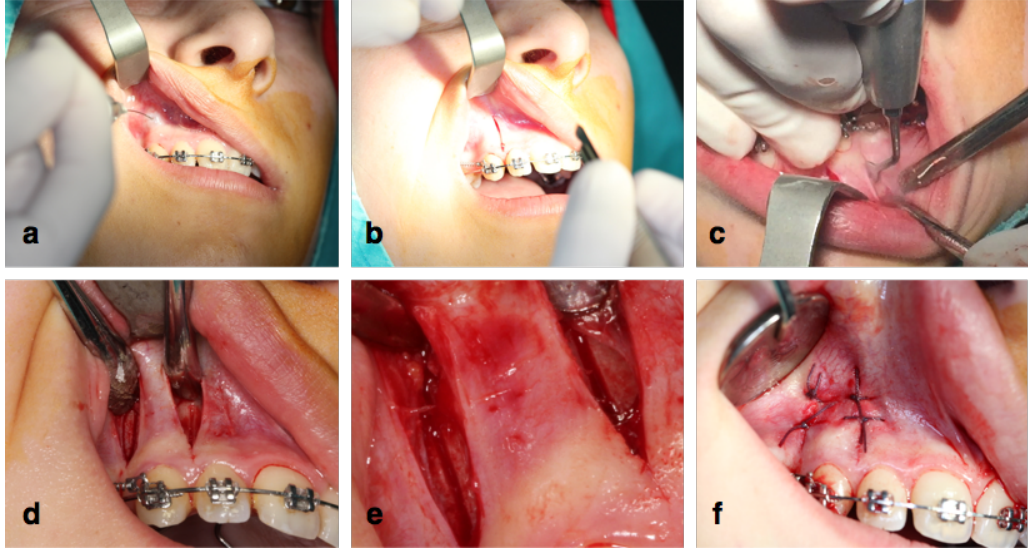
Hastaya lokal anestezi yapıldıktan sonra köpek dişlerin mesial ve distalinde 15 numaralı bistüri ucu ile tam kalınlık insizyonlar yapıldı. İnsizyonlar interdental papilin hemen aşağısından başlanarak, ortalama boyu 6-8 mm olacak şekilde gerçekleştirildi. Kortikal alveolar insizyonları yapmak için bir piezo cerrahi cihazı (SL 1 başlığı, EMS Piezon® Master Surgery, Le Sentier, Switzerland) kullanıldı (Şekil 4).



Şekil 4. a) Cerrahi kesilerin yapımında kullanılan piezocerrahi cihazı (EMS Piezon® Master Surgery, Le Sentier, Switzerland) b) Piezocerrahi cihazının farklı işlemlerde kullanılabilir çeşitli başlıkları ((EMS Piezon® Master Surgery, Le Sentier, Switzerland) c) Çalışmamızda kullanılan SL 1 başlığı (EMS Piezon® Master Surgery, Le Sentier, Switzerland)

Gingival açıklıklardan piezocerrahi cihazı ile girilip, alveolar kemiğin kortikal kısmını geçip spongioz kısmına girilecek şekilde ortalama 3 mm derinliğinde, 8-10 mm uzunluğunda kortikal kesiler yapıldı. Kesi işlemi bittikten sonra insizyon bölgeleri primer olarak kendinden rezorbe olabilen suture ile kapatıldı. İşlem sonunda kanama kontrolü yapıldı (Şekil 5).

Hastaya antibiyotik ve ağrı kesici reçete edilerek evine gönderildi ve ilk 24 saat boyunca ekstraoral buz uygulaması önerildi.



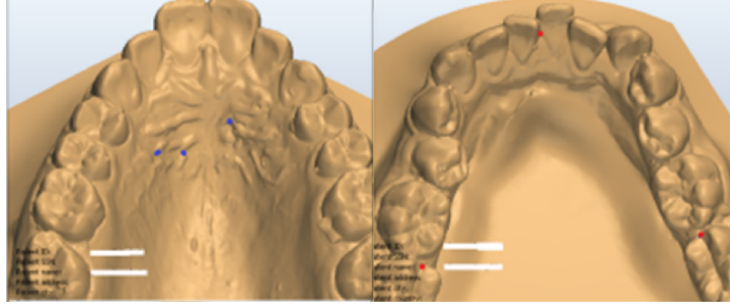
Şekil 5. Piezoinsizyon uygulaması yapılan bir hastada işlem basamakları; **a)** İşlem yapılacak bölgeye lokal anestezi uygulaması **b)** Bistüri ile tam kalınlık insizyon yapılması **c)** Piezocerrahi cihazının uygulanması **d)** Piezocerrahi işlemi ile yapılan yaklaşık 3 mm derinliğindeki kortikal kesiler **e)** Kesilerin yakından görüntüsü **f)** Kortikal kesilerin sütür atıldıktan sonraki görüntüsü

Her iki grupta da kanin distalizasyonu başladıktan sonraki 1. haftada T2, 4. haftada T3 ve 8. haftada T4 kayıtları (üst-alt ortodontik modeller, ağız içi fotoğraflar) alındı. Kanin distalizasyonu bitiminde bu kayıtlara ek olarak kanin dışından periapikal röntgen kayıtları ve periodontal indeksler de alındı. Kanin Angle Sınıf I ilişkiye geldiği hastalarda distalizasyon işlemi sonlandırıldı, Angle Sınıf I ilişki gerçekleşmemiş hastalarda distalizasyona devam edildi.

3.2.2. Dijital Ortodontik Modeller Üzerinde Yapılan Ölçümler

Çalışmamızda hastalardan elde ettiğimiz tüm modeller hem PZS hem de kontrol grubunda kanin distalizasyonu başı (T1), 1 hafta sonrası (T2), 4 hafta sonrası (T3) ve 8 hafta sonrası (T4) olmak üzere sınıflandırıldı ve üç boyutlu model tarama cihazı ile (Orthoanalyzer, 3Shape, Kopenhag, Danimarka) taranarak bilgisayar ortamında kayıt altına alındı. Aynı bireyden elde edilen modeller üst çenede palatal rugaların medial ve lateral noktaları üzerinde; alt çenede ise alt sağ ve sol ikinci molar dişin mesial kontakt noktaları ile alt santral kesici dişlerin gingival kontakt noktalarından (Şekil 6) T1-T2, T1-T3 ve T1-T4 safhalarında karşılaştırıldı. Karşılaştırılan modeller üzerinde kanin distalizasyon

miktarı (mm), çekim boşluğu miktarı (mm), molar dişin çekim boşluğuna mesial hareketi (mm), kanin dişin distopalatinal rotasyonu (°) ve distale devrilme (°) miktarları ölçüldü. Bu ölçümlerin yapılabilmesi için referans noktalar ve düzlemler belirlendi. Belirlenen bu nokta ve düzlemlerin tanımları aşağıda yapıldı.

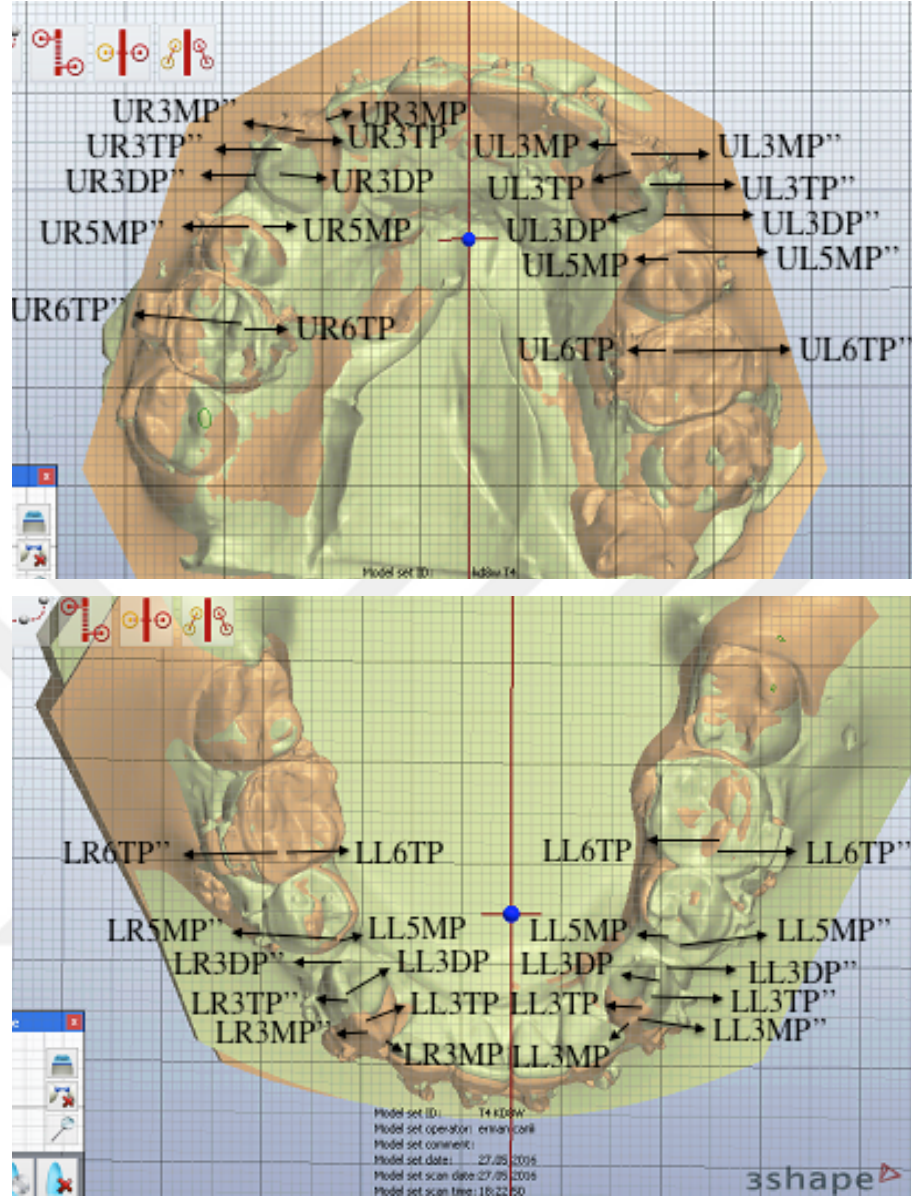


Şekil 6. Dijital ortodontik modellerde çakıştırma noktaları

Dijital Ortodontik Model Üzerinde Belirlenen Noktalar (Şekil 7)

1. Üst Sağ 3_Tüberkül (UR3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişin tüberkül tepesi.
2. Üst Sol 3_Tüberkül (UL3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişin tüberkül tepesi.
3. Alt Sağ 3_Tüberkül (LR3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sağ kanin dişin tüberkül tepesi.
4. Alt Sol 3_Tüberkül (LL3TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sol kanin dişin tüberkül tepesi.
5. Üst Sağ 3_Mesial (UR3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
6. Üst Sol 3_Mesial (UL3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
7. Alt Sağ 3_Mesial (LR3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sağ kanin dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
8. Alt Sol 3_Mesial (LL3MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sol kanin dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
9. Üst Sağ 3_Distal (UR3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ kanin dişin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.

10. Üst Sol 3_Distal (UL3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol kanin dişin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
11. Alt Sağ 3_Distal (LR3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sağ kanin dişin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
12. Alt Sol 3_Distal (LL3DP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sol kanin dişin distal kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
13. Üst Sağ 5_Mesial (UR5MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ ikinci premolar dişin mezial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
14. Üst Sol 5_Mesial (UL5MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol ikinci premolar dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
15. Alt Sağ 5_Mesial (LR5MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sağ ikinci premolar dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
16. Alt Sol 5_Mesial (LL5MP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sol ikinci premolar dişin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen nokta.
17. Üst Sağ_6 Tüberkül (UR6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sağ birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi.
18. Üst Sol_6 Tüberkül (UL6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında üst sol birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi.
19. Alt Sağ_6 Tüberkül (LR6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sağ birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi.
20. Alt Sol_6 Tüberkül (LL6TP) Noktası: Taranmış modele okluzalden bakıldığında alt sol birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi.



Şekil 7. Dijital ortodontik modeller üzerinde belirlenen noktalar

Dijital Ortodontik Model Ölçümleri (Şekil 8)

Bundan sonraki kısımda kullanılacak “işareti çakıştırılan 2. modeli ifade etmek amacıyla kullanılacaktır.

1. UR3TP-UR3TP'': Çakıştırılan iki model üzerinde üst çene sağ taraftaki kanin dişlerinin tüberkül tepeleri arasındaki mesafe
2. UL3TP-UL3TP'': Çakıştırılan iki model üzerinde üst çene sol taraftaki kanin dişlerinin tüberkül tepeleri arasındaki mesafe
3. LR3TP-LR3TP'': Çakıştırılan iki model üzerinde alt çene sağ taraftaki

kanin dişlerinin tüberkül tepeleri arasındaki mesafe

4. LL3TP-LL3TP'': Çakıştırılan iki model üzerinde alt çene sol taraftaki kanin dişlerinin tüberkül tepeleri arasındaki mesafe

5. UR3DP-UR5MP: Çakıştırmada seçilen ilk modelde üst çene sağ kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

6. UR3DP''-UR5MP'': Çakıştırmada seçilen ikinci modelde üst çene sağ kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

7. UL3DP-UL5MP: Çakıştırmada seçilen ilk modelde üst çene sol kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişinin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

8. UL3DP''-UL5MP'': Çakıştırmada seçilen ikinci modelde üst çene sol kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

9. LR3DP-LR5MP: Çakıştırmada seçilen ilk modelde alt çene sağ kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

10. LR3DP''-LR5MP'': Çakıştırmada seçilen ikinci modelde alt çene sağ kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişinin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

11. LL3DP-LL5MP: Çakıştırmada seçilen ilk modelde alt çene sol kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

12. LL3DP''-LL5MP'': Çakıştırmada seçilen ikinci modelde alt çene sol kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe

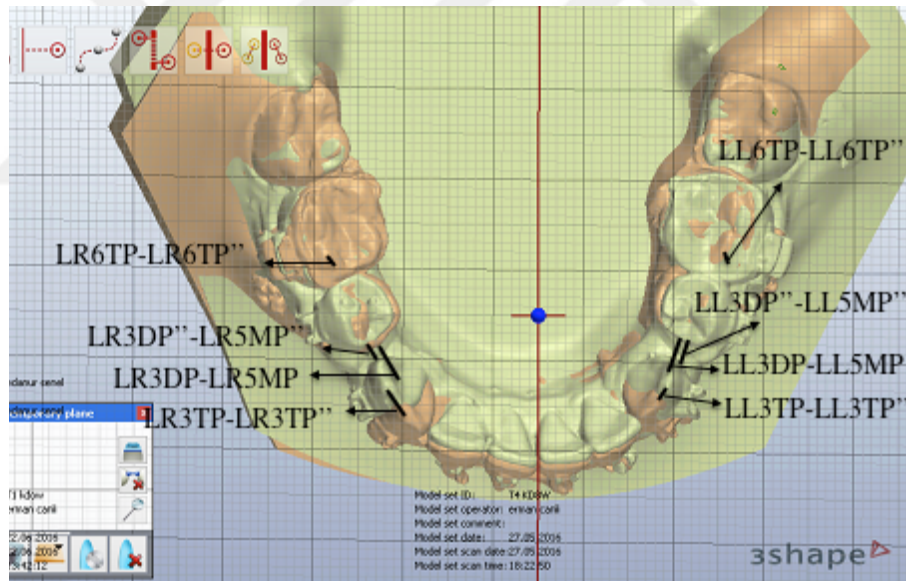
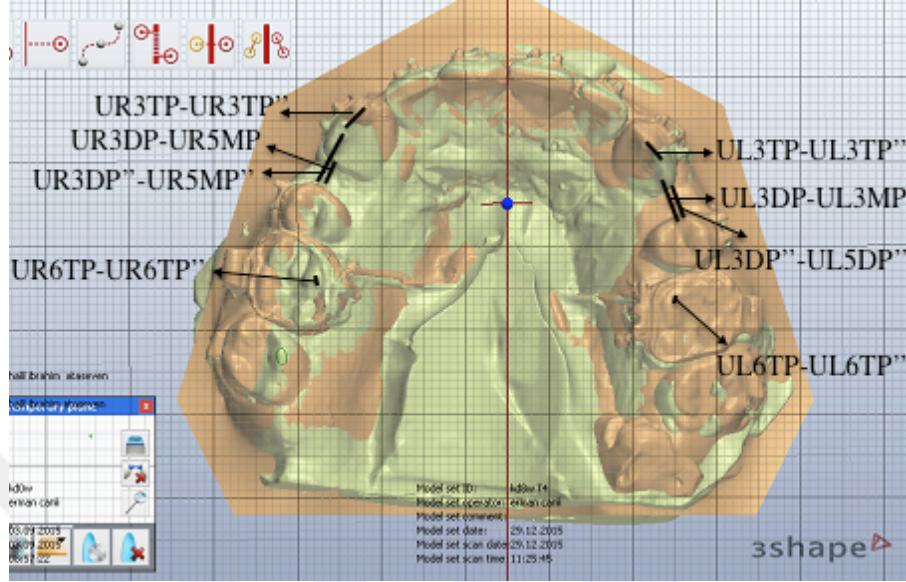
13. UR6MPTP-UR6MPTP'': Çakıştırılan iki model üzerinde üst sağ birinci molar dişlerinin mesiopalatinal tüberkül tepeleri arasındaki mesafe

14. UL6MPTP-UL6MPTP'': Çakıştırılan iki model üzerinde üst sol birinci molar dişlerinin mesiopalatinal tüberkül tepeleri arasındaki mesafe

15. LR6MPTP-LR6MPTP'': Çakıştırılan iki model üzerinde alt sağ birinci

molar dişlerinin mesiopalatinal tüberkül tepeleri arasındaki mesafe

16. LL6MPTP-LL6MPTP'': Çakıştırılan iki model üzerinde alt sol birinci molar dişlerinin mesiopalatinal tüberkül tepeleri arasındaki mesafe



Şekil 8. Dijital ortodontik modeller üzerinde yapılan mesafe ölçümleri

Dijital Ortodontik Model Açılı Ölçümleri

Rotasyon Ölçümleri

UR3MP-UR3DP / 11-21CP-UR6TP-UL6TP: Üst sağ kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktası ile üst sağ

ve sol birinci molar dişlerinin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmeler ile oluşturduğu açı.

UL3MP-UL3DP / 11-21CP-UR6TP-UL6TP: Üst sol kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktası ile üst sağ ve sol birinci molar dişlerinin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmeler ile oluşturduğu açı.

LR3MP-LR3DP / 31-41CP-LR7MP-LL7MP: Alt sağ kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, alt santral kesici dişlerin temas noktası ile alt sağ ve sol ikinci molar dişlerinin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen noktaların oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmeler ile oluşturduğu açı.

LL3MP-LL3DP / 31-41CP-LR7MP-LL7MP: Alt sol kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, alt santral kesici dişlerin temas noktası ile alt sağ ve sol ikinci molar dişlerinin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen noktaların oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmeler ile oluşturduğu açı.

Tippling Ölçümleri

UR3TP-UR3TP''-UR3VGP: Çakıştırılan modellere oklüzalden bakıldığında birinci modelde üst sağ kanin dişin tüberkül tepesi, üst sağ kanin dişi dişetinin vestibülden görünen en derin noktası ve ikinci modelde üst sağ kanin dişin tüberkül tepesi arasında oluşan açı.

UL3TP-UL3TP''-UL3VGP: Çakıştırılan modellere oklüzalden bakıldığında birinci modelde üst sol kanin dişin tüberkül tepesi, üst sol kanin dişi dişetinin vestibülden görünen en derin noktası ve ikinci modelde üst sol kanin dişin tüberkül tepesi arasında oluşan açı.

LR3TP-LR3TP''-LR3VGP: Çakıştırılan modellere oklüzalden bakıldığında birinci modelde alt sağ kanin dişin tüberkül tepesi, alt sağ kanin dişi dişetinin vestibülden görünen en derin noktası ve ikinci modelde alt sağ kanin dişin tüberkül tepesi arasında oluşan açı.

LL3TP-LL3TP''-LL3VGP: Çakıştırılan modellere oklüzalden bakıldığında birinci modelde alt sol kanin dişin tüberkül tepesi, alt sol kanin dişi dişetinin vestibülden görünen en derin noktası ve ikinci modelde alt sol kanin dişin tüberkül tepesi arasında oluşan açı.

Kanin Distalizasyon Miktarının Ölçülmesi

Aynı bireye ait T1-T2 modeller daha önce tanımlanan anatomik noktalar üzerinde çakıştırıldıktan sonra, üst çene için santral keser dişlerin kontakt noktası ve üst sağ ve sol 1. molar dişlerinin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem, alt çene için alt santral keser dişlerin kontakt noktası ve alt sağ ve sol 2. molar dişlerinin mesial kontakt noktasına teğet çizildiğinde elde edilen en mesial noktalarının oluşturduğu düzlem belirlendi. Düzlem üzerinde T1 ve T2 modeli üzerinde aynı taraftaki kanin dişlerin tüberkül tepeleri işaretlenerek 2 tüberkül tepesi arasındaki uzaklık mm cinsinden ölçülerek kaydedildi (Şekil 8). Ölçüm karşı taraftaki kanin diş ve alt çenede çekim yapılmış ise alt çenedeki kanin dişler için de tekrarlanmıştır. Daha sonra aynı ölçüm sırasıyla T1-T2, T1-T3 ve T1-T4 çakıştırılmış modelleri için tekrarlandı. T1 safhasına ait modelde üst çene sağ kanin dişin tüberkül tepesi (UR3TP) ile T2 safhasına ait modelde üst çene sağ kanin dişin tüberkül tepesi (UR3TP'') arasındaki mesafe T2U3Dist (Right) değeri olarak kaydedilmiştir ($T2U3Dist = UR3TP - UR3TP''$). Ölçümler T1-T2 (T2U3Dist), T1-T3 (T3U3Dist), T1-T4 (T4U3Dist) safhaları olmak üzere üst sağ ve sol kanin dişleri için aynı yöntem kullanılarak ayrı ayrı yapılmıştır. Benzer şekilde alt çene ölçümleri de aynı yöntemle sağ sol ayrı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir ($T2L3Dist = LR3TP - LR3TP''$).

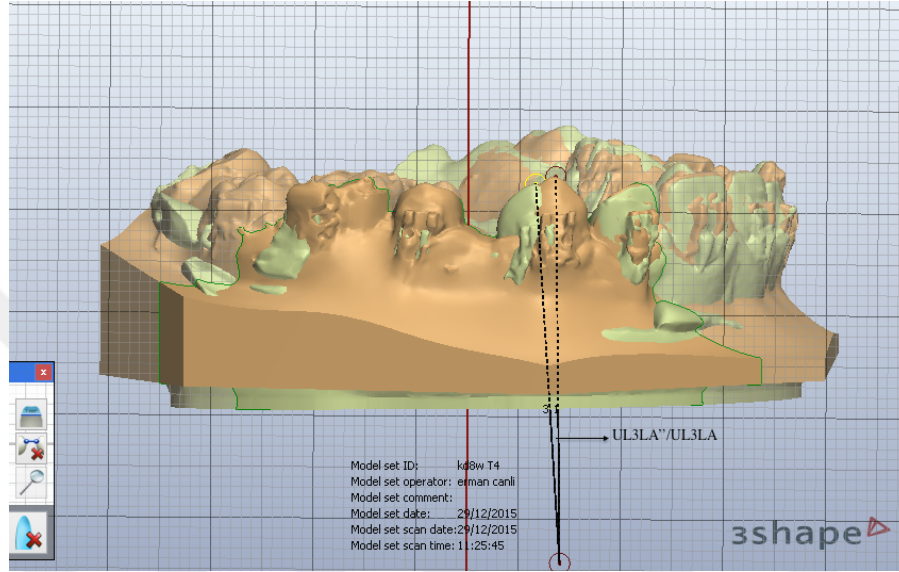
Çekim Boşluğu Miktarının Ölçülmesi (mm)

Aynı bireye ait çakıştırılmış dijital modeller üzerinde seçilen ilk modelde ve ikinci modelde ayrı olarak her bir yarım çenedeki kanin dişin oklüzalden bakıldığında distaline çizilen teğetin temas noktası ile ikinci premolar dişin mesialine çizilen teğetin temas noktası arasındaki mesafe ölçülmüştür. Üst sağ arkta tanımlanan mesafe T1USpace değeri olarak kaydedilmiştir ($T1USpace = UR3T-UR3T''$). Ölçümler T1-T2, T1-T3, T1-T4 safhaları olmak üzere alt-üst sağ ve sol kanin dişleri için aynı şekilde yapılmıştır.

Kanin Tipping Miktarının Ölçülmesi (Şekil 9)

T1 ve T2 modelleri çakıştırılarak, kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğruya paralel olarak olan bir düzlem oluşturuldu. Modellere bu düzlem kanin dişin palatinalinde kalarak bakıldığında birinci modelde kanin dişin tüberkül tepesi, kanin dişi dişetinin vestibülden görünen en derin noktası ve ikinci modeldeki kanin dişin

tüberkül tepesi arasında oluşan açı ölçülerek kaydedildi (Şekil 9). Birinci modelde (T1) üst sağ kanin dişin uzun aksı ile ikinci modelde (T2) üst sağ kanin dişin uzun aksı arasında oluşan açı farkı hesaplanarak T2U3Tip değeri ($T2U3Tipp = UR3TP-UR3TP''-UR3VGP$) olarak kaydedilmiştir. Aynı ölçüm karşı taraftaki kanin diş ve alt çenede çekim yapılmış ise alt çenedeki kanin dişler için de yapıldı. Ölçümler, T1-T3 ve T1-T4 çakıştırılmış modelleri için tekrarlandı.

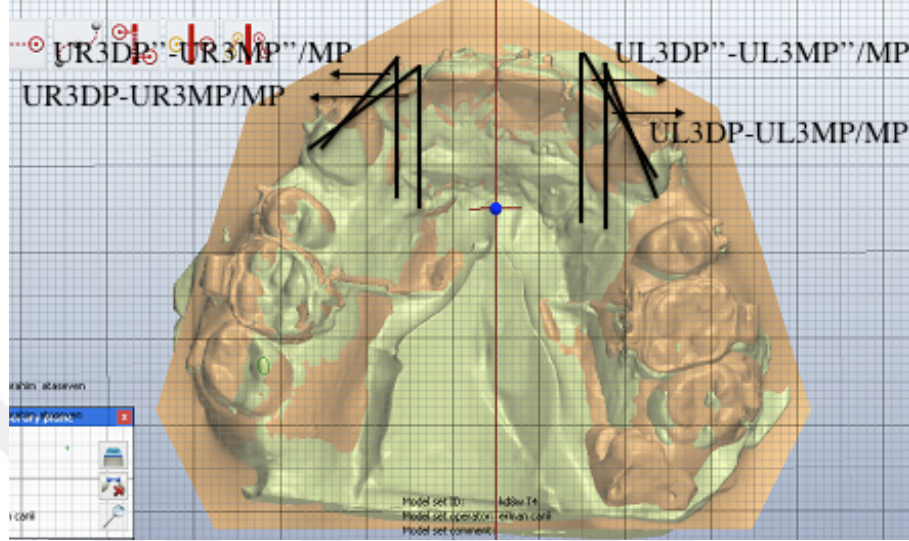


Şekil 9. Dijital ortodontik modeller üzerinde kanin dişi devrilme miktarının ölçülmesi

Kanin Rotasyon Miktarının Ölçülmesi (Şekil 10)

Aynı bireye ait T1-T2 modelleri belirlenen anatomik noktalar üzerinde çakıştırıldıktan sonra, üst çene için santral keser dişlerin kontakt noktası ve üst sağ ve sol 1. molar dişlerinin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem ve alt çene için alt santral keser dişlerin kontakt noktası ve alt sağ ve sol 2. molar dişlerinin mesial kontakt noktasına teğet çizildiğinde elde edilen en mesial noktalarının oluşturduğu düzlem belirlendi. Üst kanin dişinin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst santral kesici dişlerin temas noktası ile üst sağ ve sol birinci molar dişlerin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmelerden orta hatta paralel olanlar ile oluşturduğu açı ve alt çene için bir taraftaki kanin dişin mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, alt santral kesici dişlerin temas noktası ile alt sağ ve sol ikinci molar dişlerin mesial kenarına teğet çizildiğinde elde edilen noktaların oluşturduğu düzlem üzerindeki dikmeler ile oluşturduğu açı belirlendi. T1 safhasında üst sağ kanin dişin

mesial ve distal noktalarından geçen doğrunun, üst ortodontik modelin orta hattı (ML) ile oluşturduğu açı T1U3Rot değeri olarak kaydedildi. Aynı ölçüm karşı taraftaki kanin diş ve alt çenede çekim yapılmışsa alt kanin dişleri için de yapıldı. Ölçümler T1-T2, T1-T3 ve T1-T4 çakıştırılmış modelleri için tekrarlandı.



