



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

PIEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN ANTERİOR ÇAPRAŞIKLIĞIN ÇÖZÜLME HIZINA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Doktora Tezi

Dt. Soheil SOLTANI

**Samsun
Ocak-2018**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

PIEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN ANTERİOR ÇAPRAŞIKLIĞIN ÇÖZÜLME HIZINA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Doktora Tezi

Dt. Soheil SOLTANI

Danışman

Prof. Dr. Mete ÖZER

**Samsun
Ocak-2018**

T.C
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Soheil SOLTANI tarafından Prof. Dr. Mete ÖZER danışmanlığında hazırlanan “Piezoinsizyon Tekniğinin Anterior Çapraşıklığın Çözülme Hızına Olan Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından .../.../..... yapılan sınav ile ortodonti Anabilim Dalında DOKTORA Tezi olarak Kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

ONAY:

Bu tez, enstitü yönetim kurulunca belirlenen ve yukarda 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 Prof. Dr. Mete ÖZER'e,

Hastalarımın cerrahi uygulamalarını büyük bir özveriyle yapan, gerek çalışma disiplini gerekse nezaketiyle örnek aldığım sayın Prof. Dr. Mahmet SÜMER'e,

Kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK'e, Sayın Prof. Dr. Selim ARICI'ya

Doktora eğitimim boyunca bana destek olan değerli hocalarım Doç. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK'e, Doç. Dr. Nursel ARICI'ya, Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZ'a, Yrd. Doç. Dr. Sebahat YAZICIOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Aslıhan ÖZ'a

Tez sürecimin boyunca birçok zorluğu birlikte aştığımız değerli arkadaşlarım Sayın Dt. Özlem ERÇİN'e, Dt. Montaser ABUZAİTOUN'a, Dt. Ozan ŞAHİN'e

Beraber 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,

İçten ve sonsuz teşekkürler

Bu çalışma Tübitak tarafından desteklenen PYO.DIS.1904.15.006 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir

ÖZET

PIEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN ANTERİOR ÇAPRAŞIKLIĞIN ÇÖZÜLME HIZINA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, piezoinsizyon tekniğinin alt anterior çapraşıklığın çözülme hızına olan etkilerinin incelemesidir.

Birey ve Yöntem: Çalışmaya dahil edilen 24 hasta; piezoinsizyon (12) ve kontrol (12) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bireyler braketlendikten 1 hafta sonra piezoinsizyon grubundaki bireylerin alt anterior bölgesine piezoinsizyon uygulanmıştır. Bireylerden, tedavi başlangıcı, seviyeleme-sıralama ve tedavinin bittiği aşamada üç boyutlu dijital modeller elde edilmiştir. Tedavi başlangıç ve bitim aşamasında bireylerden sefalometrik filmler elde edilmiştir. Elde edilen kayıtlar kullanılarak tedavi sürecinde diş hareket hızı, tedavi ve seviyeleme-sıralama süresi ve tedavi sürecinde oluşan ark içi değişiklikler incelenmiştir.

Bulgular: Bu çalışmada piezoinsizyon grubu ve kontrol grubu arasında seviyeleme-sıralama ve toplam tedavi süresi açısından istatistikal olarak anlamlı fark bulunmuştur. İki grup arasında diş hareket hızı açısından istatistiksal olarak anlamlı fark görülmüştür. Kontrol grubunda piezoinsizyon grubuna nazaran alt çene kanin-kanin arası ve molar-molar arası mesafede oluşan genişleme daha fazla olmuştur. Piezoinsizyon grubunda kontrol grubuna nazaran alt keserlerde daha fazla protrüzyon görülmüştür.

Sonuç: Bulgular göz önünde bulundurularak çekimsiz bireylerde piezoinsizyon tekniğinin diş hareket hızı ve miktarı üzerinde belirgin bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hızlı diş hareketi; Piezoinsizyon

Soheil SOLTANI, Doktora Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ocak 2018

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EFFICIENCY OF PIEZOCISION TECHNIQUE ON THE RATE OF ALLEVIATING ANTERIOR CROWDING

Aim: The purpose of this study is the investigation of the efficiency of piezocision technique on the rate of alleviating mandibular anterior crowding.

Material and method: Twenty four patients who were included in the study were divided into groups of piezocision (12) and control (12). One week after the bracket placement, piezocision was applied to the lower anterior region in the piezocision group. At the beginning, leveling-alignment and the end of treatment stages three dimensional digital models were obtained. Cephalometric films were obtained from patients at the beginning and end of treatment. The rate of tooth movement, treatment and leveling-alignment duration and inter-arch changes during the treatment process were investigated.

Results: Statistically significant difference was found between piezocision and control groups in terms of leveling-aligning and total treatment duration. There was a statistically significant difference between the two groups in terms of the rate of tooth movement. In the control group, there was more expansion between mandibular canine-canine and molar-molar compared to piezocision group. More protrusion of the lower incisors was observed in the piezocision group when compared to the control group.

Conclusion: Piezocision technique has clear effect on the rate of the tooth movement.

Keywords: Rapid tooth movement, piezocision

Soheil SOLTANI, PhD Thesis

Ondokuz Mayıs University Samsun, 2019 January

SİMGELER VE KISALTMALAR

% : Yüzde

NSAİ : Non steroidal antiinflamatuvar ilaçlar

PG : Prostaglandin

COX : Coxib

PHT : Paratiroid hormon

RAP : Rejinal acceratory phenoman

HANT : Heat activated nickel titanium

AOO : Accelerated ostogenic orthodontic

NİTİ : Nickel titanium

mm : Milimetre

ManT(3) : Alt çene sağ ve sol köpek dişlerinin tüberkül tepesi

ManO(4) : Alt çene sağ ve sol birinci küçük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası

ManO(5) : Alt çene sağ ve sol ikinci küçük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası

ManO(6) : Alt çene sağ ve sol birinci büyük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Ortodontik Diş Hareketi.....	5
2.2. Diş Hareketinde Rol Alan Hücreler.....	5
2.2.1. Fibroblastlar.....	5
2.2.2. Osteoblastlar.....	6
2.2.3. Osteoklastlar.....	7
2.3. Diş Hareket Fizyolojisi.....	7
2.4. Optimal Ortodontik Kuvvet ve Diş Hareketi.....	9
2.4.1. Basınç-Gerilim Modeli.....	10
2.4.2. Kemik-Eğilme Modeli.....	11
2.4.3. Bioelektrik Sinyal.....	12
2.4.4. Mikrohasar Teori.....	13
2.5. Ortodontik Diş Hareketini Etkileyen Faktörler.....	13
2.5.1. Yaş ve Cinsiyet.....	13
2.5.2. Sistemik Hastalıklar ve Kullanılan İlaçlar.....	14
2.5.3. Genetik Faktörler.....	20
2.6. Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri.....	21
2.6.1. Aparent Destekli Terapi ve Mekanik Uyarılar.....	21
2.6.2. İlaçlar ve Mediyatörler.....	25
2.6.3. Cerrahi Yöntemler.....	29
3. MATERYAL VE METOT.....	38
3.1. Bireylerin Seçimi ve Grupların Oluşturulması.....	38

3.1.1. Bireylerin Seçimi.....	38
3.1.2. Çalışma Grupların Oluşturulması.....	39
3.2. Klinik Uygulama.....	39
3.2.1. Kayıtların Alınması.....	39
3.2.2. Braketleme ve Ortodontik Tel Uygulanışı.....	40
3.2.3. Cerrahi Aşaması (Piezoinsizyon).....	41
3.3. Tedavi Süresi.....	43
3.4. Model Analizi.....	43
3.5. Çapraşıklık İndeksi Ölçümleri.....	44
3.6. Yatay Yön Ölçümler.....	45
3.7. Lateral Sefalometrik Değerlendirilmeler.....	47
3.7.1. Lateral Sefalometrik Ölçümler İçin Kullanılan Noktalar.....	47
3.7.2. Araştırmada Kullanılan Lateral Sefalometrik Referans Düzlemler.....	48
3.7.3. Araştırmada Kullanılan Lateral Sefalometrik Ölçümler.....	49
3.8. İstatistiksel Analiz.....	52
4. Bulgular.....	53
4.1. Çapraşıklık İndeksi.....	53
4.2. Tedavi Süresi.....	53
4.3. Çapraşıklığın Günlük Çözülme Miktarı.....	54
4.4. Tedavi Sürecinde Oluşan Ark-içi Değişikliklerin Grup İçerisinde Değerlendirme...55	55
4.5. Gruplar Arasında Oluşan Ark-içi Değişikliklerin Değerlendirme.....	57
4.6. Tedavi Başlangıç Aşamasında Sefalometrik Film Analizleri.....	60
4.7. Tedavi Süresinde Sefalometrik Değerlerde Oluşan Değişiklikler.....	61
4.8. Tedavi Sürecinde Grup İçi Sefalometrik Değerlerde Oluşan Değişiklikler.....	63
5. TARTIŞMA.....	65
5.1. Bireylerin Seçimi ve Çalışma Grupların Oluşturulması.....	67
5.2. Yöntem.....	69
5.3. Bulgular.....	72
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR.....	81

EKLER.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	101



1.GİRİŞ

Ortodontik tedavide dişe mekanik kuvvet uygulandığında çevre dokulardan çeşitli enflamatuvar mediyatörler, nörotransmitterler, sitokinler ve büyüme faktörleri sentezlenmesi ile birlikte ortaya çıkan kemik yapım ve yıkım olayı sonucu ortodontik diş hareketi gerçekleşmektedir.

Amerikan Ortodonti Birliği uygulanan tedaviye ve kişilerin özelliğine bağlı olarak ortodontik tedavilerin 12-36 ay arasında sürdüğünü belirtmişlerdir. Hastaların ortodontik tedavi süresi uzadıkça, kooperasyonları olumsuz yönde etkilenmektedir.

Toplumun bilinçlenmesi ile birlikte, ortodontik tedavi ihtiyacı duyan yetişkin bireylerin sayısı artmaktadır. Ortodontik tedavi gereksinimi ile başvuruda bulunan erişkin bireylerin sayısı arttıkça da ortodontik tedavi süresinin uzun olma problemi daha ön plana gelmiştir. Ortodontik tedavilerin uzun sürmesinin hastalar tarafından bu tedavinin reddedilmesinde önemli payı vardır (Ren ve Ark., 2007).

Ortodontik tedavi süresi arttıkça ağız hijyeni olumsuz yönde etkilenir ve bununla birlikte diş çürükleri, periodontal hastalıklar, kooperasyon problemleri ve kök rezorpsiyon riski artmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda ortodontik diş hareketini hızlandırmaya yönelik yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir (Proffit ve ark., 2007).

Ortodonti tarihinde tedavi süresini kısaltmak için çeşitli yöntemler bulmak adına araştırmalar yapılmıştır. Diş hareketini hızlandırmak adına çeşitli lokal ve sistemik ilaçlar, mekanik ve fiziksel uyarılar, braket ve tellerin ara yüzeyindeki sürtünmeyi azaltan uygulamalar ve cerrahi yöntemler geliştirilmiştir (Proffit ve ark., 2007).

Diş hareketini hızlandırmak için periodontal ligament distraksiyonu, mikro-osteoperforasyon, dentoalveoler distraksiyon ve kortikotomi ile ilgili son yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Proffit ve ark., 2007).

Ortodontik tedavi ile birlikte alveoler kemiğe cerrahi aletlerle geri dönüşümlü hasar oluşturularak kemiğin yıkım ve yapım olayı süresinin kısalmasıyla diş hareketi hızlandırılmaktadır. Diş hareket hızını artırmak için uygulanan bu cerrahi yöntem, 19. yüzyılın sonlarında uygulanmaya başlanılsa da 20. yüzyılda Köle tarafından modifiye edilerek daha gelişmiş hale getirilmiştir (Köle, 1959).

Wilcko ve ark., 2001 yılında tam kalınlıkta flep kaldırdıktan sonra alveol kemiğin bukkal ve lingual yüzeyinde meduller kemiğe ulaşacak derinlikte cerrahi bıçağıyla kortikotomi yaptıktan sonra cerrahi bölgesine kemik grefti uygulayarak diş hareket sınırını genişletmeye çalışmışlardır. Wilcko ve arkadaşlarının uyguladığı bu modifiye kortikotomi tekniğine 'Wilckodontics' veya 'Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti' adı verilmiştir.

Wilcko ve ark., 2003 yılında yaptıkları çalışmada bireylere invaziv kortikotomi uygulayarak diş hareketini hızlandırmayı planlamışlardır. Kortikotomiye bağlı kemik yapım ve yıkımında hızlanma oluşmasına bağlı bireyleri 2 hafta aralıklarla kontrol edip ortodontik kuvvetin aktive edilmesini önermişlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak kortikotominin uygulandığı bireylerde daha az kök rezorpsiyonu ile birlikte, periodontal hasarın olmadığını ve vitalite kaybının oluşmadığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda kortikotomi yönteminin diş hareketini hızlandırmada etkili bir yöntem olduğunu rapor etmişlerdir.

Wilcko ve arkadaşlarının kortikotomi yönteminde tam flep kaldırılmasına bağlı bireylerin ameliyat sonrası ağrı ve şikayeti fazla olmaktadır. Kim ve ark. (2009), bireylerin bu ağrı ve şikayetini azaltmak için daha az invaziv bir kortikotomi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu kortikotomi yönteminde tam flep kaldırmak yerine sadece kortikotominin uygulanacağı bölgede dişetine insizyon yapılarak alveol kemiğe ulaşacak bir pencere hazırlanır. Dişetinde oluşturulan bu pencereden kortikal kemiğe ulaşarak güzel bir görüş sahası ile kortikotomi uygulanabilmektedir.

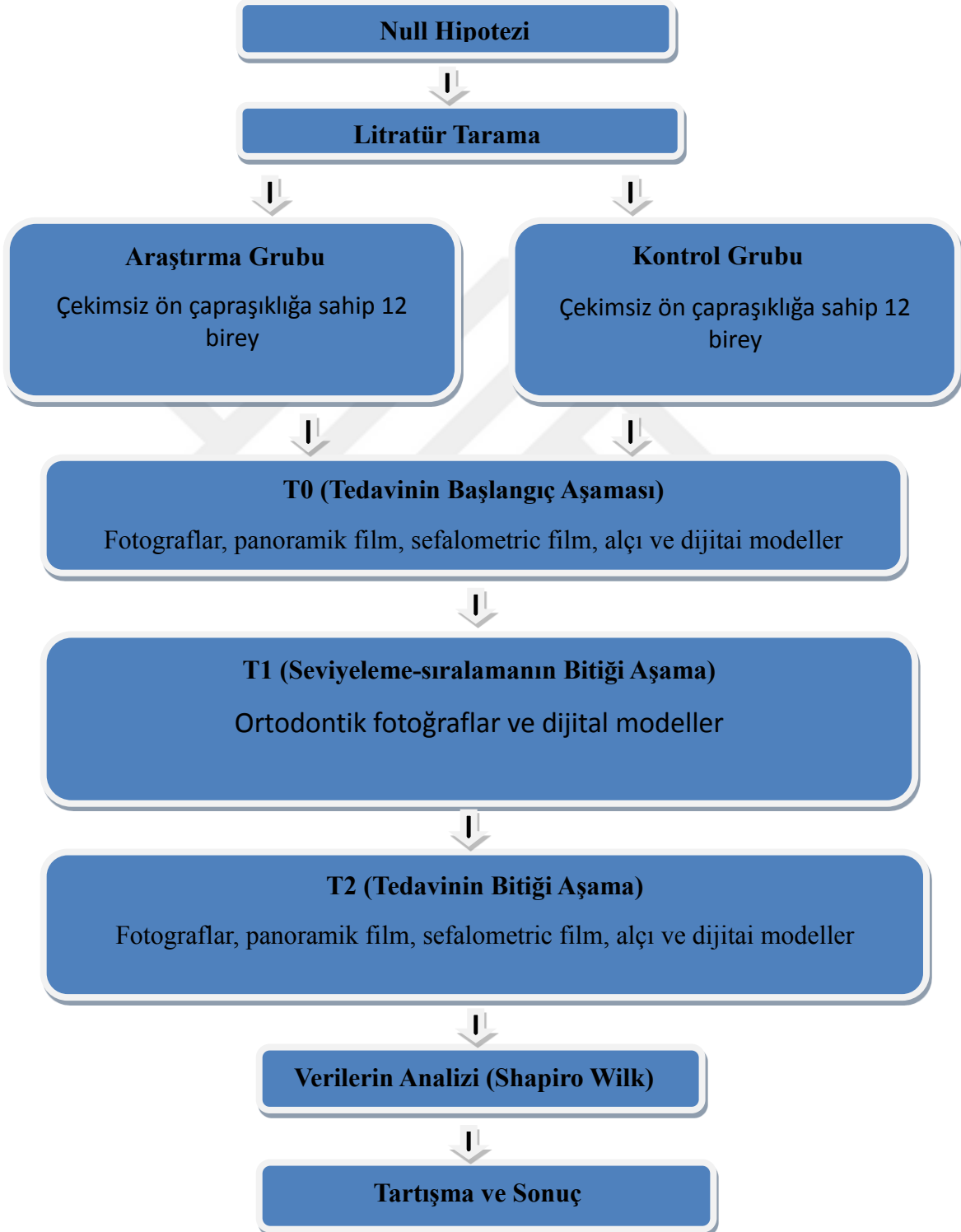
Vercelloti ve Podesta (2007) yılında tam flep kaldırdıktan sonra daha ince ve dikkatli kortikotomi kesileri yapabilmek için piezoelektrik cihazını kullanmışlardır.

Dibart ve ark., diş hareketini hızlandırmak için uygulanan kortikotomi yönteminin cerrahi işlemini minimal invaziv hale getirmeyi planlamışlardır. Araştırmacılar bu teknikte Vercelloti'nin yöntemine benzer şekilde, dişlerin hareketinin planlandığı bölgede dişetine mikroinsizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşmışlardır. Vercelloti'nin uyguladığı yöntemden farklı olarak normal cerrahi bıçağı yerine piezoelektrik bıçağıyla bukkal alveol kemikte daha ince ve kontrollü kesiler yaparak Rapid Acceleratory Phenomenon (RAP) başlatmışlardır. Araştırmacılar bu işleme piezoinsizyon adı vermişlerdir. Piezoinsizyon minimal invaziv bir yöntem olması ile birlikte aynı zamanda diş hareketini hızlandırmada etkili bir yöntemdir.

Bu yöntemin cerrahi aşamasında dehissens ve fenestrasyon riskini azaltmak için yumuşak ve sert doku grefti uygulanabilmektedir (Brugnami ve ark., 2014).

Bu çalışmada çekimsiz hastalarda piezoinsizyon yöntemin diş hareket hızına olan etkinliği konvansiyonel yöntem ile in vivo ortamda karşılaştırılmıştır. Bu amaç ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne ortodontik tedavi yaptırmak amacıyla başvuruda bulunan 11 erkek, 13 kız olmak üzere toplam 24 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bireyler 12 kişilik çalışma grubu ve 12 kişilik kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Bu çalışma için ileri sürülen null hipotez “çekimsiz bireylerde piezoinsizyon tekniği ile tedavi gören bireyler ve konvansiyonel yöntem ile tedavi olan bireyler arasında dişlerin hareket hızı açısından in vivo şartlarda istatistiksel olarak farklar yoktur” şeklinde tanımlanabilir.

Bu çalışmanın akış grafiği aşağıdadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1.Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik kuvvet sonrası oluşan diş hareketi, periodontal dokudaki hücrel değişikliklere bağlı olarak gelişmektedir. Alveoler kemik, sement, dişeti ve periodontal ligament periodonsiyumu oluşturmaktadır. Uygulanan kuvvetin şekli ve miktarına bağlı olarak diş farklı şekilde hareket eder ve kuvvete bağlı olarak hareket miktarı değişmektedir. Ortodontik kuvvet sonrası periodontal ligamentin kanlanması azalma görülmekte ve bu azalmaya bağlı iskemik bölgeler oluşmaktadır. Bu iskemik bölgede çeşitli nörotransmitterler, sitokinler, büyüme faktörleri ve araziidonik asit sentezlenir. Bu moleküller dişin etrafında çeşitli yıkım ve yapım olayından sorumlu olmaktadır (Proffit ve ark., 2004).

Yirminci yüzyılda ortodontik kuvvet sonrası periodontal dokuda oluşan histolojik değişiklikleri incelemek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara göre ortodontik kuvvet sonrası periodontal dokuda büyük miktarda hücrel aktivite gerçekleşmektedir. Fibroblastlar, endotel hücreleri, osteoblastlar ve osteoklastlar bu hücrel aktivitede önemli rol oynamaktadırlar (Davidovitch, 1991).