Şekil 10. Dijital ortodontik modeller üzerinde kanin dişi rotasyon miktarının ölçülmesi

Molar Dişlerdeki Ankıraj Kaybının Ölçülmesi

Aynı bireye ait T1-T2 modelleri belirlenen anatomik noktalar üzerinde çakıştırıldıktan sonra, üst çene için santral keser dişlerin kontakt noktası ve üst sağ ve sol 1. molar dişlerin mesiopalatinal tüberküllerinin oluşturduğu düzlem ve alt çene için alt santral keser dişlerin kontakt noktası ve alt sağ ve sol 2. molar dişlerin mesial kontakt noktasına teğet çizildiğinde elde edilen en mesial noktalarının oluşturduğu düzlem belirlendi. Düzlem üzerinde T1 ve T2 modeli üzerinde aynı taraftaki 1.molar dişlerin mesiopalatinal tüberkül tepeleri işaretlenerek 2 tüberkül tepesi arasındaki uzaklık mm cinsinden ölçülerek kaydedildi. Hareket vektörünün orta hatta paralel bileşeninin izdüşümü dikkate alınarak molar dişin öne hareket etme miktarı hesaplandı. T1 safhasına ait modelde üst çene sağ birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi (UR6TP) ile T2 safhasına ait modelde üst birinci molar dişin mesiopalatinal tüberkül tepesi (UR6TP'') arasındaki mesafe T2U6Mez değeri olarak kaydedilmiştir (T2U6Mez = UR6TP - UR6TP''). Ölçüm karşı taraftaki kanin diş ve alt çenede çekim yapılmış ise alt çenedeki kanin dişler için de tekrarlandı. Daha sonra aynı ölçüm sırasıyla T1-T2, T1-T3 ve T1-T4 çakıştırılmış modelleri için tekrarlandı.

3.2.3. Periodontal İndeks Ölçümleri

Araştırma ve kontrol grubundaki bireylerde T0, T1 ve T4 aşamalarında plak indeksi, dişeti indeksi ve cep derinliği ölçümleri yapılmıştır. Değerlendirmeye sağ ikinci premolar dişten başlanarak sol ikinci premolar dişe kadar olan tüm dişler dahil edilmiştir. Her hastada önceden hazırlanmış periodontal indeks formu doldurulmuştur (Ek 4).

Plak İndeksi

Tüm dişlerin mesial, distal, vestibül ve lingual olmak üzere dört kısımdaki yüzeylerinin dental plak kalınlığı sonda yardımı ile değerlendirilir. Bu değerler toplanır ve aritmetik ortalaması alınarak bireyin plak indeksi değeri belirlenmiş olur.

Plak indeksi değerleri;

0 Plak yok

1 Serbest dişeti kenarı ve komşu diş yüzeyinde film şeklinde plak var. Çıplak gözle görülemez ancak sonda yardımı ile belirlenebilir.

2 Dişeti kenarı, dişeti cebi ve komşu diş yüzeylerinde çıplak gözle görülebilir seviyede plak birikimi var.

3 Dişeti kenarında ve cebinde fazla miktarda plak birikimi var.

Gingival İndeksi

Tüm dişlerin mesial, distal, vestibül ve lingual olmak üzere dört kısımdaki yüzeylerinin kanaması değerlendirilir. Bu değerler toplanır ve aritmetik ortalaması alınarak bireyin dişeti indeksi değeri belirlenmiş olur.

Dişeti indeksi değerleri;

0 Enflamasyon yok.

1 Hafif enflamasyon, renk değişikliği ve ödem var, sondalamada kanama yok.

2 Orta seviyede enflamasyon, renk değişikliği ve ödem var, sondalamada kanama var.

3 İleri seviyede enflamasyon, renk değişikliği ve ödem var, kendiliğinden kanama görülebilir.

Cep Derinliği

Periodontal sonda aracılığıyla her bir dişin 6 noktasından (bukkal ve lingual yüzeylerin mesial, mid ve distal noktalar) ölçülmektedir. Sonda, dişin uzun aksına paralel

tutulur ve kök yüzeyinden temas kaybedilmeksizin direnç hissedilen noktaya kadar ilerletilerek, cep dışına çıkarılmaksızın okunur ve değer kaydedilir.

Tüm klinik ölçümler tek bir periodontal sond ile aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. PI, GI ve CD ölçümleri, dişlerin her dört yüzeyinden (vestibül, mesial, distal ve palatinal/lingual yüzeyler) alınmıştır. PI ve GI tüm dişlerin ölçümlerinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak bulunmuştur.

3.3. İstatistik Analizler

Bu çalışmada dijital ölçümlerdeki hata payını hesaplamak amacıyla 32 adet dijital ölçüm aynı araştırmacı tarafından 2 hafta sonra tekrarlandı. Dijital modeller üzerinde açısal ve doğrusal ölçümlerin tekrarı yapılarak önceden hazırlanmış formlara aktarıldı. Ölçümlerdeki hata payının saptanmasında tekrarlanan bu iki ölçüm kullanıldı. Hata payı (intraexaminer error, error variance) genellikle ortodontik ölçümlerde kullanılan Dahlberg formülüne göre (Houston, 1979) hesaplandı. Bu formül:

$$Se = \sqrt{\sum d^2 / 2 n}$$

Bu formülde Se = hata payı, d = yapılan her iki ölçüm arasındaki fark ve n = yapılan ikili ölçümlerin sayısıdır. Dijital ölçümde belirlenen noktalar ikinci kez belirlenmediği için bu noktaların lokalizasyonuna ilişkin her hangi bir hata payı hesaplanmadı. Ancak yapılan açısal ve doğrusal ölçümlerdeki hata payı saptandı ve bu hata paylarının açısal ölçümler için $\pm 0,2^\circ$ 'yi ve doğrusal ölçüm için $\pm 0,15$ mm'yi geçmediği saptandı.

Elde edilen tüm verilerin normal bir dağılım gösterip göstermediğinin tespiti için Kolmogorov Smirnov ve/veya Shapiro-Wilk normal dağılım istatistiği kullanıldı. Bu istatistik sonucunda normal dağılım gösteren verilerin karşılaştırılması için parametrik istatistik testleri (eşleştirilmiş ve eşleşmemiş Student's t-testi, Tek Yönlü ANOVA, Factorial ANOVA), normal dağılım göstermeyen veriler için non-parametrik istatistik testleri (Wilcoxon Signed, Mann-Whitney U, Friedman ve Kruskal-Wallis) kullanıldı.

PZS ve CONT gruplarında grup içi T0, T1, T2 ve T3 ölçümleri arasındaki karşılaştırmalar normal dağılım gösteren veriler için eşleştirilmiş (paired) Students' t testi uygulandı. Gruplar arası farkların araştırılmasında normal dağılıma sahip verilerde eşleşmemiş (independent) Students' t-testi uygulandı. Normal dağılım göstermeyen verilerde, grup içi karşılaştırmalar Wilcoxon Signed ve Mann-Whitney U, gruplar arası

karşılaştırmalar da ise Mann-Whitney U-testi ile yapıldı. Bütün testler %95 ($p=0,05$), %99 ($p =0,01$) ve %99.9 ($p=0,001$) güvenilirlik sınırlarında uygulandı.

Bu çalışmadaki bütün tanımlayıcı istatistikler ve analizler SPSS (versiyon 23.0) istatistik paketi ve bir IBM uyumlu bilgisayar kullanılarak yapıldı.



4. BULGULAR

Bu bölümde, premolar çekimli tedavi edilen hastalarda kanin distalizasyonu aşamasında piezoinsizyon yönteminin kullanıldığı araştırma grubu (PZS) ve konvansiyonel yöntemlerin kullanıldığı kontrol grubunun (CONT) dijital model ve periodontal indeks ölçümlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmeleri, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarının istatistiksel analiz sonuçları verilmektedir.

4.1. Grup İçi Değerlendirmeler

Yapılan bu çalışmada kanin dişlerinin distalizasyonu sırasında araştırma ve kontrol gruplarından elde edilen veriler iki ana başlık altında verilmektedir. Öncelikle araştırma ve kontrol gruplarının grup içi değerlendirilmeleri sonucunda elde edilen verilerin istatistik analiz sonuçları ve takiben gruplar arası karşılaştırmalara ait sonuçlar verilmektedir.

4.1.1. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler

Kanin distalizasyonu aşamasında üst ve alt kanin dişlerinin hareket miktarı, rotasyonu ve tippingi ile molar dişlerin mesializasyon ölçümlerinden elde edilen verilerin genel değerlendirmesi yapıldı.

PZS grubu içerisinde üst çeneden ve alt çeneden elde edilen veriler kıyaslandığında her iki çene arasında bazı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu saptandığı için her iki çeneye ait veriler ayrı ayrı değerlendirildi. Aynı çenedeki sağ-sol veriler kıyaslandığında sadece T3LSpace alt grubunda sağ ve sol ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görüldü. Ancak T3 safhasında karşılaştırılan bu iki grupta denek sayısı çok az olduğu için (4 örnek) bu fark göz önüne alınmadı (Tablo 2). Bundan dolayı aynı (üst veya alt) çenedeki sağ ve sol ölçümlerinden elde edilen veriler aynı havuzda toplandı (data pooled) ve bundan sonraki tüm istatistiksel analizlerde sağ-sol verilerin birleştirilmiş hali kullanıldı.

Yapılan normalite testinde PZS grubunda verilerin normal dağılım göstermediği saptandı (Ek-5, 6, 7) ve bu nedenle grup içi karşılaştırmalarda (sağ-sol ölçümler) nonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi uygulandı (Tablo 2).

Tablo 2. PZS grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

		N	Ort.	SS	SH	GA (%95)		Min.	Maks.	P
						Alt	Üst			
T2U3Dist	PIZ/RIGHT	17	0,3647	0,13005	0,03154	0,2978	0,4316	0,1	0,53	
	PIZ/LEFT	17	0,4371	0,16706	0,04052	0,3512	0,523	0,2	0,97	0,293
	Total	34	0,4009	0,15192	0,02605	0,3479	0,4539	0,1	0,97	
T3U3Dist	PIZ/RIGHT	17	1,0535	0,38051	0,09229	0,8579	1,2492	0,48	1,7	
	PIZ/LEFT	17	1,1794	0,53723	0,1303	0,9032	1,4556	0,55	2,26	0,63
	Total	34	1,1165	0,46284	0,07938	0,955	1,278	0,48	2,26	
T4U3Dist	PIZ/RIGHT	13	2,0562	0,65547	0,18179	1,6601	2,4523	0,69	2,87	
	PIZ/LEFT	12	2,6633	1,78103	0,51414	1,5317	3,7949	0,82	7,8	0,446
	Total	25	2,3476	1,32836	0,26567	1,7993	2,8959	0,69	7,8	
T1U3Space	PIZ/RIGHT	17	4,6671	1,5543	0,37697	3,8679	5,4662	1,7	7,07	
	PIZ/LEFT	17	4,7671	1,18042	0,28629	4,1601	5,374	2,48	7,04	0,986
	Total	34	4,7171	1,35995	0,23323	4,2425	5,1916	1,7	7,07	
T2U3Space	PIZ/RIGHT	17	4,2871	1,48197	0,35943	3,5251	5,049	1,61	6,52	
	PIZ/LEFT	17	4,29	1,06727	0,25885	3,7413	4,8387	2	5,89	0,959
	Total	34	4,2885	1,27166	0,21809	3,8448	4,7322	1,61	6,52	
T3U3Space	PIZ/RIGHT	17	3,5559	1,59674	0,38727	2,7349	4,3769	1,2	6,03	
	PIZ/LEFT	17	3,4229	1,28542	0,31176	2,762	4,0838	0,35	5,6	0,823
	Total	34	3,4894	1,42893	0,24506	2,9908	3,988	0,35	6,03	
T4U3Space	PIZ/RIGHT	13	2,7062	1,33738	0,37092	1,898	3,5143	0,41	4,43	
	PIZ/LEFT	12	2,6108	1,43469	0,41416	1,6993	3,5224	0,12	5,22	0,586
	Total	25	2,6604	1,35649	0,2713	2,1005	3,2203	0,12	5,22	
T2U6Mez	PIZ/RIGHT	17	0,1071	0,06008	0,01457	0,0762	0,1379	0,03	0,3	
	PIZ/LEFT	17	0,1247	0,09657	0,02342	0,0751	0,1744	0,04	0,35	0,863
	Total	34	0,1159	0,0797	0,01367	0,0881	0,1437	0,03	0,35	
T3U6Mez	PIZ/RIGHT	17	0,2553	0,17132	0,04155	0,1672	0,3434	0,07	0,76	
	PIZ/LEFT	17	0,2447	0,12909	0,03131	0,1783	0,3111	0,01	0,56	0,73
	Total	34	0,25	0,14946	0,02563	0,1978	0,3022	0,01	0,76	
T4U6Mez	PIZ/RIGHT	14	0,4014	0,22439	0,05997	0,2719	0,531	0,17	0,86	
	PIZ/LEFT	12	0,3775	0,16416	0,04739	0,2732	0,4818	0,19	0,72	0,979
	Total	26	0,3904	0,19542	0,03832	0,3115	0,4693	0,17	0,86	
T1U3Rot	PIZ/RIGHT	17	37,4529	4,19808	1,01818	35,2945	39,6114	28	44,4	
	PIZ/LEFT	17	36,0647	5,06618	1,22873	33,4599	38,6695	28	44,1	0,326
	Total	34	36,7588	4,63525	0,79494	35,1415	38,3761	28	44,4	

Tablo 2 (devam). PZS grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T2U3Rot	PIZ/RIGHT	17	35,4824	4,38823	1,0643	33,2261	37,7386	24,5	41,6	
	PIZ/LEFT	17	34,2235	5,26338	1,27656	31,5173	36,9297	25,7	43,2	0,408
	Total	34	34,8529	4,8142	0,82563	33,1732	36,5327	24,5	43,2	
T3U3Rot	PIZ/RIGHT	17	33,1882	4,16996	1,01136	31,0442	35,3322	26,4	40,9	
	PIZ/LEFT	17	32,0882	4,70238	1,14049	29,6705	34,506	25,4	42,3	0,389
	Total	34	32,6382	4,41176	0,75661	31,0989	34,1776	25,4	42,3	
T4U3Rot	PIZ/RIGHT	13	29,8692	5,19429	1,44064	26,7304	33,0081	20,8	38,6	
	PIZ/LEFT	12	29,9	5,64559	1,62974	26,313	33,487	18,2	36,5	0,828
	Total	25	29,884	5,30084	1,06017	27,6959	32,0721	18,2	38,6	
T2U3Tip	PIZ/RIGHT	17	1,1059	0,62896	0,15254	0,7825	1,4293	0,3	2,4	
	PIZ/LEFT	17	1,4	0,72715	0,17636	1,0261	1,7739	0,6	3	0,177
	Total	34	1,2529	0,68589	0,11763	1,0136	1,4923	0,3	3	
T3U3Tip	PIZ/RIGHT	17	3,0118	0,94795	0,22991	2,5244	3,4992	1,2	4,8	
	PIZ/LEFT	17	3,4882	1,15752	0,28074	2,8931	4,0834	1,3	6,2	0,227
	Total	34	3,25	1,06948	0,18341	2,8768	3,6232	1,2	6,2	
T4U3Tip	PIZ/RIGHT	13	4,9846	0,89335	0,24777	4,4448	5,5245	3,1	6	
	PIZ/LEFT	12	5,6833	1,8225	0,52611	4,5254	6,8413	3,5	9,4	0,644
	Total	25	5,32	1,4312	0,28624	4,7292	5,9108	3,1	9,4	
T2L3Dist	PIZ/RIGHT	8	0,4612	0,16907	0,05977	0,3199	0,6026	0,23	0,76	
	PIZ/LEFT	8	0,3863	0,12626	0,04464	0,2807	0,4918	0,19	0,54	0,293
	Total	16	0,4237	0,14926	0,03731	0,3442	0,5033	0,19	0,76	
T3L3Dist	PIZ/RIGHT	8	1,2588	0,35727	0,12631	0,9601	1,5574	0,78	1,87	
	PIZ/LEFT	8	1,1625	0,60965	0,21555	0,6528	1,6722	0,6	2,24	0,43
	Total	16	1,2106	0,48527	0,12132	0,952	1,4692	0,6	2,24	
T4L3Dist	PIZ/RIGHT	6	1,4633	1,24523	0,50836	0,1565	2,7701	0	3,07	
	PIZ/LEFT	5	1,796	0,7078	0,31654	0,9172	2,6748	1,05	2,95	1
	Total	11	1,6145	1,00293	0,30239	0,9408	2,2883	0	3,07	
T1LSpace	PIZ/RIGHT	8	3,7337	0,95346	0,3371	2,9366	4,5309	2,34	5,07	
	PIZ/LEFT	8	4,435	0,78822	0,27868	3,776	5,094	3,38	5,66	0,141
	Total	16	4,0844	0,91941	0,22985	3,5945	4,5743	2,34	5,66	
T2LSpace	PIZ/RIGHT	8	3,4788	0,89894	0,31782	2,7272	4,2303	2,26	4,82	
	PIZ/LEFT	8	4,0563	0,8458	0,29903	3,3491	4,7634	2,92	5,08	0,172
	Total	16	3,7675	0,89436	0,22359	3,2909	4,2441	2,26	5,08	
T3LSpace	PIZ/RIGHT	8	2,6537	0,97165	0,34353	1,8414	3,4661	1,22	3,92	
	PIZ/LEFT	8	3,2213	0,94287	0,33336	2,433	4,0095	1,72	4,23	0,172
	Total	16	2,9375	0,97023	0,24256	2,4205	3,4545	1,22	4,23	

Tablo 2 (devam). PZS grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T4L3Space	PIZ/RIGHT	4	1,88	0,414	0,207	1,2212	2,5388	1,27	2,18	
	PIZ/LEFT	5	2,93	0,57075	0,25524	2,2213	3,6387	2,26	3,54	0,014
	Total	9	2,4633	0,73034	0,24345	1,9019	3,0247	1,27	3,54	
T2L6Mez	PIZ/RIGHT	8	0,215	0,16107	0,05695	0,0803	0,3497	0,09	0,59	
	PIZ/LEFT	8	0,24	0,20508	0,07251	0,0686	0,4114	0,08	0,7	1
	Total	16	0,2275	0,17861	0,04465	0,1323	0,3227	0,08	0,7	
T3L6Mez	PIZ/RIGHT	8	0,4938	0,26688	0,09436	0,2706	0,7169	0,18	1	
	PIZ/LEFT	8	0,6238	0,38619	0,13654	0,3009	0,9466	0,22	1,33	0,528
	Total	16	0,5588	0,32764	0,08191	0,3842	0,7333	0,18	1,33	
T4L6Mez	PIZ/RIGHT	4	0,7875	0,3322	0,1661	0,2589	1,3161	0,5	1,09	
	PIZ/LEFT	5	0,896	0,31069	0,13895	0,5102	1,2818	0,43	1,28	1
	Total	9	0,8478	0,30483	0,10161	0,6135	1,0821	0,43	1,28	
T1L3Rot	PIZ/RIGHT	8	41,9625	4,30811	1,52315	38,3608	45,5642	33,7	47,2	
	PIZ/LEFT	8	40,125	8,29005	2,93098	33,1943	47,0557	25,5	53,5	0,462
	Total	16	41,0438	6,45239	1,6131	37,6055	44,482	25,5	53,5	
T2L3Rot	PIZ/RIGHT	8	39,375	4,50452	1,59259	35,6091	43,1409	30,8	44,9	
	PIZ/LEFT	8	37,35	8,29957	2,93434	30,4114	44,2886	21,1	47,3	0,674
	Total	16	38,3625	6,53512	1,63378	34,8802	41,8448	21,1	47,3	
T3L3Rot	PIZ/RIGHT	8	35,625	3,85885	1,36431	32,3989	38,8511	27,2	39,7	
	PIZ/LEFT	8	35,0875	7,62092	2,6944	28,7163	41,4587	20,1	44,6	0,916
	Total	16	35,3563	5,84203	1,46051	32,2433	38,4692	20,1	44,6	
T4L3Rot	PIZ/RIGHT	4	31,15	5,17204	2,58602	22,9201	39,3799	24,3	35,2	
	PIZ/LEFT	5	32,02	12,08313	5,40374	17,0168	47,0232	12	42,9	0,624
	Total	9	31,6333	9,12373	3,04124	24,6202	38,6465	12	42,9	
T2L3Tip	PIZ/RIGHT	8	1,45	0,61644	0,21794	0,9346	1,9654	0,8	2,5	
	PIZ/LEFT	8	1,4375	0,4779	0,16896	1,038	1,837	0,6	2	0,791
	Total	16	1,4438	0,53288	0,13322	1,1598	1,7277	0,6	2,5	
T3L3Tip	PIZ/RIGHT	8	3	0,93197	0,3295	2,2209	3,7791	2	4,5	
	PIZ/LEFT	8	3,275	1,41194	0,4992	2,0946	4,4554	2,1	5,7	0,752
	Total	16	3,1375	1,1644	0,2911	2,517	3,758	2	5,7	
T4L3Tip	PIZ/RIGHT	4	4,825	1,5543	0,77715	2,3518	7,2982	3	6,8	
	PIZ/LEFT	5	4,78	2,39416	1,0707	1,8073	7,7527	2,6	8,6	0,712
	Total	9	4,8	1,94229	0,64743	3,307	6,293	2,6	8,6	

Kontrol grubundaki verilerin bir kısmının normal dağılım göstermediği saptandığı için (Ek-8, 9, 10) grup içi (sağ-sol veriler) karşılaştırılmasında nonparametrik

testlerden Mann-Whitney U testi kullanıldı (Tablo 3). Kontrol grubu içerisinde üst ve alt çenede sağ-sol veriler kıyaslandığında hiçbir veri grubunda istatistiksel olarak anlamlı farka rastlanmadı. Bu nedenle kontrol grubunda da her iki çenede sağ ve sol ölçümlerinden elde edilen veriler aynı havuzda toplandı. Bundan sonraki tüm istatistiksel analizlerde sağ-sol birleştirilmiş hali kullanıldı.

Tablo 3. CONT grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

		N	Ort.	SS	SH	GA (%95)		Min.	Maks.	P
						Alt	Üst			
T2U3Dist	CONT/RIGHT	15	0,5827	0,38496	0,0994	0,3695	0,7958	0,1	1,38	
	CONT/LEFT	15	0,576	0,43643	0,11268	0,3343	0,8177	0,02	1,51	0,95
	Total	30	0,5793	0,40436	0,07382	0,4283	0,7303	0,02	1,51	
T3U3Dist	CONT/RIGHT	15	1,33	0,72684	0,18767	0,9275	1,7325	0,18	2,58	
	CONT/LEFT	15	1,3947	0,92638	0,23919	0,8817	1,9077	0,09	3,3	0,917
	Total	30	1,3623	0,81879	0,14949	1,0566	1,6681	0,09	3,3	
T4U3Dist	CONT/RIGHT	12	2,2033	0,83335	0,24057	1,6738	2,7328	0,96	3,85	
	CONT/LEFT	12	2,0125	0,83852	0,24206	1,4797	2,5453	0,5	3,46	0,544
	Total	24	2,1079	0,82335	0,16807	1,7602	2,4556	0,5	3,85	
T1USpace	CONT/RIGHT	15	3,8807	1,9002	0,49063	2,8284	4,933	0,51	7,62	
	CONT/LEFT	15	4,1053	1,22049	0,31513	3,4295	4,7812	1,06	6,2	0,678
	Total	30	3,993	1,57331	0,28724	3,4055	4,5805	0,51	7,62	
T2USpace	CONT/RIGHT	15	3,3853	1,91065	0,49333	2,3272	4,4434	0,39	7,27	
	CONT/LEFT	15	3,5207	1,05777	0,27312	2,9349	4,1064	1,03	5,72	0,663
	Total	30	3,453	1,51896	0,27732	2,8858	4,0202	0,39	7,27	
T3USpace	CONT/RIGHT	15	2,6713	1,91606	0,49472	1,6103	3,7324	0,18	6,73	
	CONT/LEFT	15	2,668	1,23634	0,31922	1,9833	3,3527	0,99	5,34	0,82
	Total	30	2,6697	1,58438	0,28927	2,0781	3,2613	0,18	6,73	
T4USpace	CONT/RIGHT	12	2,1417	1,75038	0,50529	1,0295	3,2538	0,09	5,72	
	CONT/LEFT	12	2,29	1,14097	0,32937	1,5651	3,0149	0,8	4,95	0,419
	Total	24	2,2158	1,44695	0,29536	1,6048	2,8268	0,09	5,72	
T2U6Mez	CONT/RIGHT	15	0,0953	0,04207	0,01086	0,072	0,1186	0	0,15	
	CONT/LEFT	15	0,0913	0,06812	0,01759	0,0536	0,1291	0	0,24	0,587
	Total	30	0,0933	0,05567	0,01016	0,0725	0,1141	0	0,24	
T3U6Mez	CONT/RIGHT	15	0,42	0,49695	0,12831	0,1448	0,6952	0	1,75	
	CONT/LEFT	15	0,24	0,25757	0,0665	0,0974	0,3826	0	0,95	0,213
	Total	30	0,33	0,39953	0,07294	0,1808	0,4792	0	1,75	

Tablo 3 (devam). CONT grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T4U6Mez	CONT/RIGHT	12	0,4308	0,46802	0,13511	0,1335	0,7282	0	1,46	
	CONT/LEFT	12	0,305	0,25054	0,07233	0,1458	0,4642	0	1,02	0,977
	Total	24	0,3679	0,37271	0,07608	0,2105	0,5253	0	1,46	
T1U3Rot	CONT/RIGHT	15	35,2733	7,43836	1,92058	31,1541	39,3926	22,4	56,2	
	CONT/LEFT	15	32,4133	5,6423	1,45684	29,2887	35,5379	20,5	41,9	0,351
	Total	30	33,8433	6,64793	1,21374	31,361	36,3257	20,5	56,2	
T2U3Rot	CONT/RIGHT	15	32,8	8,16762	2,10887	28,2769	37,3231	22,9	55,8	
	CONT/LEFT	15	30,26	5,23884	1,35266	27,3588	33,1612	19,9	38,5	0,48
	Total	30	31,53	6,86461	1,2533	28,9667	34,0933	19,9	55,8	
T3U3Rot	CONT/RIGHT	15	30,3867	8,24299	2,12833	25,8218	34,9515	19,8	54,8	
	CONT/LEFT	15	28,5067	6,02524	1,55571	25,17	31,8433	16,1	36,8	0,884
	Total	30	29,4467	7,15834	1,30693	26,7737	32,1196	16,1	54,8	
T4U3Rot	CONT/RIGHT	12	26,6333	7,62154	2,20015	21,7908	31,4758	11,6	39,6	
	CONT/LEFT	12	28,6083	4,51048	1,30206	25,7425	31,4742	17,5	34,3	0,225
	Total	24	27,6208	6,20715	1,26703	24,9998	30,2419	11,6	39,6	
T2U3Tip	CONT/RIGHT	15	1,6667	1,55869	0,40245	0,8035	2,5298	0	5,2	
	CONT/LEFT	15	2,0467	1,35059	0,34872	1,2987	2,7946	0,8	5,7	0,348
	Total	30	1,8567	1,44597	0,264	1,3167	2,3966	0	5,7	
T3U3Tip	CONT/RIGHT	15	3,3733	3,34396	0,86341	1,5215	5,2252	0	13,6	
	CONT/LEFT	15	3,12	2,03617	0,52574	1,9924	4,2476	1	8,1	0,884
	Total	30	3,2467	2,7233	0,4972	2,2298	4,2636	0	13,6	
T4U3Tip	CONT/RIGHT	12	4,3417	2,17442	0,6277	2,9601	5,7232	1,3	9	
	CONT/LEFT	12	4,0833	1,48314	0,42814	3,141	5,0257	1,9	6,1	0,862
	Total	24	4,2125	1,82502	0,37253	3,4419	4,9831	1,3	9	
T2L3Dist	CONT/RIGHT	6	0,5933	0,59163	0,24153	-0,0275	1,2142	0,13	1,73	
	CONT/LEFT	6	0,425	0,43551	0,1778	-0,032	0,882	0,06	1,28	0,47
	Total	12	0,5092	0,50304	0,14521	0,1896	0,8288	0,06	1,73	
T3L3Dist	CONT/RIGHT	6	1,13	0,89021	0,36343	0,1958	2,0642	0,34	2,61	
	CONT/LEFT	6	0,895	0,54768	0,22359	0,3202	1,4698	0,37	1,57	0,936
	Total	12	1,0125	0,71528	0,20648	0,558	1,467	0,34	2,61	
T4L3Dist	CONT/RIGHT	6	2,1383	0,86919	0,35485	1,2262	3,0505	1,23	3,53	
	CONT/LEFT	6	1,5033	0,93226	0,38059	0,525	2,4817	0,47	2,67	0,2
	Total	12	1,8208	0,9211	0,2659	1,2356	2,4061	0,47	3,53	
T1LSpace	CONT/RIGHT	6	4,64	1,68074	0,68616	2,8762	6,4038	2,22	7,27	
	CONT/LEFT	6	4,8083	1,55244	0,63378	3,1792	6,4375	2,13	6,57	0,936
	Total	12	4,7242	1,54507	0,44602	3,7425	5,7059	2,13	7,27	