Ortodontik kuvvet, ortopedik kuvvetten farklı olmaktadır ve ortopedik kuvvete nazaran daha düşük miktarda olup, uygulama süresi farklı olmaktadır. Ortodontik tedavide diş hareketi için genellikle 120- 150 gramlık kuvvetler yeterli olurken, ortopedik etki için en az 300 gram kuvvet uygulanmalıdır (Daskalogiannakis ve ark., 2000). Ortopedik etki elde etmek için sütürlara yüksek kuvvet uygulayarak sütural büyümeyi aktive etmek gerekmektedir (Mao ve ark., 2003).

2.2.Diş Hareketinde Rol Alan Hücreler

2.2.1.Fibroblastlar

Fibroblastlar; periodontal ligamentin bağ dokusundaki ana hücreler olup ortodontik kuvvet sonrası değişikliğe uğramaktadırlar. Fibroblastların gövde kısmında sitoplazmik uzantıları vardır. Fibroblastlar periodontal ligamentin ve alveol kemiğin korunması ve tamirinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu hücreler osteojenik aktiviteye sahiptirler ve heterojen yapıdadırlar (Howard ve ark., 1998). Fibroblastlar matrikste aktif ve inaktif şekilde bulunmaktadır. Fibroblastların inaktif şekline fibrosit denilmektedir. İnaktif fibrositler

aktif fibroblastlara nazaran daha küçük olup daha az uzantıya sahiptirler. Fibrositlerin rengi koyu olup çekirdekleri daha küçüktür. Fibroblastların aktif formu matriks sentezinde rol almaktadır ve düzensiz sitoplazmaya sahiptirler. Fibrositlere nazaran daha büyük ve mat çekirdeğe sahiptirler (Kyomen ve ark., 1997).

Fibroblastlar kollajen proteinlerin sentezinden sorumludurlar. Kollajenler bağ dokusunun ana maddesi olup yara iyileşmesinde önemli rol oynarlar. Osteoblast gibi farklı hücrelerin başlangıç haline dönüşebilmektedirler (Howard ve ark., 1998). Ortodontik kuvvet sonrası oluşan diş hareket esnasında kollajenlerin yıkım ve yapımını sağlarlar. Fibroblastların proliferatif aktivitesi genç bireylerde daha fazladır (Kyomen ve ark., 1997).

Howard ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada gerilim kuvvetinin fibroblastlar tarafından salgılanan proteinler üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada belirli bir gerilim kuvvetinden sonra fibroblastlar tarafından sentezlenen hücreler arası ara madde proteinlerinde belirgin değişiklikler olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmada mekanik uyarının tip I kollajen, fibronektin ve tropoelastini etkilediğini belirtmişlerdir.

Enstrom ve ark. (1985), yaptıkları çalışma sonucu periodontal gerilime neden olan mekanik kuvvetin fibroblast proliferasyonunun hızını arttırdığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda kollajen sentezinde ve osteojenik hücrelerin olgunlaşmasında etkili olduğunu bulmuşlardır.

Yapılan başka bir in vitro çalışmada, mekanik uyarıdan sonra fibroblastlar tarafından prostoglandin E2 sentezlendiğini bulmuşlardır ve bu artışa bağlı cAMP miktarında artış olduğunu belirtmişlerdir (Yousefian ve ark., 1995).

2.2.2.Osteoblastlar

Osteoblastlar kemik iliğinden köken almakta olup kemik yapımında rol alan hücrelerdendir. Osteoblastlar kemik duvarına yakın yerlerde çok sayıda bulunmaktadır. Preosteoblastlar, osteoblastlar ve osteositler; osteoblast hücre grubunu oluşturmaktadırlar. Osteoblast hücre grubu mezenşimden kaynaklanan osteoprogenitör hücrelerin farklılaşmasıyla oluşmaktadır. Osteoprogenitör hücreleri kemik büyüme esnasında, kemik enflamasyonunda ve kemik enfeksiyonunda aktif hale gelip osteoblastlara dönüşürler (Aubin ve ark., 1995).

Osteoblastlar elektron mikroskopuyla incelendiğinde, golgi ve endoplazmik retikulumlarının iyi geliştiği görülmüştür. Osteoblastlar kemik dokusundaki ekstrasellüler matriksin yapımı ve depolanmasından sorumlu olmaktadır ve çok sayıda tip I kollajen ve alkali fosfataz sentezinde rol oynamaktadırlar (Ganong, 2002). Osteoblastlar kemiğin inorganik kısmının yapılanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Osteoblastlar alkalın fosfataz sentezi ile kemiğin mineralizasyonunda etkili olmaktadır. Alkalın fosfataz aynı zamanda matriks sentezinde de rol almaktadır. Alkalın fosfataz enzim seviyesi kemik yapım hızını belirlemede önemli rol oynamaktadır (Hernandez-Gil ve ark., 2006).

Yeni kemik matriksi kalsifiye olurken matriks içinde kalan osteoblastlar farklılaşarak osteositlere dönüşürler. Osteositlerin en tipik özelliği ince sitoplazmik uzantılara sahip olmalarıdır. Osteositler kalsiyumun kana geçişinde ve kalsiyum dengesinde önemli rol oynamaktadır ve kemik yapısında osteositlerin ortadan kalkmasıyla birlikte kemik yıkım olayı gerçekleşmektedir (Aubin ve ark., 1995).

2.2.3.Osteoklastlar

Osteoklastlar kollajenaz ve proteolitik enzimleri ile kemik yıkım olayını gerçekleştirir. Eritilen kemik yapısı osteoklastların hücre uzantısıyla hücre içine alınır. Hücrelerinde çok sayıda lizozom, mitokondri ve golgi kompleksi vardır. Osteoklastların aktivitesi paratiroid hormon, interlökin, TNF, TGF, prostoglandin ve 1.25-dihidroksikolekalsiferol tarafından aktive edilmektedir (Aubin ve ark., 1995).

2.3.Diş Hareket Fizyolojisi

Ortodontik diş hareketi kemiğin yeniden şekillenmesi sonucu gerçekleşmektedir. Kemik oldukça sert bir dokudur ve şeklindeki değişiklikler hücresel aktivite sonucunda oluşan yıkım ve yapım olayları sonucu oluşmaktadır. Kemiğin yeniden şekillenmesi; kemiğin endosteal ve periosteal yüzeylerindeki yıkım ve yapım olayına bağlı olmaktadır (Frost, 1994; Proffit ve ark., 1982).

Ortodontik kuvvet uygulandığında kuvvetin yönüne bağlı olarak periodontal ligamentte sıkışma oluşmaktadır. Bu sıkışma sonucu periodontal ligament alanında sıkışma ve kemikte eğilme görülmektedir. Sıkışmanın olduğu bölgede kemik rezorpsiyonu olurken periodontal ligamentin gerilme olduğu alanda kemik yapım olayı gerçekleşmektedir. Bu

kemiğin yeniden şekillenmesine bağlı olarak diş hareketi gerçekleşmektedir (Roberts ve ark., 1990).

Ortodontik diş hareketi 2 gruba ayrılmaktadır; birinci grup kemikle birlikte olan diş hareketidir ve dişe optimum kuvvet uygulandığında dengeli bir kemik yıkım ve yapımı olan direk rezorpsiyon gerçekleşir. Direk kemik rezorpsiyonu sonucunda oluşan diş hareketine kemikle birlikte diş hareketi denilmektedir. Aşırı kuvvetler sonucu periodontal ligamentte oluşan nekrotik alanlar sonucu indirek kemik rezorpsiyonu oluşmaktadır. İndirek kemik rezorpsiyonu sonucu oluşan diş hareketine, kemiğe doğru olan diş hareketi denilmektedir (Proffit ve ark., 2007).

Ortodontik kuvvetle birlikte hücrelerin yüzeyinde değişikliklerle birlikte araşidonik asit salgılanır. İlk reaksiyon sonucu prostaglandin ve lökotrienler salgılandıktan sonra ikincil haberciler aktive olmaya başlar ve ikinci haberciler kemik ve periodontal ligamentin yeniden şekillenmesi için hücrel aktivite başlatırlar. Hücrel aktivite kuvvet miktarına göre değişiklik göstermektedir (Proffit ve ark., 2007).

Hafif kuvvet uygulandığında alveol kemiğinde birinci saniyede deformasyon oluşmaktadır, dişin hareket yönüne bağlı olarak 1-2 saniye içerisinde periodontal ligament sıvısı periodontal ligamentin dışında çıkar. 3-5 saniye içerisinde basınç yönündeki periodontal damarlanmada sıkışma oluşur ve aksi tarafta bir gerilme görülmektedir. Damarlanmadaki sıkışmaya bağlı olarak birkaç dakika içerisinde oksijen miktarında azalma görülürken prostaglandin ve sitokin miktarında artış görülür. Saatler sonra metabolik değişiklikler sonucu hücrel remodeling başlar ve ortodontik kuvvet uygulandıktan iki gün sonra diş hareketi görülmektedir. Diş hareketi osteoblastik ve osteoklastik aktivite sonucu gerçekleşmektedir ve direk rezorpsiyon için kemik yıkım ve yapım olayı uyumlu gerçekleşmelidir (Masella ve ark., 2006).

Ağır kuvvet uygulandığında ilk saniyeden kemik deformasyonu görülmektedir, 1-2 saniye içerisinde periodontal ligament sıvısı dışarı çıkar ve 3-5 saniye sonra sıkışmanın olduğu tarafta tamamen damar tıkanır ve kanlanma durur. Kanlanmanın olmadığı bölgede saatler içerisinde hücre ölümlü sonucu nekrotik alan oluşmaktadır, bu nekrotik alan hiyalin kartilajına benzediğinden hiyalinize doku denir. 5. günden sonra hiyalinize alanda indirek kemik rezorpsiyonu görülmektedir. Ağır kuvvet uygulandıktan 1-2 hafta sonra lamina

duranın kaybıyla birlikte diş hareketi kolaylaşır. Hiyalinize doku makrofajlar tarafından ortadan kaldırılırken sement yüzeyinde de rezorpsiyonlar görülmektedir (Masella ve ark., 2006).

Sonuç olarak hafif kuvvetlerle daha hızlı ve zararsız diş hareketi elde etmek mümkündür. Hafif kuvvetler uygulandığında diş hareketi 2. günden sonra başlarken ağır kuvvetlerde diş hareketi 1-2 haftada başlamaktadır. Hafif kuvvetler uygulandığında uyumlu bir yıkım ve yapım olayı gerçekleştiğinden daha devamlı bir hareket elde edilirken ağır kuvvetler uygulandığında hiyalinize dokunun rezorpsiyonu beklendiğinden kesintili diş hareketi görülmektedir (Masella ve ark., 2006).

2.4. Optimal Ortodontik Kuvvet ve Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi, ortodontik kuvvet sonucu periodontal ligamentte gerilme ve sıkışmaya bağlı oluşan biyolojik değişiklikler sonucu gerçekleşir. Ortodontik kuvvet uygulandığında kan akımında azalma sonucunda periodontal ligamentte çeşitli hücresel aktiviteler başlanmaktadır ve biyokimyasal ve hücresel aktivite alveol kemiğin yeniden şekillenmesine yol açmaktadır (Proffit ve ark., 2002).

Optimal ortodontik kuvvet dişin herhangi bir doku hasarı almadan alveol kemiğin içinde hareketini sağlamaktadır. Optimal kuvvet için uygun bir mekanik prensibi kullanılmalıdır, böylece doku ve diş hasarından kaçınırken diş kök rezorpsiyonundan korunur ve diş kortikal kemik alanından uzak tutulur. Genellikle ortodontik kuvvetler hafif ve ağır kuvvetler olarak ikiye ayrılmaktadır. Hafif kuvvetler ağır kuvvetlere nazaran daha fizyolojik olduğundan ortodontik tedavide daha çok tercih edilmelidir (Burstone, 1962).

Burstone (1962), yaptığı çalışmada ortodontik kuvvetin periodontal ligament içerisinde eşit bir şekilde yayılması neredeyse imkansız olduğunu rapor etmiştir. Storey ve ark. (1996), yaptığı çalışmaya göre hafif ortodontik kuvvetlerle ortodontik diş hareketi olduğunda bile her zaman dokularda bir takım travmalar oluşabilmektedir.

Diş hareketi için ortodontik kuvvet miktarı çok önemlidir. Optimum kuvvet 1932 yılında Schwarz tarafından tanımlanmıştır, Schwarz optimum kuvveti dokuya kapiller kan damarı basıncına eşit düzeyde basınç uygulayan kuvvet olarak tanımlamıştır. Diş optimum kuvvet uygulandığında minimum doku ve diş hasarıyla, maksimum diş hareketi elde

edilmektedir. Schwarz'a göre optimum kuvvetten az kuvvet uygulandığında diş hareketi görülmezken optimum kuvvetten daha ağır kuvvet uygulandığında doku nekrozuna bağlı olarak kemiğin frontal yüzeyinde kemik rezorpsiyonu engellenmiş olur (Schwarz, 1932).

Storey ve ark. (1952), yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonunda uygun kuvvetin 150 gram olduğunu bulmuşlardır ve bu kuvvetten daha az kuvvet uygulandığında diş hareketinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda daha yüksek kuvvetlerde diş hareket hızında azalma olduğunu ve çok ağır kuvvetlerde diş ilk haftada diş hareket miktarının sıfır olduğunu savunmuşlardır.

Yapılan bir başka çalışmanın sonucunda von Böhl ve ark. (2004), ağır kuvvetler uygulandığında daha fazla hyalinize alanların oluştuğunu rapor etmişlerdir.

2.4.1.Basınç-Gerilim Modeli

Schwarz (1932), diş hareketiyle ilgili yaptıkları eski çalışmalarda diş hareketi ile ilgili bir teori üretmiştir. Bu teoriye göre diş periodontal ligament içerisinde hareket ederken basınç alanı ve gerilim alanı yaratmaktadır. Schwarz periodontal dokudaki hücrel aktivitenin, baskı sonucu oluşan kanlanmadaki azalmadan etkilendiğini bulmuştur. Bunun sonucu olarak ortodontik kuvvet miktarının damardaki kan basıncından az olması gerektiğini savunmuştur. Kapiller kan basınç miktarından fazla kuvvet uygulandığında bu bölgenin kanlanmasının durmasına bağlı nekrotik alanın oluşacağını belirtmiştir.

Basınç gerilim teorisi, hücrel farklılaşma ve diş hareketlerini kimyasal uyarılara bağlayan bir teoridir. Dişe kuvvet uygulandığında, periodontal ligamentin kan akımında değişiklikler meydana gelir. Periodontal ligamentin sıkıştığı bölgelerde kan akımı azalırken gerildiği bölgelerde ise kan akımında artış gözlemlenir ve kan akımındaki değişiklikler kimyasal değişimleri indükler. Nörotransmitterler, sitokinler, büyüme hormonları, koloni-uyarıcı faktörler ve arazişik asit metabolitleri gibi önemli moleküllerin sentezine neden olur ve bu moleküller ile dokuda apozisyon ve rezorpsiyon gerçekleşir. Bu hücrel farklılaşma ve remodelingi destekleyen olaylar bütününe 'sinyal transdüksiyonu' denir (Masella ve ark., 2008).

Periodontal ligamentin sıkıştığı taraftaki alveol kemiğinde rezorpsiyon, gerildiği tarafta ise kemik yapımı yani apozisyon görülür. Uygulanan kuvvetin şiddetine göre

rezorpsiyon periodontal ligamente komşu kemik yüzeyinde değil kemiğin içine doğru kemik iliği yakınlarında gözlemlenebilir (Melsen, 1999). Bu durumda sıkışan tarafta hücrel aktivite gerçekleşmez ve kısmi bir iskemi gerçekleşir. Bu alan yani hyalinize doku, hücresiz camsı bir yapıdır. Komşu dokulardan makrofajlar ve osteoklastlar nekrotik alana göç eder ve hyalinize doku ortadan kalkarak bir rezorpsiyon gerçekleşir. Bu rezorpsiyon şekline 'indirek rezorpsiyon' denir .

Araştırmacılar minimal kuvvet uygulansa dahi çok az hyalinize doku görülebildiğini belirtmişlerdir. Bireylerin diş kök uzunluğu ne kadar kısa olursa hyalinize doku oluşma riski artmaktadır ve translasyon hareketi sağlanabildiğinde daha az hyalinizasyon dokusu oluşmaktadır. Sonuç olarak Reitan (1960), kök yüzey alanına düşen ortodontik kuvvet miktarının optimum olması daha az nekrotize alanın oluşmasına yol açacağını belirtmiştir.

Rezorpsiyon direk kemik duvarında meydana gelirse, diş kemik içinde hareket etmeye başlar ve buna 'direk rezorpsiyon' denir. Direk rezorpsiyon gerçekleşmesi için hyalinize dokunun oluşmaması veya minimal olması gereklidir. Periodontal ligamentin basınç tarafında osteoklastik aktivite, gerilim tarafında ise osteoblastik aktivite gerçekleşir. Oluşan remodeling ise fizyolojik diş harekete benzer olarak gerçekleşir (Van ve ark., 1982).

2.4.2.Kemik-Eğilme Modeli

Ortodonti tarihinde Farrar ilk kez (1988) yılında diş hareketinde alveol kemiğin önemli payı olduğunu belirtmiştir. Baumrind (1969) daha sonra bu teoriyi yaptıkları çalışmalarla güçlendirmişlerdir. Bu araştırmacılara göre dişe ortodontik kuvvet uygulandığında kuvvet periodonsiyumun içinde yayılmaktadır. Ortodontik kuvvetin dişte ve özellikle kemik yapısında bükülmeye yol açtığını savunmuşlardır. Alveol kemiğin esnek yapısından dolayı daha çabuk büküldüğünü belirtmişlerdir. Kemik eğilme safhasından sonra hücrel ve inorganik yapılarda yenilenmeler başlamaktadır ve kemikteki bükülme devam ettikçe bu yenilenme süreci hızlanmaktadır. Araştırmacılar lamina durada olduğu gibi kemiğin korpusundaki trabeküllerde de yapılanmalar olduğunu belirtmişlerdir. Kemikteki hücrelerin aktivasyonu kemiğin şekillenmesinden sorumlu olmaktadır.

Bassett ve Becker, Zengo ve Pollack köpek mandibulasında kanin dişine kuvvet uyguladıktan sonraki alveoler değişimi araştırmışlardır. Bu çalışmalara göre bükülme sonucu

PDL'nin sıkıştığı taraftaki kemik yüzeyinin konveksleştiği ve gerildiği taraftaki kemik yüzeyinin konkavlaştığını saptamışlardır. Kemiğin konveks yüzeyinde rezorpsiyon, konkav yüzeyinde ise apozisyon gözlemlenmiştir (Bakker ve ark., 2003; C. A. L. Bassett ve ark., 1962; Pollack ve ark., 1984; Zengo ve ark., 1974).

2.4.3. Biyoelektrik Sinyaller

Basset ve Becker (1962), mekanik kuvvete maruz kalan dokuda elektrik potansiyelin oluştuğunu savunmuşlardır. Bu elektrik potansiyel hücrelerin membrandaki iyonları etkilemekte olduğunu belirtmişlerdir. Zengo ve ark. (1974) yaptıkları çalışmada mekanik kuvvet sonrası köpeklerin alveol kemiğinde oluşan elektrik potansiyelini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda köpek kemiğine kuvvet uyguladığında kemiğin konkav yüzeyinde elektronegatif yüklerle birlikte osteoblastik aktivite olduğunu ve aynı zamanda kemiğin konkav yüzeyinde elektropozitif yüklerle birlikte osteoklastik aktivite oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Davidovitch ve ark. (1980), mekanik kuvvetle kemiğin elektrik potansiyeli arasında fiziksel bir bağlantı olduğunu savunmuştur. Bu araştırmacılar yaptıkları araştırmada ortodontik kuvvetle birlikte alveol kemiğe elektrik akımı vermişlerdir ve bu elektrik akımının hücresel aktiviteyi arttırmakla birlikte diş hareketini hızlandırdığını belirtmişlerdir.

Ortodontik kuvvet sonrası kemik yapısında bükülme oluşmaktadır ve bunun sonucunda dokuda biyoelektrik polarizasyon meydana gelmektedir. Hücre zarındaki geçirgenlikle birlikte iyonların hücreye geçişi sonucunda hücreler aktif hale gelebilmektedir; bu olaya piezoelektrik etki denilmektedir. Kristal yapıdaki çoğu maddede görülmektedir. Kristal yapıda deformasyon meydana geldiğinde elektronların yer değişimi sonucunda elektrik akımı ortaya çıkmaktadır. İlk defa DeAngelis piezoelektrik fenomenini diş hareketini açıklamak için kullanmıştır (DeAngelis, 1970).

Kuvvet uygulandığında kemiğin kollajen ve hidroksiapatit yapısında meydana gelen bozulma sonucu elektron göçünü sağlayan lokal elektrik alanı oluşmaktadır. Kuvvet uygulandıktan sonra kemikteki deformasyon sonucu yüzeysel elektrik yükü değişmektedir. Böylece kemiğin içbükey yüzeyinde negatif, dışbükey yüzeyinde pozitif elektrik yükü oluşturmaktadır. Pozitif elektronların yer aldığı kemik yüzeyinde yıkım, negatif elektronların yer aldığı kemik yüzeyinde ise kemik yapımı olduğu iddia edilmektedir (Kale ve ark., 2004).