Tablo 3 (devam). CONT grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T2LSpace	CONT/RIGHT	6	4,095	1,41077	0,57594	2,6145	5,5755	1,53	5,62	
	CONT/LEFT	6	4,245	1,61249	0,65829	2,5528	5,9372	1,81	6,35	0,873
	Total	12	4,17	1,44661	0,4176	3,2509	5,0891	1,53	6,35	
T3LSpace	CONT/RIGHT	6	3,545	1,52303	0,62178	1,9467	5,1433	0,77	5,04	
	CONT/LEFT	6	3,9533	1,596	0,65157	2,2784	5,6282	1,35	5,88	0,575
	Total	12	3,7492	1,50256	0,43375	2,7945	4,7038	0,77	5,88	
T4LSpace	CONT/RIGHT	6	2,44	1,5474	0,63172	0,8161	4,0639	0,16	4,27	
	CONT/LEFT	6	3,1967	1,43361	0,58527	1,6922	4,7011	1,06	5,02	0,423
	Total	12	2,8183	1,47605	0,4261	1,8805	3,7562	0,16	5,02	
T2L6Mez	CONT/RIGHT	6	0,1433	0,06186	0,02525	0,0784	0,2083	0,09	0,24	
	CONT/LEFT	6	0,1483	0,1264	0,0516	0,0157	0,281	0,06	0,4	0,63
	Total	12	0,1458	0,09491	0,0274	0,0855	0,2061	0,06	0,4	
T3L6Mez	CONT/RIGHT	6	0,1867	0,11272	0,04602	0,0684	0,305	0,06	0,37	
	CONT/LEFT	6	0,1667	0,07941	0,03242	0,0833	0,25	0,1	0,32	0,809
	Total	12	0,1767	0,09355	0,02701	0,1172	0,2361	0,06	0,37	
T4L6Mez	CONT/RIGHT	6	0,27	0,17675	0,07216	0,0845	0,4555	0,11	0,61	
	CONT/LEFT	6	0,3217	0,24078	0,0983	0,069	0,5744	0,1	0,77	0,749
	Total	12	0,2958	0,20318	0,05865	0,1667	0,4249	0,1	0,77	
T1L3Rot	CONT/RIGHT	6	36,2667	7,69848	3,14289	28,1876	44,3457	22,9	43,7	
	CONT/LEFT	6	36,8	4,01846	1,64053	32,5829	41,0171	31,5	42,1	0,81
	Total	12	36,5333	5,86148	1,69206	32,8091	40,2575	22,9	43,7	
T2L3Rot	CONT/RIGHT	6	34,25	7,48352	3,05513	26,3965	42,1035	22,4	42,9	
	CONT/LEFT	6	35,5667	4,80694	1,96242	30,5221	40,6112	27,8	41,9	1
	Total	12	34,9083	6,03587	1,74241	31,0733	38,7433	22,4	42,9	
T3L3Rot	CONT/RIGHT	6	29,5333	8,96051	3,65811	20,1299	38,9368	15,7	42,6	
	CONT/LEFT	6	32,25	5,12981	2,09424	26,8666	37,6334	26,9	40,7	0,631
	Total	12	30,8917	7,10422	2,05081	26,3779	35,4055	15,7	42,6	
T4L3Rot	CONT/RIGHT	6	24,0833	7,04256	2,87511	16,6926	31,474	11,6	31	
	CONT/LEFT	6	31,0167	5,33457	2,17783	25,4184	36,615	25,7	40,6	0,15
	Total	12	27,55	6,97065	2,01225	23,1211	31,9789	11,6	40,6	
T2L3Tip	CONT/RIGHT	6	1,9833	1,45522	0,59409	0,4562	3,5105	1,1	4,9	
	CONT/LEFT	6	1,3333	1,22583	0,50044	0,0469	2,6198	0,6	3,8	0,078
	Total	12	1,6583	1,32696	0,38306	0,8152	2,5014	0,6	4,9	
T3L3Tip	CONT/RIGHT	6	2,9	1,92977	0,78782	0,8748	4,9252	1,1	6,5	
	CONT/LEFT	6	3,8833	1,72211	0,70305	2,0761	5,6906	1,7	5,7	0,47
	Total	12	3,3917	1,81782	0,52476	2,2367	4,5467	1,1	6,5	

Tablo 3 (devam). CONT grubu verilerin sağ-sol tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T4L3Tip									
	CONT/RIGHT	6	4,9167	2,33531	0,95339	2,4659	7,3674	1,7	7,6
	CONT/LEFT	6	4,85	2,39228	0,97664	2,3395	7,3605	2,1	8,4
	Total	12	4,8833	2,25422	0,65074	3,4511	6,3156	1,7	8,4

Kanın Distalizasyon Hızının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, kanin distalizasyon hızının belirlenmesi için PZS ve CONT gruplarından T3 ve T4 dönemlerinde dijital modellerden elde edilmiş verilerden grup içi genel değerlendirilmesi yapıldı ve karşılaştırmaların istatistiksel analiz sonuçları verildi.

Tablo 4. PZS grubu aylık distalizasyon hızı değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve Paired Samples Test ile karşılaştırma sonuçları

	N	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
TU3Dist.4WK	34	1,1165	0,46284	0,48	2,26	0,47
TU3Dist.8WK	25	1,246	1,06496	0,07	5,54	
TL3Dist.4WK	14	1,1793	0,51235	0,6	2,24	0,34
TL3DisT.8WK	9	0,87	0,2641	0,45	1,2	

PZS grubunda üst çenede ilk 4 haftalık dönemde kanin distalizasyon hızı ortalama 1,11 mm/ay iken, ikinci 4 haftada 1,24 mm/ay olarak ölçüldü. İki zaman arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,47$) (Tablo 4).

PZS grubunda alt çenede ilk 4 haftalık dönemde kanin distalizasyon hızı ortalama 1,17 mm/ay iken, ikinci 4 haftada 0,87 mm/ay olarak ölçüldü. Zamanlar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,34$) (Tablo 4).

CONT grubunda üst çenede 4 haftalık dönemde kanin distalizasyon hızı ortalama 1,36 mm/ay iken, 8. haftada 0,89 mm/ay olarak ölçüldü. İki zaman arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,253$) (Tablo 5).

CONT grubunda alt çenede 4 haftalık dönemde kanin distalizasyon hızı ortalama 1,01 mm/ay iken, 8. haftada 0,88 mm/ay olarak ölçüldü. İki zaman arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,388$) (Tablo 5).

Tablo 5. CONT grubu aylık distalizasyon hızı değerlerinin tanımlayıcı istatistiği ve Paired Samples Test ile karşılaştırma sonuçları

	N	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
TU3Dist.4WK	30	1,3623	0,81879	0,09	3,3	0,25
TU3Dist.8WK	24	0,8887	0,39907	0,16	1,56	
TL3Dist.4WK	12	1,0125	0,71528	0,34	2,61	0,39
TL3DisT.8WK	12	0,8083	0,44603	0,09	1,4	

4.1.2. Periodontal İndeks Ölçümleri

Bu bölümde hastalardan T0, T1 ve T4 aşamalarında alınan plak indeksi (PI), gingival indeks (GI) ve peridontal cep derinliği (PD) ölçümlerinden elde edilen verilerin genel değerlendirmesi yapıldı.

Analizlerde alt ve üst çenelerden elde edilen veriler birleştirildi. Tüm verilerin dağılımında homojenlik ve normal dağılım mevcut olmadığı için analizlerde Mann-Whitney U testi kullanıldı (Ek-11, 12, 13, 14).

PZS grubu içerisinde üst ve alt çeneden elde edilen veriler T0, T1 ve T4 aşamalarına göre kıyaslandığında; PI, GI ve PD değerlerinde istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde istatistiksel farklılık olduğu saptandı ($p=0,000$) (Tablo 6).

Tablo 6. PZS grubu verilerin periodontal indeks ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

	N	Ort.	SS	SH	GA (%95)		Min.	Maks.	P	
					Alt	Üst				
PI	PIZ-T0	34	0,5694	0,35444	0,06079	0,4457	0,6931	0,01	1,11	0
	PIZ-T1	34	0,8147	0,37494	0,0643	0,6839	0,9455	0,17	1,42	
	PIZ-T4	34	1,1479	0,3004	0,05152	1,0431	1,2528	0,39	1,89	
	Total	102	0,844	0,41621	0,04121	0,7623	0,9258	0,01	1,89	
GI	PIZ-T0	34	0,5729	0,32438	0,05563	0,4598	0,6861	0	1,13	0
	PIZ-T1	34	0,6376	0,34606	0,05935	0,5169	0,7584	0	1,5	
	PIZ-T4	34	0,9947	0,18799	0,03224	0,9291	1,0603	0,67	1,47	
	Total	102	0,7351	0,34611	0,03427	0,6671	0,8031	0	1,5	
PD	PIZ-T0	34	1,2962	0,12658	0,02171	1,252	1,3404	1,06	1,54	0
	PIZ-T1	34	1,4509	0,25205	0,04323	1,3629	1,5388	1,06	1,89	
	PIZ-T4	34	1,5403	0,23687	0,04062	1,4576	1,6229	1,04	1,95	
	Total	102	1,4291	0,23365	0,02313	1,3832	1,475	1,04	1,95	

CONT grubunda üst çeneden ve alt çeneden elde edilen veriler T0, T1 ve T4 aşamalarına göre kıyaslandığında; PI, GI ve PD değerlerinde istatistiksel olarak farklılık olmadığı görüldü ($p=0,24$) ($p=0,39$) ($p=20$) (Tablo 7).

Tablo 7. CONT grubu verilerin periodontal indeks ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

	N	Ort.	SS	SH	Ga (%95)		Min.	Maks.	P	
					Alt	Üst				
PI	CONT-T0	30	0,4572	0,41889	0,07648	0,3008	0,6136	0	1,43	0,239
	CONT-T1	30	0,6188	0,48717	0,08894	0,4369	0,8007	0	1,83	
	CONT-T4	30	0,6465	0,48394	0,08836	0,4658	0,8272	0	1,56	
	Total	90	0,5742	0,46676	0,0492	0,4764	0,6719	0	1,83	
GI	CONT-T0	30	0,5218	0,45783	0,08359	0,3509	0,6928	0	1,7	0,392
	CONT-T1	30	0,5156	0,4016	0,07332	0,3656	0,6656	0	1,66	
	CONT-T4	30	0,6523	0,443	0,08088	0,4869	0,8177	0	1,43	
	Total	90	0,5632	0,43453	0,0458	0,4722	0,6543	0	1,7	
PD	CONT-T0	30	1,1164	0,57944	0,10579	0,9001	1,3328	0,1	2	0,2
	CONT-T1	30	1,3588	0,76183	0,13909	1,0744	1,6433	0,1	2,54	
	CONT-T4	30	1,4445	0,81994	0,1497	1,1383	1,7507	0,1	2,9	
	Total	90	1,3066	0,73287	0,07725	1,1531	1,4601	0,1	2,9	

4.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

4.2.1. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler

Yapılan bu çalışmada kanin dişlerin distalizasyonu sırasında araştırma ve kontrol gruplarından elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri ve non parametrik karşılaştırma analizleri ile yapılan (Mann-Whitney U) karşılaştırma sonuçları verilmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. CONT ve PZS grup verilerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

		N	Ort.	SS	SH	P
T2U3Dist	PIZ	34	0,4009	0,15192	0,02605	0,086
	CONT	30	0,5793	0,40436	0,07382	
T3U3Dist	PIZ	34	1,1165	0,46284	0,07938	0,319
	CONT	30	1,3623	0,81879	0,14949	

Tablo 8 (devam). CONT ve PZS grup verilerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

T4U3Dist	PIZ	25	2,3476	1,32836	0,26567	0,624
	CONT	24	2,1079	0,82335	0,16807	
T1USpace	PIZ	34	4,7171	1,35995	0,23323	0,057
	CONT	30	3,993	1,57331	0,28724	
T2USpace	PIZ	34	4,2885	1,27166	0,21809	0,062
	CONT	30	3,453	1,51896	0,27732	
T3USpace	PIZ	34	3,4894	1,42893	0,24506	0,056
	CONT	30	2,6697	1,58438	0,28927	
T4USpace	PIZ	25	2,6604	1,35649	0,2713	0,171
	CONT	24	2,2158	1,44695	0,29536	
T2U6Mez	PIZ	34	0,1159	0,0797	0,01367	0,691
	CONT	30	0,0933	0,05567	0,01016	
T3U6Mez	PIZ	34	0,25	0,14946	0,02563	0,241
	CONT	30	0,33	0,39953	0,07294	
T4U6Mez	PIZ	26	0,3904	0,19542	0,03832	0,064
	CONT	24	0,3679	0,37271	0,07608	
T1U3Rot	PIZ	34	36,7588	4,63525	0,79494	0,058
	CONT	30	33,8433	6,64793	1,21374	
T2U3Rot	PIZ	34	34,8529	4,8142	0,82563	0,072
	CONT	30	31,53	6,86461	1,2533	
T3U3Rot	PIZ	34	32,6382	4,41176	0,75661	0,068
	CONT	30	29,4467	7,15834	1,30693	
T4U3Rot	PIZ	25	29,884	5,30084	1,06017	0,168
	CONT	24	27,6208	6,20715	1,26703	
T2U3Tip	PIZ	34	1,2529	0,68589	0,11763	0,087
	CONT	30	1,8567	1,44597	0,264	
T3U3Tip	PIZ	34	3,25	1,06948	0,18341	0,068
	CONT	30	3,2467	2,7233	0,4972	
T4U3Tip	PIZ	25	5,32	1,4312	0,28624	0,021
	CONT	24	4,2125	1,82502	0,37253	
T2L3Dist	PIZ	16	0,4237	0,14926	0,03731	0,486
	CONT	12	0,5092	0,50304	0,14521	
T3L3Dist	PIZ	16	1,2106	0,48527	0,12132	0,285
	CONT	12	1,0125	0,71528	0,20648	
T4L3Dist	PIZ	11	1,6145	1,00293	0,30239	0,712
	CONT	12	1,8208	0,9211	0,2659	

Tablo 8 (devam). CONT ve PZS grup verilerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma sonuçları

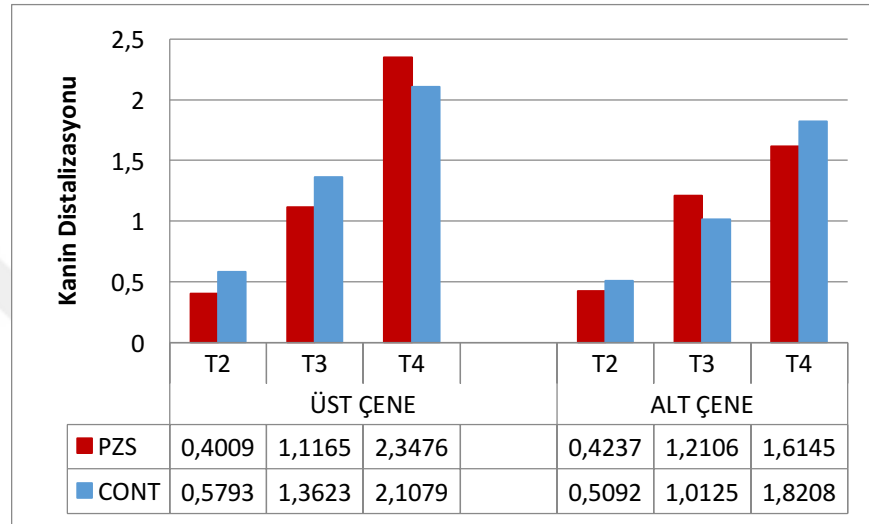
T1LSpace	PIZ	16	4,0844	0,91941	0,22985	0,15
	CONT	12	4,7242	1,54507	0,44602	
T2LSpace	PIZ	16	3,7675	0,89436	0,22359	0,275
	CONT	12	4,17	1,44661	0,4176	
T3LSpace	PIZ	16	2,9375	0,97023	0,24256	0,063
	CONT	12	3,7492	1,50256	0,43375	
T4LSpace	PIZ	9	2,4633	0,73034	0,24345	0,477
	CONT	12	2,8183	1,47605	0,4261	
T2L6Mez	PIZ	16	0,2275	0,17861	0,04465	0,125
	CONT	12	0,1458	0,09491	0,0274	
T3L6Mez	PIZ	16	0,5588	0,32764	0,08191	0
	CONT	12	0,1767	0,09355	0,02701	
T4L6Mez	PIZ	9	0,8478	0,30483	0,10161	0,001
	CONT	12	0,2958	0,20318	0,05865	
T1L3Rot	PIZ	16	41,0437	6,45239	1,6131	0,053
	CONT	12	36,5333	5,86148	1,69206	
T2L3Rot	PIZ	16	38,3625	6,53512	1,63378	0,09
	CONT	12	34,9083	6,03587	1,74241	
T3L3Rot	PIZ	16	35,3562	5,84203	1,46051	0,057
	CONT	12	30,8917	7,10422	2,05081	
T4L3Rot	PIZ	9	31,6333	9,12373	3,04124	0,118
	CONT	12	27,55	6,97065	2,01225	
T2L3Tip	PIZ	16	1,4438	0,53288	0,13322	0,545
	CONT	12	1,6583	1,32696	0,38306	
T3L3Tip	PIZ	16	3,1375	1,1644	0,2911	0,798
	CONT	12	3,3917	1,81782	0,52476	
T4L3Tip	PIZ	9	4,8	1,94229	0,64743	0,859
	CONT	12	4,8833	2,25422	0,65074	

Kanin Distalizasyonu

Kanin distalizasyonları ölçümünde 1. haftada (T2U3Dist) PZS grubunda ortalama üst kanin distalizasyon miktarı 0,40 mm iken CONT grubunda 0,58 mm olarak bulundu. Her iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,086$) (Tablo 8) (Şekil 1).

Kanın distalizasyonu 4. haftasında (T3U3Dist) ortalama üst kanin distalizasyonu PZS grubunda 1,17 mm, CONT grubunda 1,36 mm olarak gözlemlendi. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,319$) (Tablo 8).

8. haftada (T4U3Dist) ortalama üst kanin distalizasyonu 2.35 mm iken CONT grubunda 2,11 mm olarak bulundu ve diğer iki aşamada olduğu gibi gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,62$) (Tablo 8).



Şekil 1. PZS ve CONT gruplarında ortalama kanin distalizasyon miktarları

1. haftada (T2L3Dist) ortalama alt kanin distalizasyon miktarı PZS grubunda 0,42 mm iken CONT grubunda 0,51 mm olarak bulundu. Her iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,49$) (Tablo 8) (Şekil 1).

4 haftalık dönemde (T3L3Dist) ortalama alt kanin distalizasyonu PZS grubunda 1,21 mm, CONT grubunda 1,01 mm olarak gözlemlendi. Her iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,29$) (Tablo 8).

8. haftada (T4L3Dist) ortalama alt kanin distalizasyonu 1,61 mm iken CONT grubunda 1,82 mm olarak bulundu. Her iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ($p=0,71$) (Tablo 8).

Çekim Boşluklarının Değerlendirilmesi

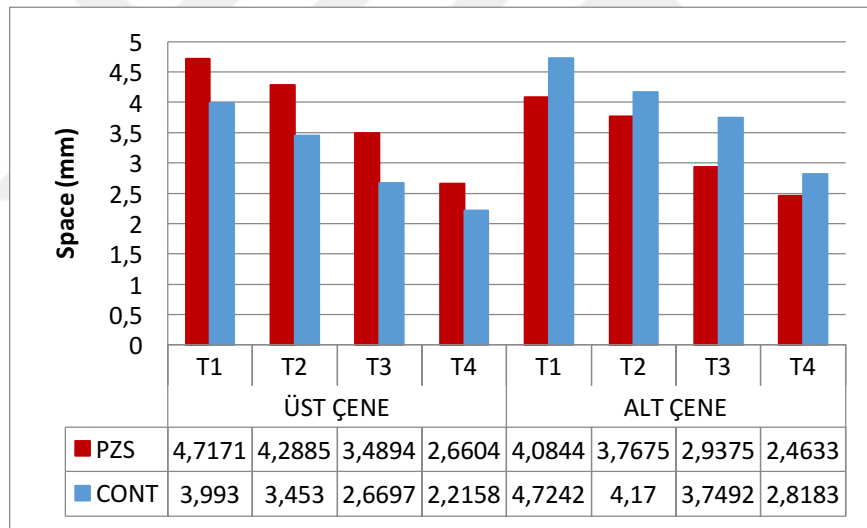
Kanın distalizasyonuna başlamadan (seviyeleme-sıralama bittikten sonra) hemen önce, üst kanin dişin distalindeki çekim boşluklarının ölçüldüğü dönemde (T1USpace) ortalama çekim boşluğu PZS grubunda 4,71 mm ve CONT grubunda 3,99

mm olarak saptandı. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p=0,057$) (Tablo 8) (Şekil 2).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 1 hafta sonra üst çenedeki ölçümlerde (T2USpace) bu boşluk PZS grubunda 4,29 mm, CONT grubunda 3,45 mm olarak saptandı. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,06$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 4 hafta sonra üst çenedeki ölçümlerde (T3USpace) bu boşluk PZS grubunda 3,48 mm, CONT grubunda 2,66 mm olarak saptandı. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,056$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 8 hafta sonra üst çenedeki ölçümlerde (T4USpace) bu boşluk PZS grubunda 2,66 mm, CONT grubunda 2,21 mm bulundu. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,171$) (Tablo 8).



Şekil 2. PZS ve CONT gruplarında ortalama çekim boşluklarındaki değişim

Kanın distalizasyonuna başlamadan (seviyeleme-sıralama bittikten sonra) hemen önce alt kanin dişin distalindeki çekim boşluklarının ölçüldüğü dönemde (T1LSpace) ortalama çekim boşluğu PZS grubunda 4,08 mm ve CONT grubunda 4,72 mm olarak saptandı. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p=0,15$) (Tablo 8) (Şekil 2).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 1 hafta sonraki alt çene ölçümlerinde (T2LSpace) bu boşluk PZS grubunda 3,75 mm, CONT grubunda 4,17 mm bulundu. Her

iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,275$) (Tablo 8).

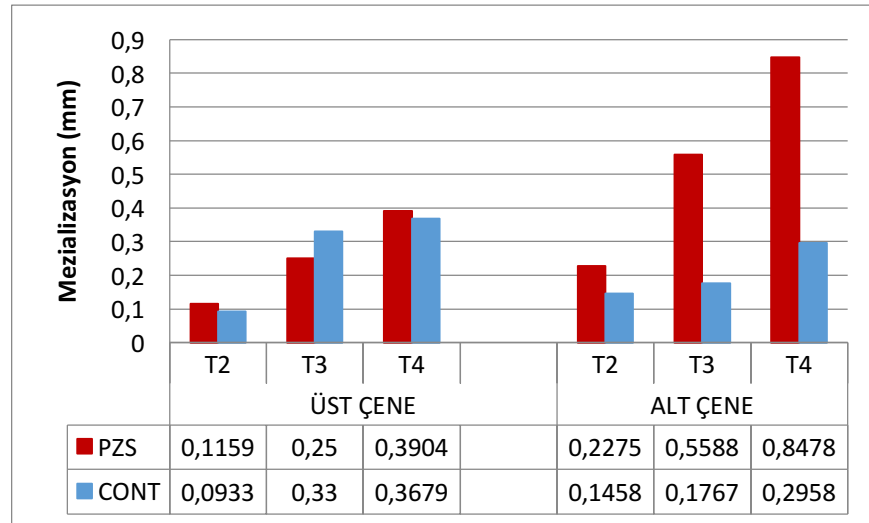
Kanın distalizasyonuna başlandıktan 4 hafta sonraki alt çene ölçümlerinde (T3LSpace) bu boşluk PZS grubunda 2,94 mm, CONT grubunda 3,75 mm olarak saptandı. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,063$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 8 hafta sonraki alt çene ölçümlerinde (T4LSpace) bu boşluk PZS grubunda 2,46 mm, CONT grubunda 2,82 mm bulundu. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,477$) (Tablo 8).

Molar Dişin Çekim Boşluğuna Hareketinin Değerlendirilmesi

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 1 hafta sonra (T2U6Mez) üst molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,11 mm, CONT grubunda 0,09 mm olarak ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,69$) (Tablo 8) (Şekil 3).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 4 hafta sonra (T3U6Mez) üst molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,25 mm, CONT grubunda 0,33 mm olarak ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,24$) (Tablo 8).



Şekil 3. PZS ve CONT gruplarında ortalama molar mezializasyonu değişim

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 8 hafta sonra (T4U6Mez) üst molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,39 mm, CONT

grubunda 0,36 mm olarak ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,64$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 1 hafta sonra (T2L6Mez) alt molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,23 mm, CONT grubunda 0,15 mm olarak saptandı. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,125$) (Tablo 8) (Şekil 3).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 4 hafta sonra (T3L6Mez) alt molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,56 mm, CONT grubunda 0,18 mm olarak saptandı.. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak çok anlamlıdır ($p=0,000$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başlandıktan 8 hafta sonra (T4L6Mez) alt molar dişin çekim boşluğuna mesial hareket miktarı ortalama olarak PZS grubunda 0,85 mm, CONT grubunda 0,30 mm olarak ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak çok anlamlıdır ($p=0,001$) (Tablo 8).

Kanın Dişin Distopalatinal Rotasyonunun Değerlendirilmesi

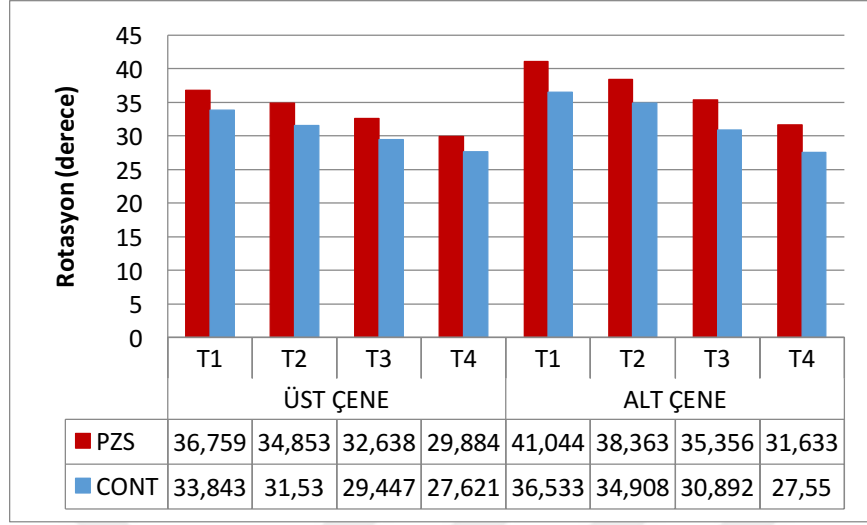
Distalizasyona başlamadan (T1U3Rot) üst kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $36,76^\circ$, CONT grubunda $33,84^\circ$ bulundu. Her iki grup arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,058$) (Tablo 8) (Şekil 4).

Distalizasyona başlandıktan 1 hafta sonra (T2U3Rot) üst kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $34,85^\circ$, CONT grubunda $31,53^\circ$ bulundu. Değerlerde meydana gelen düşüş, kanin dişin distopalatinal rotasyonunu göstermektedir. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,07$) (Tablo 8).