2.4.4. Mikrohasar Teori

Kemik yapısına kuvvet uygulandığında oluşan eğilmeyle birlikte kemik matriksindeki zorlamanın mikrohasarlara yol açtığı iddia edilmektedir. Bu hasarlar kırık gibi davranıp osteoklastların aktivasyonuna ve osteositlerin apozisyonuna yol açabilmektedir (Noble ve ark., 2003).

Yapılan bir fare çalışmasında mikrohasar oluşan bölgede osteosit apozisyonu ile kemiğin yeniden şekillenmesi arasında bir ilişkinin var olduğunu tespit etmişlerdir. Mikrohasarın olduğu bölgede osteoklastların aktivasyonunda artış gözlemlenmiştir (Verborgt ve ark., 2000).

Kuvvet uygulandığında PDL sıvısında değişiklikler başlamaktadır: sitokin, büyüme faktörleri, koloni-stimulan faktörler ve vazodilatasyon faktörlerinin salgılanmasıyla kemik metabolizmasında değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Verborgt ve ark., 2000).

Erken safhada kuvvet uygulandıktan sonra akut inflamatuvar yanıt başlamaktadır ve takibinde peridontal dokuda vazodilatasyonla birlikte lökositler kapiller dışına çıkmaktadır. Bu aşamada çeşitli sitokinler ve lokal biyokimyasal sinyal molekülleri paradental hücreler ile etkileşime girerler. Sitokinler prostaglandin ve büyüme faktörlerinin salınımından sorumlu olmaktadır. Diğer aşamada olay giderek hafifleyerek fibroblast ve osteoblast aktivitesi ile kronik hale gelir. Bununla birlikte lökosit göçü devam etmektedir ve yeniden şekillenme süreci başlar. Yeni kuvvet uygulanana kadar bu kronik safha devam etmektedir (Noble ve ark., 2003).

2.5. Ortodontik Diş Hareketlerini Etkileyen Faktörler

2.5.1. Yaş ve Cinsiyet

Periodontal ligamette yoğun miktarda fibroblast hücresi bulunmaktadır. Fibroblast hücreleri diş hareketi üzerinde etkili hücrelerdir ve bireyin yaşı ilerledikçe bu hücrelerin yoğunluğunda belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Sonuç olarak dişlerin ortodontik ve fizyolojik hareket hızında azalmalar saptanmıştır (Krieger ve ark., 2013). Kawasaki ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada bireyin yaşı arttıkça RANKL / OPG oranında azalma meydana geldiğini ve buna bağlı olarak diş hareket miktarında azalma olduğunu bulmuşlardır.

Yapılan başka bir çalışmada yaş ilerledikçe bireyde kemik döngüsünün bir göstergesi olan RANKL / OPG oranındaki azalma olduğunu ve kemikteki yapım ve yıkım olayında yavaşlama olduğu tespit edilmiştir (Persy ve ark., 2009). Bu kemik döngüsündeki azalmadan ötürü erişkin hastalarda ortodontik tedavi sürecinde daha dikkatli olunmalı ve mümkün olduğunca daha hafif kuvvetlerle tedavi yapılmalıdır. Aynı zamanda kemik döngüsündeki hızın azalmasından ötürü erişkin ve yaşlı bireylerin ortodontik tedavi süresi genç bireylere nazaran uzun olmaktadır (Krieger ve ark., 2013).

2.5.2. Sistemik Hastalıklar Ve Kullanılan İlaçlar

Astım/Alerji

Bronşiyal astım aslında kronik inflamatuvar bir hastalıktır. Bu hastalıkta hava yollarında geri dönüşümlü obstrüksiyon ve bronkospazm görülmektedir ve aynı zamanda hastalık sürecinde en etkili mediyatörlerden birisi histamindir (Elsasser ve ark., 1992).

Astım hastalarında akciğerdeki inflamasyona bağlı olarak yoğun miktarda histamin, prostaglandin ve lökotrien salgılanmaktadır. Bu mediyatörler kan dolaşım yoluyla periodontal ligamente vardığında kemik yapım-yıkımında rol alan hücreleri etkilemektedir ve ortodontik hareket bu inflamasyondan etkilenmektedir. Kronik astım geçiren bireylerde immün sistem devamlı aktiftir ve bunun sonucu olarak odontoklast ve osteoklast hücrelerin miktarında artış görülmektedir. Kemik ve diş dokusundaki yıkımdan sorumlu olan bu hücrelerin artışına bağlı olarak ortodontik diş hareketinde kök rezorpsiyon riski artmaktadır. Bu hastalarda daha düşük kuvvetlerle ortodontik diş hareketi hedeflenmelidir, aksi durumda periodontal ligamentteki sıkışmaya bağlı olarak daha fazla nekrotik alan oluşup kök rezorpsiyon miktarı artacaktır (Krishnan ve ark., 2009; Nishioka ve ark., 2006).

Alerjik astım gibi alerjik hastalıklar genellikle Cetirizine gibi Histamin-1 reseptör antagonistlerini kullanırlar. Bu ilaçlar osteoklastik aktiviteyi azalttığından kemik döngüsünü etkilemektedir ve buna bağlı olarak diş hareket hızı azalırken ortodontik tedavi süresi artmaktadır (Meh ve ark., 2011).

Diyabet

Bildiğimiz gibi iki tip diyabet türü vardır. Tip 1 diyabet aynı zamanda juvenil diyabet olarak da bilinmektedir ve insüline bağlı gelişmektedir. Genellikle genç yaşlarda görünen tip

1 diyabet, tüm diyabet hastalarının % 5 ila 10'unu kapsamaktadır (Bensch ve ark., 2003). Diyabet hastalarında genellikle kemik metabolizmasında değişiklikler görölmektedir ve bu değişikliklere bağlı olarak ortodontik kuvvetlere karşı istenmeyen etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu sebepten dolayı metabolizma normal seviyeye gelene kadar diyabet hastalarına ortodontik tedavi uygulanmamalıdır. İnsülin tedavisiyle normal metabolizma sağlandığında dişe uygulanan kuvvete oluşacak yanıt sağlıklı bireylerden farklı olmayacaktır (Villarino ve ark., 2011).

Sistemik Stres

Sistemik strese bağlı olarak bireyde çok miktarda kortizon salgılanmaktadır ve bilindiği gibi kortizon kemik metabolizmasını etkilemektedir. Gameiro ve arkadaşları 2008 yılında farklı stres süresindeki bireylerin osteoklastik aktivite miktarını ölçmüşlerdir. Bu çalışma uzun süreli stres altındaki grup, kısa süreli stres altındaki grup ve kontrol grubundan oluşmaktadır. Uzun süre stres altında kalan grupta diğer gruplara nazaran osteoklastların sayısında belirgin artış görölmüştür. Osteoklastların sayısındaki bu artışa bağlı olarak kemik rezorpsiyonunda artış görölür ve bunun sonucunda diş hareket miktarı da değişmektedir (Gameiro ve ark., 2008).

Periodontal Hastalık

Periodontal hastalık toplumda çok sık rastlanan bir hastalık olduğundan ortodontik tedaviyi büyük miktarda etkilemektedir. Periodontitis hastalarında kemik kaybına bağlı ön dişlerde öne çıkma, dişler arasında açılmalar, rotasyonlar ve uzamalar görölmektedir. Bu tarz değişiklikler ortodontik tedavi gereksinimini artıracaktır. Bu hastalarda gingival ve periodontal dokuların tedavisinden sonra hastada iyi bir oral hijyen sağlandığında ortodontik tedavi uygulanmalıdır aksi takdirde ortodontik tedavi süresince bireyde hasar kaçınılmazdır (Alstad ve ark., 1979).

Kontrol altına alınamayan periodontal hastalıklı bireylerde ortodontik tedaviden kaçınılıyız. Bu bireylerde kuvvetle birlikte gingival dokulardaki inflamasyon miktarındaki artış ile beraber gingival dokudaki mediyatörler etkilenecek ataşman kayıp hızı da artacaktır. Periodontitis hastalığı, ortodontik diş hareketi sonrasında beklenen kemik yapımını

engellemekte ve kemik miktarında azalmalara yol açmaktadır (Årtun ve ark., 1988; Ericsson ve ark., 1978).

Diş uygulanan optimal kuvvet miktarı; kök yüzey alanı ve onu destekleyen periodontal doku miktarına bağlı olarak değişmektedir. Periodontal kaybın yaşandığı dişlerde ve hastalarda daha hafif kuvvetler uygulanmalıdır. Bu hastalarda periodontal doku kaybına bağlı olarak diş destekleyen kemik miktarı azalmıştır. Periodontal kaybın olduğu dişlere normal dişlere uygulanan kuvvet uygulandığında kök yüzey miktarı az olduğundan periodontal ligamentlerde daha fazla gerilme ve sıkışma ortaya çıkacaktır; Buna bağlı olarak hyalinizasyon miktarında artışla birlikte kemikte daha fazla kayıp ve periodontal harabiyet görülecektir. Kontrol altında olmayan ileri periodontal hastalıklarda ortodontik kuvvete bağlı olarak diş kaybı görülebilir. Üst kesici dişlerde periodontal harabiyet görüldüğünde ortodontik kuvvet 10-15 gram'dan fazla olmamalıdır. Aksi takdirde periodontal harabiyetin ilerlemesi kaçınılmazdır (Proffit ve ark., 2007).

Periodontal harabiyet ve alveoler kemikteki kayıpla birlikte dişin direnç merkezi normalden daha apikale yer değiştirmektedir. Böyle durumlarda diş devrilme hareketine daha yatkın olduğundan paralel hareket sağlamak daha zor olacaktır. Ortodontik kuvvet sonucu diş ve kemik arasında oluşan hyalinize doku enfeksiyondan etkilendiğinde periodontal ligament yapım sürecinde duraksamalar olacaktır ve bunun sonucu var olan periodontal yıkımda artış gözlemlenecektir. Sonuç olarak periodontitis hastalarında iyi bir ağız hijyeni ve sağlıklı periodontal doku sağlandıktan sonra ortodontik tedavi yapılmalıdır ve ortodontik tedavi sürecinde daha hafif kuvvetler tercih edilmelidir (Ong ve Wang, 2002; Ramachandra ve ark., 2011).

Non Steroidal Anti-inflamatuar İlaçlar

Diş hekimliğinde en çok kullanılan ağrı kesici türleridir. Bu ilaçlar siklooksijenaz enzimini inhibe ettikleri için prostaglandin transferini etkilemektedirler. PGE1 ve PGE2 kemik metabolizmasında ve diş hareketinde çok önemli rol oynamaktadırlar. NSAİ ilaçlar, kemik rezorpsiyonundan sorumlu olan bu mediyatörlerin transferini engellediklerinden diş hareket hızını etkilemektedirler (Tyrovola ve Spyropoulos., 2001).

Aspirin ilk bulunan NSAİ ilaçtır ve tıbbi durumlarda yoğun şekilde kullanılmaktadır. Prostaglandinin salınımını inhibe ederek ortodontik diş hareketinde önemli rol oynayan osteoklastların sayısını azaltmaktadır. Osteoklastların sayısındaki azalmaya bağlı olarak kemik yıkım hızı ve diş hareket hızı azalmaktadır (Rashidpour ve ark., 2012).

Coxibler

COX-2 inhibitörlerine coxibler denir. Yapılan çalışmalara göre coxibler ortodontik kuvvet sonucu oluşacak diş hareketini etkilemektedir. Coxiblerin diş hareketi üzerine etkisi, coxiblerin spesifitesine göre değişmektedir (de Carlos ve ark., 2006). Gameiro ve arkadaşları yaptıkları bir hayvan çalışmasında, hayvanlara celecoxib uygulamışlardır ve çalışma grubundaki hayvanların diş hareket hızında kontrol grubuna nazaran belirgin bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışma sonucu olarak celecoxibin tedavi süresini arttırdığını ortaya çıkarmışlardır (Hauber ve ark., 2008).

Arylpropiyonik Asitler

Arias ve Marquez-Orozco (2006), yaptıkları çalışmada arylpropiyonik asidin bir türü olan ibuprofenin ortodontik diş hareket hızını azalttığını bulmuşlardır. Bartzela ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada düşük dozda flurbiprofenin ortodontik diş hareketine etkisinin olmadığını göstermişlerdir (Bartzela ve ark., 2009).

Arylalkanik Asitler

Diklofenak, etodolak ve indometazin olarak üç gruptan oluşmaktadır (Bartzela ve ark., 2009). İndometazin kullanımı ortodontik kuvvet sonrası oluşacak diş hareketinde geçici bir duraksama etkisi yaratmakta ve diş hareket miktarını azaltmaktadır (Zhou ve ark., 1997). deCarlos ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, lokal diklofenak enjeksiyonu yapmışlar ve arylalkanik asit gruplarından biri olan diklofenakın ortodontik diş hareketini tamamen durdurduğunu gözlemlemişlerdir.

Oksikamlar

Literatürde oksikam grubu ilaçların diş hareketi üzerine etkinliğini araştırmak için bu gruptan olan tenoksikam ile yapılmış bir çalışma bulunmaktadır. Arantes ve arkadaşları

yaptığı bu çalışmada tenoksikam uygulamanın üst kanin distalizasyon hızı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını saptamışlardır (Arantes ve ark., 2009).

Parasetamoller

Parasetamoller ağrı kesici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. NSAİ ilaçlar grubun kimyasal yapısına çok benzemesine rağmen o grupta yer almamaktadır. Parasetamol türü ilaçlar COX-3 inhibisyonuna sebep olurlarken NSAİ grubu ilaçlar COX-1 ve/veya COX-2 inhibisyonu yapmaktadırlar. NSAİ ilaçlara çok benzeseler de prostaglandin sentezini çok az miktarda etkilediklerinden kemik metabolizmasında etkin bir değişikliğe yol açmazlar. Parasetamol türü ilaçların ortodontik diş hareketi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmamasından dolayı ortodontik tedavilerde ağrı kesici olarak sıklıkla önerilmektedirler (Arias ve Orozco, 2006; Krasny ve ark., 2013; Shetty ve ark., 2013).

Kortikosteroidler

Kortikosteroid, adrenal kortekste salgılanan bir hormondur. Bu hormon stres ve inflamatuvar cevapta etkin rol alarak ve kemik yapım/yıkımını dengelemektedir. Glukokortikoidlerin kemik fizyolojisinde önemli etkileri olmasına rağmen etki mekanizması kesin bir şekilde bulunamamıştır (Angeli ve ark., 2002; Polat ve ark., 2004).

Kortikosteroidler, Fosfolipaz A2'yi indirek olarak bloke eder ve COX-1/COX-2 üretimini baskılayarak anti inflamatuvar etki göstermektedirler. COX-1 ve COX-2 üretiminin baskılanmasıyla prostaglandin ve lökotrien sentezini durdurmaktadır. Kortikosteroid kullanan bireylerde ortodontik diş hareketi azalmakla birlikte daha hızlı nüks görülmektedir (Angeli ve ark., 2002; Ashcraft ve ark., 1992).

Bifosfonatlar

Bifosfonatlar farklı amaçlar için kullanılsa da bu ilaçlar osteoklastik aktiviteyi durdurarak kemik yıkımını engeller. Bifosfonatlar genellikle osteoporoz ve Paget hastalarında kullanılmaktadır. Aynı zamanda onkolojide kemik metastazlarında ve bazı kanserlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ortodontik anamnez alırken bu ilacın kullanımı göz ardı edilmemelidir ve bu ilacı kullanan hastalara ortodontik tedavi uygulanmamalıdır. Bu ilaç kemik matriksine katıldığı için uzun bir süre insan vücudunu

etkilemeye devam etmektedir. Bifosfonatlar ortalama 10 yıla kadar yarılanma ömrüne sahiptirler (Zahrowski, 2007). Bifosfonat kullanan bireylerde diş hareketi için gerekli olan kemik yıkımı gerçekleşmediğinden ortodontik diş hareketinde belirgin bir şekilde yavaşlama görülür, aynı zamanda alveol kemiğindeki damarlanmada kısıtlılıklar oluşmaktadır (Krishnan ve ark., 2012). Ortodontik diş hareketindeki azalma, uygulanan bifosfonat dozuna göre değişmektedir (Adachi ve ark., 1994).

Keleş ve arkadaşları yaptıkları çalışmada pamidronat ve osteoprotegerinin kemik metabolizmasındaki etkiliğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucu olarak osteoprotegerinin etkisiyle osteoklast sayısında %95, pamidronatın etkisiyle ise %70 azalma olduğunu bulmuşlardır. Osteoklastlardaki bu azalmaya bağlı olarak diş hareketinin durduğunu gözlemlemişlerdir (Keles ve ark., 2007).

Bifosfonatların uzun süre kullanımında dikkat edilmesi gereken başka bir husus ise üst çene ve alt çene alveoler yapıda osteonekrozun oluşabilmesidir. Bu bireylerde alveoler damarlanmanın az olmasına bağlı olarak cerrahi işlemden sonra kemik yapısında enfeksiyon ve nekroz oluşabilmektedir (Iglesias-Linares ve ark., 2010; Zahrowski, 2007).

Alkol/Nikotin

Kronik alkol kullanımı ortodontik kuvvet sonucu oluşan kemik yıkım ve yapım sürecini etkilemektedir ve dişlerde mobiliteye yol açmaktadır. Bu sebepten bu hastalarda ağır kuvvet uygulamaktan kaçınmalıyız (Krishnan ve ark., 2012).

Sigara kullanımı ağız yapısında çeşitli zararlı etkilere yol açmaktadır. Sigara periodontal hastalıkları tetikler ve ağız mukozasında keratinizasyonu artırır. Nikotin kullanımı COX enzimini etkileyerek kemik yıkımında artışa yol açmaktadır. Bildiğimiz gibi bu enzim arasıdonik asidi prostaglandine çevirir ve kemik yapımında etkin bir rolü vardır. Alınan nikotinin dozuna bağlı COX-2 ve prostaglandin E2 seviyesinde artış görülmektedir. Bu sebepten dolayı alınan nikotin dozuna bağlı olarak ortodontik kuvvete karşı diş hareket hızında artış görülmektedir (Krishnan ve ark., 2012).

Oral Kontraseptifler

Progesteron içeren oral kontraseptifler kemik metabolizmasını yavaşlatıp ve kemik yapım ve yıkım hızını azaltmaktadırlar. Hastalara bu ilaçların kullanımının ortodontik tedavi süresini artırdığını tedavi başlangıcında anlatılmalıdır (Olyae ve ark., 2013).

2.5.3. Genetik Faktörler

Genetik faktörler diş hareketini etkilediği gibi çevresel uyarılara olan cevabı da etkilemektedir. Buna bağlı olarak her bireyde ortodontik kuvvet sonrası farklı metabolik değişiklikler görülmektedir ve bu kuvvete karşı oluşan cevap farklı olmaktadır (Iwasaki ve ark., 2008).

Kemik metabolizmasında etkili potansiyel genler veya biyolojik markerlar etkilendiğinde ortodontik diş hareketinde farklılıklar oluşabilmektedir. Zhao ve arkadaşları yaptıkları çalışmada periodontal dokulara OPG gen transferi ile OPG üretimini sağlamışlardır. OPG üretimi ile osteoklast üretimini durdurmuşlardır ve ortodontik tedavi sonrasında beklenen nüks oranında azalma saptamışlardır (Zhao ve ark., 2012). Iglesias-Linares ve arkadaşları yaptıkları başka bir çalışmada ortodontik diş hareketini hızlandırmak için bireylere lokal RANKL uygulamışlardır. Bu çalışmanın sonucu olarak gen terapisinin diş hareketini hızlandırmada kortikotomi yöntemlerinden daha etkili olduğunu bulmuşlardır (Iglesias-Linares ve ark., 2010).

Primary failure of eruption'un PTH1R genindeki otozomal dominant mutasyonlardan kaynaklandığını düşünülmektedir. Bu bireylerde diş sürme mekanizmasının bozulmasıyla birlikte bireyin dişleri alveol kemiğinde gömülü kalmaktadır. Bu dişlere ortodontik kuvvet uygulandığında genellikle ankiloz ile karşılaşılır. Ayrıca ortodontik kuvvet sonucu oluşan kök rezorpsiyonunun genetik geçişli olduğunu bildiren ailesel çalışmalar ve ikiz çalışmaları da literatürde bulunmaktadır (Frazier-Bowers ve ark., 2014; Ngan, 2003).

2.6. Diş Hareketini Hızlandırma Yöntemleri

2.6.1. Aparey Destekli Terapi ve Mekanik Uyarılar

Diş hareketini hızlandırmak için çeşitli apareyler ve mekanik uyarılar kullanılmaktadır ve bu yöntemler cerrahi yöntemlere nazaran daha az invaziv olmaktadır.

Bunların arasında en çok uygulanan ve en iddialı yöntemler elektrik akımı, vibrasyon, elektromanyetik alan ve düşük dozda lazer uygulanmasıdır (Nimeri ve ark., 2013).