Distalizasyona başlandıktan 4 hafta sonra (T3U3Rot) üst kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $32,64^\circ$, CONT grubunda $29,45^\circ$ bulundu. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,068$) (Tablo 8).

Distalizasyona başlandıktan 8 hafta sonra (T4U3Rot) üst kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $29,88^\circ$, CONT grubunda $27,62^\circ$ bulundu. Her iki grup arasında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,168$) (Tablo 8).



Şekil 4. PZS ve CONT gruplarında ortalama çekim boşluklarındaki değişim

Distalizasyona başlamadan (T1L3Rot) alt kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $41,04^\circ$, CONT grubunda $36,53^\circ$ bulundu. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,053$) (Tablo 8) (Şekil 4).

Distalizasyona başladıktan 1 hafta sonra (T2L3Rot) alt kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $38,36^\circ$, CONT grubunda $34,91^\circ$ bulundu. Değerlerde meydana gelen düşüş, kanin dişin distopalatinal rotasyonunu göstermektedir. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,90$) (Tablo 8).

Distalizasyona başladıktan 4 hafta sonra (T3L3Rot) alt kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $35,36^\circ$, CONT grubunda $30,89^\circ$ bulundu. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,057$) (Tablo 8).

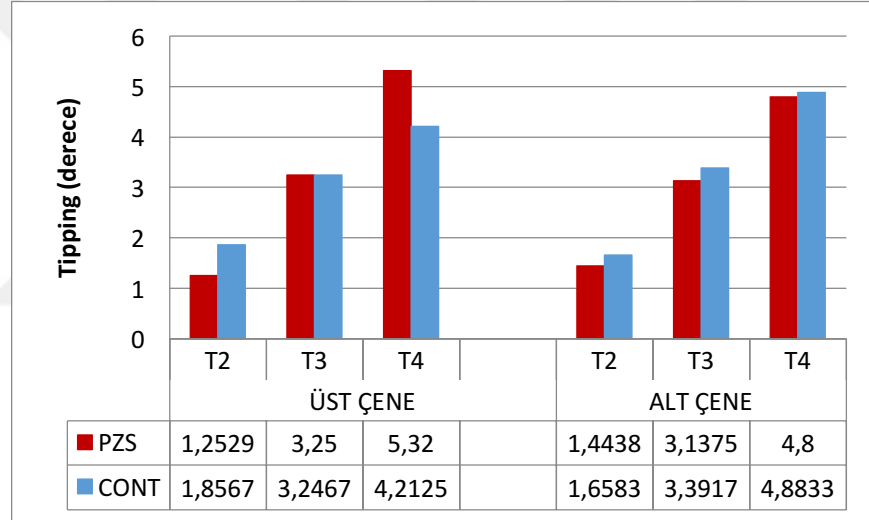
Distalizasyona başladıktan 8 hafta sonra (T4L3Rot) alt kanin dişlerin insizal kenarının orta hat ile yaptığı açı (başlangıçtaki konumu) değerlendirildiğinde PZS grubunda $31,63^\circ$, CONT grubunda $27,55^\circ$ bulundu. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,118$) (Tablo 8).

Kanın Dişinin Distale Eğilmesi (Tipping)

Kanın distalizasyonuna başladıktan 1 hafta sonra (T2U3Tip) üst kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 1,25°, CONT grubunda 1,86° ölçüldü. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,087$) (Tablo 8) (Şekil 5).

Kanın distalizasyonuna başladıktan 4 hafta sonra (T3U3Tip) üst kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 3,25°, CONT grubunda 3,25° ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,068$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başladıktan 8 hafta sonra (T4U3Tip) üst kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 5,32°, CONT grubunda 4,21° ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,021$) (Tablo 8).



Şekil 5. PZS ve CONT gruplarında ortalama çekim boşluklarındaki değişim

Kanın distalizasyonuna başladıktan 1 hafta sonra (T2L3Tip) alt kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 1,44°, CONT grubunda 1,66° ölçüldü. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,545$) (Tablo 8) (Şekil 5).

Kanın distalizasyonuna başladıktan 4 hafta sonra (T3L3Tip) alt kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 3,13°, CONT grubunda 3,39° ölçüldü. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,798$) (Tablo 8).

Kanın distalizasyonuna başladıktan 8 hafta sonra (T4L3Tip) alt kanin dişin distale tippingi ortalama olarak PZS grubunda 4,80°, CONT grubunda 4,88° ölçüldü. Her

iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,859$) (Tablo 8).

4.2.2. Periodontal İndeks Ölçümleri

PZS ve CONT gruplarından T0, T1 ve T4 aşamalarında alınmış plak indeksi, gingival indeks ve periodontal cep derinliği verilerinin tanımlayıcı istatistiği ve göre gruplar arası karşılaştırılması verildi (Tablo 9).

Tüm verilerin dağılımında homojenlik ve normal dağılım mevcut olmadığı için analizlerde alt üst veriler birleştirilerek MANN-Whitney U testi kullanıldı.

Tablo 9. CONT ve PZS gruplarının periodontal indeks verilerinin tanımlayıcı istatistiği ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma (p) sonuçları

		N	Ort.	SS	SH	P
PI	CONT-T0	30	0,4572	0,41889	0,07648	0,11
	PIZ-T0	34	0,5694	0,35444	0,06079	
	CONT-T1	30	0,6188	0,48717	0,08894	0,49
	PIZ-T1	34	0,8147	0,37494	0,0643	
	CONT-T4	30	0,6465	0,48394	0,08836	0
	PIZ-T4	34	1,1479	0,3004	0,05152	
GI	CONT-T0	30	0,5218	0,45783	0,08359	0,3
	PIZ-T0	34	0,5729	0,32438	0,05563	
	CONT-T1	30	0,5156	0,4016	0,07332	0,6
	PIZ-T1	34	0,6376	0,34606	0,05935	
	CONT-T4	30	0,6523	0,443	0,08088	0,001
	PIZ-T4	34	0,9947	0,18799	0,03224	
PD	CONT-T0	30	1,1164	0,57944	0,10579	0,15
	PIZ-T0	34	1,2962	0,12658	0,02171	
	CONT-T1	30	1,3588	0,76183	0,13909	0,93
	PIZ-T1	34	1,4509	0,25205	0,04323	
	CONT-T4	30	1,4445	0,81994	0,1497	0,647
	PIZ-T4	34	1,5403	0,23687	0,04062	

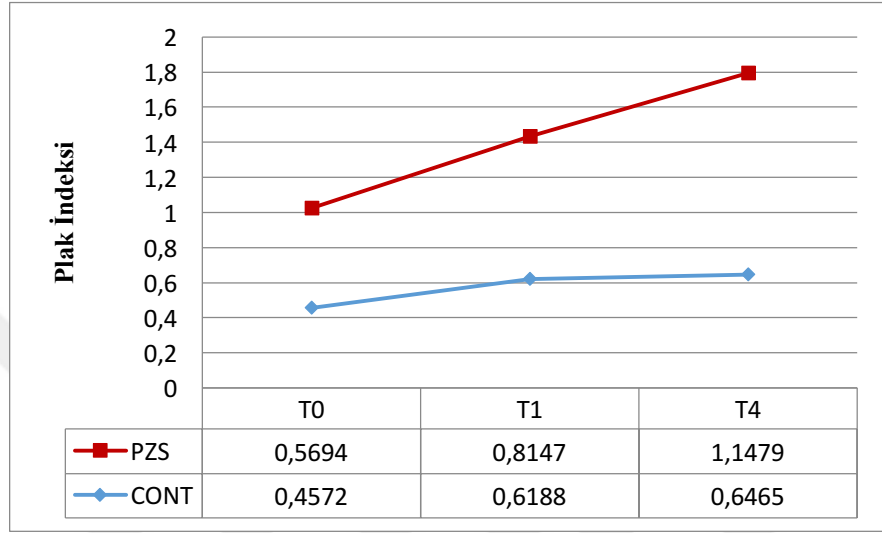
Plak İndeksi (PI)

Gruplar arası PI karşılaştırılmasında tedavi öncesinde (T0) PZS grubunda 0,57 iken CONT grubunda bu değer 0,46 bulundu. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p=0,11$) (Tablo 9) (Şekil 6).

Kanın distalizasyonu hemen öncesinde (T1) ortalama PI değeri PZS grubunda

0,82 iken CONT grubunda 0,62 olarak ölçüldü ve her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,49$) (Tablo 9).

Kanin distalizasyonu sonunda (T4) ortalama PI değeri PZS grubunda 1,15 iken CONT grubunda bu değer 0,65 olarak ölçüldü. Gruplar arasında çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p=0,000$) (Tablo 9).



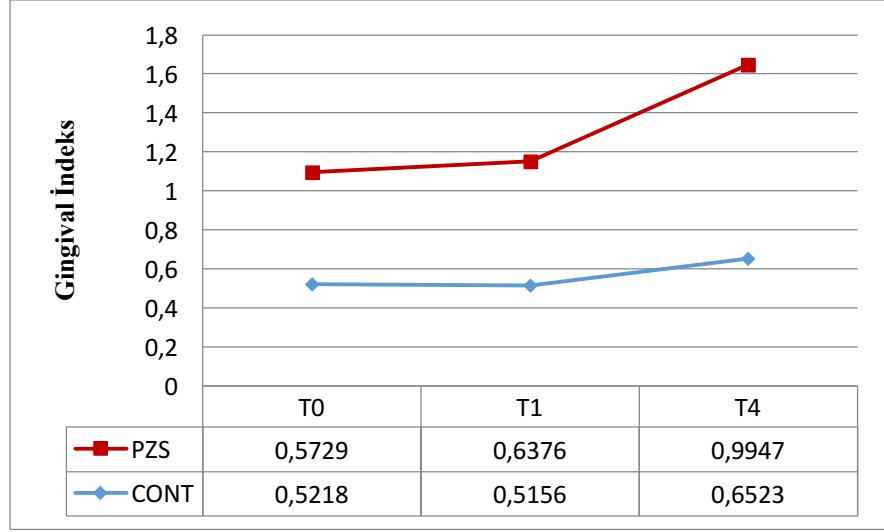
Şekil 6. PZS ve CONT gruplarında ortalama plak indekslerindeki değişim

Gingival İndeks (GI)

Tedavi öncesinde (T0) yapılan ölçümlerde GI değeri PZS grubunda 0,57 iken CONT grubunda bu değer 0,52 bulundu. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,30$) (Tablo 9) (Şekil 9).

Kanin distalizasyonu hemen öncesinde (T1) GI değeri PZS grubunda 0,64 iken CONT grubunda 0,52 olarak ölçüldü ve her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,60$) (Tablo 9).

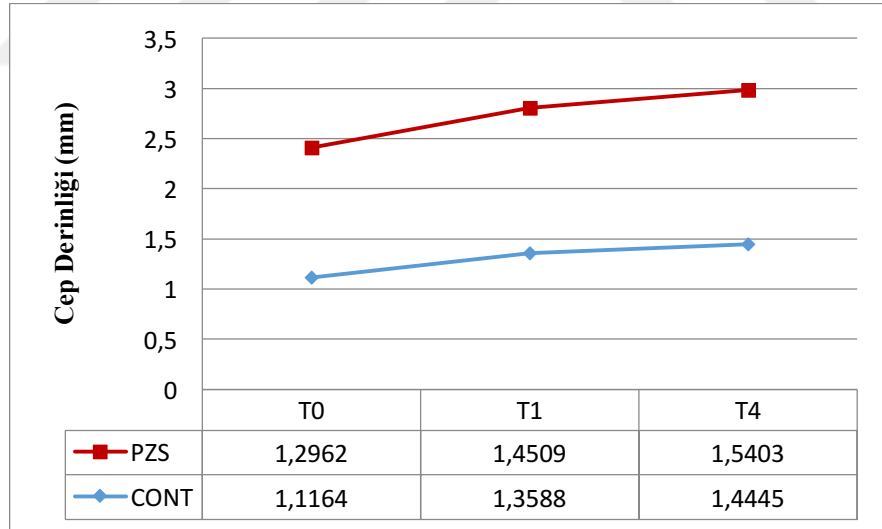
Kanin distalizasyonu sonunda (T4) ortalama GI değeri PZS grubunda 1,00 iken CONT grubunda bu değer 0,65 olarak ölçüldü. Gruplar arasında yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p=0,001$) (Tablo 9).



Şekil 7. PZS ve CONT gruplarında ortalama gingival indekslerdeki değişim

Periodontal Cep Derinliği (PD)

Tedavi öncesinde (T0) PD değeri PZS grubunda 1,30 iken CONT grubunda 1,12 olarak ölçüldü. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu ($p=0,15$) (Tablo 9) (Şekil 8).



Şekil 8. PZS ve CONT gruplarında periodontal cep ölçümlerindeki değişim

Kanin distalizasyonu hemen öncesinde (T1) PD değeri PZS grubunda 1,45 iken CONT grubunda 1,36 olarak bulundu. Her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,93$) (Tablo 9).

Kanin distalizasyonu sonunda (T4) ortalama PD değeri PZS grubunda 1,54 iken

CONT grubunda bu değer 1,45 olarak ölçüldü. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,65$) (Tablo 9).



5. TARTIŞMA

5.1. Bireylerin Seçimi ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamıza katılan hastaların çapraşıklık tedavisi veya kanin ilişkinin düzeltilmesi amacıyla birinci premolar çekimi yapılması ve sonrasında kanin dişlerin geriye alınması gereken bireyler olması kriter olarak belirlendi. Tedavi planı olarak birinci premolar çekimi sonrasında kanin ilişki class I'e gelene kadar kaninlerin distalizasyonuna karar verildi.

Çalışmamızda iskeletsel değişim hedeflenmediği için bireylerin büyüme gelişimleri bitmiş veya büyüme gelişimlerinin sonunda olmalarına dikkat edildi. Ayrıca yaş farklılıklarının diş hareketine etkisini en aza indirmek için benzer yaş aralığındaki bireyler seçildi. Çalışmamızdaki 32 bireyin kronolojik yaş ortalaması 16,7 ve kronolojik yaş dağılımı 19 ± 6 'dır. Çalışmamızdaki birey sayısı ve bireylerin yaş ortalaması diş hareketinin hızlandırılması ile ilgili diğer çalışmalarla uyumludur (Sukurica ve ark., 2007; Aboul ve ark., 2011; Shoreibah ve ark., 2012; Abed, 2013; Gün ve Çakırer, 2014; Koç, 2014; Özercan, 2014; Aksakalli ve ark., 2015; Abbas ve ark., 2016; Charavet ve ark., 2016).

Seifi ve ark., (2015), 10 tane yumurtalıkları alınmış dişi ratı ve 10 tane testisleri alınmış erkek ratı, sağlıklı 10 dişi ve 10 erkek rat ile karşılaştırdıkları çalışmalarında kadın ve erkek cinsiyet hormonlarının diş hareketi ve kök rezorpsiyonu üzerindeki etkilerine bakmışlardır. Çalışma sonucunda opere edilmiş erkek ve dişi ratlarda sağlıklı ratlara kıyasla ortodontik diş hareket hızı daha fazla bulunurken, kök rezorpsiyon miktarı daha az bulunmuştur. Östrojen, progesteron ve testosteron hormonlarının plazma seviyelerindeki değişimlerin ortodontik diş hareket hızını etkilediği bulunmuştur.

Dudic ve ark. (2013), cinsiyetin ve yaşın ortodontik diş hareketinde önemli bir etkisi olduğunu ifade ederken lokalizasyonun (alt veya üst çenede olmasının) herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte literatürde üst ve alt çenedeki farklı kemik yoğunluklarının ortodontik diş hareket hızını etkilediğini söyleyen araştırmalar da mevcuttur (Retain, 1985; Roberts, 2000).

Çalışmamızda cinsiyet dağılımı dengeli olacak şekilde bireylerin gruplara dağıtımını yapıldı ve ortodontik diş hareket hızını değerlendirmek için hem üst hem de alt çenedeki kanin dişler kullanıldı.

Diş hareketini hızlandıran cerrahi uygulamaların birçoğu gibi PZS uygulaması

da geçici olarak kemik metabolizmasını artırıcı kemik yoğunluğunu azaltıcı etki göstermektedir (Dibart ve ark., 2009; 2014). Bazı sistemik hastalıklar ve ilaçlar kemik metabolizmasını değiştirerek diş hareket hızını etkilediği için (Ashcraft ve ark., 1992; Krishnan ve Davidovitch, 2006; Sidiropoulou-Chatzigiannis ve ark., 2007; Bartzela ve ark., 2009; Atik ve Ciğer, 2012) çalışmamıza sistemik hastalığı bulunan veya kemik metabolizmasını etkileyecek düzenli ilaç kullanması gereken hastalar dahil edilmedi. Ayrıca periodontal hastalıklı ve kötü ağız hijyenine sahip hastalar da çalışma dışında tutuldu.

5.2. Kanin Distalizasyonu ve Piezoinsizyon Protokolü

Zablocki ve ark. (2008), TPA'ların ankraj kapasitesini birinci premolar çekimli bireylerde inceledikleri çalışmalarında, TPA'ların kullanışlı fakat birinci molar dişlerin hem sagittal hem de vertikal yönde hareketlerini engellemede etkin olmadığını bildirmişlerdir. Maksimum ankraj gereken vakalarda ek ankraj uygulamaları yapılmasını önermişlerdir.

Çalışmamızda tedavi başından itibaren ankrajı korumak için üst çeneye TPA yerleştirildi ve TPA'ya ek olarak kanin dişler class I ilişkiye getirilinceye kadar 2. premolar ve 1. molar dişler arasına 1,6 mm çapında 8 mm boyunda mini vidalar kullanıldı.

Mini vidaların hasta kooperasyonu gerektirmemesi, klinik koşullarda kullanımının kolay olması, diş veya diş gruplarının direnç merkezi yakınlarına yerleştirilerek gövdesel hareket sağlaması, biyouyumluluğu gibi özellikleri tercih edilme sebeplerindedir (Park ve Kwon, 2004; Carano ve ark., 2005).

Mini vidaların anterior dişlerin retraksiyonunda ve kanin distalizasyonunda başarılı bir şekilde kullanılabilceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Costa ve ark., 1997; Park ve Kwon, 2004; Park ve ark., 2005a; 2005b; Kokitsawat ve ark., 2008; Leung, 2008; Thiruvengkatachari ve ark., 2008; Yao ve ark., 2008; El-Beialy ve ark., 2009; Kuroda ve ark., 2009).

Dixon ve ark. (2002), 33 hastada üç farklı yöntemin (aktif ligatür, powerchain ve NiTi coil) ortodontik boşluk kapatma oranına etkisini araştırmışlardır. Tüm gruplarda kanin distalizasyonu 0,019×0,025 inç paslanmaz çelik ark telinde yapılmıştır ve kuvvet uygulamadan önce köşeli ark teli pasif hale gelinceye kadar 4 hafta ağızda bekletilmiştir. Hastalar 4 haftada bir kontrole çağırılmıştır. Aktif ligatürler ve power chainler her

randevuda yenilenirken, 200 gr kuvvet uygulayacak şekilde ayarlanan NiTi coiller gerekli olmadıkça tedavi sonuna kadar değiştirilmemiştir. Çalışma sonucunda NiTi coillerin en hızlı boşluk kapatma oranına sahip oldukları bildirilmiş, bunun yanında power chainlerin ise etkili ve daha ucuz bir tedavi seçeneği olabileceği ifade edilmiştir.

Samuels ve ark. (1993), çalışmalarında keser retraksiyonu amacıyla birinci premolar diş çekimi yapılan 17 hastada NiTi coiller ile elastik modüllerin etkinliğini kıyaslamıştır. Retraksiyon 0,019×0,025 paslanmaz çelik ark telinde yapılmış ve hastalar 6 hafta arayla kontrole çağrılmışlardır. Her kontrolde “coil springlerin” ve elastomerik modüllerin kuvvetleri ölçülmüştür. Yapılan kontrollerde coil springlerin kuvvetlerinde bir değişiklik olmazken elastomerik modüllerin kuvvetlerinin neredeyse bitecek kadar azaldığı bulunmuştur. NiTi coillerin elastomerik modüllere göre daha hızlı ve sürekli bir boşluk kapatma sağladıkları bildirilmiştir.

Kanın distalizasyonu için gereken optimal kuvvet miktarı üzerinde farklı görüşler vardır.

Boester ve Johnston (1974), 10 hastada yaptıkları çalışmada kanin retraksiyonunda dört farklı kuvvet değerinin (55 gr, 140 gr, 225 gr, 310 gr) etkisine bakmışlardır. 55 gr’lık kuvvet seviyesinin 140 gr, 225 gr ve 310 gr’dan daha az diş hareketi sağladığı, 140 gr, 225 gr ve 310 gr’lık kuvvet seviyeleri arasında ise boşluk kapatma açısından fark olmadığı belirtilmiştir.

Samuels ve ark. (1998), 100 gr, 150 gr ve 200 gr’lık kuvvetler uygulayan coillerin boşluk kapatma üzerindeki etkilerini değerlendirdiği çalışmalarında, 150 ve 200 gr kuvvet uygulayan coil springlerin 100 gr’dan daha hızlı boşluk kapatma sağladığını bulmuşlardır. 150 ile 200 gr’lık kuvvetler arasında ise bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Iwasaki ve ark. (2000), 7 hastada yaptıkları çalışmalarında kanin retraksiyonunda düşük büyüklükte sürekli kuvvetlerin etkisine bakmışlardır. Araştırma sonucunda kanin distalizasyonu için uygulanan 18 gr ve 60 gr gibi düşük büyüklükteki kuvvetlerin hücre biyolojisine uygun olacak şekilde kontrollü ve etkili diş hareketi sağlayabildiğini bildirmişlerdir.

Yee ve ark. (2009), NiTi coiller aracılığıyla ağır ve hafif kuvvetlerle oluşturulan ortodontik diş hareketinin hızını ve miktarını ölçmüşlerdir. 14 hastada yapılan split mouth çalışmada, premolar çekim boşluğuna kanin distalizasyonu için bir tarafa 50 gr, diğer

tarafa 300 gr'lık kuvvet uygulayan NiTi coiller yerleştirilmiştir. Araştırmacılar başlangıç aşamasında diş hareket miktarının kuvvet miktarı ile ilgili olmadığını ve hafif kuvvetlerin başlangıç diş hareketi için daha faydalı olabileceğini bildirmişlerdir. Ağır kuvvetler ile daha hızlı ve daha fazla diş hareketi oluşturulabilmesine rağmen, kanin rotasyon kontrolünün zor olması ve ankraj kaybı gibi yan etkileri de beraberinde getirdiği için avantajlarını ortadan kaldırdığını söylemişlerdir.

Literatürde kanin distalizasyon hızına bakılan çalışmalarda 100 gr (Alikhani ve ark., 2013), 170 gr (Özercan, 2014), 180 gr (Sakin ve Aylıkci, 2013), 200 gr (Abed, 2013) gibi kuvvet uygulamaları mevcut olsa da benzer çalışmaların birçoğunda 150 gr'lık kuvvetler uygulanmıştır (Aboul ve ark., 2011; Aksakalli ve ark., 2015; Uzuner ve ark., 2015; Abbas ve ark., 2016).

Çalışmamızda benzer olarak kanin distalizasyonu için 150 gr kuvvet uygulayan NiTi coiller kullanıldı. NiTi coiller mini vidadan kanin diş braketinin hookuna tel ligatür ile bağlandı ve tel ligatür en son bir tur geri çevrilip gevşetilerek pasif bir bağlama oluşturuldu.

PZS yönteminin temeli Frost (1989)'un ortaya koyduğu ve RAP olarak adlandırılan kemikteki yaralanmalarla fizyolojik iyileşme yanıtı arasındaki bağlantıya dayanmaktadır. Wilcko ve ark. (2001), hızlandırılmış osteojenik ortodonti olarak adlandırdıkları tekniklerinde diş hareketindeki hızlanmanın sebebinin RAP olduğunu açıklayarak RAP'ı tekrar gündeme getirmişlerdir.

Literatürlerde RAP'ın yaralanmadan sonra birkaç gün içinde başladığı, genellikle bir veya iki ay içinde tepe noktaya ulaştığı ve etkisinin 6 ile 24 aya kadar sürebildiği bildirilmiştir (Yaffe ve ark., 1994; Verna ve ark., 1999; Wilcko ve ark., 2003; Lee ve ark., 2008).

Sağlıklı dokularda kortikotomi yapılan alanların hemen komşuluğundaki bölgelerde, sınırlı alanda oluşan RAP'ın etkisiyle kemikteki mineral yoğunluğunda azalma meydana gelirken (osteopeni), kemik matriksinin hacmi sabit kalır (Bogoch ve ark., 1993; Ferguson ve ark., 2001; Sebaoun ve ark., 2008).

Ortodontik kuvvet uygulanmış dişler hacmi aynı fakat yoğunluğu geçici olarak azalmış bir kemik içerisine hareket ederler (Pham-Nguyen ve ark., 2006; Sebaoun ve ark., 2008). Mekanik olarak indüklenmiş bu geçici osteopeninin hızlı diş hareketinden sorumlu olduğu düşünülmektedir (Frost, 1983; Sebaoun ve ark., 2008; Wilcko ve ark., 2008).

Yaffe ve ark. (1994), ratlarda yaptıkları çalışmalarında mandibulada basit bir flep kaldırmanın RAP'ı başlatabildiğini göstermişlerdir. Aynı zamanda tek başına diş hareketinin de RAP oluşumuna sebep olduğu bilinmektedir (Verna ve ark., 2000; Lee ve ark., 2008; Sebaoun ve ark., 2008).

Tek başına diş hareketinde veya dekortikasyon yapılmadan sadece flep kaldırılmasıyla oluşan RAP'ın hafif ile orta derece arasında olduğunu ve bunun hızlı diş hareketi için yeterli olmayacağı belirtilmiştir. Selektif alveolar dekortikasyonlarla kombine edilen diş hareketinde ise çok daha şiddetli bir RAP ortaya çıkacağı bildirilmiştir (Sebaoun ve ark., 2008).

Dibart ve ark. (2014), PZS'nin alveolar kemik üzerindeki etkisini araştırdıkları rat çalışmasında, cerrahi uygulamadan 1 gün sonra RAP oluşumu sağlanabildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca sadece PZS yapılan gruba kıyasla hem PZS hem de ortodontik diş hareketi gerçekleştirilen grupta osteoklastik aktivitede daha fazla artış görülmüş, bu durumun PZS ve diş hareketinin, diş hareketini hızlandırmada sinerjistik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda PZS grubunda uygulanan cerrahi işlemler Dibart ve ark. (2009)'nın vaka raporunda yayınladığı şekilde gerçekleştirildi. Farklı olarak sadece retrakte edilecek kanin dişlerin mesial ve distallerine kesiler yapıldı ve gerekli görülmediği için kesi bölgelerine kemik grefti uygulanmadı. Dibart ve ark. (2009), kemik greftini özellikle çapraşıklığın diş çekimi yerine ekspansiyonla çözülmesi planlanan vakaların tedavisinde önermektedir. Kanin distalizasyonu aşamasında PZS prosedürünü kullanan benzer çalışmalarda da teknik aynı şekilde uygulanmıştır (Mehr, 2013; Sakin ve Aylikci, 2013; Gün, 2014; Aksakalli ve ark, 2015).

Literatürde PZS tekniğinde kesi derinliğini 4 mm olarak yapan çalışmalar mevcut olsa da (Sakin ve Aylikci, 2013), çoğu çalışmada kesilerin derinliği 3 mm olacak şekilde yapılmıştır (Dibart ve ark., 2009; 2010; Keser ve Dibart, 2011; Caiazzo ve ark., 2013; Aksakalli ve ark., 2015; Charavet ve ark., 2016).

Dibart ve Keser (2015), RAP'ın tüm etkisini elde etmek için kesilerin kortikal kemiği geçip spogioz kemiğe ulaşmasının önemli olduğunu vurgulamış, piezo kesilerinde ortalama 3 mm derinliğin bunun için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda dekortikasyonlar benzer olarak kesi derinliği ortalama 3 mm olacak şekilde yapıldı.

Sebaoun ve ark. (2005), sürekli ortodontik kuvvet uygulamasının osteopenik

etkiyi uzatılabileceğini söylemişlerdir. Bu sebeple araştırmacılar hastaların 2 haftada bir görölüp kuvvet aktivasyonu yapılmasını tavsiye etmektedirler (Wilcko ve ark., 2003; Dibart ve ark., 2009; 2010; 2014; Keser ve Dibart, 2013).