Vibrasyon

Bu yöntemde mekanik radyasyon yoluyla dişe hafif ve değişken kuvvetler uygulanmaktadır. Mekanik stres oluştuktan sonra ilk cevap en erken 30 dk içerisinde oluşmaktadır bu cevabı hızlandırmak için dişler ve periodontal dokularda vibrasyon oluşturulabilir. Bu titreşim periodontal dokuların frekansına yakın olmalıdır (Nishimura ve ark., 2008).

Yapılan bir hayvan çalışmasında hareket etmesi istenilen dişlerin periodontal dokularının aktive edilmesi için titreşim aletiyle mekanik titreşim oluşturmuşlardır. Bu titreşim sonucu RANKL'in aktivasyonunda belirgin bir artış olduğunu saptamışlardır. Bunun sonucu diş hareketi hızlanırken köklerde ve periodontal dokularda herhangi bir hasarın olmadığını göstermişlerdir (Nishimura ve ark., 2008).

Bu yöntemde insan dişine 20 dakika boyunca vibrasyon aletiyle 20-30 Hz'lik uyarın verilmektedir. Bu uygulama diş hareketi için gerekli olan yıkım ve yapım olayını hızlandırmaktadır ve diş hareketini aylık 2 veya 3 milimetre artırmaktadır. Bu apareyler genellikle taşınabilir olmaktadır ve diğer elektronik cihazlar gibi kolaylıkla şarj edilebilmektedir. Bazı çalışmalara göre bu yöntem ile toplam tedavi süresini % 30-40 azaltmak mümkündür (Nishimura ve ark., 2008).

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte yeni vibrasyon cihazları gelişmekte ve bu cihazlar çeşitli araştırmacılar tarafından değerlendirilmektedir. Kau ve arkadaşları yeni gelişen bir vibrasyon aletini değerlendirmek için klinik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 14 bireye 6 ay boyunca günde 20 dakika yeni üretilen bir titreşim cihazını kullandırmışlardır. Bireylerde bu apareyin kullanımı sonucu alt çenede aylık ortalama 2.1 milimetrelik ve üst çenede aylık ortalama 3 milimetrelik hareket saptamışlardır. Normal yöntemlerle tedavi edildiğinde bireylerde aylık 1mm diş hareketi beklenmektedir (Kau ve ark., 2010).

Düşük Dozda Lazer Uygulanması

Düşük dozda lazer tedavisi ortodontide en çok kullanılan yöntemlerden biri olmaktadır. Lazer genellikle yara iyileşmesini hızlandırmakta ve operasyon sonrası ağrıyı

azaltmak için kullanılmaktadır. Lazer biyolojik uyarı yaratabildiğinden kemik yapımını hızlandırmak için kullanılmaktadır. Örneğin hızlı palatal ekspansiyondan sonra kemik yapımını hızlandırmak için kullanılmıştır. Aynı zamanda kemik kırıklarında ve çekim boşluğunun iyileşmesi için lazer uygulanması etkili bir yöntemdir (Saito ve ark., 1997; Takeda, 1988; Trelles ve ark., 1987).

Yapılan bir fare çalışmasında hızlı üst çene genişletilmesinden sonra uygulanan lazerin kemikleşme üzerindeki etkinliğini araştırılmıştır. Bu çalışmada 3 farklı grupta, farklı düzende diode lazer ile düşük dozda lazer uygulamışlardır. Birinci gruba 7 gün boyunca 3-10 dakika süreyle ışın uygularken ikinci gruba 3 gün boyunca 7 dakika ve üçüncü gruba bir günlük aralıksız 21 dakika ışın uygulamışlardır. Yedinci günlerde farelerden histolojik kesit alınmıştır. Bu çalışmada doza bağlı olarak kemikleşme hızında 1.2-1.4 oranında artış saptamışlardır. Aynı zamanda erken dönemde ışın uygulamanın daha etkili olduğunu saptamışlardır. Kemikleşmedeki hızlanmaya bağlı olarak nüksün azaldığını ve pekiştirme süresinin kısaldığını savunmuşlardır (Saito ve ark., 1997).

Kemiğe düşük dozda lazer uygulandığında osteoklast, osteoblast ve fibroblast hücrelerinde artış görülmektedir; bu artış sonucu kemik yapım ve yıkımı hızlanarak diş hareketinin hızında artış gerçekleşmiştir. Düşük dozda lazer uygulandığında ATP üretimi ve sitokrom C aktivitesinde artış görülmektedir (Fujita ve ark., 2008).

Youssef ve arkadaşları kanin distalizasyon sürecinde oluşan diş hareketi ve ona bağlı ağrı miktarını araştırmışlardır. Bu çalışmada yaşları 14 ile 23 arasında değişen 15 bireyde alt ve üst birinci premolar çekimiyle ortodontik tedavi uygulanmıştır. Bireylerin sağ tarafına lazer uygulaması yapılırken sol tarafa lazer uygulanmamıştır. Kanin distalizasyonunun 0,3,7 ve 14'üncü gününde bireylerin sağ tarafına düşük dozda lazer uygulanmıştır ve kanin distalizasyon mekaniği 21 günde bir aktive edilmiştir. Bu süreçte hastaların ağrı düzeyi ağrı skalasıyla değerlendirilmiştir. Sonuç olarak hastaların sağ tarafında ağrı miktarında azalma tespit edilirken diş hareket hızında belirgin artış görülmüştür (Youssef ve ark., 2008).

Başka bir çalışmada yaşları 12-18 arası değişen 11 hastada birinci premolar çekimli ortodontik tedavi uygulamışlardır. Kanin distalizasyonu sürecinde bireylerin üst çenesine tek taraflı düşük dozda lazer uygulanmıştır. Kanin distalizasyonun aktivasyonundan sonra her seansta 780 nm gücünde toplam 10 saniye diod lazer uygulanmıştır. 5 palatinal ve 5 bukkal

olmak üzere toplam 10 bölgeye lazer uygulanmıştır. İki aylık kanin distalizasyonundan sonra kanin hareketinde %34 oranında artış saptamışlardır (Cruz ve ark., 2004).

Kawasaki ve Shimizu (2000), yaptıkları çalışmada 48 farenin büyük azı dişine 10 gramlık kuvvet uygulamışlardır. Kuvvet uygulanmasıyla birlikte 3 farklı bölgeye günde 9 dakika boyunca lazer uygulamışlardır. Yapılan histolojik kesitlerde kemik yapımında artışla birlikte diş hareket hızında 1.3'lük artış olduğunu saptamışlardır.

Yapılan başka bir çalışmada Yamaguchi ve ark. (2007), lazer uygulamasından sonra osteogeneziste rol alan makrofaj stimülasyon faktörünün etkilendiğini saptamışlardır. Bu etki sonucu diş hareket hızında artış olduğunu saptamışlardır.

Elektrik Akımı

Diş hareketinde, dişin etrafında bulunan elektrolit denge önemli rol oynamaktadır. Elektrik akımı bu elektrolit dengeyi değiştirerek diş hareketini etkileyebilmektedir (Karanth ve ark., 2000).

Direk akımın anod fazı baskının olduğu tarafa uygulanırken katod fazı gerilmenin olduğu tarafa uygulanır. Katod tarafta osteoblastik aktivite sonucu periodontal ligament hücrelerinde cAMP ve cGMP miktarında artış görülmüştür. Bu artış kemikteki yıkım ve yapım olayındaki hızlanmanın göstergesidir (Davidovitch ve ark., 1980).

Diş hareketini hızlandırmak için uygulanan ilaç ve hormonlardan farklı olarak elektrik akımının sadece lokal etkisi bulunmaktadır. Elektrik akımın oral yolla uygulanması hastalar tarafından güçlükle kabul edilmektedir bu yüzden klinik uygulanması kısıtlı olmaktadır. Elektrik akımı iyonik reaksiyonlarla ve kemiğin bağ dokusunda yarattığı değişikliklerle doku hasarına yol açabilmektedir (Bassett, 1978).

Elektromanyetik Alan

Kawata ve ark. (1987), yaptıkları çalışmada boşluk kapatmak için manyetik braketler kullanmışlardır. Bu çalışma sonucu mıknatısların boşluk kapama esnasında daha az stres yarattığını ve oluşturdukları elektrik akımının alveol kemik üzerindeki etkisiyle kemik yıkım ve yapım olayında hızlanma olduğunu bulmuşlardır.

Stark ve Sinclair (1987), yaptıkları çalışmada elektromanyetik alanın diş hareket hızında etkili olduğunu bulmuşlardır. Bireylerin, elektromanyetik alanda uzun süre baş pozisyonunu sabit tutması gerektiğinden bu çalışmanın klinik düzeyinde yapılmasının zor olduğunu ortaya koymuşlardır.

Graber (1989), manyetik kuvvetlerle palatinalde gömülü olan kaninlerin sürdürülmesiyle ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda manyetik kuvvetlerle kaninin daha kontrollü sürdüğünü ortaya koymuştur, aynı zamanda daha iyi bir diş eti konturu ve daha az enfeksiyon olduğunu saptamıştır.

Darendeliler ve ark. (1995), yaptıkları çalışma sonucu manyetik alanın diş hareket hızında artışa sebep olduğunu bulmuşlardır. Manyetik alanda ortodontik kuvvet uygulandığında, hareket sırasındaki duraksama süresinin kısaldığını bulmuşlardır.

Elektromanyetik alan sodyum ve kalsiyumun hücre zarından geçiş hızını artırmaktadır. Bu değişim metabolizmada rol alan bazı enzimlerin salımını artırarak hücrelerin proliferasyonunu artırmaktadır. Bunun sonucu periodontal aralıkta kemik yıkım ve yapımından sorumlu hücrelerin sayısında artışla birlikte diş hareket hızında artış görülmektedir (Stark ve ark., 1987).

Spadaro (1997), elektromanyetik etkenlerin kemiğin yeniden şekillenmesinde rol alan ana faktörleri etkilediğini savunmuştur. Hormonları, büyüme faktörlerini ve sitokinleri aktive ederek kemik yapım ve yıkım olayını hızlandırdığını göstermişlerdir.

Elektromanyetik alanın her ne kadar diş hareket hızı ve ağrı üzerinde olumlu etkisi olsa da, yan etkileri halen tartışılmaktadır. Darendeliler ve arkadaşları elektromanyetik alanda, serumun kalsiyum düzeyinde azalma olduğunu ve bunun kan kimyasını etkilediğini savunmuşlardır. Aynı zamanda bu alanın, santral sinir sistemi üzerindeki etkinliği halen tartışılmaktadır (Darendeliler ve ark., 1995).

2.6.2. İlaçlar ve Mediyatörler

Osteokalsin

Osteokalsin kalsifiye kemiklerde bulunan matriks proteindir. Osteoblastlar ve odontoblastlar, osteokalsin sentezinden sorumlu olmaktadırlar. Kobayashi ve ark. (1998), osteokalsinin diş üzerindeki etkinliğini araştırmak için bir hayvan araştırması yapmışlardır.

Bu araştırmada sıçanların furkasyonuna osteokalsin enjekte etmişlerdir. Sonuç olarak osteokalsinin dişin hareket yönündeki osteoklast sayısını artırdığını ve diş hareket hızında artışa yol açtığını bulmuşlardır.

Vitamin D3

Vitamin D'nin en aktif formu olan vitamin D3, vücuttaki kalsiyum ve fosfat miktarını etkilemektedir. Vitamin D3 bağırsaktan kalsiyum ve fosfat emilimini sağlamaktadır. Vitamin D, kemik yıkımında rol alan protein ve enzimlerin sentezini etkilemektedir ve düşük dozda vitamin D3 osteoklastların sentezini artırmaktadır (Takano-Yamamoto ve ark., 1992).

Yapılan bir çalışmada 30 adet farenin birinci premolar dişine 21 gün süreyle distal yönde 5-20 gramlık kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet ile birlikte üç günde bir vitamin D uygulamışlardır. Bu çalışmanın sonucu olarak ortodontik kuvvetlerle birlikte vitamin D uygulanmasının diş hareket hızında artışa yol açtığını bulmuşlardır. Kontrol grubuna göre çalışma grubunda daha kısa duraksama evresi olduğunu ortaya koymuşlardır (Takano-Yamamoto ve ark., 1992).

Collins ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada kedilerin periodontal ligamentine haftalarca vitamin D3 enjekte ettikten sonra osteoklastların sayısında artış olduğunu görmüşlerdir. Osteoklastların bu artışına bağlı kemik yıkım hızında artışla birlikte diş hareket hızında %60'lık artış olduğunu bulmuşlardır. Collin ve arkadaşları vitamin D3'ün herhangi bir yan etkisi olmadığını savunmuşlardır.

Prostaglandin

Prostaglandinler inflamatuvar mediyatörlerdir ve etraflarındaki hücreleri etkileyebilmektedirler. Prostaglandine ilk defa prostat bezinden salgılanan insan semeninde rastlandığından bu isim verilmiştir (von Euler, 1934). Prostaglandinler insan vücudunda çeşitli fiziksel, mekanik ve immunolojik uyarıların etkisi ile sentezlenmektedirler. Prostaglandinler osteoklast sayısını arttırarak kemik yıkım hızında artışa yol açarlar ve PGE2 kemik rezorpsiyonunda en etkin prostaglandin olmaktadır. Klein ve Raisz ilk olarak 1970 yılında yaptıkları çalışmada prostaglandinlerin diş hareketini hızlandırdığını bulmuşlardır (Klein ve Raisz, 1970).

Kanzaki ve ark. (2004), ortodontik kuvvet sonrası, periodontal aralıkta PGE2 miktarındaki değişikliği araştırmışlardır. Ortodontik kuvvet sonrası PGE2 miktarında belirgin bir artış olduğunu bulmuşlar ve buna bağlı olarak periodontal ligament hücrelerinde yeniden şekillenme olduğunu savunmuşlardır.

Lee (1990) yaptıkları çalışmada sıçanlara lokal ve sistemik yolla prostaglandin E1 uygulamışlardır. Sonuç olarak prostaglandin E1 uygulanmasının diş hareket hızında belirgin bir artışa neden olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmanın başka bir sonucu olarak prostaglandin E1'in sistemik yolla uygulanması diş hareket hızını artırmakta daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Bir çalışmada kanin distalizasyon sürecinde PGE2'nin etkinliğini araştırmak için kaninin distaline submukozal olarak PGE2 zerk etmişlerdir. Kontrol grubuna nazaran çalışma grubunda kanin distalizasyon hızının iki katına çıktığını saptamışlardır. PGE2 enjeksiyonu sırasında hafif miktarda ağrı dişında herhangi bir yan etki rapor edilmemiştir. Enjeksiyon sonrası makroskobik ve radyografik analizler sonucu herhangi bir yan etkinin olmadığını ve hızlı bir tedavi için PGE2 uygulamasının güvenilir ve etkili bir yöntem olduğunu savunmuşlardır (Yamasaki ve ark., 1984).

Paratiroid Hormonu (Parathormon veya PTH)

Paratiroid bezlerinden salgılanan bu hormon, kanda kalsiyum miktarını artırırken fosfor miktarını azaltmaktadır. Vücuttaki kalsiyum dengesi PTH, kalsitonin ve 1.25 dihidrokolekalsiferol hormonu tarafından düzenlenmektedir ve bu hormonlar karmaşık bir şekilde birbirini etkilemektedirler (Reeve ve Zanelli, 1986).

Goldie ve arkadaşları kalsiyumdan eksik diyetin ortodontik tedavideki etkinliğini araştırmışlardır. Kalsiyumdan eksik beslenme sonucu paratiroid hormonun salgılanmasında artış olduğunu görmüşlerdir; bu artışa bağlı olarak kemik yoğunluğunda azalmayla birlikte diş hareketi hızında artış olduğunu belirtmişlerdir. Kemik yoğunluğundaki azalmaya bağlı olarak kök rezorpsiyonunda azalma olduğunu bulmuşlardır (Goldie ve ark., 1984).

Yapılan bir çalışmada farelerin molar meziyalizasyon sürecinde paratiroid hormonu uygulamışlardır. Bu alışma sonucu kontrol grubuna nazaran paratiroid enjekte edilen grupta 2-3 kat daha hızlı meziyale hareket olduğunu bulmuşlardır (Soma ve ark., 1999).

Gianelly ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 6 sıçanın üst sol kesici dişinin distaline PTH zerk etmişlerdir. Lokal olarak uygulanan PTH'nin diş hareketini hızlandırdığını bulmuşlardır. Paratiroid hormonu lokal uygulandığında sistemik uygulanımına göre diş hareket hızı açısından daha etkili olmaktadır (Takano-Yamamoto ve Rodan., 1990). Paratiroid hormonunun yavaş ve devamlı salımını sağlayan preparatlar, bölgede paratiroid hormonun uzun süre etkili olduğunu sağladığından diş hareket üzerindeki etkinliği de artmaktadır (Soma ve ark., 2000).

Kortikosteroidler

Kortikosteroidler çeşitli organlarda farklı miktarlarda bulunmaktadır. Sentetik kortikosteroidler antiinflamatuvar ve anti-allerjenik etkisinden dolayı çeşitli hastalıklarda sıklıkla kullanılmaktadır. Kortikosteroid kullanım alanı çok geniş olsa da diş hekimliğinde çoğunlukla oral ülserasyon ve lezyonlarda topikal steroid olarak kullanılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada tavşanlara kortikosteroid uygulamasıyla osteoporozis oluşturduktan sonra diş hareket hızı incelenmiştir. Sonuç olarak kortikosteroid uygulanması osteoklastların aktivitesini artırarak diş hareketinde hızlanmaya yol açtığını belirtmişlerdir (Ong ve ark., 2000).

Yapılan başka bir çalışmada ortodontik tedavide steroidin etkisini incelemek için deney grubuna kortizon asetat uygulanmıştır. Çalışma grubunda kontrol grubuna nazaran 4 kat daha fazla diş hareketi gözlemlenmiştir. Histopatolojik kesitler incelendiğinde, çalışma grubunda daha fazla kemik rezorpsiyonu olduğunu saptamışlardır (Ashcraft ve ark., 1992).

Özet olarak steroid kullanan hastalarda kemik yoğunluğu daha az olmaktadır ve buna bağlı olarak ortodontik kuvvet uygulandığında normal bireylerden daha hızlı diş hareketi elde edilmektedir (Ong ve ark., 2000).

Relaxin

Relaxin doğum esnasında pubic ligamentlerin genişlemesinde etkili olan bir hormondur. Bu hormon aynı zamanda kranial sutureda ve periodontal ligamentde bulunmaktadır. Relaxin, yumuşak doku yenilenmesinden sorumlu olmaktadır. Relaxin, Ortodontik kuvvet uygulandığında periodontal ligamentin gerilen tarafında kollajen

miktarını artırırken sıkışmanın olduğu tarafta kollajen miktarını azaltmaktadır (Han ve ark., 2004).

Yapılan bir çalışmada farelere insan relaxinini uygulandığında erken dönemde diş hareketinde hızlanma olduğunu saptamışlardır ve periodontal ligamenti etkilediğinden diş mobilitesinde artış olduğunu bulmuşlardır (Madan ve ark., 2007).

Son yıllarda yapılan 8 haftalık bir klinik çalışmada, bireylere haftalık relaxin uygulanmıştır. Her hafta diş hareket miktarı kayıt altına alınmış ve dijital ortamda modeller elde edilmiştir. Çalışma sonucu olarak kontrol grubu ve çalışma grubu arasında diş hareket hızı açısından herhangi bir fark bulunmamıştır (McGorray ve ark., 2012).

Nitrik oksit:

Nitrik oksit, çok sayıda fizyolojik ve patolojik olayda rol oynamaktadır. İnsanın sinir, dolaşım, solunum ve üreme sisteminde önemli rol almaktadır. Nitrik oksit arjinine, nitrik oksit sentaz enzimi tarafından sentezlenmektedir ve kemik yapım/yıkım olayında önemli etkisi olan kimyasal bir habercidir.

Shirazi ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada hayvanlara L-arginin G-nitro-L-arginin metil ester uyguladıktan sonra osteoklastik aktivitede ve kemik remodelinginde artış olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada nitrik oksit uygulandıktan sonra osteoklastlarda, kapiller damarlanmada ve diş hareket hızında belirgin artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Lökotrienler

Lökotrien araşidonik asit üzerinden sentezlenen enflamatuar mediyatör grubudur. Lökotrienler enflamasyon, kemotaksis ve alerjik durumlarda rol oynamaktadırlar. Lökotrienler ortodontik diş hareketinde rol alan mediyatörlerden biri olmakla birlikte kemik rezorpsiyonunu hızlandırarak diş hareket hızını artırmaktadır. Lökotrieni inhibe eden ilaçlar diş hareket hızını azaltmaktadır (Tyrovola ve ark., 2001).

Nikotin

Son yıllarda yapılan bir çalışmada, sıçanlara nikotin enjekte ettikten sonra diş hareketinde hızlanma olduğunu bulmuşlardır. Nikotin, osteoklast sayısında artışa yol açtığından kemik yıkım hızını ve diş hareketini hızlandırmaktadır (Sodagar ve ark., 2011).

2.6.3. Cerrahi Yöntemler

Dentoalveoler Distraksiyon

Distraksiyon osteogenezis, distraktör yardımıyla kademeli uzaklaşan iki kemik parçası arasında oluşan kemik yapılanmasıdır (Cassidy ve ark., 1993). Bu yöntem ilk defa İlizarov (1968) tarafından endokondriyal ayak kemiğini uzatmak için kullanmıştır. Snyder ve ark. (1973), İlizarov'un prosedürünü yüz kemikleri üzerine uygulamışlardır. McCarthy ve ark. (1992), ramus boyunu uzatmak için ekstraoral distraktör kullanmışlardır. Polley ve ark. (1997), orta yüz yetersizliğinde ve dudak-damak yarıklarında problemi ortadan kaldırmak için ekstraoral distraktörler kullanmışlardır. Distraksiyon osteogenezisin başka bir kullanım alanı geç dönemde hızlı üst çene genişletilmesidir. Distraksiyon yoluyla üst ve alt çenede ark uzunluğunu arttırabildiğimizden bazı vakalarda diş çekim gereksinimi ortadan kalkmıştır (Sawaki ve ark., 1996).

Hızlı kanin retraksiyonu için uygulanan başka bir yöntem alveoler distraksiyondur. Wilcko ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada segmental alveol kesi yaparak dişleri hareket ettirmeyi planlamışlardır. Bu yöntem tedavi süresini kısaltırken komplikasyon riskini arttırarak hastalarda ameliyat sonrası ağrıyı azaltmaktadır.

İşeri ve ark. (2005), hızlı kanin retraksiyonu için kanin ve alveol kemiğini içine alan osteotomi yaptıktan sonra kanin dişini alveol kemiğiyle birlikte retrakte etmişlerdir.

Sukurica ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada 8 bireyde dentoalveoler distraksiyonun yönteminin etkinliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar kanin retraksiyon safhasını 12-28 arasında bitirmişlerdir. Çok az miktarda ankraj kaybı olduğunu ve aynı zamanda kaninde az miktarda tipping olduğunu belirtmişlerdir.

Akhare ve ark. (2007), yaptıkları başka bir çalışmada 20 üst kanin retraksiyonu için dentoalveoler distraksiyon yöntemini kullanmışlardır. Kanin retraksiyon safhasının ortalama

10.05 günde bitirdiklerini rapor etmişlerdir. Tedavi sonunda kanin dışında herhangi bir rezorpsiyona, ankiloz, dehissense, kırığa ve periodontal probleme rastlanmamıştır.

Periodontal Ligament Distraksiyonu:

Periodontal ligament distraksiyonunda tam bir osteotomi yapılmadan retrakte edilmesi planlanan dişin interdental septumunda lingual ve bukkalden vertikal kesi yapılmaktadır. Bu yöntem tam osteotomiye nazaran daha invaziv bir yöntemdir.

Periodontal ligament distraksiyon prosedürü, hızlı üst çene genişletilmesinde kullanılan distraksiyon prosedürüne benzemektedir. Liou ve ark. (2000), yaptıkları bir hayvan çalışmasında köpeğin üçüncü ve dördüncü premoları arasına ağız içi distraktör yerleştirmişlerdir. Distraksiyon sonrası elde edilen yumuşak kemik içerisinde dişlerin hareket ettirilmesini planlamışlardır. Sonuç olarak kemik şekillenmesinin başlangıç evresinde kemik yapısının yumuşak ve fibrotik olduğundan diş hareket hızının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar bu hızlı hareketin bir periodontal ligament distraksiyonu olduğunu savunmuşlardır.

Liou ve huang (1998), yaptıkları klinik çalışmada 26 adet kanin dişte, periodontal ligament distraksiyon yöntemiyle 3 hafta içerisinde ortalama 6.5 mm distalizasyon elde etmişlerdir. Bu çalışma sonunda bu tekniğe dental distraksiyon tekniği adı verilmiştir. Periodontal distraksiyonun amacı ortodontik tedavi süresinin kısaltılması ve ankrajın korunması olmuştur. Kanin dental distraksiyon vaka seçiminde maksimum ankraj gerektiren hasta seçilmelidir ve bu tekniğin bir dezavantajı da bu aparatın laboratuvar şartlarda yapılması ve prefabrik olarak bulunamamasıdır.

Sayin ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada 18 bireyde periodontal ligament distraksiyon etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada distraktörlerle birinci molar ve ikinci premolarlardan ankraj olarak kaninlerin hızlı distalizasyonu planlanmıştır. Cerrahi prosedürü Liou ve huang (1998)'nin kullandığı prosedüre benzemektedir ve birinci premolar çekiminden sonra kanin interseptal kemiğine bukkal ve lingual taraftan vertikal osteotomi yapılmıştır. Ameliyat bittikten sonra distraktör uygulanmıştır.

Kanin diş istenilen konuma gelene kadar günlük 3 kez 0.25 mm'lik aktivasyonlar yapılmıştır. Ortalama 3 haftalık bir distalizasyondan sonra kaninler sınıf 1 ilişkiye gelmiştir

ve 2 haftalık konsolidasyon süresinden sonra distraktör çıkarılmıştır. Distraktörün hacminden dolayı hastaların tedavi başında zorlandığını ve distraktör aktive edildiğinde kısa süreli hafif bir ağrının olduğunu rapor etmişlerdir (Sayin ve ark., 2004).

Çalışma sonucu olarak fazla bir devrilme olmadan ortalama 3 haftada kanin distalizasyon prosedürünü tamamlamışlardır ve distalizasyon sonrası lateral dişin distalinde fibroz bir kemik olduğundan keser retraksiyonunun hızlı olabileceğini savunmuşlardır (Sayin ve ark., 2004).

Kharkar ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada kanin distalizasyon hızı açısından, dentoalveoler distraksiyonunu periodontal ligament distraksiyonu ile kıyaslamışlardır. Bu çalışma sonucunda iki yöntemde diş hareket hızı açısından herhangi bir farkın olmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada periodontal ligament distraksiyonunda, dentoalveoler distraksiyona nazaran daha fazla kanin kök rezorpsiyon riski olduğunu savunmuşlardır.

Mikro-osteoperforasyon

Mikro-osteoperforasyon diş hareketini hızlandırmak için mikro invaziv bir yöntemdir. Mikro-osteoperforasyon klinikte rahatlıkla uygulanabilir ve hastalar operasyon sonrası kısa bir süre içerisinde normal yaşamına devam edebilmektedir (Alikhani ve ark., 2013).

Alikhani ve ark. (2013), bu yöntem ile kemikte osteoklastik aktiviteyi arttırarak kemik rezorpsiyonunu hızlandırmayı planlamışlardır. Kemik yıkım hızındaki artışla birlikte diş hareketinde hızlanma olduğunu belirtmişlerdir .

Alikhani ve ark. (2013), yaptıkları klinik çalışmada 20 çekimli vakada mikro-osteoperforasyon yönteminin etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada kanin distalizasyon aşamasında, çalışma grubundaki kanin dişlerin distalinde lokal anestezi altında 3 mikro perforasyon yapmışlardır ve 100 gr kuvvetlerle kanin distalizasyonuna başlamışlardır. Kanin distalizasyonunun 28. gününde kontrol grubuna nazaran çalışma grubunda periodontal dokularda daha fazla sitokin ve kemokinez sentezlendiğini ve bu artışın osteoklastik aktiviteyi artırdığını bulmuşlardır. Osteoklastik aktivitede artışa bağlı olarak kanin dişlerin 2.3 kat daha fazla distale hareket ettiğini rapor etmişlerdir. Kontrol grubu ve çalışma grubu arasında ağrı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Periapikal

radlyograflar inceledikten sonra kanin dişinde herhangi bir kök rezorpsiyonu veya periodontal hasarın olmadığını belirtmişlerdir.

Tsai ve ark. (2015), yaptıkları fare çalışmasında mikro-osteoperforasyon, kortikotomi ve konvansiyonel ortodontik tedaviyi kıyaslamışlardır. Kontrol grubuna nazaran çalışma gruplarında daha fazla osteoklast görülmüştür ve buna bağlı olarak diş hareketinin daha hızlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan başka bir fare çalışmada Teixeira ve ark. (2010), mikro-osteoperforasyonun 28 gün içerisinde 2.13 kat daha fazla diş hareketine yol açtığını belirtmişlerdir.

Kortikotomi

Kemik kalitesi ve yoğunluğu ortodontik diş hareket hızını etkilemektedir. Diş hareketi sırasında gerçekleşen kemik yapım ve yıkım olayı ne kadar hızlı gerçekleşirse diş hareketi de o kadar hızlı olacaktır. Osteplastik ve osteoplastik aktiviteyi artırmak için alveoler kemiğin kortikal bölgesine cerrahi aletlerle geri dönüşümlü hasar oluşturarak diş hareket miktarında artış elde edilebilmektedir. Diş hareketini hızlandırmak için uygulanan bu cerrahi yöntem, 19. yüzyılın sonlarında uygulanmaya başlamıştır ve 20. yüzyılda modifiye edilerek daha gelişmiş bir hale gelmiştir (Köle, 1959).

Wilcko ve ark. (2001), tam kalınlıkta flep kaldırdıktan sonra alveol kemiğin bukkal ve lingual yüzeyinde meduller kemiğe ulaşacak derinlikte cerrahi bıçağıyla kortikotomi yapmışlardır. Kortikotomi işleminden sonra hareketi beklenen dişlerin bölgesine kemik grefti uygulamışlardır ve böylece dişin hareket sınırını genişletebildiklerini savunmuşlardır.

Wilcko ve ark. (2003), yaptıkları kortikotomi çalışmasında daha invaziv kortikotomiler yaparak diş hareketinde hızlanma elde etmeyi planlamışlardır. Wilcko ve arkadaşları kemik yapım ve yıkımının hızlanması için hareketin beklendiği yerde minimal kortikotomi yapılmasını uygun görmüşlerdir. Kemik yapım ve yıkım olayında hızlanma olduğundan daha fazla diş hareketi elde edebilmek için 2 haftalık aralıklarla ortodontik kuvveti aktive etmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda diş hareket hızında artış olurken herhangi bir kök rezorpsiyonu, periodontal doku kaybı ve dişte vitalite kaybının oluşmadığını rapor etmişlerdir.

Wilcko'nun yaptığı bu çalışma, Frost (1983), savunduğu Regional Acceleratory Phenomenon (RAP) desteklemektedir. Frost , kemikte hasar oluştuğunda kemik yapısında çok dinamik bir aktivitenin başladığını ve yapım/yıkım hızında artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Sebaoun ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada kortikotomiden sonra osteplastik ve osteoplastik aktivitede artış olduğunu ve kemik yoğunluğunda azalma olduğunu belirtmişlerdir. Cerrahi işleminden birkaç gün sonra RAP olayı başlamaktadır ve genellikle 1-2 ay içerisinde pik noktasına ulaşmaktadır.

Özet olarak kortikotomiden sonra dişlerin hareketi için daha esnek bir ortam oluşmaktadır ve bu esnek ortamda daha geniş bir hareket alanı elde etmek için kortikotomiyle birlikte kemik grefti uygulanmasını önermişlerdir (Ferguson ve ark., 2007).

Tam flep kaldırarak uygulanan kortikotomi işlemi, ortodontik tedaviyi hızlandırır da tam flep kaldırılmasına bağlı cerrahi sonrası ağrı ve şikayet fazla olmaktadır. Kim ve ark. (2009), ağrı, hasta şikayeti ve oluşabilecek komplikasyon riskini azaltabilmek için minimal invaziv kortikotomi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu teknikte kortikotomi yapmak için bistüri ile dişetine insizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşılır; böylece tam kalınlıkla flep kaldırmaya gerek kalmadan oluşturulmuş pencereden kortikal kemikte kesi yapılmaktadır.

Mimura (2013), yaptıkları çalışmada minimal invaziv yöntemi ile yapılan kortikotominin RAP etkisini oluşturmada yeterli olduğunu ve ortodontik tedavi sürecinde diş hareketini hızlandırmak için kullanılabilirdiğini rapor etmişlerdir. Bu tekniğin başka bir avantajı cerrahi işlem sırasında periodontal dokuların desteklenmesi için yumuşak ve sert doku greftinin uygulanabilmesidir.

Vercellotti ve Podesta (2007) tam flep kaldırdıktan sonra daha ince ve dikkatli kortikotomi kesileri yapabilmek için piezoelektrik cihazını kullanmışlardır.

Piezoinfizyon

Dibart ve Keser (2014), minimal invaziv prosedürü tanımlayarak bu yöntemin adını piezoinfizyon koymuşlardır. Bu teknikteki mikroinfizyonlar bukkal bölgede sınırlı olmaktadır ve piezoelektrik bıçağıyla bukkal alveol kemikte kesiler yaparak rapid

acceleratory phenomenon (RAP) başlatılmıştır. Bu tekniğin en önemli avantajı, travmatik cerrahi bir işlem yapmadan diş hareket hızında artış elde etmemizi sağlamasıdır.

Piezoinsizyon lokalize ve generalize çapraşıklıklarda ortodontik tedavi hızını artırmaktadır. Piezoinsizyonla birlikte greft uygulanabildiğinden diş hareket alanında artış elde edilebilmektedir, örneğin bukkal bölgede genişletme yapıldığında alveol kemiğin genişliğini artırmak için bu bölgeye kemik grefti uygulanabilmektedir. Piezoinsizyon işleminden sonra kemik yoğunluğu değiştiğinden, dişler farklı ankraj miktarına sahip olmaktadır. Piezoinsizyon işlemi sırasında yumuşak ve sert greft uygulanabildiğinden dehissens ve fenestrasyon riski azalmaktadır. Kemik yenilenmesi hızlandırıldığından ortodontik tedavi sonrası dişlerin stabilitesini arttırmakta etkili olmaktadır (Brugnami ve caiazzo, 2014).

Piezoinsizyon yönteminin endikasyonları şu şekilde sıralanabilmektedir :

- a. Orta ve şiddetli çapraşıklığı olan sınıf 1 malokluzyona sahip bireyler
- b. Bazı sınıf 2 malokluzyonu olan bireyler
- c. Bazı dental sınıf 3 malokluzyonu olan bireyler
- d. Açık kapanışın tedavisinde
- e. Derin kapanışın tedavisinde
- f. Erişkinlerde hızlandırılmış ortodontik tedavide
- g. Clear aligner kullanılarak yapılan ortodontik tedavilerde
- h. Dişlerin hızlı intrüzyon ve ekstrüzyonu
- i. Mukogingival defektli bireylerin tedavisinde
- j. Ortodontik tedavi esnasında oluşabilecek mukogingival defektlerin önlenmesinde
- k. Multidisipliner tedavilerde (Brugnami ve caiazzo, 2014)

Piezoinsizyonun uygulanması uygun olmadığı durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- a. Sağlık problemi olan bireyler
- b. Kemik metabolizmasını etkileyen ilaçları kullanan bireyler (bifosfonatlar ve kortikosteroidler)
- c. Kemik patolojisinde
- d. Ankilozе dişlerde
- e. Uyumsuz hastalarda
- f. Karma dentisyonda
- g. Operasyonu yapan cerrah veya operasyon geçirecek olan hastada kalp pili bulunuyorsa piezoelektrik cihazı kullanılmamalıdır (Brugnami ve caiazzo, 2014)

Cerrahi tekniği

Hastaya braketler takıldıktan bir hafta sonra piezoinsizyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Hastaya lokal anestezi uygulandıktan sonra alveol kemiğın bukkal tarafına interdental bölgeye ufak dişeti insizyonları yapılıyor. Dişetine yapılan insizyon ufak olduğundan cerrahi sonrası skar miktarı az olmaktadır (Dibart ve ark., 2014).

Piezoinsizyonun sadece lokal etkinliğı olduğundan hareketin planlandığı dişlere uygulanmalıdır. Piezoinsizyonun uygulanmadığı bölgedeki dişlerin ankraj değeri, piezoinsizyonun uygulandığı bölgeye nazaran daha fazla olmaktadır; bu özellik ortodontik tedavide avantaj olarak kullanılabilir. Piezoinsizyon yapıldığında piezo elektik bıçağıyla kortikal kemikte 3 milimetre derinliğinde kortikotomi yapılması uygundur, böylece piezoelektriğın kesici başlığı kortikal kemiğı geçerek kemik medullasına ulaşacaktır. Cerrahi işlem sırasında interdental papillanın ve diş köklerinin sağlığı için bu bölgelere uzak kortikotomi yapılmalıdır. Dişeti ince olan, yeterli miktarda kortikal kemiğı olmayan dişlerde veya fenestrasyon ve dehissens riski olan bireylerde işlem sırasında yumuşak ve sert doku grefti uygulanabilmektedir (Dibart ve Keser, 2014).

Alt çene ön bölgesinde piezoinsizyon planlandıığında, kanin ile lateral arası ve iki santral diş arasında dişeti insizyonu yapılması iyi bir görüş sahası elde etmeye yetecektir. Aynı zamanda dişeti altından tünel oluşturarak yumuşak ve sert doku grefti

uygulanabilmektedir. Cerrahi işlem bittikten sonra dişeti strla dikilebilirken bazen sekonder iyileşmeye de bırakılabilir (Dibart ve Keser, 2014).

Cerrahi işlemden 2 hafta sonra hastaların ortodontik kuvvetlerinin aktive edilmesi ve hastanın 2 haftada bir ortodontik aktivasyonu tavsiye edilmektedir. Piezoinsizyondan sonra erken dönemde geçici demineralizasyon fazından faydalanmak için hastaların daha sık kontrole gelmesi ve kuvvetlerin aktive edilmesi önerilmektedir (Dibart ve Keser, 2014).

Piezoinsizyon tekniği ortodontik tedavi süresince ankraj ve tedavi süresindeki azalma olarak iki büyük etkinliği vardır.

a.Ankraj :

Ortodontik tedavide ankrajın ortodontik tedavi planlamasında önemli rolü vardır. Dişlerin hareket yönündeki kemik densitesi, ankraj miktarını belirlemekte önemlidir. Diş hareket sırasında yıkılacak kemiğin direnci ve sertliği ankraj miktarını etkilemektedir (Roberts, 2005). Piezoinsizyon hattındaki kemik densitesi azaldığından diş hareketine karşı oluşacak direnç ve ankraj da azalmaktadır. Hareketi planlanan dişlerin etrafında piezoinsizyon yapıldığında, bu dişlerin hareketi daha kolay olacağından tedavi sürecinde ekstra ankraj gereksinimini azaltacaktır (Brugnami ve caiazzo, 2014).

b.Tedavi Süresi:

Kortikotomi yapıldıktan sonraki 3-4 ayda hızlı diş hareketi elde etmenin mümkün olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur (Lee ve ark., 2008), ancak piezoinsizyondan sonra ne kadar süre diş hareketinde hızlanma elde edildiği hala araştırılmaktadır. İnvisalignla birlikte kortikotomi uygulandığında plaklar 2 hafta yerine 5 günde bir değiştirilmektedir, böylece tedavi süresi kısaltılmaktadır. Araştırmacılar bu çalışmada piezoinsizyondan 5-6 ay sonra diş hareket hızının azalarak normal hıza döndüğünü iddia etmişlerdir (Keser ve Dibart, 2011a).

Gun ve Cakirer (2013) yaptıkları split-mouth çalışmasında piezoinsizyonun kanin distalizasyon hızını ve rotasyon miktarını araştırmışlardır. 10 haftalık gözlem sonucunda piezoinsizyonun uygulandığı tarafta kontrol tarafına nazaran iki kat fazla kanin

distalizasyonu olduğunu gözlemlemişlerdir ve kanin rotasyonu açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir fark bulamamışlardır.

Cerrahi Sırasında Oluşabilecek Komplikasyonlar:

Piezoinsizyonun, interdental papilladan uzak uygulanması önemlidir. Aksi takdirde interdental papillada kayıplar görülebilir. Cerrahi işlem sırasında kemikte kesi yaparken dişlerin köklerine zarar vermemeye dikkat etmeliyiz ve köklerin birbirine yakın olan bölgelerde piezoinsizyondan kaçınılmalıdır (Brugnami ve caiazzo, 2014).

Piezoinsizyonun avantajları :

- a. Minimal invaziv bir yöntemdir.
- b. Cerrahi işlem süresi kısadır.
- c. İşlem sırasında sert ve yumuşak greft uygulanabilmektedir.
- d. Diğer yöntemlere nazaran cerrahi sonrası ağrı ve rahatsızlık miktarı azalmaktadır.
- e. Çeşitli ortodontik tedavilerde diş hareketini hızlandırarak tedavi süresini kısaltmaktadır.
- f. Diğer cerrahi yöntemlere nazaran hastalar tarafından kabul edilebilirliği fazladır.
- g. Ortodontik tedavi sürecinde kemik yapısının yeniden demineralize edilmesi için tekrarlanabilmektedir (Brugnami ve caiazzo, 2014).