Çalışmamızda kanin retraksiyonunda başlangıçtaki kuvvet değerini kaybetmeyen NiTi coiller tercih edildiği için cerrahi uygulamadan sadece 1 hafta sonra hastalar kontrole çağrıldı, sonraki randevular 4 hafta aralıklarla yapıldı.

Diş hareket miktarını değerlendirmede birden fazla yöntem kullanılabilir. Literatürde ölçümlerin milimetrik cetveller veya dijital kumpasla ağız içinden (Deguchi ve ark., 2007; Miles, 2007), alçı modeller üzerinden (Fischer, 2007; Sukurica ve ark., 2007; Aboul ve ark., 2011; Abed, 2013; Charavet ve ark., 2016;), alçı modellerin tarama cihazı ile taranmasıyla elde edilmiş üç boyutlu dijital modeller üzerinden (Aksakalli ve ark., 2015; Abbas ve ark., 2016), sefalometrik röntgenler üzerinden (da Costa Monini ve ark., 2014; Juneja ve ark., 2015) veya bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden (Gün, 2014; Koç, 2014; Özerca, 2014; Tunçer, 2015) yapıldığı çalışmalar mevcuttur.

Ağız içi ölçümlerde referans noktası belirlenmesi zor olduğundan ve kanin rotasyonu, kanin tippingi ve molar dişteki ankraj kaybının ölçülememesi gibi dezavantajlarından dolayı çalışmamızda tercih edilmedi. Sefalometrik röntgen üzerinden veya bilgisayarlı tomografi görüntülerinden çalışmamızla ilgili verilerin ölçümleri etkin bir şekilde yapılabilecek olmasına rağmen çalışmaya dahil olan hastaların gereksiz radyasyona maruz bırakılmaması için bu yöntemler de kullanılmadı. Çalışmamızda diş hareketi hızı ve miktarı alçı modeller ve bu modellerin taranmasıyla elde edilen dijital modeller üzerinden ölçüldü.

Hoggan ve Sadowsky (2001), ön ve arka dişlerin anteroposterior yönde hareketlerini belirlemek için sefalometrik çakıştırmalar ile palatal rugalar üzerinde çakıştırılarak yapılan ölçümleri karşılaştırmış ve iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ölçümlerin rugalar üzerinde güvenle yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Cisneros ve ark. (2000), Sukurica ve ark. (2007) ve Aboul ve ark. (2011) da çalışmalarında dişlerin hareket miktarlarını belirlemek için palatal rugaları kullanmışlardır. Çalışmamızda da benzer olarak dişlerin hareketlerini belirlemek için yapılan model çakıştırmalarında kullanılacak referans noktaları üst çenede palatal rugalar üzerinden (birinci ve ikinci palatal rugaların medial ve lateral sonları veya üçüncü palatal

ruganın medial sonu) seçildi.

Alt çenede ise üst çenedeki palatal rugalar gibi çakıştırma yapılabilecek sabit noktalar mevcut olmadığı için literatürde alt çene için farklı çakıştırma noktalarından bahsedilmiştir. Ön ve arka dişlerin lingual bölgeleri (An ve ark., 2015), mandibular gövde (de Oliveira Ruellas ve ark., 2016), tedavi edilmemiş dişler, minividalar, anatomik stabil noktalar gibi modeller üzerinde stabil olduğu düşünülen diğer noktalar (Camdemy,2016) bunlardan bazılarıdır. Bizim çalışmamızda ise alt çenede santral keserlerin orta noktası ve ikinci molarların mesial tüberkül tepesi çakıştırma noktası olarak kullanılmıştır.

Çalışmamızda kanin dişlerin ön arka yöndeki hareketlerinin ölçümünde kanin dişlerinin kusp tepeleri arasındaki mesafe dikkate alındı. Kanin distalizasyon miktarına ve hızına bakılan birçok çalışmada da diş hareket miktarının ölçümlerinde kanin dişlerin kusp tepelerinin kullanıldığı görülmüştür (Sukurica ve ark., 2007; Aksakalli ve ark., 2015; Abbas ve ark., 2016).

Shpack ve ark. (2008), Mezomo ve ark. (2011) ve Abbas ve ark. (2016) çalışmalarında kanin rotasyonunu ölçmek için median rafe ve kanin dişin mesial ve distalinden geçen düzlem arasındaki açıyı kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda da kanin rotasyonu benzer şekilde ölçüldü.

Kiliaridis ve ark. (2000) antagonisti olmayan molar dişlerin devrilme miktarını ölçtükleri çalışmalarında devrilme açısı olarak molar dişin uzun eksenini ve oklüzal düzlem ile arasında kalan açıyı kullanmışlardır. Çalışmamızda da kanin dişlerinin devrilme miktarı benzer yöntem kullanılarak yapıldı.

Abbas ve ark. (2016), molar dişin mesial hareketini daimi birinci moların mesial kontakt noktası ile ruga düzlemi arasındaki uzaklığı ölçerek belirlemişlerdir. Çalışmamızda birinci molar dişin mesial hareketi benzer şekilde ölçüldü.

5.3. Dijital Ortodontik Modellerde Yapılan Ölçümler

5.3.1. Kanin Distalizasyon Hızı

Dibart ve ark. (2014), yaptıkları rat çalışmasında 94 ratı kontrol, diş hareketi, PZS ve diş hareketi ile birlikte PZS olmak üzere dört farklı gruba ayırmış, PZS'nin alveolar kemik üzerindeki etkisini incelemişlerdir. PZS destekli ortodontik diş hareketinde cerrahi uygulamadan 1 gün sonra osteoklastik aktivite artışı ve RAP

oluşumunun başladığını ve buna bağlı olarak alveolar kemik turnover hızının arttığını bildirmişlerdir.

Charavet ve ark. (2016), 24 birey üzerinde yaptıkları çalışmalarında PZS'nin toplam tedavi süresine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada PZS kullanımı seviyeleme aşamasına denk gelen ortalama ilk 4 ay boyunca diş hareketinde artış meydana getirirken sonrasında diş hareketini daha az ama yine de önemli miktarda hızlandırdığı bildirilmiştir. Maksillada hızlandırıcı etki cerrahi uygulamadan kısa bir süre sonra görülmüşken mandibula ancak ikinci ark teli değiştirildiğinde gerçekleşmiştir. Bu durum mandibuladaki kemik yoğunluğunun maksilladan daha fazla olmasına bağlanmıştır. Çalışma sonucunda PZS yapılan grupta kontrol grubuna kıyasla toplam tedavi süresinin %43 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Aksakalli ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmalarında PZS'nin kanin distalizasyon hızına etkisini araştırmışlardır. Split mounth olarak planlanan çalışmada 10 bireyde 20 adet maksiller kanin dişi kullanılmıştır. Kanin distalizasyon süresi 3,5 ay sürmüş olup ilk aydaki ortalama kanin distalizasyon miktarı 1,53 mm, ikinci ay 1,37 mm olarak bulunmuştur. Sonuç olarak kanin distalizasyonunda PZS kullanımının kontrol grubuna kıyasla iki kat daha fazla diş hareketi gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2013), çalışmalarında minimal invaziv cerrahi uygulamalardan biri olan piezopuncture yönteminin etkileri incelenmiştir. 10 deney köpeğinin kullanıldığı çalışmada piezo cihazı ile ilgili dişin bukkal ve lingual kortikal kemiğine mesial ve distal bölgelerden çok sayıda delikler açılmıştır. Çalışma sonucunda piezopuncture grubunda kontrol grubuna göre üst çenede 3,26 kat (ortalama hız 2,31 mm), alt çenede 2,45 kat (ortalama hız 1,33 mm) daha hızlı diş hareketi gerçekleştiği görülmüştür. Diş hareketinde hızlanma üst çenede ilk iki haftada gerçekleşirken alt çenede ikinci haftada meydana gelmiştir.

Teixeira ve ark. (2010), ratlar üzerinde yaptıkları çalışmalarında osteoperforasyonun etkilerini incelemişlerdir. Bukkal yönden kortikal kemiğe yaklaşık 0,25 mm derinliğinde 3 adet perforasyon yapılmıştır. Yapılan osteoperforasyonların diş hareketinde hızlanma sağladığı bulunmuştur. Ayrıca inflamatuvar sitokin sentezini, osteoklast sayısı ve aktivitesini, kemik turnover ve generalize osteopöroziteyi de artırdığı bildirilmiştir.

Özercan (2014), üç farklı yöntemin (PZS, kortikotomi ve konvansiyonel teknik) kanin distalizasyon hızına etkisini araştırmıştır. Çalışmada 21 hasta 3 gruba ayrılmış ve toplamda 42 üst kanin dişi kullanılmıştır. Araştırma sonunda kanin dişlerin 4 haftalık hareket miktarı kontrol grubu için 1,08 mm, kortikotomi grubu için 1,92 mm ve PZS grubu için 1,76 mm olarak bulunmuştur. PZS grubu ve kortikotomi grupları arasında diş hareketi süreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kontrol grubu ile kıyaslandığında diş hareketinin, hem PZS grubunda hem de kortikotomi grubunda yaklaşık iki kat hızlı olduğu bildirmiştir.

Gün (2014), 31 hasta üzerinde yaptığı çalışmasında PZS işleminin kanin distalizasyonu hızına olan etkisini incelemiştir. 10 haftalık gözlem sonrasında PZS yapılan grupta diş hareket miktarı ortalama 3,11 mm, kontrol grubunda ise 2,11 mm olarak ölçülmüş ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir ($P<0,001$).

Tunçer (2015), üst çene 1. premolar çekimli 30 bireyde yaptığı çalışmasında, minivida destekli en-masse retraksiyonda PZS uygulamasının etkinliğini araştırmıştır. Çalışma sonucunda en-masse retraksiyon vakalarında PZS yönteminin istatistiksel olarak anlamlı bir hızlanma sağlayamadığı bildirilmiştir. Ortalama reseptör aktivatör nükleer κ B ligand (RANKL) yoğunluğu, miktarı ve DOS hacmi kontrol grubu ile benzer bulunduğunu belirtmiştir.

Sakin ve Aylıkci (2013), 19 yaşında sınıf II maloklüzyon, derin kapanış ve üst ön çapraşıklığa sahip, üst 1.premolar çekimli tedavi edilen bir hastada kanin distalizasyonu aşamasında PZS uygulamışlardır. Kanin distalizasyonu 5 ay sürmüş ve toplamda 7-8 mm'lik bir diş hareketi sağlanmıştır. Diş hareketinin hızlanması özellikle ilk 4. ve 5. haftalarda olmuş, 4. haftadan sonra hız azalmıştır.

Abbas ve ark. (2016), kortikotomi ve PZS'nin kanin retraksiyonuna etkisini 20 birey üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında 3 aylık kontrol süresince kanin distalizasyon miktarı, molar ankraj kaybı, kanin rotasyonu, kanin inklünasyonu, kanin kök rezorpsiyonu, plak indeksi, gingival indeks, sondlama derinliği, ataçman seviyesi ve diş eti çekilmelerini incelemişlerdir. Split mouth yaptıkları çalışmalarında hastalar 2 haftada bir görülmüş, bir taraftaki maksiller kanine cerrahi uygulama yapılırken diğer kanin kontrol olarak bırakılmıştır. Distalizasyon için kuvvet kaynağı olarak 150 gr'lık NiTi coiller kullanılmıştır. PZS grubunda 0-4. haftalar arası kanin distalizasyon miktarı 0,9 mm, 4-8. haftalar arası kanin distalizasyon miktarı 1,3 mm bulunurken, kortikotomi

grubunda 0-4. haftalar arası hareket miktarı 1,1 mm, 4-8. haftalar arasında ise 1,58 mm olarak ölçülmüştür. Özellikle 1. ve 3. aylarda kortikotomi tarafında PZS'ye kıyasla belirgin miktarda daha fazla diş hareketi görülmüştür Bu durum kortikotominin daha yaygın bir cerrahi işlem olmasından dolayı ortaya çıkan RAP'ın daha fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Kanin kök rezorpsiyonu kontrol tarafında daha fazla bulunmuştur.

Tsai ve ark. (2016), yaptıkları hayvan çalışmalarında MOP ve kortisizyonu herhangi bir cerrahi işlem uygulanmayan kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda kontrol grubu ile çalışma grupları arasında diş hareket hızı açısından 1. haftada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, anlamlı fark sadece 2. hafta meydana gelmiştir. Her iki cerrahi yöntem arasında diş hareket hızında ilk 6 haftalık süre içinde herhangi bir farklılık bulunmamıştır. 3. haftada her iki cerrahi grupta da kemik hacminde azalma meydana gelmiştir fakat kontrol grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Mehr (2013), 14 hasta üzerinde yaptığı tez çalışmasında piezotome-kortisizyon tekniğinin konvansiyonel yöntemlere kıyasla mandibular çapraşıklık tedavisi süresi üzerindeki etkisine bakmıştır. Hastaları iki gruba ayırmış ve bir gruba piezotome-kortisizyon prosedürünü uygularken diğer grubu konvansiyonel teknikle tedavi etmiştir. Çalışma sonucunda mandibular çapraşıklık tedavi süresi açısından her iki grup arasında farklılık bulunmamıştır. Çalışma grubunda kontrole kıyasla sadece ilk 4-5. haftalarda 1.6 kat daha hızlı diş hareketi görülmüş, ağrı düzeylerinde ise her iki grup arasında farklılık izlenmemiştir. Araştırmacı tekniğin mandibular çapraşıklık tedavisinde konvansiyonel tekniğe kıyasla etkin bulunmadığını belirtmiştir.

Alikhani ve ark. (2013), 20 hasta üzerinde MOP'un diş hareket hızı ve inflamatuvar sitokin sentezi salınımına etkisini incelemişlerdir. MOP uygulamasından sonra üst çene sağ-sol kaninler retrakte edilmiş ve 28 gün sonra diş hareket miktarı ölçülmüştür. Çalışma sonucunda MOP'un diş hareketini ortalama 2,3 kat hızlandırdığını ve inflamatuvar sitokin sentezi salınımında belirgin bir artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Aboul ve ark. (2011), 13 hasta üzerinde kanin retraksiyonunda kortikotominin etkinliğini incelemişlerdir. Kortikotomi yapılan tarafta üst kanin dişi ilk ay 1,89 mm, ikinci ay 1,83 mm hareket ederken kontrol tarafında ise ilk ay 0,75 mm, ikinci ay 0,86 mm hareket gözlenmiştir. Çalışma sonucunda distalizasyonun ilk 2 ayında kanin dişinin

ortalama aylık hızı kontrol grubunun yaklaşık 2 katı olmuş, bu aşamadan sonra azalarak 3. ayda diş hareket hızı neredeyse kontrol grubuna yakın bir değere indiği görülmüştür.

Çalışmamızda grup içi veriler değerlendirildiğinde PZS grubunda üst çenede ilk dört haftalık dönem (1,12 mm/ay) ile ikinci dört haftalık dönemdeki (1,23 mm/ay) kanin distalizasyon hızı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. CONT grubunda da üst çenede ilk dört haftalık dönem (1,36 mm/ay) ile ikinci dört haftalık dönem (0,89 mm/ay) arasında kanin distalizasyon hızı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı.

Alt çenede grup içi karşılaştırmada PZS grubunda alt çenede distalizasyon hızında ilk dört haftalık dönem (1,21 mm/ay) ile ikinci dört haftalık dönem (0,4 mm/ay) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. CONT grubunda da distalizasyon hızında ilk dört hafta (1,01 mm/ay) ve ikinci dört haftalık zaman (0,88 mm/ay) diliminde anlamlı farklılık bulunmadı.

Gruplar arası karşılaştırmada ise PZS ve CONT grupları arasında üst çenede kanin distalizasyon miktarları açısından (1. hafta, 4. hafta ve 8. haftada) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Benzer olarak alt çenede kanin dişlerindeki distalizasyon miktarları karşılaştırıldığında, PZS ve CONT grupları arasında tüm zamanlarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Bu sonuçlar Mehr (2013), Sakin ve Aylikci (2013) ve Tunçer (2015) 'in çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda kanin distalizasyon hızı ve miktarı PZS tekniği kullanılarak yapılan benzer birçok çalışmaya kıyasla daha az miktarda bulundu ve PZS grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Bunun birkaç farklı nedeni olabilir. PZS tekniğinin diş hareketini hızlandırmasının ardında yapılan kortikal kesilerin RAP oluşumunu sağlaması bulunmaktadır (Dibart ve ark., 2009; 2010; 2014; Keser ve Dibart, 2013). RAP'ın süresinin ve yoğunluğunun cerrahi yara miktarı ve yaradaki yumuşak doku içeriği ile doğru orantılı olduğu bilinmektedir (Frost, 1983). Cohen ve ark. (2010), artmış cerrahi travmanın diş hareket hızı ve kök rezopsiyonuna etkilerine baktıkları çalışmalarında travma şiddetleri farklı iki yöntemi kıyaslamışlardır. Sonuç olarak cerrahi travmadaki artışın diş hareket hızını ve miktarını da artırdığını bildirmiş ve daha yaygın cerrahi tekniklerin daha fazla RAP oluşumuyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Alikhani ve ark. (2015), yaptıkları çalışmalarında bir MOP uygulamasının diş hareketinde anlamlı bir hızlanma sağlayamazken, dört adet MOP uygulaması ile

istatistiksel olarak anlamlı diş hareket hızı elde edildiğini göstermişlerdir. Çalışma sonucunda kemiğe uygulanan travmanın miktarı ve şiddeti ile diş hareket hızı arasında direk bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Abbas ve ark. (2016), çalışmalarında kanin distalizasyonunda PZS'ye kıyasla kortikotominin daha etkin olduğunu bildirmiş, bu durumu kortikotomi cerrahisinin daha travmatik yapısından dolayı daha yaygın bir RAP oluşumu sağlamasıyla açıklamışlardır. Mehr (2013), çalışmasında mandibular çapraşıklık tedavisinde piezotome-kortisizyon prosedürünün etkin bulunmamasını yöntemin birçok cerrahi tekniğe kıyasla daha az agresif olması dolayısıyla RAP'ın fazla olmaması ihtimaliyle açıklamıştır. Bizim çalışmamızdaki PZS grubunda diş hareket hızı ve miktarında beklenen artışın görülmemesini, yöntemin istenilen miktarda RAP oluşumu sağlayamayacak şekilde az agresif olmasına bağlayabiliriz.

Dekortikasyon miktarı, kesilerin derinliği (kortikal veya medüller) ve greft kullanılıp kullanılmaması gibi teknik farklılıklar RAP cevabını değiştirebilmektedir (Lee ve ark., 2008). Dibart ve Keser (2015) PZS tekniğinde yapılacak kesilerin ortalama derinliğini 3 mm olarak belirtmiş, kesilerin kortikal kemiği geçip spongioz kemiğe ulaşmasının RAP'ın tüm etkisinin elde edilebilmesi için çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Sebaoun ve ark. (2005), alveolar dekortikasyon sonucu spongioz kemik yenilenmesinde şiddetli ve yaygın artış meydana geldiğini, diş hareketini hızlandırmada spongioz kemiğin önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda yaptığımız kesi derinliği benzer çalışmalardakiyle aynı olacak şekilde ortalama 3 mm olmasına rağmen hastalarda spongioz kemik içine penetrasyon yeterince sağlanamamış ve bu nedenle RAP oluşumu yeterli miktarda meydana gelmemiş olabilir.

PZS yapılan vakalarda alveolar kemikte mekanik stimülasyonu sağlamak ve geçici osteopeniyi uzatmak için konvansiyonel ortodontik tedavilere kıyasla dişlere daha yüksek kuvvet uygulanması önerilmektedir (Wilcko ve ark., 2008; 2009; Dibart ve ark., 2009; 2010). Özercan (2014), tez çalışmasında kanin retraksiyonunda 170 gr'lık kuvvet uygulamış ve kuvvetin pekçok yazarın önerdiği miktardan fazla olmasının sebebinin RAP'ın etkisini daha uzun tutmak ve elde edilen hızlandırılmış metabolik aktiviteden daha uzun süre faydalanmak olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda kanin retraksiyonu için kuvvet miktarı 150 gr olarak belirlendi. Diş hareket hızı ve miktarının beklenen yönde çıkmaması uygulanan kuvvet miktarının RAP'ın etkisini uzatmak için yetersiz kalmış olmasına da bağlanabilir.

Sakin ve Aylıkcı (2013) çalışmasında PZS'nin kanin distalizasyonunda etkili bulunmadığını belirtmiş ve bunu ortaya çıkan hızlı kemik döngüsü süresinin kanin distalizasyonu için yeterli olmayabileceğiyle açıklamıştır. Çalışmamızda PZS grubunda anlamlı diş hareketi hızlanması görülmemesinin nedeni olarak bu durum da gösterilebilir.

Pilon ve ark (1996), paralel diş hareket hızını veya ankraj ünitelerinin mesial hareketini kuvvetin büyüklüğünden ziyade kemik yoğunluğu, kemik metabolizması, PDL'nin doku döngüsü gibi bireysel farklılıkların belirlediğini bildirmiştir. Çalışmamızda üst çenede 1.ve 4. haftalarda alt çenede ise 1. ve 8. haftalarda CONT grubunda PZS'ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmayacak şekilde daha fazla diş hareketi görülmesinde bireysel farklılıkları göz önüne alabiliriz.

Deguchi ve ark. (2008), 12 deney köpeği üzerinde yaptıkları çalışmalarında ortodontik diş hareketi esnasında maksilla ve mandibulada alveolar kemikteki değişikliklerin miktarını ve kalitesini değerlendirmişlerdir. Premolar dişlerine 4 ile 12 haftalık değişen sürelerde 200-259 gr'lık kuvvetler uygulanmıştır. Çalışma sonucunda maksillada mandibulaya kıyasla belirgin miktarda daha fazla diş hareketi meydana geldiği bulunmuştur. Histomorfometrik sonuçlara göre maksillada mandibulaya kıyasla %10 daha fazla kemik döngüsü görülmüştür. Araştırmacılar maksilla ve mandibulanın ortodontik kuvvete farklı yanıt verdiğine dikkat çekmişlerdir.

Kim ve ark. (2013), çalışmalarında diş hareketinin maksillada mandibuladan daha hızlı bulunmasını, çeneler arası kemik yoğunluğunun ve metabolizmasının farklı olmasından dolayı maksiller dişlerin RAP'a karşı daha hassas olabileceğiyle açıklamışlardır.

Roberts ve ark. (2004), çalışmalarında maksiller molarların mandibular molarlara kıyasla 2 kat daha hızlı hareket ettiğini belirtmişler ve bu durumu maksilladaki trabeküler kemik yüzey alanının mandibulaya kıyasla daha fazla olmasına bağlamışlardır. Çalışmamızda maksillada mandibulaya kıyasla kanin distalizasyon miktarının daha fazla görülmesini bu çalışmalara uygun olarak maksiller dişlerin RAP'a karşı daha hassas olması ve mandibuladaki alveol kemiğin daha yoğun olmasıyla açıklayabiliriz.

5.3.2. Kanin Rotasyonu ve Tippingi

Kanin distalizasyonunu hızlandırmak amacıyla PZS uygulaması yapılan araştırmalarda kontrol ve çalışma grupları arasında kanin rotasyon değerleri açısından

farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Gün, 2014; Tunçer, 2015; Abbas ve ark., 2016).

Benzer olarak kanin retraksiyonu aşamasında PZS kullanılan araştırmalarda kontrol ve çalışma grupları arasında kanin tipping değeri açısından farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Alikhani ve ark. 2013; Sakin ve Aylıkci 2013; Özeran, 2014; Abbas ve ark., 2016).

Çalışmamızda gruplar arası karşılaştırmada hem üst çenede hem de alt çenede PZS ve CONT grupları arasında kanin dişlerinde görölen rotasyon miktarlarında (1. hafta, 4. hafta ve 8. haftada) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

PZS ve CONT gruplarında alt çenedeki kanin dişlerinde görölen tipping dereceleri arasında da (1. hafta, 4. hafta ve 8. haftada) gruplar arası karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görölmezken, üst çenede sadece 8. haftadaki tipping derecesinde gruplar arası kıyaslamada farklılık bulunmuştur. PZS grubunda CONT grubuna kıyasla üst çenede 8. haftada daha fazla tipping meydana gelmesini, üst çenedeki en fazla diş hareketinin bu zaman diliminde meydana gelmesiyle açıklayabiliriz.

Elde edilen bulgular yukarıdaki çalışmaların sonuçları ile benzer olup kanin rotasyon miktarında ve kanin tipping derecesinde piezoinsizyon uygulamasının bir etkisi olmadığını gösterebilir ve bu durum boşluk kapatma aşamasının 0,019x0,025 inç'lik elik ark telleri ile yapılmasıyla açıklanabilir.

5.3.3. Molar Mesializasyonu

Çalışmamızda üst çenede 1. molar dişin çekim boşluğuna mesializasyonunda (1. hafta, 4. hafta ve 8. hafta) PZS ve CONT grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Çalışmamızla uyumlu olarak, bir çok benzer araştırmada üst çenede molar dişlerin mesial hareketinde çalışma ve kontrol grupları arasında farklılık olmadığı görölmüştür (Aboul ve ark., 2011; Kim ve ark., 2013; Özeran, 2014; Tunçer, 2015; Uzuner ve ark., 2015; Abbas ve ark., 2016).

Aksakalli ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada PZS destekli kanin distalizasyonunun molar bölgesinde ankraj kaybını azalttığını bildirmişlerdir. PZS'nin kanin distalizasyonunda molar bölgesindeki ankraj kontrolünde yardımcı olduğunu ve konvansiyonel distalizasyon yöntemlerine kıyasla molarların daha stabil bir pozisyonda kalmasını sağladığını söylemişlerdir.

Alt çenede ise PZS ve CONT grupları arasında sadece kanin distalizasyonu 1. haftasındaki fark anlamlı değilken, distalizasyonun 4. ve 8. haftalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Bu haftalarda PZS grubunda daha fazla molar mesializasyonu meydana geldi.

Bogoch ve ark. (1993), osteotominin kemik hacmi ve doku yenilenmesi üzerindeki etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmalarında tavşan tibialarında basit, nondeplase (ayrılmamış) ve tam olmayan osteotomiler oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda kemik formasyonundaki hızlanmanın sadece osteotomi yapılan bölgede değil ayrıca cerrahi alana komşu dokularda da görüldüğünü, uzak komşuluğundaki yapıların ise bundan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Değişikliklerin cerrahi alandan birkaç mm genişliğindeki bölgelerde gözlenmesini, cerrahi işlem sonucu ortaya çıkan RAP'ın lokal olmasına bağlamışlardır.

Sebaoun ve ark. (2008), çalışmalarında artmış kemik metabolizmasının dekortikasyon alanının komşuluğundaki bölgelerde görüldüğünü bildirmişler ve bunu RAP'ın lokal olmasıyla ilişkilendirmişlerdir.

Benzer şekilde PZS uygulanan çalışmalarda da cerrahi alanlara yakın dişlerin ankraji düşükken, uzak olan dişlerin ankrajının yüksek olduğu bildirilmiştir (Dibart ve ark., 2009; 2010; Keser ve Dibart, 2013).

Çalışmamız sonucunda üst çenede molar mesializasyonu anlamlı değilken alt çenede gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmasını, PZS sonucu ortaya çıkan kemik yapım-yıkımındaki hızlanmanın 1. molar dişlere kadar uzanmasına, üst çenede mini vidaya ek olarak kullanılan TPA'nın molar dişlerin mesial hareketini engellerken, alt çenede molar dişlerin mesial yönde hareketini engelleyen ek bir ankraj apareyinin kullanılmamış olmasıyla açıklayabiliriz.

5.4. Periodontal İndeks Ölçümleri

CONT grubunda periodontal indeks ölçümlerinin grup içi karşılaştırmasında T0, T1 ve T4 aşamalarında üst ve alt çenede periodontal indeks ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

PZS grubunda ise T0, T1 ve T4 aşamalarına göre kıyaslandığında PI, GI ve PD ölçümlerinde istatistiksel olarak çok önemli miktarda farklılık bulundu.

Gruplar arası kıyaslamada PZS ve CONT grupları arasında PI ve GI

ölçümlerinde T0 ve T1 aşamalarındaki farklılık anlamlı bulunmazken, T2 aşamasındaki farklılık istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı bulundu. PD ölçüm verilerinde ise PZS ve CONT grupları arasında hiçbir zaman aralığında farklılık gözlenmedi.