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmaya dahil edilen bireylerin kriterleri, tedavi sürecinde hangi metotların uygulandığı, tedaviyi değerlendirmek için hangi kayıtların alındığı ve alınan kayıtların istatistik analiz yöntemleri bu bölümde tanımlanacaktır.

3.1. Bireylerin Seçimi ve Grupların Oluşturulması

Aboul-Ela ve ark. (2011), yaptıkları çalışma referans alınarak, yapılan power analizine göre %95 test gücü için her gruptaki hasta sayısı en az 10 olacağı bulunmuştur (Aboul-Ela ve ark., 2011).

Çalışmamız Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne ortodontik tedavi yaptırmak amacıyla başvuruda bulunan 11 erkek, 13 kız olmak üzere toplam 24 hasta üzerinde yürütüldü. Bireyler 12 kişilik çalışma grubu ve 12 kişilik kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Tedaviye dahil edilen bireylerin yaş aralığı 15-24 olup yaş ortalaması 17.5 olmaktadır.

3.1.1. Bireylerin Seçimi

Bireyler çalışmaya dahil edilirken aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

- Sistemik açıdan sağlıklı olması (örneğin: diabet, alerjik astım ve osteoporoz)
- Temporomandibular eklem rahatsızlığının olmaması
- Daha önce herhangi bir ortodontik tedavi görmemiş olması
- Daimi dişlenme döneminde olup diş eksikliği olmaması
- 15- 25 yaş aralığında olması
- Diş çekimine gereksinim olmaması
- İskeletsel sagittal sınıf I ilişkiye sahip olması
- Angle sınıf I ilişkiye sahip olması
- Alt çenede çapraşıklık miktarının 5-7 mm olması
- Oral hijyenin iyi olması
- Braket yapıştırma işlemi sırasında, braketlemeyi engelleyecek herhangi bir lokal problemin (örneğin aşırı rotasyonlu diş) olmaması

Tedaviyi kabul eden ve yukarıda belirtilen özellikleri taşıdığı düşünöğümüz hastalardan teşhise yönelik ortodontik model ve radyografiler alınmıştır. Alınan kayıtlar incelendikten sonra tedaviye uyan hastalara ve ebeveynlerine tedavi hakkında gereken bilgiler verilmiştir ve tedaviyi kabul eden hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen vakalar gönüllü vakalar olmuştur ve tedaviyi kabul ettiklerine dair onam formu (Ek 1) oluşturularak saklanmıştır. Çalışmamız ile ilgili Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Etik Kurulu raporu Ek 2'de sunulmuştur.

3.1.2. Çalışma Grupların Oluşturulması

Çalışmamız, belirtilen özellikleri taşıyan toplam 24 bireyden oluşturulmuştur. Bireyler piezoinisizyon yöntem ile ortodontik tedavi gören grup ve konvansiyonel yöntem ile tedavi gören grup olarak ikiye ayrılmıştır. 2 grup cinsiyet gözetmeksizin rastgele oluşturuldu. 7 kız ve 5 erkekten toplam 12 bireyden oluşan cerrahi grubun yaş ortalaması 17.2 yıldır ve 6 kız ve 6 erkekten toplam 12 bireyden oluşan kontrol grubunun yaş ortalaması ise 17.8 yıldır.

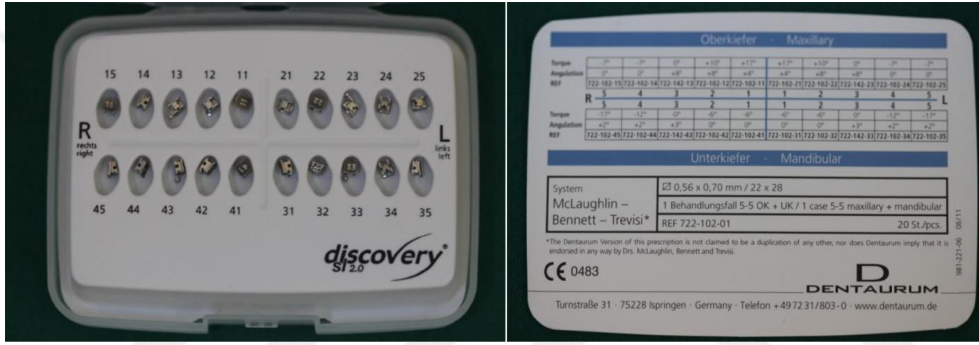
3.2. Klinik Uygulama

3.2.1. Kayıtların Alınması

Tedaviye başlamadan önce tüm hastalar uygun ve iyi bir oral hijyene ulaşana kadar periodontal tedavisi yapıp ve takip altına alınmıştır. Hastalar iyi oral hijyen alışkanlığı kazanınca tedavilerine başlanmıştır. Ortodontik tedaviye başlamak için kayıt randevusunda hastalardan anamnez, muayene, ortodontik model, ortodontik fotoğraflar, panoramik ve sefalometrik filmler alınmıştır. Ortodontik model elde etmek için aljinatla ölçü aldıktan sonra kliniğimizin ortodontik model arşivinde saklamak üzere alt ve üst alçı ortodontik model elde edilmiştir. Aynı zamanda bu alçı modelleri saklamak ve analiz yapmak üzere kliniğimizde bulunan üç boyutlu model tarama cihazında taratılarak üç boyutlu dijital modeller oluşturulmuştur. Elde edilen üç boyutlu dijital modeller üç boyutlu tarama cihazında kayıt edilerek arşivlenmiştir.

3.2.2. Braketleme ve Ortodontik Tel Uygulanışı

Kayıt işleminden sonra her iki gruba da braketleme işlemi yapılmıştır. Tedavide kendinden kapaklı 0,022×0,028 slotlu (Dentaurum Discovery SL 2.0 Ispringen, Germany) braketler kullanılmıştır. Bu braketlerin tork, tip ve rotasyon değerleri tabloda belirtilmiştir. Braketleme işleminde %37'lik fosforik asit (3M ESPE, Monrovia, USA), Transbond (3M ESPE, Monrovia, USA) ve ışıkla sertleşen kompozit (3M ESPE, Monrovia, USA) kullanılmıştır.



Şekil 1: Çalışmada kullanılan Dentaurum Discovery SL 2.0 braketler

Braketleme işleminden sonra 0,014 inç HANT (Heat Activated Nickel Titanium) (Dentaurum Ispringen, Germany) teller uygulanmıştır. Tedavi sürecinde braketlerde oluşabilecek kopma ve kırılmalar, tedavi süresini etkileyeceğinden hekime haber verilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Kopma gerçekleştiğinde bireylerin hemen kliniğe gelmeleri istenmiştir. Bireye tedavi sürecinde dikkat edilmesi gereken kurallar anlatıldı ve iyi bir oral hijyen için ortodontik model üzerinde oral hijyen eğitimi verilmiştir.

Braketleme işleminden 4 hafta sonraki kontrol randevuda hastalara 0,016 inç HANT (Dentaurum Ispringen, Germany) teller uygulanmıştır. Bireylerin iki haftalık aralıklarla kontrolleri yapılmıştır. Tel slot içerisinde hareket ettirilerek çapraşıklığın düzelmesi kontrol edilmiştir. 0,016 inç HANT Teller slot içerisinde rahatça hareket edebildiği takdirde 0,019×0,025 inç HANT (Dentaurum Ispringen, Germany) uygulanmıştır. 0,019×0,025 inç HANT tel uygulandıktan 4 hafta sonra, seviyelenme ve sıralanma işleminin tamamlandığı varsayılarak hastalardan ara kayıt alınmıştır. Ara kayıt amacıyla bireylerden dijital ortodontik modeller ve ortodontik fotoğraflar elde edilmiştir.

Ara kayıtların alındığı seans hastalara 0,019×0,025 inç paslanmaz çelik tel (Dentaurum Ispringen, Germany) uygulanmıştır. Köklerin tork hareketinin sağlanması için tedavinin bu aşamasında 3 ay boyunca 0,019×0,025 inç paslanmaz çelik uygulanmıştır ve gerekli olan durumlarda intermaksiller elastikler kullanılmıştır. Üç aylık sürenin sonunda finishing işlemi için hastaların üst ve alt çenesine 0,016 inç paslanmaz çelik tel (Dentaurum Ispringen, Germany) uygulanıp, gerekli intermaksiller elastikler verilmiştir.

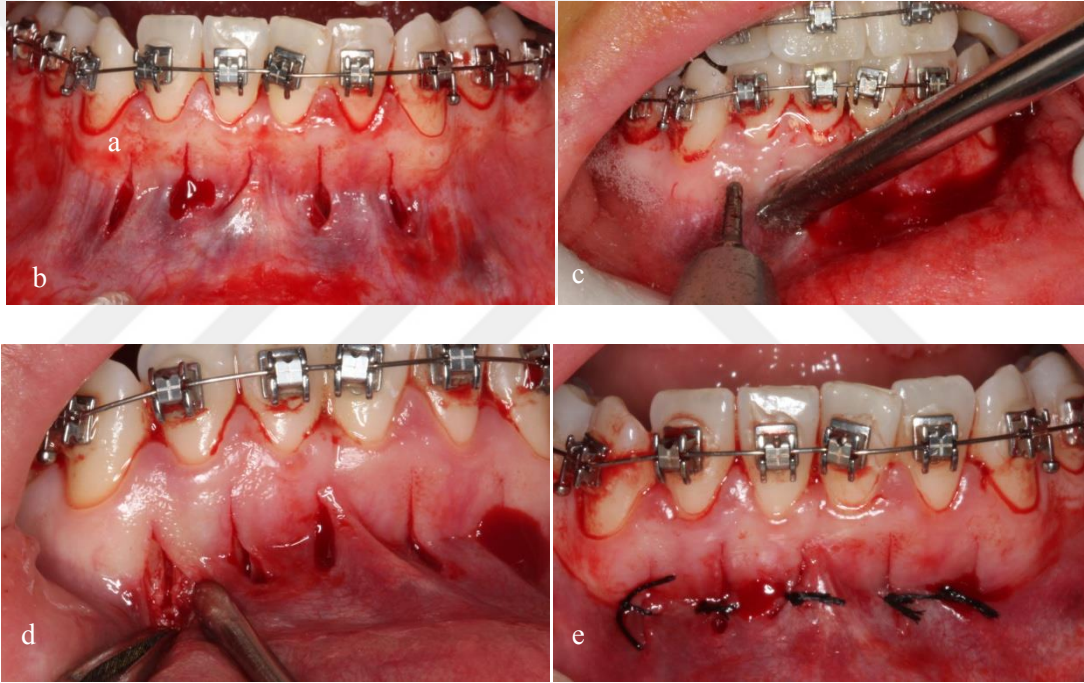
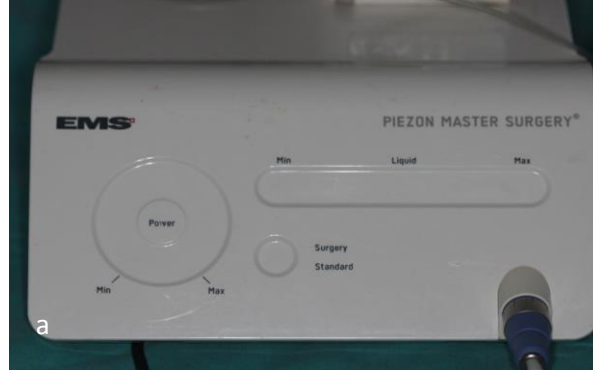
Debonding aşamasında braketler söküldükten sonra diş yüzeyinde kalan kompozitler temizlenip ve diş taşı temizliği yapılmıştır. Retansiyon için üst çeneye Essix retansiyon apareyi ve alt çeneye 0,0175 inç twist-flex telden lingual retainer uygulanmıştır. Debonding seansında kayıt için hastalardan ortodontik model, ortodontik fotoğraflar, panoramik ve lateral sefalometrik röntgenler alınmıştır.

3.2.3. Cerrahi Aşaması (Piezoinsizyon)

Piezoinsizyon işlemini kabul eden hastalara braketleme işleminden 1 hafta sonra piezoelektrik cihaz ile kortikotomi uygulanmıştır. Piezoinsizyon öncesi Kloroben gargara ile hastalara 20 saniye boyunca ağızlarını çalkalamaları söylenip, operasyon bölgesi batikon ile boyanmıştır. Bireylerin alt çene kanin-kanin bölgesine dişlerin interdental alanına denk gelecek şekilde diş etine dik kesiler yapılmıştır. Diş etine piezo başlığının kolayca girebileceği ve aynı zamanda iyi bir görüş sağlayacak kadar insizyon yapılmıştır.

Bireylerde piezoinsizyon işlemi piezoelektrik cihazı (EMS Piezon® Master Surgery, Le Sentier, Switzerland) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Alveolar kemiğe direk kesi yapılması için SL1 başlık kullanılmıştır, ancak SL1 başlıkla ulaşılması zor olan alanlara daha iyi ve dik bir kesi yapabilmek için eğimli olan BCL ve BCR başlıklar kullanılmıştır.

Hastaların kanin dişlerinin distali dahil alt kanin-kanin bölgesinin interdental alanına 3 mm derinliğinde piezoinsizyon yapılmıştır. Piezoinsizyon işlemi uygulanırken dişlerin köklerine zarar verilmemesine özen gösterilmiştir. Kortikotomi işleminden sonra kesi hattından kemiğin kanaması izlenmiştir. Cerrahi işlemin son aşaması olarak diş etindeki insizyon bölgesi ipek sütur kullanılarak suture edilmiştir. Cerrahi işlemden 1 hafta sonra hasta kontrol edilip, dikişler alınmıştır.



Şekil 2: Cerrahi işlemleri: a) EMS PIEZON MASTER SURGERY cihazı b) Dişetine insizyon uygulanması c) Piezoinsizyon yönteminin uygulanması d) Piezoinsizyon işleminden sonra kesilmiş kemik görüntüsü e) Mukozanın süturla kapatılması

3.3. Tedavi Süresi

Çalışmamızda alt ön bölgede çapraşıklıkla çözülme hızı, seviyenleme-sıralanma süresi ve toplam tedavi süresinin değerlendirilmesi planlanmıştır. Değerlendirme yapabilmek için tedavi başlangıç gününden 0,019×0,025 inç paslanmaz çelik tel uygulanan güne kadar geçen süre gün olarak araştırmacı tarafından kayıt altına alınmıştır. Toplam tedavi süresini

değerlendirmek için tedavi başlangıcından tedavi bitimine kadar geçen gün sayısı kayıt edilmiştir.

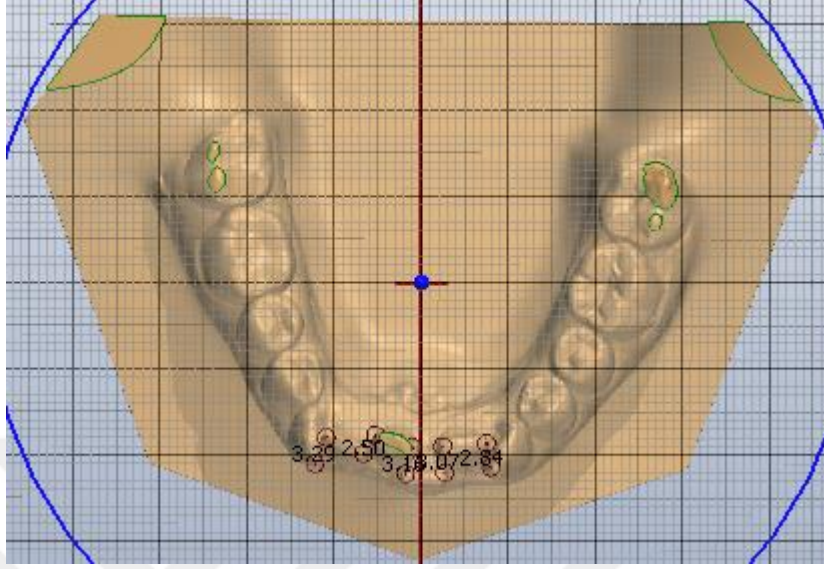
3.4. Model Analizi

Bireylerden tedavi başında, ortasında ve tedavi sonunda aljinat materyal ile ölçüler alınmıştır ve alçı ortodontik modeller oluşturuldu, aynı zamanda alt ve üst çene ilişkisini kayıt etmek için mum kapanış elde edilmiştir. Elde edilen alçı ortodontik modeller kliniğimizde bulunan ortodontik model tarayıcıyla (Orthoanalyzer, 3Shape, Kopenhag, Danimarka) dijital ortama aktarılmıştır.

3.5. Çapraşıklık İndeksi Ölçümler

Bireylerden elde ettiğimiz dijital ortodontik modellerde alt anterior dişlerdeki çapraşıklık hesaplamak için Little'ın çapraşıklık indeksi kullanılmıştır. Ön dişlerdeki çapraşıklığın indeks değeri toplam 5 kontak noktasının yer değiştirme miktarının ölçülmesi ile elde edilmektedir. Bu ölçüm, her bir dişin anatomik kontak noktasının, komşu dişin anatomik kontak noktasından olan uzaklığının ölçülmesi ile elde edilmektedir (Little, 1975).

Ölçümlerin yapılması için alt çeneden elde edilen üç boyutlu ortodontik modelin okluzal yüzeyinden geçen bir yüzey referans alınmıştır. Little'ın yöntemini uygulamak için alt çene ön altı dişin kontak noktalarının bu düzlem üzerindeki iz düşümü işaretlenmiştir. Yüzey üzerinde işaretlenen kontak noktalar arasındaki beş doğrusal mesafelerin toplamı ölçülüp, alt anterior çapraşıklık indeksi tespit edilmiştir. Little'ın çapraşıklık indeksi tedavi başlangıcı, seviyeleme ve sıralama aşaması ve tedavi bitiminde tüm hastalar için uygulanmıştır.