Sabit ortodontik apareylerin yeni retansiyon alanları oluşturdukları ve ağız hijyeninin sağlanmasını zorlaştırdıkları için plak birikiminde, bakteri kolonizasyonunda artışa neden olduğu ve bunun da mine dekalsifikasyonu ile sonuçlandığı bilinmektedir (Sinclair ve ark., 1987; Huser ve ark., 1990; Rosenbloom ve Tinanoff, 1991; Chang ve ark., 1999; Nasir ve ark., 2011).

Gantes ve ark. (1990), 5 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında kortikotomiye takiben periodonsiyumda meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ortodontik apareylerin yerleştirilmesini takiben hastaların oral hijyenlerini sağlamada bazı zorluklarla karşılaştıkları ve bunun kanama indeksinde anlamlı olmayacak bir artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Cep derinliği ve ataçman seviyelerindeki değişim miktarları cerrahi prosedürün periodontal dokulara aşırı zarar vermediğini göstermiştir. Diş eti çekilmesi minimal bulunmuş ve interdental papillaya zarar verilmediği görülmüştür.

Aksakalli ve ark. (2015), PZS'nin hızlandırılmış diş hareketi üzerindeki etkisine baktıkları çalışmalarında Silness and Loe gingival indeksini kullanarak kaninlerin gingival sağlığını incelemişlerdir. Çalışma ve kontrol grupları arasında distalizasyon öncesi ve sonrası gingival sağlıkta herhangi bir değişime rastlanmadığı belirtilmiştir.

PZS ile konvansiyonel tekniğin kıyaslandığı bir başka çalışmada tedavi öncesi ve sonrasında periodontal parametrelerde (diş eti çekilmesi, cep derinliği, plak indeksi, papiller kanama indeksi) herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır (Charavet ve ark., 2016).

Abbas ve ark.(2016), kortikotomi ile PZS'nin konvansiyonel tekniklere göre kanin retraksiyonu üzerindeki etkilerini kıyasladıkları çalışmalarında tedavi öncesi ve sonrası kaydedilen peridontal veriler arasında (PI, GI,PD, ataçman seviyesi ve diş eti çekilmeleri) gruplar arasında farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Cerrahi uygulamaların periodonsiyum üzerinde zararlı etkilere sahip olmadığını bildirmişlerdir.

Kanin retraksiyonunda konvansiyonel yöntemler ile kortikal perforasyonların etkinliğinin kıyaslandığı bir çalışmada her iki grupta tedavi öncesi ve tedavi 4 ay sonrası Silness ve Loe metoduna göre plak indeksi, gingival indeks, sondlama derinliği, ataçman seviyesi ve diş eti çekilmeleri kaydedilerek peridontal sağlık değerlendirilmiştir. Çalışma

sonucunda kortikomi cerrahisinin periodonsiyum üzerinde herhangi bir zararlı etkisine rastlanmamış ve her iki grup arasında plak indeks skorları, ataçman kaybı, diş eti çekilmesi ve sondlama derinliği gibi parametreler açısından önemli farklılıklar saptanmamıştır. Fakat gingival indeks değerleri kortikotomi grubunda konvansiyonel gruba göre istatistiksel olarak fazla bulunmuştur. Çalışmacılar gingival indekste ilk aylarda kortikotomi grubundaki bu yüksek değerleri RAP'a bağlamışlardır (Aboul ve ark., 2011).

PZS sonrasında periodontal kesiler dolayısıyla kanin bölgesinin fırçalanması zor hale geldiği için braketler etrafında daha fazla plak birikimi olabilir ve hastalarda kötü ağız hijyeni dolayısıyla peridontal problem gelişme ihtimali artabilir (Aksakalli ve ark., 2015).

Çalışmamızda PZS uygulaması sonrası kesilerin kapatılması için atılan sütürların plak birikimi için retansiyon alanı oluşturduğu ve hastaların sütürlara (PZS kesilerine) zarar verilmesi korkusuyla oral hijyenlerini yeterince sağlayamadığı görülmüştür. Benzer çalışmalara farklı olarak PZS grubunda T4 aşamasında PI ve GI'da görülen artışın PZS yönteminden ziyade anlatıldığı bahsedilen nedenle ağız hijyeninin yeterince sağlanamaması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Piezoinsizyon tekniğinin kanin distalizasyonu yapılan vakalarda diş hareketi ve peridontal sağlık üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmamızda şu sonuçlar elde edildi.

1. Kanin distalizasyonu hızı ve miktarı değerlendirildiğinde her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmemiştir.

2. 8 haftalık takip süresince istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen üst çenede PZS grubunda CONT grubuna kıyasla daha fazla, alt çenede daha az diş hareketi görülmüştür. Bu durum maksillanın kemik yoğunluğunun mandibuladan daha az olması ve maksillanın RAP'a karşı daha hassas olması ile ilişkili olabilir. PZS'nin maksillada mandibulaya kıyasla daha etkin olduğu çıkarımı yapılabileceği gibi bireysel farklılıkların da sonuçları etkileyebilecek olması göz önüne alınmalıdır.

3. PZS grubunda kanin distalizasyon miktarı üst çenede ikinci 4 haftalık dönemde daha fazla görülmüşken, alt çenede ikinci 4 haftalık dönemde ilk 4 haftaya kıyasla diş hareket miktarında azalma görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı olmayan bu farklılık alt kanin distalizasyonu yapılan hastaların bazılarında distalizasyon 4. haftada tamamlandığı için ikinci 4 haftada devam eden birey sayısının azalmış olmasıyla ilgili olabilir.

4. PZS grubunda üst çenede molar dişin çekim boşluğuna mesial hareketi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamışken, alt çenede gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu durum PZS sonucu ortaya çıkan RAP'ın birinci molarlara kadar etkili olması, bunun sonucunda üst çenede kullanılan TPA'nın molar hareketini engellerken alt çenede molar hareketini engelleyecek ek bir ankraj apereyinin kullanılmamış olmasıyla ilgili olabilir.

5. PZS grubunda distopalatinal rotasyon ve tipping açısından hem üst hem de alt çenede gruplar arasında farklılık bulunmamıştır.

6. Peridontal indeks verileri kanin distalizasyon sonunda gruplar arasında plak indeksi ve gingival indeks açısından farklılık bulunmuşken, periodontal cep derinliği açısından farklılık görülmemiştir. Bu durum PZS cerrahisi sonrası hastanın ağız hijyenini yeterince yapamadığını gösteriyor olabilir.

Bu çalışmanın sonucunda aynı konuda çalışacak kişilere şu önerilerde bulunulabilir:

1. Diğer çalışmalarda araştırma ve kontrol grupları daha fazla birey içermelidir.
2. PZS kesilerinde farklı derinlik miktarlarının diş hareketi hızı üzerindeki etkisine bakılabilir.
3. PZS yöntemi uygulanan vakalarda farklı seviyelerdeki kuvvet miktarlarının diş hareketi üzerindeki etkisi araştırılabilir.
4. Kanin distalizasyonunda PZS yapılması planlanan bireylerde ilk uygulamadan sonra osteopenik etkinin azalmaya başladığı dönemde tekrarlanan ikinci uygulamanın diş hareket hızındaki etkisine bakılabilir.

KAYNAKLAR

- Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(4):473-480.
- Abed SS. Corticotomy assisted orthodontic canine retraction. *J. Baghdad Coll. Dent.* 2013;25(1):160–166.
- Aboul SMBED, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(2):252–259.
- Akın E, Gurton AU, Ölmez H. Effects of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(5):608–614.
- Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganhi S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2016;86:59–65.
- Alhashimi N, Frithiof L, Brudvik P, Bakhiet M. Orthodontic movement induces high numbers of cells expressing IFN-gamma at mRNA and protein levels. *J Interferon Cytokine Res.* 2000;20(1):7–12.
- Alikhani M, Alansari S, Sangsuwon C, Alikhani M, Chou MY, Alyami B, Teixeira CC. Micro-osteoperforations: Minimally invasive accelerated tooth movement. *Semin Orthod.* 2015;21(3):162–169.
- Alikhani M, Khoo E, Alyami B, Raptis M, Salgueiro JM, Oliveira SM, Teixeira CC. Osteogenic effect of high-frequency acceleration on alveolar bone. *J Dental Res.* 2012;91(4):413–419.
- Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Teixeira CC. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(5):639–648.
- Allan W, Williams ED, Kerawala CJ. Effects of repeated drill use on temperature of bone during preparation for osteosynthesis self-tapping screws. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2005;43(4):314–319.
- An K, Jang I, Choi DS, Jost-Brinkmann PG, Cha BK. Identification of a stable reference area for superimposing mandibular digital models. *J Orofac Orthop.* 2015;76(6):508-519.

- Ariffin SHZ, Yamamoto Z, Abidin IZZ, Wahab RMA, Ariffin ZZA. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. *ScientificWorldJournal*. 2011;11:1788-1803.
- Ashcraft MB, Southard KA, Tolley EA. The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992;102(4):310–319.
- Atik E, Ciğer S. İlaçların Ortodontik Diş Hareketi Üzerindeki Etkileri. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2012;33(1):13–20.
- Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(4):83–101.
- Barone A, Marconcini S, Giacomelli L, Rispoli L, Calvo JL, Covani U. A randomized clinical evaluation of ultrasound bone surgery versus traditional rotary instruments in lower third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010;68(2):330–336.
- Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(1):16–26.
- Bassett CAL, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science*. 1962;137(3535):1063–1064.
- Baumrind S. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. *Am J Orthod*. 1969;55(1):12–22.
- Benlidayı ME, Tatlı U, Salimov F. Gömülü üçüncü molar diş operasyonunda piezoelektrik kemik cerrahisi ve geleneksel döner enstrümanların karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2013;21(1):50-56.
- Berkovitz BKB, Moxham BJ, Newman HN. The periodontal ligament in health and disease. 2 Sub Ed., Mosby-Year Book, 1995.
- Bishara SE. *Textbook of Orthodontics*. 3rd Ed., Saunders, 2001.
- Boester CH, Johnston LE. A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. *Angle Orthod*. 1974;44(2), 113–119.
- Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits--Part II: Local reversal of arthritis-induced osteopenia after osteotomy. *J Orthop Res*. 1993;11(2):292-298.

- Bosshardt D, Selvig K. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontol 2000*. 1997;13:41–75.
- Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Semin Orthod*. 2012;18(4):286-294.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(4):395-402.
- Caiazzo F, Caiazzo A, Dibart S. Lingual orthodontics: accelerated realignment of the “social six” with piezocision. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(8):608-610.
- Camdemy. <http://www.camdemy.com/media/15676>, 2016.
- Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Prog Orthod*. 2005;6(1):82-97.
- Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity, and levels of mutans streptococci and lacto bacilli. *Aust Orthod J*. 1999;15(4):229-234.
- Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, Lambert F. Localized Piezoelectric Alveolar Decortication for Orthodontic Treatment in Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*. 2016;95(9):1003-1009.
- Chimenti C, Franchi L, Di Giuseppe MG, Lucci M. Friction of orthodontic elastomeric ligatures with different dimensions. *Angle Orthod*. 2005;75(3):421–425.
- Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis*. 2007;13(3):314–319.
- Cohen G, Campbell PM, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of increased surgical trauma on rates of tooth movement and apical root resorption in foxhound dogs. *Orthod Craniofac Res*. 2010;13(3):179–190.
- Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;94(4):278–284.
- Converse JM, Horowitz SL. The surgical-orthodontic approach to the treatment of dentofacial deformities. *Am J Orthod*. 1969;55(3):217–243.
- Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1998;13(3):201-219.

- Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study. *Lasers Surg Med.* 2004;35(2):117–120.
- Curie P, Academy F. The Discovery of the Piezoelectric Effect. 2003;57 61–91.
- da Costa Monini A, Júnior LGG, Martins RP, Vianna AP. Canine retraction and anchorage loss: Self-ligating versus conventional brackets in a randomized split-mouth study. *Angle Orthod.* 2014;84(5):846-852.
- Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(6):578-588.
- Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *Am J Orthod.* 1980a;77(1):14-32.
- Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *American Journal of Orthod.* 1980b;77(1):33–47.
- de Oliveira Ruellas AC, Yatabe MS, Souki BQ, Benavides E, Nguyen T, Luiz RR, Franchi L, Cevidanes LHS. 3D Mandibular Superimposition: Comparison of regions of reference for voxel-based registration. *PLoS One.* 2016;11(6):0157625.
- Deguchi T, Imai M, Sugawara Y, Ando R, Kushima K, Takano-Yamamoto T. Clinical Evaluation of a Low-Friction Attachment Device during Canine Retraction. *Angle Orthod.* 2007;77(6):968-972.
- Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yabuuchi T, Ando R, Roberts WE, Garetto LP. Histomorphometric evaluation of alveolar bone turnover between the maxilla and the mandible during experimental tooth movement in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):889-897.
- Dibart S, Keser E. Piezocision™. Brugnami F, Caiazzo A. Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment. Hoboken, NJ, USA, John Wiley & 2014;119-144.
- Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent.* 2009;30(6):342-344, 346,348-350.
- Dibart S, Surmenian J, Sebaoun JD, Montesani L. Rapid Treatment of Class II Malocclusion with Piezocision: Two Case Reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30(5):487–493.

- Dibart S, Yee C, Surmenian J, Sebaoun JD, Baloul S, Goguet-Surmenian E, Kantarci A. Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: a histological study in rats. *Eur J Orthod.* 2014;36(4):457–64.
- Dixon V, Read MJF, O'Brien KD, Worthington HV, Mandall NA. A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *J Orthod.* 2002;29(1):31-36.
- Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(5):616-621.
- Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004;42(5):451-453.
- El-Beialy AR, Abou-El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AM, Mostafa YA. Loss of anchorage of miniscrews: a 3-dimensional assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(5):700-707.
- Farrar JN. *A Treatise on the Irregularities of the Teeth and Their Correction: Including, with the Author's Practice, Other Current Methods.* International News, 1888.
- Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko TM. Accelerating orthodontics by altering alveolar bone density. *Good Practice.* 2001;2(2):2-4.
- Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines: A preliminary study. *Angle Orthod.* 2007;77(3):417–420.
- Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J.* 1983;31(1):3-9.
- Frost MH. *The Biology of Fracture Healing: An Overview for Clinicians.* Part II. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):283-293.
- Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the Periodontium Following Corticotomy Facilitated Orthodontics. *Case Reports. J Periodontol.* 1990;61(4):234-238.
- Garant PR. *Oral Cells and Tissues.* 1st Ed., Quintessence Publishing Co., 2003.
- Gkantidis N, Mistakidis I, Kouskoura T, Pandis N. Effectiveness of non-conventional methods for accelerated orthodontic tooth movement: a systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2014;42(10):1300–1319.

- Gleizal A, Bera J, Lavandier B, Beziat JL. Piezoelectric osteotomy: a new technique for bone surgery-advantages in craniofacial surgery. *Childs Nerv Syst.* 2007;23(5):509-513.
- Graber LW, Vanarsdall RL, Vig, KWL. *Orthodontics: Current Principles and Techniques.* 5th Ed., Philadelphia, USA, Elsevier Health Sciences, 2012.
- Grimm FM. Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1972;62(4):384-393.
- Gün IO. Piezoinsizyon'un ortodontik kanin distalizasyonu hızına olan etkisinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2014;1-112.
- Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970;57(3):219-255.
- Haas SE, Cisneros GJ. The Goshgarian transpalatal bar: A clinical and an experimental investigation. *Semin Orthod.* 2000;6(2):98-105.
- Harradine N. The history and development of self-ligating brackets. *Semin Orthod.* 2008;14(1):5-18.
- Harradine NWT. Self- ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res.* 2001;4(4):220-227.
- Haruyama N, Igarashi K, Saeki S, Otsuka-Isoya M, Shinoda H, Mitani H. Estrous-cycle-dependent variation in orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2002;81(6):406-410.
- He WL, Li CJ, Liu ZP, Sun JF, Hu ZA, Yin X, Zou SJ. Efficacy of low-level laser therapy in the management of orthodontic pain: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2013;28(6):1581-1589.
- Hoggan BR, Sadowsky C. The use of palatal rugae for the assessment of anteroposterior tooth movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):482-488.
- Horton JE, Tarpley TM, Jacoway JR. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;51(3):236-242.
- Huser MC, Baehni PC, Lang R. Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;97(3):213-8.
- Iglesias-Linares A, Moreno-Fernandez AM, Yañez-Vico R, Mendoza-Mendoza A, Gonzalez-Moles M, Solano-Reina E. The use of gene therapy vs. corticotomy

- surgery in accelerating orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(3):138-48.
- Iino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4):1-8.
- Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst.* 1988;48(1):1-11.
- Iwasaki LR, Haack JE, Nickel JC, Morton J. Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(2):175-83.
- Juneja P, Shivaprakash G, Chopra SS, Kambalyal PB. Comparative evaluation of anchorage loss between self-ligating appliance and Conventional pre-adjusted edgewise appliance using sliding mechanics – A retrospective study. *Med J Armed Forces India.* 2015;71(2):S362-8.
- Kale S, Kocadereli İ, Atilla P, Aşan E. Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(5):607-614.
- Kalia S, Melsen B, Verna C. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment*. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(1):26-34.
- Kamata M. Effect of parathyroid hormone on tooth movement in rats. *Bull Tokyo Med Dent Univ.* 1972;19(4):411-425.
- Kanzaki H, Chiba M, Arai K, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M, Mitani H. Local RANKL gene transfer to the periodontal tissue accelerates orthodontic tooth movement. *Gene Ther.* 2006;13(8):678-85.
- Karamehmetoğlu H, Kurt G. Ortodontide hızlı diş hareket uygulamaları. *Sağlık Bilimleri Dergisi Journal of Health Sciences.* 2013;22(2):178-182.
- Kau CH. A radiographic analysis of tooth morphology following the use of a novel cyclical force device in orthodontics. *Head Face Med.* 2011;7(1):7-14.
- Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med.* 2000;26(3):282-291.
- Keith O, Jones SP, Davies EH. The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1993;20(2):109-115.

- Kerawala CJ, Martin IC, Allan W, Williams ED. The effects of operator technique and bur design on temperature during osseous preparation for osteosynthesis self-tapping screws. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(2):145-150.
- Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2011;32(2):46-48, 50-51.
- Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: A novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(6), 879–889.
- Kim SJ, Moon SU, Kang SG, Park YG. Effects of low-level laser therapy after corticision on tooth movement and paradental remodeling. *Lasers Surg Med.* 2009;41(7):524–533.
- Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2008;79(2):284–291.
- Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(1):23-31.
- Kişnişci RŞ, İşeri H, Tüz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(4):389-394.
- Kitase Y, Yokozeki M, Fujihara S, Izawa T, Kuroda S, Tanimoto K, Tanaka E. Analysis of gene expression profiles in human periodontal ligament cells under hypoxia: The protective effect of CC chemokine ligand 2 to oxygen shortage. *Arch Oral Biol.* 2009;54(7):618-624.
- Koç E. Ön açık kapanışlı bireylerde piezo cerrahi sonrası uygulanmış eğimli arklar ve ön dikey elastiklerin dişler ve iskeletsel yapıda oluşturduğu değişikliklerin değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2014;1-216.*
- Kokitsawat S, Manosudprasit M, Godfrey K, Chatchaiwiwattana C. Clinical effects associated with miniscrews used as orthodontic anchorage. *Aust Orthod J.* 2008;24(2):134-9.
- Kotrikova B, Wirtz R, Krempien R, Blank J, Eggers G, Samiotis A, Mühling J. Piezosurgery—a new safe technique in cranial osteoplasty? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(5):461-465.
- Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959;12(5):515-529.
- Krishnan V, Davidovitch Z. *Biological Mechanisms of Tooth Movement*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2009.

- Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(4):469:1-32.
- Krishnan V, Davidovitch Z. The effect of drugs on orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2006;9(4):163-171.
- Kula K, Phillips C, Gibilaro A, Proffit WR. Effect of ion implantation of TMA archwires on the rate of orthodontic sliding space closure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(5):577-580.
- Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Class II malocclusion treated with miniscrew anchorage: comparison with traditional orthodontic mechanics outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(3):302-309.
- Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita DD, Moon HB, Ferguson DJ, Yen S. (2008). Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res.* 2008;87(9):861-867.
- Lee WC. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement-With particular emphasis on the relationship to the method of PGE1 administration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98(3):231-41.
- Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. *Angle Orthod.* 2014;84(5):839-845.
- Leiker BJ, Nanda RS, Currier GF, Howes RI, Sinha PK. The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(4):380-388.
- Leung MT, Lee TC, Rabie AB, Wong RW. Use of Miniscrews and Miniplates in Orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(7):1461-6.
- Lindhe J, Lang NP, Karring T. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry.* 5th Ed., UK, Wiley-Blackwell, 2009.
- Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(4):372-382.
- Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod.* 2013;83(1):164-171.
- Maijer R, Smith DC. Time savings with self-ligating brackets. *J Clin Orthod.* 1990;24(1):29-31.

- Marie SS, Powers M, Sheridan JJ. Vibratory Stimulation as a Method of Reducing Pain after Orthodontic Appliance Adjustment. *J Clin Orthod.* 2003;37(4):205-208.
- Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(4):458-468.
- Mathews DP, Kokich VG. Accelerating tooth movement: The case against corticotomy-induced orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(1):4-12.
- Mavreas D, Athanasios EA. "Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review." *The European Journal of Orthodontics.* 2008;30(4):386-395.
- McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the Human Mandible by Gradual Distraction. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89(1):1-8.
- Mehr R. Efficiency of Piezotome-Corticision Assisted Orthodontics in Alleviating Mandibular Anterior Crowding - A Randomized Controlled Clinical trial. Connecticut Üniversitesi Tıp ve Diş Hekimliği Fakültesi, Connecticut, Amerika, Master Tezi, 2013;1-60.
- Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 1999;69(2):151-158.
- Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2 vs conventional twin brackets during initial alignment. *Angle Orthod.* 2006;76(3):480-485.
- Miles PG. Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(2):223-5.
- Mimura H. Protraction of mandibular second and third molars assisted by partial corticision and miniscrew anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(2):278-289.
- Motomura K, Nakajima M, Ihara A, Atsumi K. Effects of various laser irradiation on callus formation after osteotomy. *The Journal of Japan Society for Laser Surgery And Medicine.* 1984;4(1):195-196.
- Nagasawa A, Kato K, Negishi A. Bone regeneration effect of low level lasers including argon laser. *Laser Therapy.* 1991;3(2):59-62.
- Nanci A, Bosshardt DD. Structure of periodontal tissues in health and disease. *Periodontol 2000.* 2006;40:11-28.
- Nanci A. Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function. 8th Ed., St. Louis, Missouri, USA, Elsevier Health Sciences, 2014;205-219.

- Nanda R. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*. 2nd Ed., St. Louis, Missouri, USA, Elsevier Health Sciences, 2012.
- Neumann P, Bourauel C, Jäger A. Corrosion and permanent fracture resistance of coated and conventional orthodontic wires. *J Mater Sci Mater Med*. 2002;13(2):141–147.
- Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment--a frontier in orthodontics. *Prog Orthod*. 2013;29;14:42.
- Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, Mitani H. Periodontal tissue activation by vibration: Intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(4):572-583.
- Ong CK, Walsh LJ, Harbrow D, Taverne AA, Symons AL. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *Angle Orthod*. 2000;70(2):118-125.
- Oppenheim A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. *Eur J Orthod*. 2007;29(1): i2-i15.
- Özercan T. Periodontal olarak hızlandırılmış diş hareketinin incelenmesi İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2014;1-171.
- Pacheco MR, Jansen WC, Oliveira DD. The role of friction in orthodontics. *Dental Press J Orthod*. 2012;17(2):170–177.
- Park HS, Kwon OW, Sung JH. Microscrew implant anchorage sliding mechanics. *World J Orthod*. 2005;6(3):265-74.
- Park HS, Kwon TG. Sliding mechanics with microscrew implant anchorage. *Angle Orthod*. 2004;74(5):703-10.
- Park YC, Chu JH, Choi YJ, Choi NC. Extraction space closure with vacuum-formed splints and miniscrew anchorage. *J Clin Orthod*. 2005;39(2):76-9.
- Patterson BM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Corticotomies and Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016;74(3):453-473.
- Peñarrocha-Diago M, Rambla-Ferrer J, Perez V, Pérez-Garrigues H. Benign paroxysmal vertigo secondary to placement of maxillary implants using the alveolar expansion technique with osteotomes: a study of 4 cases. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(1):129-132.
- Pham-Nguyen K, Ferguson DJ., Carvalho RS, Kantarci A, Van Dyke TE. Micro-CT analysis of osteopenia following selective alveolar decortication and tooth

movement.<http://www.wilckodontics.com/Dentists/Research/Posters/AOOfmBiology-Micro-CTAnalysisofOsteopenia.pdf>, 20016.

- Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(1):16-23.
- Politi M, Vercellotti T, Polini F. Piezoelectric surgery: A new method of bone cutting. Preliminary experience in osteogenesis distraction. In II International Meeting on Distraction Osteogenesis of the Facial Skeleton, Bologna, Italy, CONF, 2002.
- Pollack SR, Salzstein R, Pienkowski D. The electric double layer in bone and its influence on stress-generated potentials. *Calcif Tissue Int.* 1984;36(1):777-781.
- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 5th Ed., St. Louis, Missouri, USA, Elsevier Health Sciences, 2014;281-282.
- Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1967;53(10):721-745.
- Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1960;46(12), 881-900.
- Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):160.e1-10.
- Rinchuse DJ, Miles PG. Self-ligating brackets: present and future. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(2):216-222.
- Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(6):759-761.
- Rodan GA, Martin TJ. *Therapeutic Approaches to Bone Diseases*. Science. 2000;289(5484):1508-1514.
- Rosenbloom RG, Tinanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(1):35-7.
- Rossouw PE. Friction: an overview. *Semin Orthod.* 2003;9(4):218-222.
- Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(5):525-532.

- Sakin C, Aylikci O. Piezocision-assisted canine distalization. *Journal of Orthodontic Research*. 2013;1(2):70-76.
- Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH. A clinical study of space closure with nickel-titanium closed coil springs and an elastic module. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114(1):73-9.
- Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: A clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993;103(5):464-7.
- Sanjideh PA, Rossouw PE, Campbell PM., Opperman LA, Buschang PH. Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *Eur J Orthod*. 2010;32(1):106-113.
- Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. *Implant Dent*. 2006;15(4):334-340.
- Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthod Oral Surg Radiogr*. 1932;18(4):331–352.
- Sebaoun JD, Ferguson, DJ, Kantarci A, Carvalho RS, van Dyke TE. Trabecular bone modeling and RAP following selective alveolar decortication. <http://www.wilckodontics.com/Dentists/Research/Posters/AOotmBiology-SpongiosaModelingRAP.pdf>, 2016.
- Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol*. 2008;79(9):1679-1688.
- Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. [Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments]. *Orthod Fr*. 2007;78(3):217-225.
- Seifi M, Ezzati B, Saedi S, Hedayati M. The Effect of Ovariectomy and Orchiectomy on Orthodontic Tooth Movement and Root Resorption in Wistar Rats. *J Dent (Shiraz)*. 2015;16(4):302-309.
- Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(5):472-480.
- Sidiropoulou-Chatzigiannis S, Kourtidou M, Tsalikis L. The effect of osteoporosis on periodontal status, alveolar bone and orthodontic tooth movement. A literature review. *J Int Acad Periodontol*. 2007;9(3):77-84.
- Sinclair PM, Berry CW, Bennett CL, Israelson H. Changes in gingiva and gingival flora with bonding and banding. *Angle Orthod*. 1987;57(4):271-278.

- Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of Continuous Infusion of PTH on Experimental Tooth Movement in Rats. *J Bone Miner Res.* 1999;14(4):546-554.
- Sprogar Š, Vaupotic T, Cör A, Drevenšek M, Drevenšek G. The endothelin system mediates bone modeling in the late stage of orthodontic tooth movement in rats. *Bone.* 2008;43(4):740-747.
- Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D. Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *Angle Orthod.* 2007;77(2):226-236.
- Sun D, Zhou ZY, Liu YH, Shen WZ. Development and application of ultrasonic surgical instruments. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1997;44(6):462-467.
- Suya H. Corticotomy in orthodontics. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Heidelberg, Germany: Huthig Buch Verlag; 1991. 207–226.
- Teixeira CC, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant LM, Alikhani M. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res.* 2010 Oct;89(10):1135-1141.
- Thiruvenkatachari B, Ammayappan P, Kandaswamy R. Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):30-5.
- Thomas S, Sherriff M, Birnie D. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur J Orthod.* 1998;20(5):589-596.
- Tidy DC, Orth D. Frictional forces in fixed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1989;96(3): 249-254.
- Tosun Y. Sabit ortodontik apareylerin biyomekanik prensipleri. 1. Baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 1999;6–7.
- Tsai CY, Yang TK, Hsieh HY, Yang LY. Comparison of the effects of microosteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod.* 2016;86(4):558-64.
- Tunçer Nİ. Minivida destekli kütleli (EN-MESSE) retraksiyon vakalarında piezoinsizyon yönteminin etkinliğinin değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2015;1-176.
- Uzuner FD, Yücel E, Göfteci B, Gül A. The effect of corticotomy on tooth movements during canine retraction. *Journal of Orthodontic Research.* 2015;3(3):181-187.