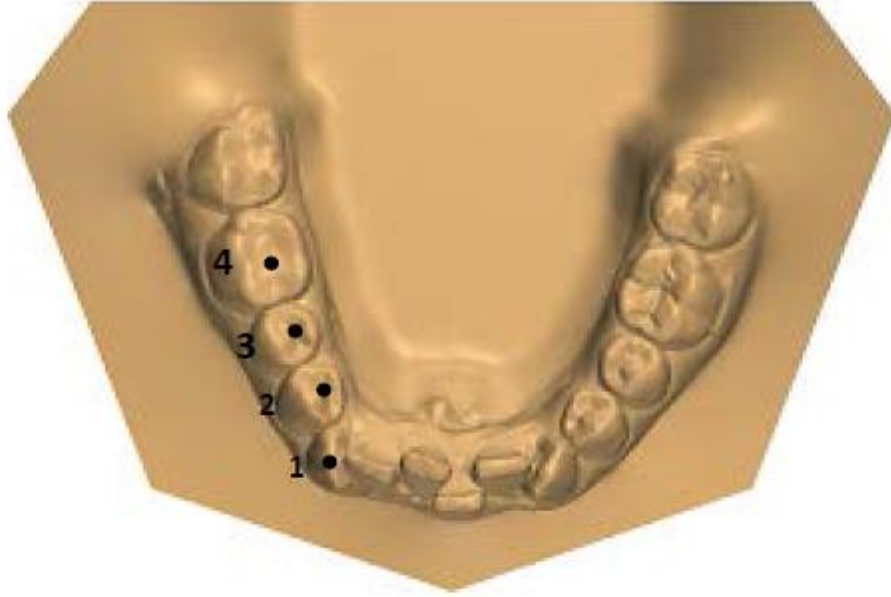


Şekil 3: Alt çene çapraşıklık indeksi

3.6. Yatay Yön Ölçümler

Yatay yön ölçümlerin yapılması için alt çeneden elde edilen üç boyutlu ortodontik modelin okluzal yüzeyinden geçen bir yüzey referans alınmıştır. Bu referans yüzey üzerinde yatay yön ölçümler için aşağıda belirtilen noktalar işaretlenmiştir:

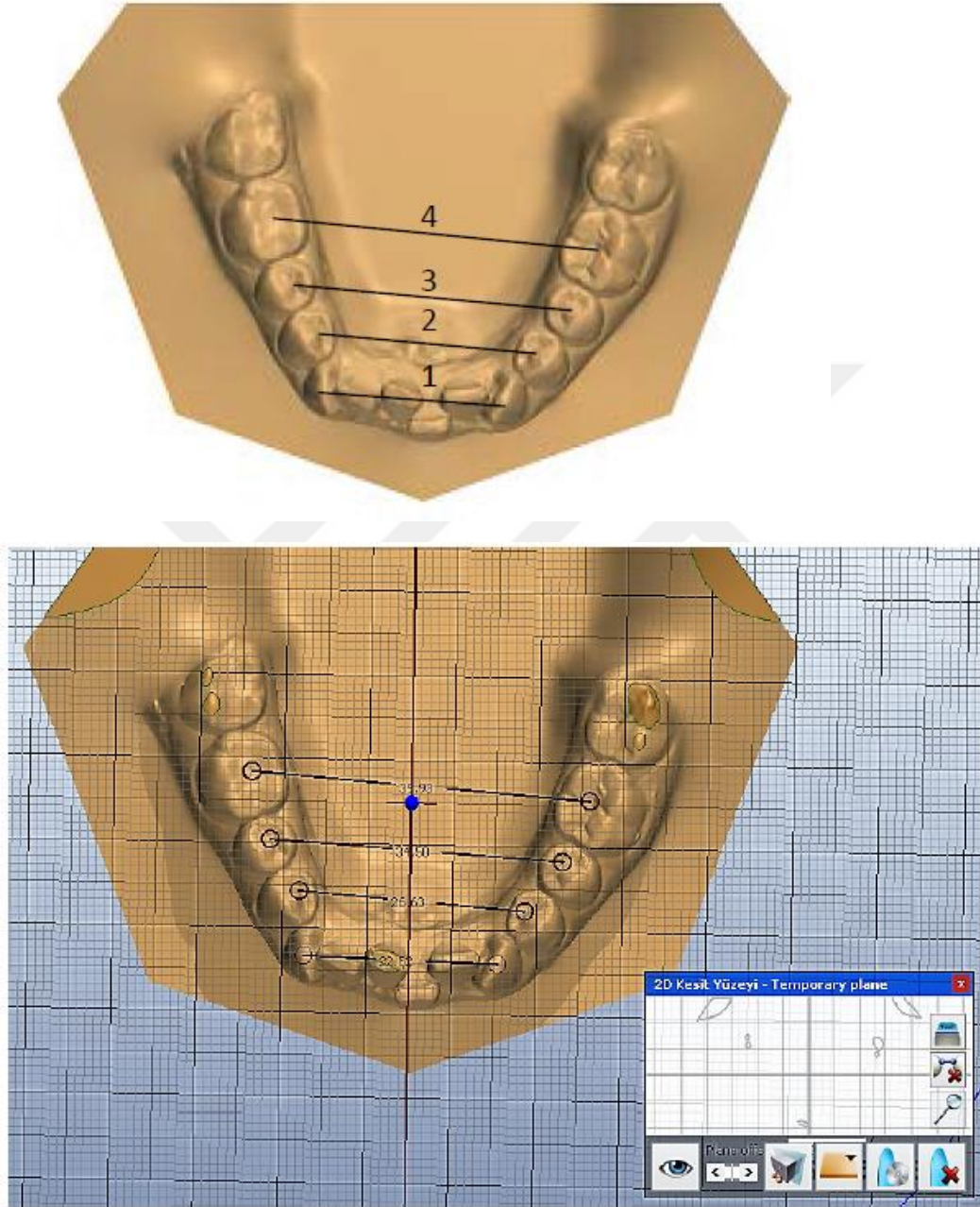
1. ManT(3): Alt çene sağ ve sol köpek dişlerinin tüberkül tepesi
2. ManO(4): Alt çene sağ ve sol birinci küçük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası
3. ManO(5): Alt çene sağ ve sol ikinci küçük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası
4. ManO(6): Alt çene sağ ve sol birinci büyük azı dişlerin okluzal oluklarının orta noktası



Şekil 4: Alt çene yatay yön ölçümlerinde kullanılan noktalar

Fotoğrafta belirtilen noktaların birleşmesiyle tüm bireylerde tedavi başlangıç, seviyeleme-sıralama ve bitim aşamasında yatay yönde ölçümler yapılmıştır.

1. Sağ ve sol ManT(3) noktalar arasındaki mesafeler
2. Sağ ve sol ManO(4) noktalar arasındaki mesafeler
3. Sağ ve sol ManO(5) noktalar arasındaki mesafeler
4. Sağ ve sol ManO(6) noktalar arasındaki mesafeler



Şekil 5: Alt çene üzerinde uygulanan yatay yön ölçümler

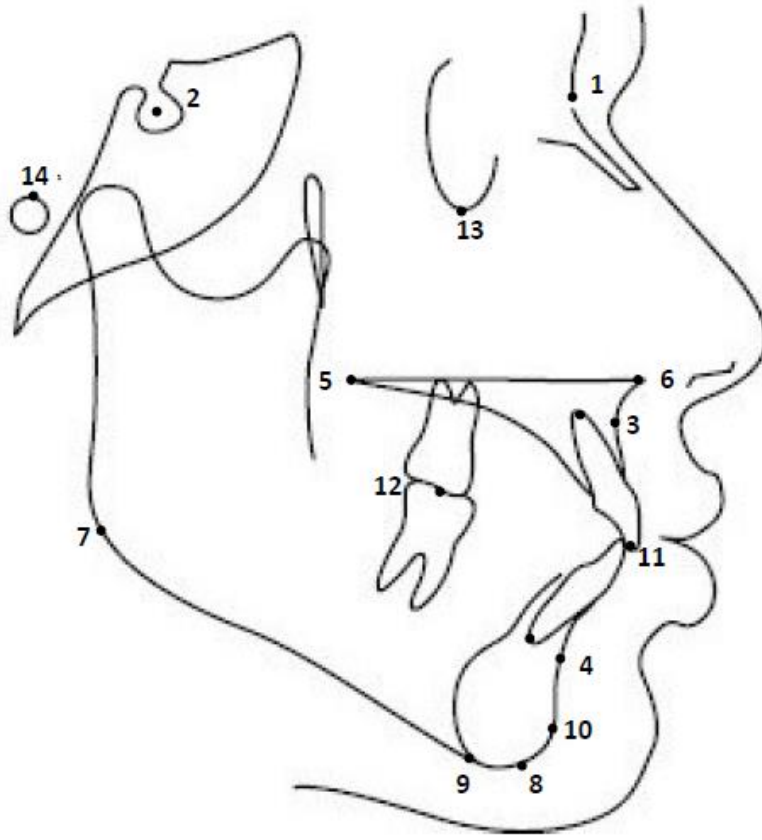
3.7. Lateral Sefalometrik Değerlendirmeler

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji kliniğinde bulunan röntgen cihazı ile (Morita, Dietzenbach, Germany) tedavi başı ve tedavi sonunda lateral sefalometrik filmler elde edilmiştir. Elde edilen bu filmler üzerinde iskeletsel

ve dişsel değerlendirmeler için ölçümler yapılmıştır. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti kliniğinde bulunan Dolphin Ceph programıyla sefalometrik filmler üzerinde açısal ve milimetrik ölçümler yapılmıştır. Tedavide MBT sistem kullanıldığından çizimler ve lümler McLaughlin sefalometrik analiz değerleri referans alınmıştır (McLaughlin ve ark., 1997)

3.7.1. Lateral Sefalometrik lümler İçin Kullanılan Noktalar

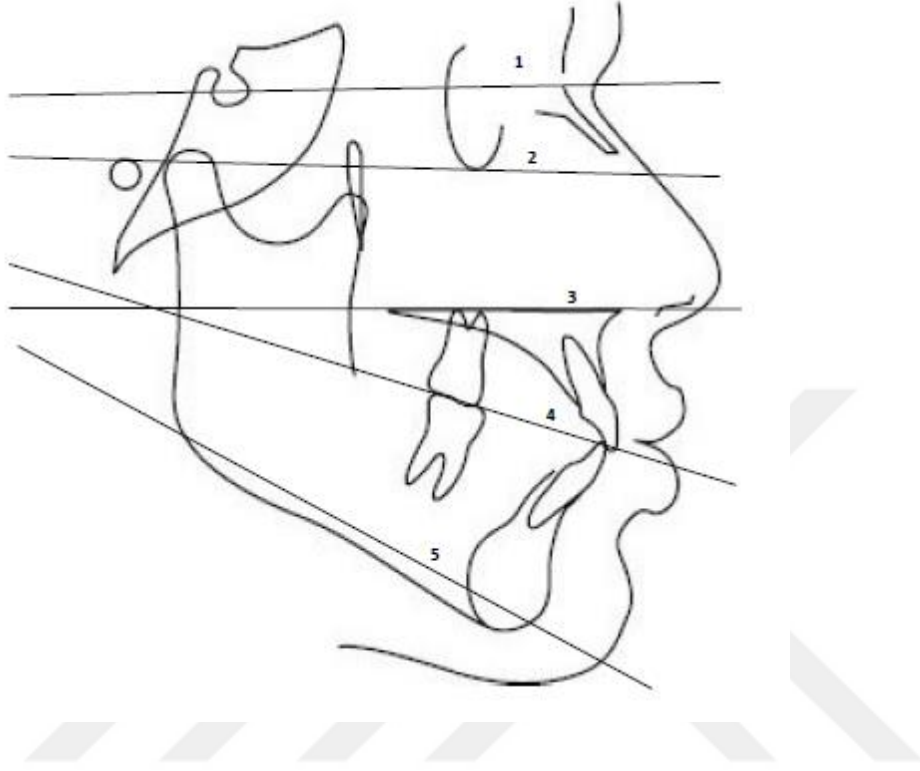
1. Nasion (N): Frontonasal süturun en ön ve derin noktası
2. Sella (S): Sella turcica'nın geometrik merkezi
3. A noktası: Üst ene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktası
4. B noktası: Alt ene ön alveolar kemik girintisinin en derin noktası
5. Spina Nasalis Posterior (PNS): Sert damağın arka uç noktası
6. Spina Nasalis Anterior (ANS): Ön nazal açıklığın alt sınırı hizasında üst çenenin ortasındaki sivri kemik parçası
7. Gonion (Go): Alt ene corpus mandibularisin alt kenarı ve ramus mandibularisin arka kenarının birleştiği yuvarlağın en köşe noktası
8. Gnathion (Gn): Nasion-Pogonion doğrusu ile Menton-Gonion doğruları arasında kalan aının aıortayının alt çene ucunu keştiği nokta
9. Menton (Me): Alt ene kesici dişleri saran kemiğin kompakt kısmının lingual sınır görüntüsünün alt çene alt kenarıyla keştiği nokta
10. Pogonion (Pog): Çene ucunun ön-arka yönde en ileri noktası
11. Okluzal düzlem ön noktası (AOcc): Alt ve üst kesici dişlerin, kesici kenar noktalarını birleştiren doğrunun orta noktası
12. Okluzal düzlem arka noktası (POcc): Üst birinci büyük azı dişin, meziyobukkal tüberkülünün distal kenarının orta noktası
13. Orbita (Or): Göz ukuru alt kenarının en derin noktası
14. Porion (Po): Diş kulak deliğinin üst kenarının orta noktası



Şekil 6: Lateral sefalometrik ölçümler için kullanılan noktalar

3.7.2. Araştırmada Kullanılan Lateral Sefalometrik Referans Düzlemler

1. Sella-Nasion düzlemi (SN): Sella ve Nasion noktalarını birleştiren doğrunun oluşturduğu düzlem
2. Frankfurt Horizontal Düzlemi (FH): Porion ve Orbita noktalarını birleştiren düzlem
3. Maksiller düzlem (MaksD): ANS ve PNS noktalarını birleştiren doğrunun oluşturduğu düzlem
4. Mandibuler düzlem (MandD): Go ve Gn noktalarını birleştiren doğrunun oluşturduğu düzlem
5. Okluzal düzlem (OP): POcc ve Aocc noktalarını birleştiren doğrunun oluşturduğu düzlem



Şekil 7: Araştırmada kullanılan lateral sefalometrik referans düzlemleri

3.7.3. Araştırmada Kullanılan Lateral Sefalometrik Ölçümler

Maksiller İskeletsel Ölçümler

1. SNA açısı: Üst çene ön bölgesinin ön kranial kaideye göre ön-arka yöndeki konumunu belirleyen açıdır
2. $A \perp NPerp$: Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin A noktasına olan uzaklığı

Mandibular İskeletsel Ölçümler

3. SNB açısı: Alt çene ön bölgesinin ön kraniyal kaideye göre ön-arka yöndeki konumunu belirleyen açı
4. Pog \perp NPerp : Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin Pg noktasına olan uzaklığı
5. SN / Go-Gn açısı (Alt çene düzlem eğimi) : Kafa kaidesi ile alt çene düzlemi arasındaki açıdır

Maksillo-Mandibular Ölçümler

6. ANB açısı: Üst ve alt çenenin ön-arka yönde birbirleriyle olan ilişkilerini belirten açıdır
7. Wits: A ve B noktalarının okluzal düzlem üzerindeki iz düşümünün arasındaki lineer fark
8. M/M (Maksillo-mandibular açı): Spina nasalis anterior ile spina nasalis posterior noktaları arasındaki palatal düzlem ile Gonion-Gnathion noktaları arasındaki mandibular düzlem arasındaki açıdır

Dentoalveolar Ölçümler

9. U1/MaksD açısı: Üst en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin ANS-PNS düzlemi ile yaptığı açıdır
10. A1/MandD açısı: Alt en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin mandibular düzlem ile yaptığı açıdır
11. U1/APog uzaklığı: Üst en ileri orta kesici dişin en ileri noktasının APog doğrusuna olan uzaklığıdır
12. A1/APog uzaklığı: Alt en ileri orta kesici dişin en ileri noktasının APog doğrusuna olan uzaklığıdır

3.8. İstatistik Analizler

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk ile incelendi. Normal dağılım gösteren verilerin karşılaştırılmasında bağımsız örnekler t testi ile eşli örnekler t testi kullanıldı. Sonuçlar aritmetik ortalama \pm standart sapma şeklinde sunuldu. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.



4. BULGULAR

Bulgular bölümünde çapraşıklık indeksi, tedavi süresi, tedavi sürecinde elde edilen model analizlerin değerleri ve tedavi başlangıç ve bitiminde elde edilen lateral sefalometrik film analiz bulguları yer almaktadır. Verilerin istatistiksel analizleri, kontrol ve çalışma grubundan elde edilen verilerin grupların kendi içlerinde değerlendirilebilmek için grup içi analizi ve birbirleri ile ilişkisini değerlendirmek için de gruplar arası analizler olacak şekilde tablo halinde sunulmuştur.

4.1. Çapraşıklık İndeksi

Tedavinin başlangıç aşamasındaki çapraşıklık indeksi (ÇİT_0), seviyeleme-sıralamanın bittiği aşamadaki çapraşıklık indeksi (ÇİT_1) ve tedavinin bitim aşamasındaki çapraşıklık indeksi (ÇİT_2) bireylerden elde edilen dijital modeller üzerinde Little'ın çapraşıklık indeksine göre ölçülmüştür (Tablo 1). Kontrol grubu ve piezoinsizyon grubu arasında her üç zaman diliminde çapraşıklık miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Tablo 1: Çapraşıklık indeksi

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
ÇİT_0	9,91 ± 0,96	9,42 ± 0,67	t=1,442	0,164
ÇİT_1	0,32 ± 0,24	0,32 ± 0,24	t=-0,066	0,948
ÇİT_2	0,09 ± 0,08	0,07± 0,06	t=0,455	0,654

4.2. Tedavi Süresi

Tedavinin başlandığı ve seviyeleme-sıralamanın bittiği seans arasında geçen süre (T_1 gün), tedavi başlangıcı ve tedavinin bittiği seans arasında geçen süre (T_2 gün) ve seviyeleme-sıralamanın bittiği seans ve tedavinin bittiği seans arasında geçen süre (T_2-T_1 gün) değerlendirilmiştir (Tablo 2). Seviyeleme- sıralama süresi (T_1 gün) açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,002$). Çalışma grubunda ortalama seviyeleme-sıralama süresi 85,7 gün iken kontrol grubunda ortalama süre 105,2 gün olarak

daha fazla bulunmuştur. Toplam tedavi süresi (T_2 gün) değerlendirildiğinde seviyeleme-sıralama süresindeki kadar yüksek olmasada iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p=0,047$). Çalışma grubunda toplam tedavi süresinin ortalama değeri 244,4 iken kontrol grubunda 261,8 olarak elde edilmiştir. T_2-T_1 gün değerleri analiz edildiğinde gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,740$). Çalışma grubunda T_2-T_1 gün ortalama değeri 158,8 iken kontrol grubunda ortalama 156,7 olarak elde edilmiştir.

Tablo 2: Tedavi süresi

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
T₁gün	85, 7 ± 10,6	105,2 ± 16,2	t= -3,497	0,002
T₂gün	244,4 ± 15,1	261,8 ± 24,4	t= -2,100	0,047
T₂-T₁gün	158,8 ± 10,8	156,7 ± 18,5	t= 0,338	0,740

4.3. Çapaşıklığın Günlük Çözülme Miktarı

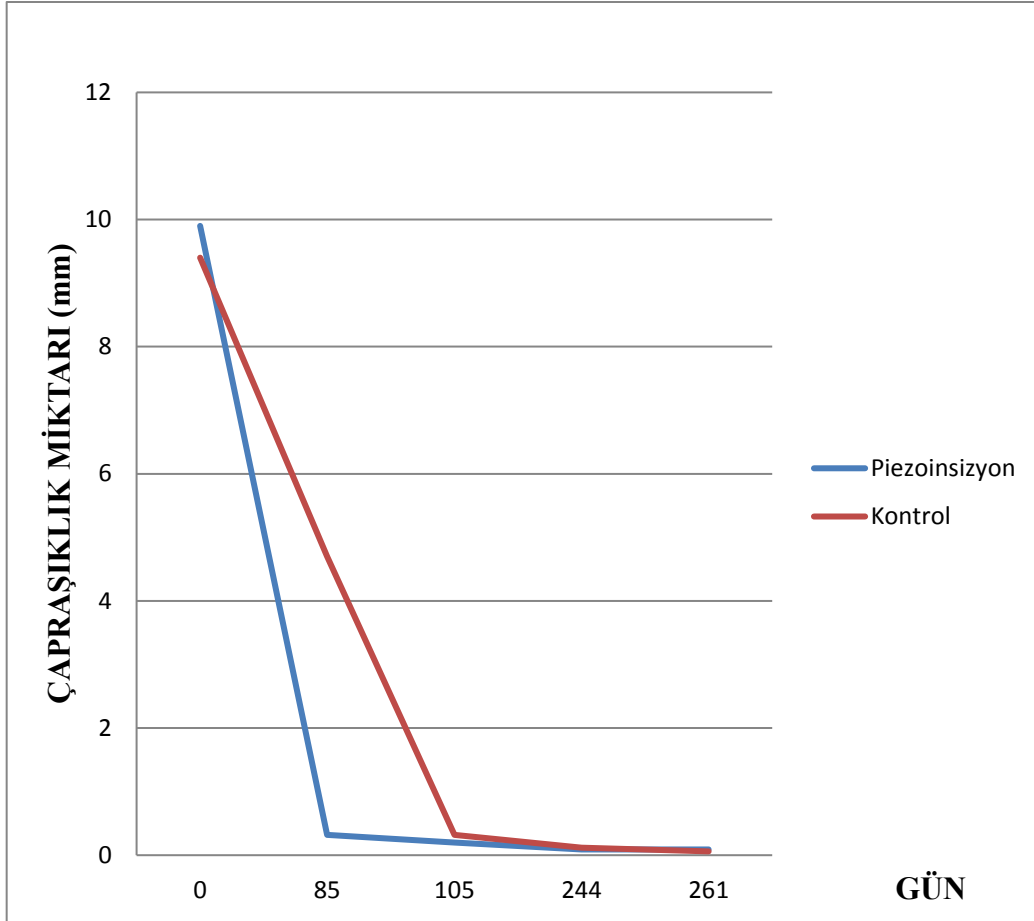
Seviyeleme-sıralama aşamasında çapaşıklığın günlük çözülme miktarı ($\text{ÇİT}_0-\text{ÇİT}_1/T_1$ gün), toplam tedavi süresindeki çapaşıklığın günlük çözülme miktarı ($\text{ÇİT}_0-\text{ÇİT}_2/T_2$ gün) ve seviyeleme-sıralamanın bittiği aşamadan tedavinin bitim aşamasına kadar geçen sürede çapaşıklığın günlük çözülme miktarı ($\text{ÇİT}_1-\text{ÇİT}_2/T_2-T_1$ gün) değerlendirilmiştir (Tablo 3). $\text{ÇİT}_0-\text{ÇİT}_1/T_1$ gün ortalama değerleri gruplara göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p=0,001$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,1136 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,0876 olarak elde edilmiştir. $\text{ÇİT}_0-\text{ÇİT}_2/T_2$ gün ortalama değerleri de gruplara göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p=0,008$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,0403 iken kontrol grubundaki ortalama değer 0,0358 olarak daha düşük elde edilmiştir. $\text{ÇİT}_1-\text{ÇİT}_2/T_2-T_1$ gün ortalama değerleri ise gruplara göre farklılık göstermemektedir ($p=0,704$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,0015 iken kontrol grubunda ortalama değer

0,0017

olarak

elde

edilmiştir.