- van de Velde JP, Kuitert RB, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Histologic reactions in gingival and alveolar tissues during tooth movement in rabbits. *Eur J Orthod.* 1988;10(4):296-308.
- Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. 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.* 2001;21(6):561-567.
- Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic Microsurgery: A New Surgically Guided Technique for Dental Movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(4):325-331.
- Vercellotti T, Russo C, Gianotti S. A New Piezoelectric Ridge Expansion Technique in the Lower Arch-A Case Report (online article). *World Dent.* 2000.
- Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol.* 2004;53(5):207-214.
- von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(5):615-623.
- Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot JE. Rapid Orthodontic Decrowding with alveolar augmentation: Case report. *World J Orthod.* 2003;4(3):197-205.
- Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001;21(1):9-19.
- Wilcko, MT, Wilcko WM, Bissada NF. An Evidence-Based Analysis of Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A Synthesis of Scientific Perspectives. *Semin. Orthod.* 2008;14(4):305-316.
- Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional Accelerated Phenomenon in the Mandible Following Mucoperiosteal Flap Surgery. *J Periodontol.* 1994;65(1):79-83.
- Yamasaki K. The role of cyclic AMP, calcium, and prostaglandins in the induction of osteoclastic bone resorption associated with experimental tooth movement. *J Dent Res.* 1983;62(8):877-881.
- Yamashiro T, Takano-Yamamoto T. Influences of ovariectomy on experimental tooth movement in the rat. *J Dent Res.* 2001;80(9):1858-1861.
- Yao CC, Lai EH, Chang JZ, Chen I, Chen YJ. Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(5):615-24.

Yee JA, Türk T, Elekdağ-Türk S, Cheng LL, Darendeliler MA. Rate of tooth movement under heavy and light continuous orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):150.e1-9; discussion 150-1.

Yoshimatsu M., Shibata Y, Kitaura H, Chang X, Moriishi T, Hashimoto F, Yamaguchi A. Experimental model of tooth movement by orthodontic force in mice and its application to tumor necrosis factor receptor-deficient mice. *J Bone Miner Metab.* 2006;24(1):20-27.

Zablocki HL, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. Effect of the transpalatal arch during extraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):852-60.

Zengo AN, Bassett CA, Proutzos G, Pawluk RJ. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Am J Orthod.* 1974;66(2):130–139.

EKLER

Ek 1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan çalışmanın uygunluğuna dair 27.02.2014 tarih ve 2014/515-555 karar ile alınan belge

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
21	2014/515-555	27.02.2014

Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 27.02.2014 tarihinde başkanlığında Prof.Dr.Abdulkerim BEDİR toplandı

KARAR NO:540

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı tarafından komisyonumuza sunulan **Hızlandırılmış diş hareketi tekniklerinin ortodontik tedavi süresi ve kalitesine etkisi : Karşılaştırmalı bir çalışma** başlıklı Prof.Dr. Selim Arıcı'ya ait olan OMÜ KAİK 2014/540 Karar nolu Klinik çalışmaya nitelikli araştırma projeniz: Amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 27.02.2014 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra **başlanmasına** oy birliği ile karar verilmiştir

Prof.Dr.Abdulkerim BEDİR
Başkan

Doç.Dr.A.Tevfik SÜNTER
Başkan Yardımcısı

Doç.Dr.M.Y.TAŞMEKTEPLİGİL
Üye

Y. Doç. Dr. Fatih İLKAYA
Üye

Prof.Dr..Dr.Hulusi ATMACA
Üye

Y. Doç. Dr. İlyas EMİNOĞLU
Üye

Osman YUMBUL
Üye MAZERETLİ

Doç.Dr. Canan ALBAYRAK
Üye

Prof..Dr. Fatma AYDIN
Üye

Doç.Dr.Emine ŞENTUNÇ
Üye

Prof.Dr.Cafer POLAT
Üye

Uz.Dr.Nurullah DİKMEN
Üye

Yrd.Doç.Dr. Feriye MİLETKOĞLU
Üye

Yrd.Doç.Dr.Mustafa ÇAKIR
Üye

Yrd.Doç.Dr.Gülşay AYDIN
Üye



Ek 2. Hasta bilgilendirilmiş gönüllü olur formu örneği

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ *

ARASTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN ACIK ADI): Piezoinsizyon tekniğinin ortodontik diş hareketi üzerine olan etkilerinin incelenmesi

Gönüllünün Baş Harfleri

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamamız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuza konuyu değerlendiriniz. Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDAMIYIM?

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar vererseniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar vererseniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, bu klinik çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Kliniğimizde piezoinsizyon adı verilen bir teknikte diş hareketini hızlandırmak ve tedavi süresini kısaltmak amacıyla bir çalışma başlatmış bulunuyoruz. Bu çalışmanın amacı diş çekimi yapılacak ortodontik tedaviler üzerindeki piezoinsizyon tekniğinin çapraşıklık çözüme ve total tedavi süresi üzerine etkisinin değerlendirilmesidir.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Diş çekimi gerektirecek çapraşıklığa sahip hastalar çalışmaya dahil edilecektir. Araştırmaya dahil olan bireylerde rutinde alınan ortodontik kayıtlar (fotoğraflar, röntgenler) alınacaktır. Çalışma grubunda çapraşıklık çözüldükten sonra çekim boşluğu kapatma aşamasında, diş çekimi yapılmış çene/çenelerde piezo bıçağı ile köpek dişlerinin mesial ve distal kısımlarında vertikal kesiler yapılacaktır. Sonrasında rutin çekimli tedavi protokolleri izlenerek tedaviler tamamlanacaktır.

Araştırmaya katılmak tamamen hastamızın kendi rızasıyla olacak ve hastaya bir yükümlülük getirmeyecektir. Hastalar araştırma başladıktan sonra devam etmek istememe hakkına sahiptir. Bu çalışmada, çalışmayı bitirme ve tedavide uyum problemi olan hastayı çalışma dışı bırakma yetkisi araştırmacıya aittir.

BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Çalışma doktorunuzu ziyarete belirlenen günlerde gelmelisiniz ve bir sonraki ziyaretiniz de, ziyaretten ayrılmadan önce planlanmalıdır.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?

Çalışmada hastaların ortodontik tedavisini aksatabilecek herhangi bir işlem yapılmamaktadır. Bu çalışma rutin tedavi basamaklarını içermektedir. Hastanın karşılaşılabileceği yan etkiler bütün ortodontik tedaviler sırasında meydana gelebilecek yan etkilerle aynıdır. Sağlıklı dişler ve güzel bir gülümsemenin önemli faydaları vardır, bununla beraber, vücudun herhangi bir bölgesinin tedavisi gibi, ortodontik tedavinin de bazı riskleri bulunmaktadır. Bu riskler ise aşağıdaki başlıklar altında açıklanmaktadır.

Deleksifikasyon (kalıcı renklenme), çürük veya dişeti hastalıkları tedavi sırasında hastalar dişlerini yeterince fırçalamazsa karşılaşılabilen sorunlardır. Çok iyi diş temizliği tedavi sırasında olmazsa olmaz bir kuraldır. Yemek öğünleri arasındaki atıştırmalar ve şekerli gıdalar azaltılmalıdır. Düzenli diş hekimisi kontrollerine devam edilmelidir.

Dişler ortodontik tedaviden sonra eski konumlarına geri dönme eğilimindedir. Bu duruma nüks adı verilmektedir. Problem ne kadar ciddiye nükse yakınlık da o derecede fazladır. Nükse en yakın bölge alt ön dişlerdir. Tedavi bittikten sonra, nüksü önlemek için yeni apayerler takılarak retansiyon tedavisi uygulanmaktadır, bu aşamada hastanın hekimle çok iyi işbirliği yapması şarttır. Tedavi sırasında dişleriniz olabilecek en iyi şekilde sıralanacak, bazen de nüksün azaltılması için fazladan hareket ettirilecektir. Retansiyon bittikten sonra dahi aynı vücudun zamanla değişmesi gibi dişler de zamanla değişebilmektedir. Bazı durumlarda kalıcı retansiyon uygulanması gerekmektedir.

Ek 2 (Devam). Hasta bilgilendirilmiş gönüllü olur formu örneği

Dişlerin devital olması (ölmesi). Derin dolguya sahip veya bir travmaya uğramış dişler, ortodontik tedavi görseler de görmeseler de zamanla ölebilir. Fark edilmemiş ölü dişler ortodontik tedavi sırasında ağrıya sebep olabilir ve kanal tedavisine ihtiyaç duyabilir.

Sigara ve diğer tütün mamullerinin kullanılması ortodontik tedaviyi etkiletebilir. Bu ürünleri kullanan hastalar hekimlerini bilgilendirmelidir.

Bazı durumlarda dişlerin kökleri kısılabilmektedir. Buna kök rezorbsiyonu denilmektedir. Normalde diş köklerinin kısılması herhangi bir olumsuzluk yaratmaz. Fakat diş eti rahatsızlığı görülmesi durumunda kısa kökler dişlerin ömrünü kısaltabilir. Bütün kök rezorbsiyonları ortodontik tedaviden kaynaklanmamaktadır. Travmalar, hormonal bozukluklar ve henüz belirlenememiş sebeplerden de kök kısılması görülebilmektedir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışmaya katılım rutin tedavi basamakların içerdiği için size fazladan bir tedavi maliyeti çıkarmayacaktır. Size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna fazladan herhangi bir ücret ödetilmeyecektir. Herhangi bir yan etki veya fiziksel zarar gelişirse hemen çalışma doktorunuzu gereken tedavinin uygulanabilmesi için bilgilendiriniz.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Çalışma kapsamında elde edilecek veriler tedaviniz ya da çalışma dışında herhangi bir amaçla kullanılmayacaktır. Bu kapsama sizden alınan muayene ve bilgilendirme formları da dahildir. Eğer onayınızda vazgeçerseniz, doktorunuz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır. Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermektedirim.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

FEYZA GEDİK 03613121919-3025

ÇALIŞMADAN AYRILMAMI GEREKTİRECEK DURUMLAR:

- 1) Hasta kooperasyonunda problemlerin olması
- 2) Ağız hijyenin yetersiz olması

YENİ BİLGİLER ÇALIŞMADAKİ ROLÜMÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Ek 3. Hasta bilgilendirilmiş gönüllü velisi olur formu örneği

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİSİ OLUR FORMU ÖRNEĞİ *

ARASTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN AÇIK ADI): Piezoinsizyon tekniğinin ortodontik diş hareketi üzerine olan etkilerinin incelenmesi

Gönüllünün Baş Harfleri

Bir araştırma çalışmasına velisi bulunduğunuz gönüllünün katılması istenmektedir. Velisi bulunduğunuz gönüllünün katılmak isteyip istemediğine karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağına çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamamız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer velisi bulunduğunuz gönüllü bir başka çalışmada da yer alıyorsa bu çalışmada yer alamaz.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNLU MUDUR?

Velisi bulunduğunuz gönüllünün çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar verirsiniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, bu klinik çalışmaya katılımla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Kliniğimizde piezoinsizyon adı verilen bir teknikte diş hareketini hızlandırmak ve tedavi süresini kısaltmak amacıyla bir çalışma başlatmış bulunuyoruz. Bu çalışmanın amacı çekimsiz yapılacak ortodontik tedaviler üzerindeki piezoinsizyon tekniğinin çapraşıklığı çözme ve total tedavi süresi üzerine etkisinin değerlendirilmesidir.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Diş çekimi gerektirmeyecek çapraşıklığa sahip hastalar çalışmaya dahil edilecektir. Araştırmaya dahil olan bireylerde rutinde alınan ortodontik kayıtlar (fotoğraflar, röntgenler) alınacaktır. Çalışma grubunda braketlerin yerleştirildiği seanstan bir hafta sonra alt ve üst çeneye piezo bıçağı ile dişler arasında vertikal kesiler yapılacaktır. Sonrasında rutin çekimsiz tedavi protokolleri izlenerek tedaviler tamamlanacaktır. Araştırmaya katılmak tamamen hastamızın kendi rızasıyla olacak ve hastaya bir yükümlülük getirmeyecektir. Hastalar araştırma başladıktan sonra devam etmek istememe hakkına sahiptir. Bu çalışmada, çalışmayı bitirme ve tedavide uyum problemi olan hastayı çalışma dışı bırakma yetkisi araştırmacıya aittir.

NE YAPILMASI GEREKİYOR?

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Çalışma doktorunuzu ziyarete belirlenen günlerde gelmelisiniz ve bir sonraki ziyaretiniz de, ziyaretten ayrılmadan önce planlanmalıdır.

ÇALIŞMAYA KATILIMIN NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?

Çalışmada hastaların ortodontik tedavisini aksatabilecek herhangi bir işlem yapılmamaktadır. Bu çalışma rutin tedavi basamaklarını içermektedir. Hastanın karşılaşılabileceği yan etkiler bütün ortodontik tedaviler sırasında meydana gelebilecek yan etkilerle aynıdır. Sağlıklı dişler ve güzel bir gülümsemenin önemli faydaları vardır, bununla beraber, vücudun herhangi bir bölgesinin tedavisi gibi, ortodontik tedavinin de bazı riskleri bulunmaktadır. Bu riskler ise aşağıdaki başlıklar altında açıklanmaktadır. **Dekalsifikasyon (kalıcı renklenme), çürük veya dişeti hastalıkları tedavi sırasında hastalar dişlerini yeterince fırçalamazsa karşılaşılabilen sorunlardır.** Çok iyi diş temizliği tedavi sırasında olmazsa olmaz bir kuraldır. Yemek öğünleri arasındaki atıştırmalar ve şekerli gıdalar azaltılmalıdır. Düzenli diş hekimisi kontrollerine devam edilmelidir.

Dişler ortodontik tedaviden sonra eski konumlarına geri dönme eğilimindedir. Bu duruma nüks adı verilmektedir. Problem ne kadar ciddiye nüks yatıklılık da o derecede fazladır. Nüks en yatık bölge alt ön dişlerdir. Tedavi bittikten sonra, nüksü önlemek için yeni apayerler takılarak retansiyon tedavisi uygulanmaktadır, bu aşamada hastanın hekimle çok iyi işbirliği yapması şarttır.

Ek 3 (Devam). Hasta bilgilendirilmiş gönüllü velisi olur formu örneği

retansiyon tedavisi uygulanmaktadır, bu aşamada hastanın hekimle çok iyi işbirliği yapması şarttır. Tedavi sırasında dişleriniz olabilecek en iyi şekilde sıralanacak, bazen de nüksün azaltılması için fazladan hareket ettirilecektir. Retansiyon bittikten sonra dahi aynı vücudun zamanla değişmesi gibi dişler de zamanla değişebilmektedir. Bazı durumlarda kalıcı retansiyon uygulanması gerekmektedir.

Dişlerin devial olması (ölməsi). Derin dolguya sahip veya bir travmaya uğramış dişler, ortodontik tedavi görseler de görmeseler de zamanla ölebilir. Fark edilmiş ölü dişler ortodontik tedavi sırasında ağrıya sebep olabilir ve kanal tedavisine ihtiyaç duyabilir.

Sigara ve diğer tütün mamullerinin kullanılması ortodontik tedaviyi etkiletebilir. Bu ürünleri kullanan hastalar hekimlerini bilgilendirmelidir.

Bazı durumlarda dişlerin kökleri kısılabilmektedir. Buna kök rezorbsiyonu denilmektedir. Normalde diş köklerinin kısılması herhangi bir olumsuzluk yaratmaz. Fakat diş eti rahatsızlığı görülmesi durumunda kısa kökler dişlerin ömrünü kısaltabilir. Bütün kök rezorbsiyonları ortodontik tedaviden kaynaklanmamaktadır. Travmalar, hormonal bozukluklar ve henüz belirlenmemiş sebeplerden de kök kısılması görülebilmektedir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya velisi bulunduğunuz gönüllünün katılma kararını tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya velisi katılmayı reddedebileceğimizin veya katıldıktan sonra istediğimiz zaman, bu tedavi kurumunda göreceğimiz bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğimizin bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsak, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımızın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağımız tedavileri doktorumla tartışacağım.

ÇALIŞMAYA KATILMANIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışmaya katılım rutin tedavi basamakların içerdiği için size fazladan bir tedavi maliyeti çıkarmayacaktır. Size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna fazladan herhangi bir ücret ödetilmeyecektir. Herhangi bir yan etki veya fiziksel zarar gelişirse hemen çalışma doktorunuzu gereken tedavinin uygulanabilmesi için bilgilendiriniz.

KİŞİSEL BİLGİLER NASIL KULLANILACAK?

Çalışma kapsamında elde edilecek veriler tedaviniz ya da çalışma dışında herhangi bir amaçla kullanılmayacaktır. Bu kapsama velisi bulunduğunuz gönüllüden alınan muayene ve bilgilendirme formları da dahildir. Eğer onayınızda vazgeçerseniz, doktorunuz çalışma verilerini artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır. Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermektedirim.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

FEYZA GEDİK 03623121919-3025

ÇALIŞMADAN ÇIKARILMAYI GEREKTİRECEK DURUMLAR:

- 1) Hasta kooperasyonunda problemlerin olması
- 2) Ağız hijyenin yetersiz olması

YENİ BİLGİLER ÇALIŞMADAKİ ROLÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi bulunduğum gönüllünün katılımını onaylıyorum, istediğimiz zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilirim ve kendi isteğimize bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimizi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi bulunduğum gönüllünün katılımını kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Ek 5. PZS grubunda yapılan dijital ölçümlerin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

Tests of Normality							
	SubGrp	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
T2U3Dist	PIZ/RIGHT	0,248	4	,	0,916	4	0,514
	PIZ/LEFT	0,243	5	,200*	0,854	5	0,207
T3U3Dist	PIZ/RIGHT	0,249	4	,	0,892	4	0,392
	PIZ/LEFT	0,367	5	0,026	0,804	5	0,087
T4U3Dist	PIZ/RIGHT	0,197	4	,	0,985	4	0,93
	PIZ/LEFT	0,181	5	,200*	0,93	5	0,597
T1USpace	PIZ/RIGHT	0,284	4	,	0,875	4	0,317
	PIZ/LEFT	0,268	5	,200*	0,91	5	0,469
T2USpace	PIZ/RIGHT	0,267	4	,	0,902	4	0,443
	PIZ/LEFT	0,248	5	,200*	0,899	5	0,402
T3USpace	PIZ/RIGHT	0,26	4	,	0,915	4	0,507
	PIZ/LEFT	0,279	5	,200*	0,856	5	0,214
T4USpace	PIZ/RIGHT	0,241	4	,	0,907	4	0,467
	PIZ/LEFT	0,267	5	,200*	0,871	5	0,271
T2U6Mez	PIZ/RIGHT	0,234	4	,	0,928	4	0,584
	PIZ/LEFT	0,293	5	0,187	0,795	5	0,073
T3U6Mez	PIZ/RIGHT	0,25	4	,	0,868	4	0,29
	PIZ/LEFT	0,374	5	0,021	0,783	5	0,058
T4U6Mez	PIZ/RIGHT	0,286	4	,	0,934	4	0,621
	PIZ/LEFT	0,312	5	0,125	0,812	5	0,101
T1U3Rot	PIZ/RIGHT	0,379	4	,	0,729	4	0,024
	PIZ/LEFT	0,281	5	,200*	0,869	5	0,262
T2U3Rot	PIZ/RIGHT	0,391	4	,	0,77	4	0,058
	PIZ/LEFT	0,25	5	,200*	0,879	5	0,303
T3U3Rot	PIZ/RIGHT	0,313	4	,	0,913	4	0,497
	PIZ/LEFT	0,195	5	,200*	0,947	5	0,718
T4U3Rot	PIZ/RIGHT	0,28	4	,	0,861	4	0,262
	PIZ/LEFT	0,234	5	,200*	0,89	5	0,359
T2U3Tip	PIZ/RIGHT	0,413	4	,	0,672	4	0,005
	PIZ/LEFT	0,292	5	0,19	0,845	5	0,18
T3U3Tip	PIZ/RIGHT	0,262	4	,	0,851	4	0,23
	PIZ/LEFT	0,221	5	,200*	0,903	5	0,426
T4U3Tip	PIZ/RIGHT	0,198	4	,	0,973	4	0,857
	PIZ/LEFT	0,207	5	,200*	0,905	5	0,44
T2L3Dist	PIZ/RIGHT	0,15	4	,	0,995	4	0,981
	PIZ/LEFT	0,214	5	,200*	0,932	5	0,609
T3L3Dist	PIZ/RIGHT	0,276	4	,	0,873	4	0,311
	PIZ/LEFT	0,365	5	0,029	0,718	5	0,014
T4L3Dist	PIZ/RIGHT	0,229	4	,	0,936	4	0,632
	PIZ/LEFT	0,315	5	0,118	0,893	5	0,372
T1LSpace	PIZ/RIGHT	0,426	4	,	0,666	4	0,004
	PIZ/LEFT	0,147	5	,200*	0,985	5	0,96
T2LSpace	PIZ/RIGHT	0,352	4	,	0,859	4	0,257
	PIZ/LEFT	0,186	5	,200*	0,921	5	0,535

Ek 5 (devam). PZS grubunda yapılan dijital ölçümlerin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

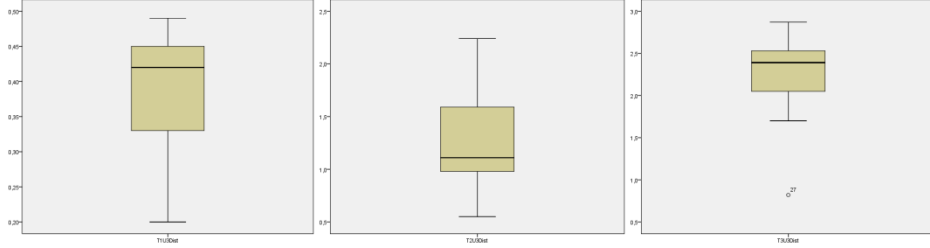
T3LSpace	PIZ/RIGHT	0,26	4	,	0,86	4	0,261
	PIZ/LEFT	0,141	5	,200*	0,997	5	0,997
T4LSpace	PIZ/RIGHT	0,355	4	,	0,798	4	0,098
	PIZ/LEFT	0,219	5	,200*	0,907	5	0,451
T2L6Mez	PIZ/RIGHT	0,307	4	,	0,84	4	0,196
	PIZ/LEFT	0,357	5	0,036	0,77	5	0,045
T3L6Mez	PIZ/RIGHT	0,276	4	,	0,881	4	0,343
	PIZ/LEFT	0,227	5	,200*	0,913	5	0,484
T4L6Mez	PIZ/RIGHT	0,307	4	,	0,751	4	0,039
	PIZ/LEFT	0,207	5	,200*	0,951	5	0,744
T1L3Rot	PIZ/RIGHT	0,27	4	,	0,905	4	0,455
	PIZ/LEFT	0,207	5	,200*	0,97	5	0,874
T2L3Rot	PIZ/RIGHT	0,312	4	,	0,888	4	0,375
	PIZ/LEFT	0,188	5	,200*	0,959	5	0,802
T3L3Rot	PIZ/RIGHT	0,294	4	,	0,895	4	0,407
	PIZ/LEFT	0,167	5	,200*	0,991	5	0,982
T4L3Rot	PIZ/RIGHT	0,277	4	,	0,867	4	0,285
	PIZ/LEFT	0,26	5	,200*	0,876	5	0,29
T2L3Tip	PIZ/RIGHT	0,317	4	,	0,812	4	0,125
	PIZ/LEFT	0,252	5	,200*	0,93	5	0,597
T3L3Tip	PIZ/RIGHT	0,302	4	,	0,881	4	0,345
	PIZ/LEFT	0,412	5	0,006	0,632	5	0,002
T4L3Tip	PIZ/RIGHT	0,256	4	,	0,953	4	0,736
	PIZ/LEFT	0,214	5	,200*	0,9	5	0,411

*. This is a lower bound of the true significance.

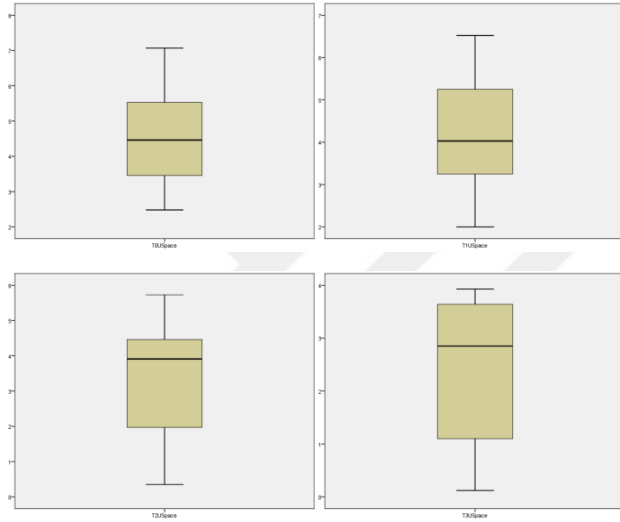
a. Lilliefors Significance Correction

Ek 6. PZS grubunda sağ-sol veriler grup içinde birleştirildikten sonra yapılan genel istatistik değerlendirmede her bir ölçümden elde edilen verilerin genel dağılımlarını gösteren grafikler

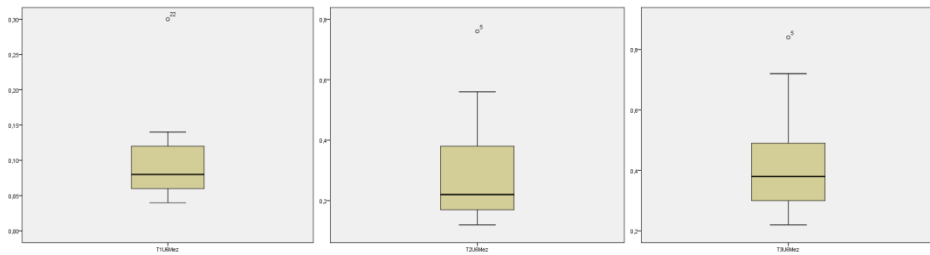
T2U3Dist, T3U3Dist ve T4U3Dist



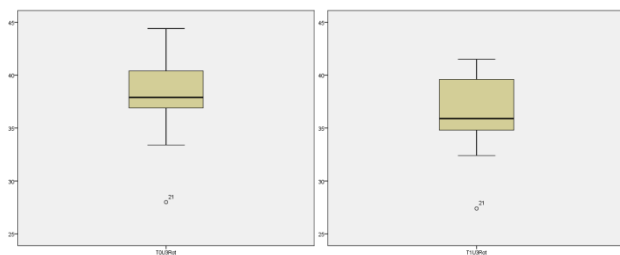
T1Uspace, T2Uspace, T3Uspace ve T4Uspace

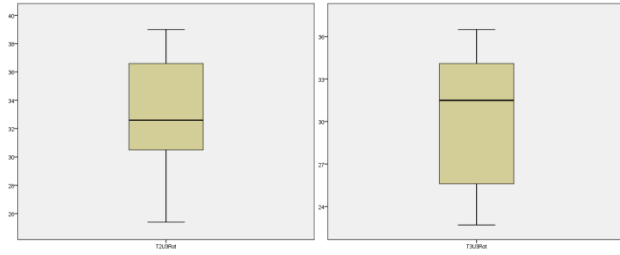


T2U6Mez, T3U6Mez ve T4U6Mez

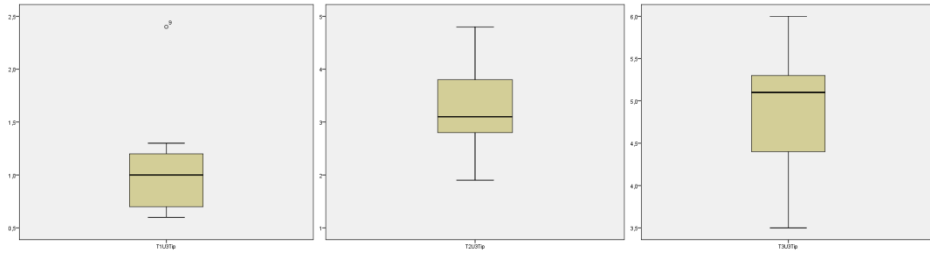


T1U3Rot, T2U3Rot, T3U3Rot ve T4U3Rot

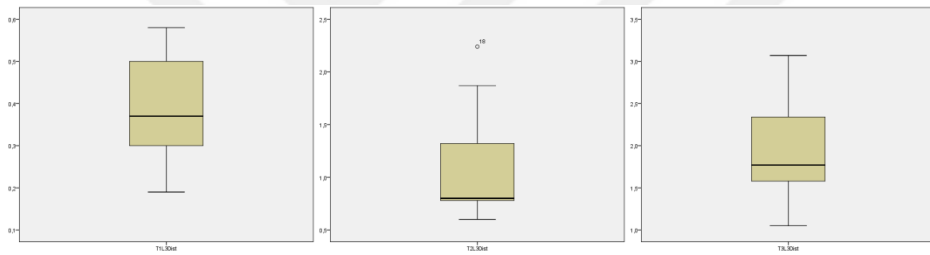




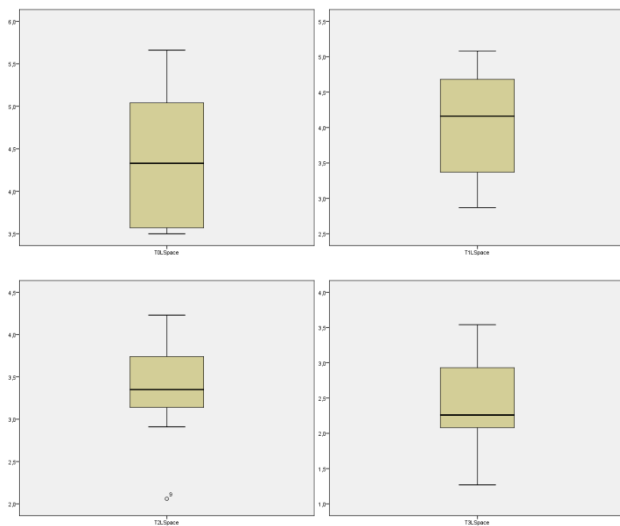
T2U3Tip, T3U3Tip ve T4U3Tip



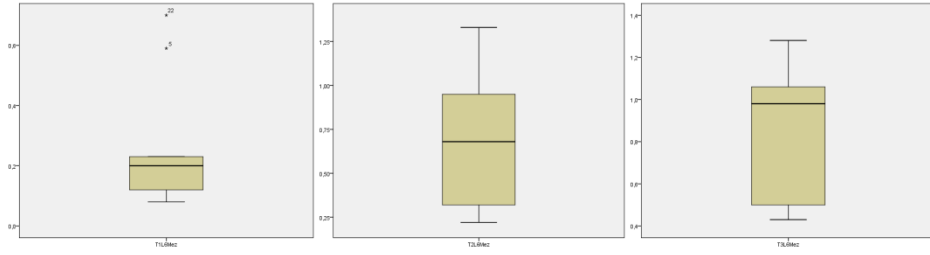
T2L3Dist, T3L3Dist ve T4L3Dist



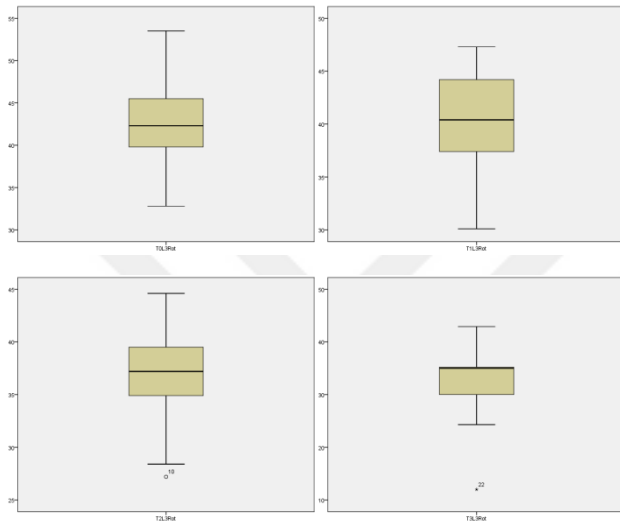
T1Lspace, T2Lspace, T3Lspace ve T4Lspace



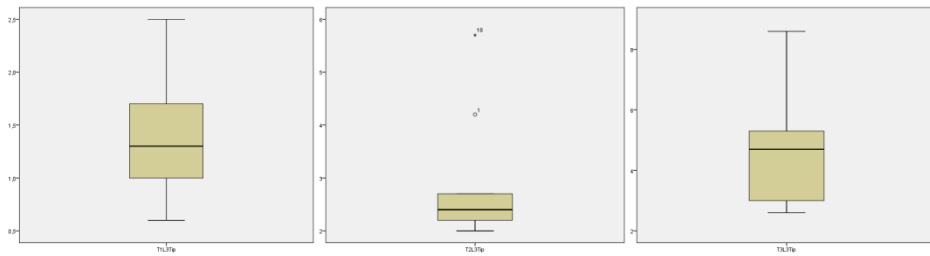
T2L6Mez, T3L6Mez ve T4L6Mez



T1L3Rot, T2L3Rot, T3L3Rot ve T4L3Rot



T2L3Tip, T3L3Tip ve T4L3Tip



Ek 7. PZS grubu sağ-sol verilerin birleştirilmesi sonucunda oluşturulan dağılım homojenliğini gösteren tablo

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
T2U3Dist	0,044	1	32	0,835
T3U3Dist	1,363	1	32	0,252
T4U3Dist	1,904	1	23	0,181
T1USpace	1,091	1	32	0,304
T2USpace	1,76	1	32	0,194
T3USpace	1,218	1	32	0,278
T4USpace	0,081	1	23	0,779
T2U6Mez	3,894	1	32	0,057
T3U6Mez	0,984	1	32	0,329
T4U6Mez	1,374	1	24	0,253
T1U3Rot	1,549	1	32	0,222
T2U3Rot	1,27	1	32	0,268
T3U3Rot	0,076	1	32	0,784
T4U3Rot	0,024	1	23	0,878
T2U3Tip	0,232	1	32	0,634
T3U3Tip	0,372	1	32	0,546
T4U3Tip	5,64	1	23	0,026
T2L3Dist	0,541	1	14	0,474
T3L3Dist	2,23	1	14	0,158
T4L3Dist	2,175	1	9	0,174
T1LSpace	0,116	1	14	0,738
T2LSpace	0,001	1	14	0,97
T3LSpace	0,092	1	14	0,766
T4LSpace	0,794	1	7	0,403
T2L6Mez	0,412	1	14	0,532
T3L6Mez	1,733	1	14	0,209
T4L6Mez	0,485	1	7	0,509
T1L3Rot	1,121	1	14	0,308
T2L3Rot	1,317	1	14	0,27
T3L3Rot	2,039	1	14	0,175
T4L3Rot	1,314	1	7	0,289
T2L3Tip	0,484	1	14	0,498
T3L3Tip	1,109	1	14	0,31
T4L3Tip	0,778	1	7	0,407

Ek 8. CONT grubunda yapılan dijital ölçümlerin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

Tests of Normality							
SubGrp		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
T2U3Dist	CONT/RIGHT	0,235	5	,200*	0,912	5	0,477
	CONT/LEFT	0,241	5	,200*	0,892	5	0,369
T3U3Dist	CONT/RIGHT	0,189	5	,200*	0,981	5	0,938
	CONT/LEFT	0,185	5	,200*	0,932	5	0,613
T4U3Dist	CONT/RIGHT	0,216	5	,200*	0,956	5	0,779
	CONT/LEFT	0,184	5	,200*	0,965	5	0,841
T1USpace	CONT/RIGHT	0,225	5	,200*	0,918	5	0,519
	CONT/LEFT	0,28	5	,200*	0,847	5	0,184
T2USpace	CONT/RIGHT	0,231	5	,200*	0,914	5	0,492
	CONT/LEFT	0,315	5	0,119	0,844	5	0,177
T3USpace	CONT/RIGHT	0,219	5	,200*	0,932	5	0,612
	CONT/LEFT	0,203	5	,200*	0,968	5	0,861
T4USpace	CONT/RIGHT	0,213	5	,200*	0,936	5	0,638
	CONT/LEFT	0,249	5	,200*	0,928	5	0,581
T2U6Mez	CONT/RIGHT	0,246	5	,200*	0,956	5	0,777
	CONT/LEFT	0,235	5	,200*	0,881	5	0,314
T3U6Mez	CONT/RIGHT	0,375	5	0,02	0,698	5	0,009
	CONT/LEFT	0,42	5	0,004	0,683	5	0,006
T4U6Mez	CONT/RIGHT	0,382	5	0,016	0,74	5	0,024
	CONT/LEFT	0,216	5	,200*	0,975	5	0,905
T1U3Rot	CONT/RIGHT	0,24	5	,200*	0,907	5	0,451
	CONT/LEFT	0,198	5	,200*	0,941	5	0,671
T2U3Rot	CONT/RIGHT	0,212	5	,200*	0,959	5	0,804
	CONT/LEFT	0,288	5	,200*	0,914	5	0,492
T3U3Rot	CONT/RIGHT	0,244	5	,200*	0,902	5	0,419
	CONT/LEFT	0,227	5	,200*	0,929	5	0,591
T4U3Rot	CONT/RIGHT	0,265	5	,200*	0,944	5	0,692
	CONT/LEFT	0,385	5	0,015	0,799	5	0,079
T2U3Tip	CONT/RIGHT	0,243	5	,200*	0,922	5	0,544
	CONT/LEFT	0,267	5	,200*	0,837	5	0,158
T3U3Tip	CONT/RIGHT	0,223	5	,200*	0,922	5	0,543
	CONT/LEFT	0,246	5	,200*	0,915	5	0,5
T4U3Tip	CONT/RIGHT	0,189	5	,200*	0,983	5	0,95
	CONT/LEFT	0,215	5	,200*	0,935	5	0,63
T2L3Dist	CONT/RIGHT	0,252	5	,200*	0,822	5	0,121
	CONT/LEFT	0,365	5	0,028	0,757	5	0,035

Ek 8(devam). CONT grubunda yapılan dijital ölçümlerin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

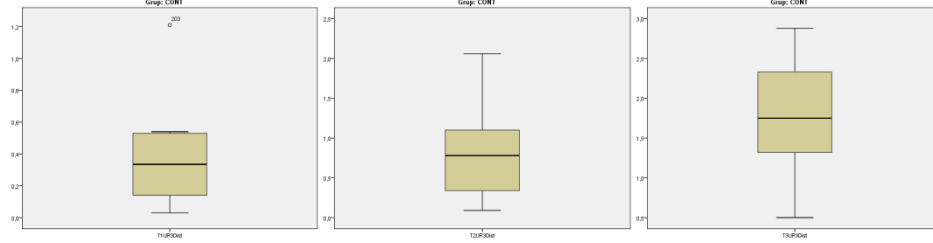
T3L3Dist	CONT/RIGHT	0,2	5	,200*	0,929	5	0,592
	CONT/LEFT	0,23	5	,200*	0,856	5	0,215
T4L3Dist	CONT/RIGHT	0,176	5	,200*	0,982	5	0,946
	CONT/LEFT	0,224	5	,200*	0,922	5	0,544
T1L3Space	CONT/RIGHT	0,248	5	,200*	0,959	5	0,803
	CONT/LEFT	0,235	5	,200*	0,935	5	0,629
T2L3Space	CONT/RIGHT	0,236	5	,200*	0,933	5	0,616
	CONT/LEFT	0,145	5	,200*	0,982	5	0,945
T3L3Space	CONT/RIGHT	0,29	5	0,195	0,883	5	0,321
	CONT/LEFT	0,194	5	,200*	0,964	5	0,835
T4L3Space	CONT/RIGHT	0,175	5	,200*	0,967	5	0,856
	CONT/LEFT	0,183	5	,200*	0,964	5	0,837
T2L6Mez	CONT/RIGHT	0,23	5	,200*	0,908	5	0,458
	CONT/LEFT	0,25	5	,200*	0,885	5	0,332
T3L6Mez	CONT/RIGHT	0,215	5	,200*	0,972	5	0,886
	CONT/LEFT	0,349	5	0,046	0,776	5	0,051
T4L6Mez	CONT/RIGHT	0,308	5	0,136	0,827	5	0,132
	CONT/LEFT	0,293	5	0,184	0,822	5	0,12
T1L3Rot	CONT/RIGHT	0,361	5	0,032	0,79	5	0,066
	CONT/LEFT	0,163	5	,200*	0,982	5	0,945
T2L3Rot	CONT/RIGHT	0,253	5	,200*	0,887	5	0,341
	CONT/LEFT	0,171	5	,200*	0,987	5	0,967
T3L3Rot	CONT/RIGHT	0,152	5	,200*	0,996	5	0,996
	CONT/LEFT	0,174	5	,200*	0,947	5	0,712
T4L3Rot	CONT/RIGHT	0,314	5	0,12	0,817	5	0,11
	CONT/LEFT	0,255	5	,200*	0,925	5	0,561
T2L3Tip	CONT/RIGHT	0,392	5	0,012	0,712	5	0,013
	CONT/LEFT	0,385	5	0,015	0,677	5	0,005
T3L3Tip	CONT/RIGHT	0,273	5	,200*	0,794	5	0,072
	CONT/LEFT	0,236	5	,200*	0,864	5	0,241
T4L3Tip	CONT/RIGHT	0,288	5	,200*	0,885	5	0,332
	CONT/LEFT	0,256	5	,200*	0,942	5	0,677

*. This is a lower bound of the true significance.

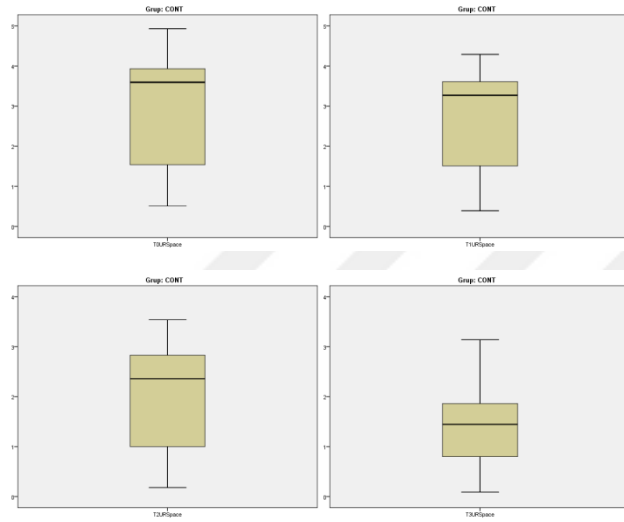
a. Lilliefors Significance Correction

Ek 9. CONT grubunda sağ-sol veriler grup içinde birleştirildikten sonra yapılan genel istatistik değerlendirmede her bir ölçümden elde edilen verilerin genel dağılımlarını gösteren grafikler

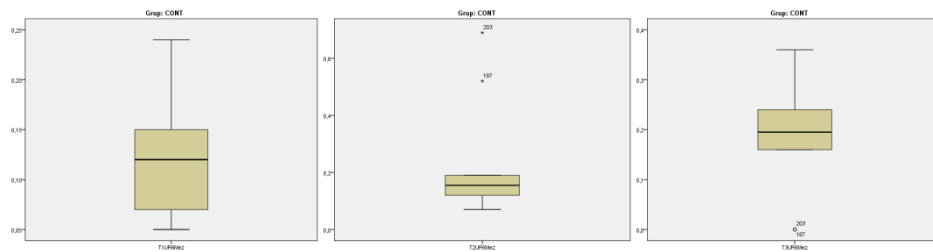
T2UR3Dist T3UR3Dist ve T4UR3Dist



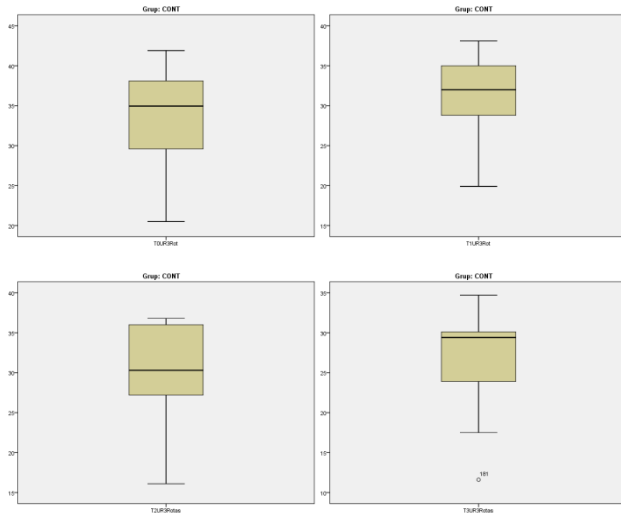
T1URSpace, T2URSpace, T3URSpace ve T4URSpace



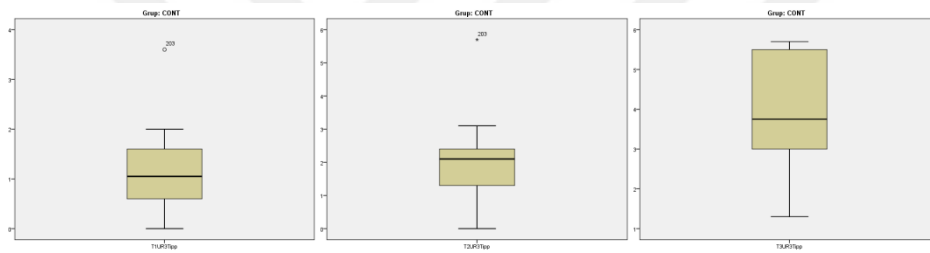
T2UR6Mez, T3UR6Mez ve T4UR6Mez



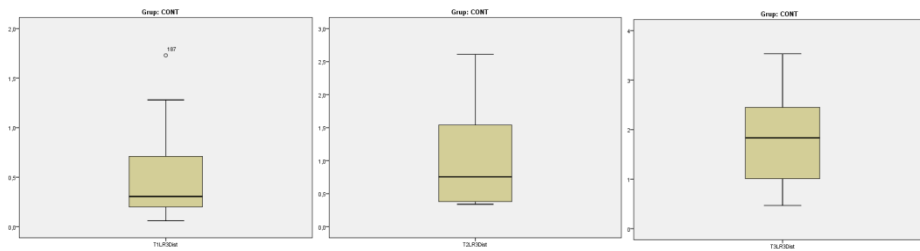
T1UR3Rot, T2UR3Rot, T3UR3Rot ve T4UR3Rot



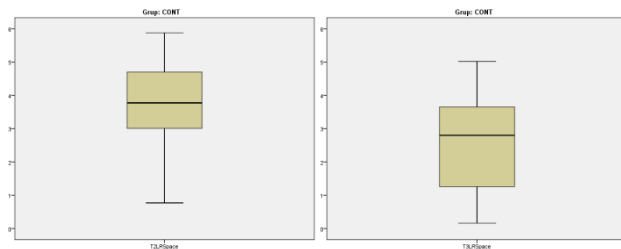
T2UR3Tipp, T3UR3Tipp ve T4UR3Tipp

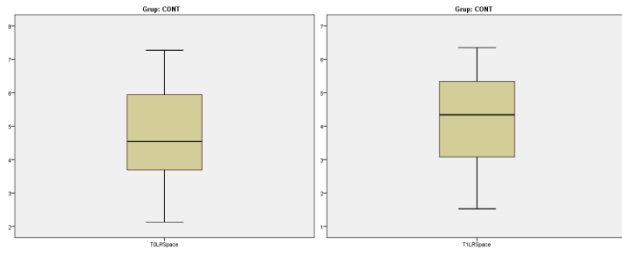


T2LR3Dist, T3LR3Dist ve T4LR3Dist

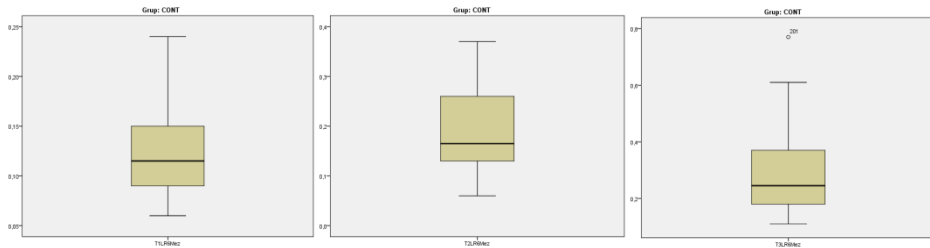


T1LRSpace, T2LRSpace, T3LRSpace ve T4LRSpace

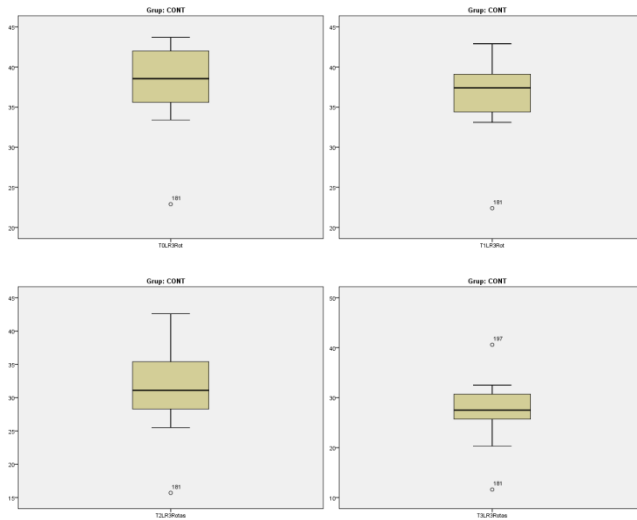




T2LR6Mez, T3LR6Mez ve T4LR6Mez



T1LR3Rot, T2LR3Rot, T3LR3Rot ve T4LR3Rot



T2LR3Tipp, T3LR3Tipp ve T4LR3Tipp



Ek 10. CONT grubu sağ-sol verilerin birleştirilmesi sonucunda oluşturulan varyans homojenliğini gösteren tablo

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
T2U3Dist	0,02	1	28	0,889
T3U3Dist	0,997	1	28	0,326
T4U3Dist	0,064	1	22	0,802
T1USpace	2,224	1	28	0,147
T2USpace	4,17	1	28	0,051
T3USpace	2,215	1	28	0,148
T4USpace	2,68	1	22	0,116
T2U6Mez	2,975	1	28	0,096
T3U6Mez	4,013	1	28	0,055
T4U6Mez	4,987	1	22	0,036
T1U3Rot	0,2	1	28	0,658
T2U3Rot	1,38	1	28	0,25
T3U3Rot	0,08	1	28	0,779
T4U3Rot	2,738	1	22	0,112
T2U3Tip	0,077	1	28	0,784
T3U3Tip	0,772	1	28	0,387
T4U3Tip	1,28	1	22	0,27
T2L3Dist	0,454	1	10	0,516
T3L3Dist	1,769	1	10	0,213
T4L3Dist	0,314	1	10	0,588
T1LSpace	0	1	10	0,994
T2LSpace	0,157	1	10	0,7
T3LSpace	0,066	1	10	0,803
T4LSpace	0,155	1	10	0,702
T2L6Mez	0,824	1	10	0,385
T3L6Mez	0,958	1	10	0,351
T4L6Mez	0,4	1	10	0,541
T1L3Rot	2,004	1	10	0,187
T2L3Rot	1,221	1	10	0,295
T3L3Rot	0,807	1	10	0,39
T4L3Rot	0,682	1	10	0,428
T2L3Tip	0,081	1	10	0,782
T3L3Tip	0	1	10	0,985
T4L3Tip	0,004	1	10	0,95

Ek 11. PZS grubunda yapılan periodontal indeks ölçümlerinin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

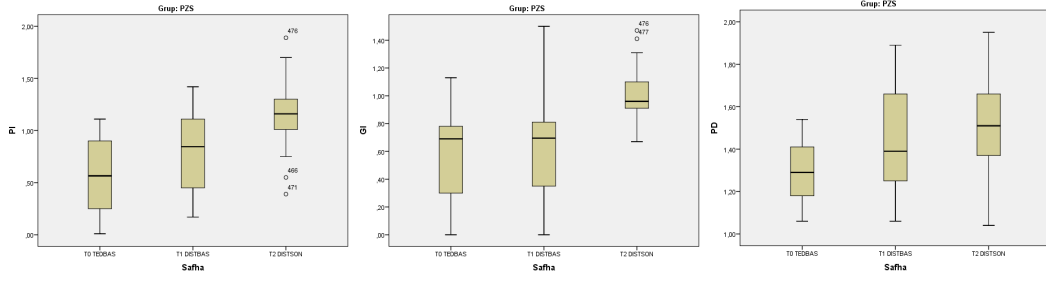
Tests of Normality							
SubGrp		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PI	T0 TEDBAS	0,141	34	0,086	0,918	34	0,014
	T1 DISTBAS	0,113	34	,200*	0,948	34	0,106
	T4 DISTSON	0,112	34	,200*	0,976	34	0,635
GI	T0 TEDBAS	0,223	34	0	0,888	34	0,002
	T1 DISTBAS	0,191	34	0,003	0,94	34	0,064
	T4 DISTSON	0,131	34	0,146	0,951	34	0,133
PD	T0 TEDBAS	0,144	34	0,071	0,964	34	0,307
	T1 DISTBAS	0,151	34	0,049	0,925	34	0,022
	T4 DISTSON	0,119	34	,200*	0,95	34	0,12

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Grup = PZS

b. Lilliefors Significance Correction

Ek 12. PZS grubunda yapılan periodontal indeks ölçümlerinden elde edilen verilerin genel dağılımını gösteren grafikler (Sırayla PI, GI, PD)



Ek 13. CONT grubunda yapılan periodontal indeks ölçümlerinin veri dağılımını gösteren genel istatistik tablosu

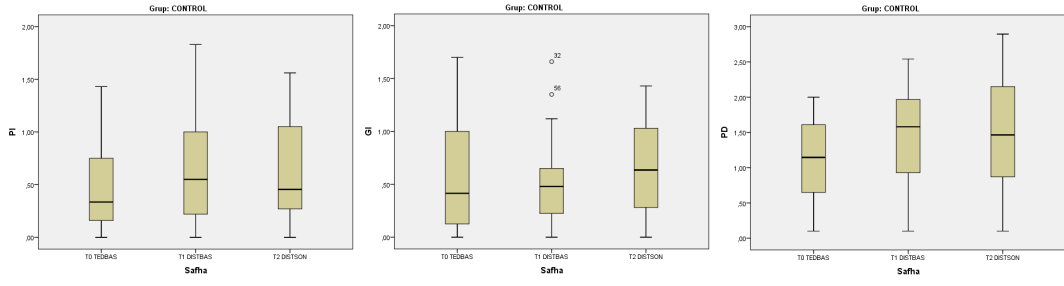
Tests of Normality ^a						
Safha	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
T0 TEDBAS	0,188	30	0,009	0,874	30	0,002
PI T1 DISTBAS	0,123	30	,200*	0,937	30	0,077
T4 DISTSON	0,183	30	0,011	0,915	30	0,02
T0 TEDBAS	0,127	30	,200*	0,915	30	0,02
GI T1 DISTBAS	0,136	30	0,167	0,919	30	0,025
T4 DISTSON	0,112	30	,200*	0,95	30	0,167
T0 TEDBAS	0,103	30	,200*	0,951	30	0,182
PD T1 DISTBAS	0,174	30	0,021	0,915	30	0,02
T4 DISTSON	0,085	30	,200*	0,961	30	0,32

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Grup = CONTROL

b. Lilliefors Significance Correction

Ek 14. CONT grubunda yapılan periodontal indeks ölçümlerinden elde edilen verilerin genel dağılımını gösteren grafikler (Sırayla PI, GI, PD)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Feyza Gedik

Doğum Yeri: Bayburt/Türkiye

Doğum Tarihi: 01.01.1988

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

İlköğretim Okulu; Kalecik Köyü İ.O. 1994-1996, Hasanpaşa İ.O. 1996-2002.

Lise; Hacı Hatice Bayraktar Lisesi 2002-2006.

Lisans ve Yüksek Lisans; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
2006-2011.

Doktora; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D.
2011-2016.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D. 2011-
2016.

Kavak Devlet Hastanesi 2015-Halen.

E-posta: fyzgedik@gmail.com