Şekil 10: Günlük çapraşıklık çözülme miktarı

Tablo 3: Çapraşıklığın günlük çözülme miktarı

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
$\bar{ÇİT}_0 - \bar{ÇİT}_1 / T_1 \text{gün}$	$0,1136 \pm 0,0178$	$0,0876 \pm 0,0091$	$t = 4,335$	0,001
$\bar{ÇİT}_0 - \bar{ÇİT}_2 / T_2 \text{gün}$	$0,0403 \pm 0,0047$	$0,0358 \pm 0,0025$	$t = 2,748$	0,008
$\bar{ÇİT}_1 - \bar{ÇİT}_2 / T_2 - T_1 \text{gün}$	$0,0015 \pm 0,0012$	$0,0017 \pm 0,0014$	$t = -0,578$	0,704

4.4. Tedavi Sürecinde Oluşan Ark-İçi Değişiklikleri Grup İçerisinde Değerlendirme

Tedavi başlangıç aşaması (T_0), seviyeleme-sıralama aşaması (T_1) ve bitim aşamasında (T_2) bireylerden elde edilen dijital modeller üzerinde tedavi sürecinde oluşan ark-İçi değişiklikler gruplar içerisinde değerlendirilmiştir. Grup içerisinde farklı zamanlarda kanin-kanin, premolar-premolar ve molar-molar arasındaki mesafede oluşan değişiklikler analiz edilmiştir (Tablo 4).

Çalışma ve kontrol grubunda kanin-kanin arasındaki mesafe açısından seviyeleme-sıralamanın bittiği aşama ve tedavinin bittiği aşama (KT_1 ve KT_2) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,001$). Çalışma grubunda da kontrol grubunda da KT_2 ortalama değeri, KT_1 ortalama değerinden daha yüksek elde edilmiştir. Benzer şekilde çalışma grubunda ve kontrol grubunda kanin-kanin arasındaki mesafe açısından tedavinin başlangıç aşaması ve seviyeleme sıralamanın bittiği aşama KT_0 ve KT_1 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olarak bulunmuştur ($p < 0,001$). Çalışma grubunda da kontrol grubunda da KT_1 ortalama değeri KT_0 ortalama değerinden daha yüksek elde edilmiştir.

Tedavinin başlangıç aşaması, seviyeleme-sıralamanın bittiği aşama ve tedavinin bittiği aşamada, birinci premolarlar ($1.PmT_0$, $1.PmT_1$ ve $1.PmT_2$) ikinci premolarlar ($2.PmT_0$, $2.PmT_1$ ve $2.PmT_2$) ve birinci molar (MT_0 , MT_1 , MT_2) arasında oluşan mesafe değişiklikleri değerlendirmek için aynı grup içi analizler uygulandığında kanin dişine benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur.

Tablo 4: Tedavi sürecinde oluşan ark-ıçi değışikliklerin grup içi değerdendirme

	Piezoinsizyon	Kontrol
KT₁	29,08 ± 2,69	30,02 ± 2,53
KT₂	29,66 ± 2,71	30,74 ± 2,48
Test istatistiği	t=-8,39	t=-14,19
p	<0,001	<0,001
KT₀	28,83 ± 2,61	29,3917 ± 2,56
KT₁	29,08 ± 2,69	30,02 ± 2,53
Test istatistiği	t=-7,41	t=-20,44
p	<0,001	<0,001
1.PmT₁	31,8 ± 2,94	32,50 ± 2,66
1.PmT₂	32,6 ± 3,06	33,36 ± 2,52
Test istatistiği	t=-8,06	t=-10,57
p	<0,001	<0,001
1.PmT₀	31,17 ± 2,93	31,69 ± 2,77
1.PmT₁	31,80 ± 2,94	32,50 ± 2,66
	Piezoinsizyon	Kontrol
Test istatistiği	t=-8,44	t=-13,05
p	<0,001	<0,001
2.PmT₁	34,36 ± 2,67	34,91 ± 2,69
2.PmT₂	35,30 ± 2,70	35,66 ± 2,54
Test istatistiği	t=-9,68	t=-7,15
p	<0,001	<0,001
2.PmT₀	33,79 ± 2,69	34,24 ± 2,82

Tablo 4'ün devamı

2.PmT₁	34,36 ± 2,67	34,91 ± 2,69
Test istatistiği	t=-5,28	t=-8,55
p	<0,001	<0,001
MT₁	40,37 ± 3,02	40,63 ± 2,71
MT₂	41,31 ± 2,99	41,77 ± 2,68
Test istatistiği	t=-26,30	t=-20,50
p	<0,001	<0,001
MT₀	39,71 ± 2,91	39,80 ± 2,77
MT₁	40,37 ± 3,02	40,63 ± 2,71
Test istatistiği	t=-6,00	t=-8,25
p	<0,001	<0,001

4.5. Gruplar Arasında Oluşan Ark-İçi Değişikliklerin Değerlendirilmesi

Tedavi başlangıç aşaması (T₀), seviyeleme-sıralama aşaması (T₁) ve bitim aşamasında (T₂) bireylerden elde edilen dijital modeller üzerinde tedavi sürecinde oluşan ark-İçi değişiklikler gruplar arasında değerlendirilmiştir. Gruplar arası farklı zamanlarda kanin-kanin, premolar-premolar ve molar-molar arasındaki mesafede oluşan değişiklikler analiz edilmiştir (Tablo 5).

Seviyeleme-sıralama döneminde kaninler arasında oluşan genişleme (KT₁-KT₀) değerlendirildiğinde kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). Çalışma grubunda ortalama değer 0,25 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,63'tür. Benzer şekilde toplam tedavi sürecinde kaninler arasında oluşan genişleme (KT₂-KT₀) değerlendirildiğinde kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). Çalışma grubunda ortalama değer 0,83 iken kontrol grubunda ortalama değer 1,35'dir.

Toplam tedavi aşamasında birinci molarlar arasında oluşan genişleme (MT_2-MT_0) değerlendirildiğinde kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,012$). Çalışma grubunda ortalama değer 1,60 iken kontrol grubunda 1,97 olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde seviyeleme-sıralama döneminden tedavi bitimine kadar geçen süreçte kaninler arasında oluşan genişleme (KT_2-KT_0) değerlendirildiğinde kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,006$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,94 iken kontrol grubunda 1,14 olarak elde edilmiştir.

Tablo 5. Tedavi sürecinde oluşan ark-içi değişikliklerin gruplar arasında değerlendirme

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
$KT_1- KT_0$	$0,25 \pm 0,11$	$0,63 \pm 0,11$	$t=-8,37$	<0,001
$KT_2- KT_0$	$0,83 \pm 0,28$	$1,35 \pm 0,22$	$t=-4,95$	<0,001
$K T_2- KT_1$	$0,58 \pm 0,24$	$0,71 \pm 0,17$	$t=-1,55$	0,135
$1.Pm T_1-1. Pm T_0$	$0,62 \pm 0,2563$	$0,81 \pm 0,21$	$t=-1,97$	0,061
$1.Pm T_2-1.Pm T_0$	$1,42 \pm 0,3817$	$1,67 \pm 0,38$	$t=-1,59$	0,124
$1.Pm T_2-1.Pm T_1$	$0,80 \pm 0,3438$	$0,85 \pm 0,28$	$t=-0,45$	0,654
$2.Pm T_1-2.Pm T_0$	$0,57 \pm 0,3769$	$0,67 \pm 0,27$	$t=-0,74$	0,465
$2.Pm T_2-2.Pm T_0$	$1,51 \pm 0,4108$	$1,42 \pm 0,50$	$t=0,49$	0,628
$2.Pm T_2-2.Pm T_1$	$0,94 \pm 0,3370$	$0,75 \pm 0,36$	$t=1,34$	0,194
MT_1-MT_0	$0,65 \pm 0,3801$	$0,83 \pm 0,35$	$t=-1,17$	0,253
MT_2-MT_0	$1,60 \pm 0,3045$	$1,97 \pm 0,36$	$t=-2,73$	0,012
MT_2-MT_1	$0,94 \pm 0,1240$	$1,14 \pm 0,19$	$t=-3,02$	0,006

4.6. Tedavi Başlangıç Aşamasında Sefalometrik Film Analizler

Tedavinin başlangıç aşamasında bireylerden elde edilen sefalometrik filmler üzerinde yapılan analizler değerlendirilmiştir (Tablo 7). Tedavi başlangıç aşamasında (T0) iskeletsel ve dişsel sefalometrik analizlerden elde edilen verilerin ortalama değerleri iki grup arasında fark göstermemektedir.

Tablo 6. Tedavinin başlangıç aşamasında sefalometrik film değerlendirilmesi

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
SNA₀	80,51 ± 2,2	80,88 ± 2,32	t=-0,406	0,688
SNB₀	77,86 ± 1,62	78,18 ± 2,45	t=-0,383	0,705
ANB₀	2,68 ± 1,44	2,53 ± 1,46	t=0,239	0,813
A ⊥ NPerp₀	-0,12 ± 2,11	0,81 ± 2,32	t=-1,021	0,319
Pog ⊥ NPerp₀	-4,63 ± 1,73	-4,32 ± 1,95	t=-0,420	0,678
Wits₀	0,47 ± 1,38	0,28 ± 1,59	t=0,302	0,765
Sn-GoGn₀	31,71 ± 3,37	32,31 ± 3,65	t=-0,418	0,680
MM₀	23,48 ± 1,94	23,8 ± 3,06	t=-0,310	0,759
L1/APog₀	1,65 ± 0,62	1,63 ± 0,43	t=0,115	0,910
U1/APog₀	4,53 ± 0,54	4,45 ± 0,72	t=0,320	0,752
L1/ManD₀	93,7 ± 2,36	94,42 ± 2,82	t=-0,676	0,506
U1/MaksD₀	113,92 ± 3,51	113,64 ± 3,22	t=0,200	0,843

4.7. Tedavi Sürecinde Sefalometrik Değerlerde Oluşan Değişiklikler

Bireylerden tedavinin ilk aşamasında (T0) ve tedavi bitiminde (T2) sefalometrik filmler çekilmiştir. Gruplar arası, tedavi sonunda elde edilen sefalometrik veriler ile tedavi başlangıcındaki veriler kıyaslanarak tedavi sürecinde oluşan dişsel ve iskeletsel değişiklikler değerlendirilmiştir (Tablo 8).

Tedavi sürecinde SNA değerinde oluşan değişiklikler (SNA_2-SNA_0) iki grup arasında kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,488$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,17 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,02 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde SNB değerinde oluşan değişiklikler (SNB_2-SNB_0) iki grup arasında kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,178$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,66 iken kontrol grubunda ortalama değer 1,08 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde ANB değerinde oluşan değişiklikler (ANB_2-ANB_0) iki grup arasında kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,272$). Çalışma grubunda ortalama değer -0,53 iken kontrol grubunda ortalama değer -0,77 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde $A^{\perp}NPerp$ değerinde oluşan değişiklikler ($A^{\perp}NPerp_2-A^{\perp}Nperp_0$) iki grup arasında kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,862$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,30 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,28 olarak elde edilmiştir. Tedavi başlangıç aşamasından tedavi bitene kadar geçen süreçte $Pog^{\perp}NPerp$ değerinde oluşan farklılıklar ($Pog^{\perp}NPerp_2-Pog^{\perp}Nperp_0$) incelendiğinde iki grup arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,272$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,77 iken kontrol grubunda ortalama değer 1,06 olarak elde edilmiştir. WITS değerinde oluşan değişiklikler ($WITS_2-WITS_0$) analiz edildiğinde çalışma ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,974$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,46 iken kontrol grubunda 0,47 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde $SnGOGN$ değerinde oluşan değişiklikler ($SnGOGN_2-SnGOGN_0$) değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,327$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,6 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,86 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde MM değerinde oluşan değişiklikler (MM_2-MM_0) değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,092$). Çalışma grubunda ortalama değer 0,28 iken kontrol grubunda ortalama değer 0,53 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde $L1/APog$ değerinde oluşan değişiklikler ($L1/APog_2-L1/APog_0$) değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p=0,016$). Çalışma grubunda ortalama değer 2.1 iken kontrol grubunda ortalama değer 1.67 olarak elde edilmiştir. Kontrol grubunda ortalama değer daha yüksek elde edilmiştir. Tedavi sürecinde $U1/APog$ değerinde oluşan değişiklikler ($U1/APog_2-U1/APog_0$) değerlendirildiğinde iki

grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,505). Çalışma grubunda ortalama değer 1,35 iken kontrol grubunda ortalama değer 1,59 olarak elde edilmiştir. Tedavi başlangıç aşamasından tedavi bitim aşamasına kadar geçen sürede L1/MaksD değerinde oluşan değişiklikler (L1/ManD₂-L1/ManD₀) analiz edildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,001). Çalışma grubunda ortalama değer 4,67 iken kontrol grubunda ortalama değer 3,26 olarak elde edilmiştir. Tedavi sürecinde U1/MaxD değerinde oluşan değişiklikler (U1/MaksD₂- U1/MaksD₀) değerlendirildiğinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,680). Çalışma grubunda ortalama değer 3,8 iken kontrol grubunda ortalama değer 4,16 olarak elde edilmiştir.

Tablo 7. Tedavi sürecinde oluşan sefalometrik değişiklikler

	Piezoinsizyon	Kontrol	Test İstatistiği	p
SNA₂-SNA₀	0,17 ± 0,38	0,02 ± 0,62	t=0,706	0,488
SNB₂-SNB₀	0,66 ± 0,54	1,08 ± 0,87	t=-1,401	0,178
ANB₂-ANB₀	-0,53 ± 0,46	-0,77 ± 0,57	t=1,127	0,272
A[⊥]NPerp₂-A[⊥]Nperp₀	0,30 ± 0,23	0,28 ± 0,43	t=0,176	0,862
Pog[⊥]NPerp₂-Pog[⊥]Nperp₀	0,77 ± 0,52	1,06 ± 0,72	t=-1,128	0,272
WITS₂-WITS₀	0,46 ± 0,61	0,47 ± 0,64	t=-0,033	0,974
SnGOGN₂-SnGOGN₀	0,60 ± 0,49	0,86 ± 0,77	t=-1,002	0,327
MM₂- MM₀	0,28 ± 0,27	0,53 ± 0,40	t=-1,760	0,092
L1/APog₂-L1/APog₀	2,10 ± 0,491	1,67 ± 0,28	t=-2,605	0,016
U1/APog₂-U1/APog₀	1,35 ± 0,80	1,59 ± 0,87	t=-0,678	0,505
L1/ManD₂-L1/ManD₀	4,67 ± 0,63	3,26 ± 0,54	t=5,858	<0,001
U1/MaksD₂-U1/MaksD₀	3,80 ± 2,15	4,16 ± 2,03	t=-0,418	0,680

4.8. Tedavi Sürecinde Grup İçi Sefalometrik Değerlerde Oluşan Değişiklikler

Bireylerden tedavinin ilk aşamasında (T0) ve tedavi bitiminde (T2) sefalometrik değerlerde oluşan değişiklikler Grup içi değerlendirilmiştir. Tedavi sürecinde sefalometrik değerlerde oluşan değişiklikler değerlendirildiğinde piezoinsizyon grubunda tedavi başlangıç ve bitim aşaması arasında SNA değeri hariç tüm değerlerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 8. Tedavi sürecinde piezoinsizyon grubunda oluşan sefalometrik değişiklikler

Piezoinsizyon Grubu			
Parametre	Ortalama	Test İstatistiği	p
SNA₀	80,51 ± 2,2	t= -1,578	0,143
SNA₂	80,68 ± 2,16		
SNB₀	77,86 ± 1,62	t= -4,212	0,001
SNB₂	78,53 ± 1,84		
ANB₀	2,68 ± 1,44	t= 3,95	0,002
ANB₂	2,14 ± 1,42		
A[⊥]Nperp₀	-0,12 ± 2,11	t= -4,466	0,001
A[⊥]Nperp₂	0,19 ± 2,09		
Pog[⊥]Nperp₀	-4,63 ± 1,73	t= -5,105	<0,001
Pog[⊥]Nperp₂	-3,86 ± 1,66		
WITS₀	0,47 ± 1,38	t= -2,646	0,023
WITS₂	0,93 ± 0,96		
SnGOGN₀	31,71 ± 3,37	t= -4,195	0,001
SnGOGN₂	32,31 ± 3,39		
MM₀	23,48 ± 1,94	t= -3,602	0,004
MM₂	23,76 ± 1,83		
L1/APog₀	1,65 ± 0,62	t= -20,257	<0,001
L1/APog₂	3,33 ± 0,59		
U1/APog₀	4,53 ± 0,54	t= -5,812	<0,001
U1/APog₂	5,89 ± 0,67		
L1/ManD₀	93,7 ± 2,36	t= -25,599	<0,001
L1/ManD₂	98,38 ± 2,38		
U1/MaksD₀	113,92 ± 3,51	t= -6,116	<0,001
U1/MaksD₂	117,73 ± 3,13		

Tedavi sürecinde sefalometrik değerlerde oluşan değişiklikler değerlendirildiğinde kontrol grubunda tedavi başlangıç ve bitim aşaması arasında SNA değeri hariç tüm değerlerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 9. Tedavi sürecinde kontrol grubunda oluşan sefalometrik değişiklikler

Kontrol Grubu			
Parametre	Ortalama	Test İstatistiği	p
SNA ₀	80,51 ± 2,2	t= -1,578	0,143
SNA ₂	80,68 ± 2,16		
SNB ₀	77,86 ± 1,62	t= -4,212	0,001
SNB ₂	78,53 ± 1,84		
ANB ₀	2,68 ± 1,44	t= 3,95	0,002
ANB ₂	2,14 ± 1,42		
A [⊥] Nperp ₀	-0,12 ± 2,11	t= -4,466	0,001
A [⊥] Nperp ₂	0,19 ± 2,09		
Pog [⊥] Nperp ₀	-4,63 ± 1,73	t= -5,105	<0,001
Pog [⊥] Nperp ₂	-3,86 ± 1,66		
WITS ₀	0,47 ± 1,38	t= -2,646	0,023
WITS ₂	0,93 ± 0,96		
SnGOGN ₀	31,71 ± 3,37	t= -4,195	0,001
SnGOGN ₂	32,31 ± 3,39		
MM ₀	23,48 ± 1,94	t= -3,602	0,004
MM ₂	23,76 ± 1,83		
L1/APog ₀	1,65 ± 0,62	t= -20,257	<0,001
L1/APog ₂	3,33 ± 0,59		
U1/APog ₀	4,53 ± 0,54	t= -5,812	<0,001
U1/APog ₂	5,89 ± 0,67		
L1/ManD ₀	93,7 ± 2,36	t= -25,599	<0,001
L1/ManD ₂	98,38 ± 2,38		
U1/MaksD ₀	113,92 ± 3,51	t= -6,116	<0,001
U1/MaksD ₂	117,73 ± 3,13		

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasının amacı, alveol kemik yüzeylerine piezocerrahi aleti ile yapılan dekortikasyonun; alt çene ön bölge dişlerinin hareket hızına ve çapraşıklığın çözülme süresine olan etkinliğinin klinik olarak araştırılmasıdır.

Kemik yapım ve yıkım olayı zaman alıcı olduğunda, diş hareket hızı yavaş olur ve diş hareketi uzun sürede gerçekleştiğinden dolayı ortodontik tedavi süresi uzun olmaktadır. Amerikan Ortodonti Birliği, bireylere uygulanan tedavi yönteminin, beklenen diş hareketi ve kişinin karakteristik özeliğine bağlı olarak ortalama ortodontik tedavi süresini 18-30 ay olarak belirtmiştir. Ortodontik tedavi süresi uzadıkça hasta kooperasyonu kötü yönde etkilenmektedir. Sonuç olarak, periodontal hastalık ve çürük riski süreye bağlı olarak artmaktadır.

Günümüzde ortodontik tedavi ihtiyacı duyan yetişkin bireylerin sayısında artış görülmektedir. Yetişkin hasta sayında görülen bu artışa bağlı olarak ortodontik tedavin süresinin kısaltılması daha önemli olmuştur. Tedavi sürecinde kullanılan ortodontik apareyler bireyin sosyal ve mesleki hayatını etkileyebildiği için tedavi süresinin kısaltılması hastaların önemli isteklerin arasında yer almaktadır (Sayin ve ark., 2004)

Ortodontik tedavi süresini kısaltmak ve dişin alveoler kemik içerisinde hareket hızını arttırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hızlı diş hareketi elde etmek için kemik yapım ve yıkımını hızlandıran çeşitli mekanik, kimyasal ve cerrahi yöntemler uygulandığı gibi fizyolojik kuvvet uygulayan teller ve sürtünmeyi azaltmaya yönelik çeşitli braketerler de kullanılmıştır (Proffit ve ark., 2007)

Diş hareketini hızlandırmak için uygulanan cerrahi yöntemlerin çoğu tam kalınlıkta flap kaldırdıktan sonra kemik yüzeyinde kortikotomi uygulanımıyla gerçekleştirilmiştir. Köle (1958) tanımladığı kortikotomi yönteminde alveol kemiğin bukkal ve palatinal yüzeyine derin kortikotomiler uygulayarak dişlerin kemik blok halinde hareket etmesini planlamıştır. Köle'nın bu tanımı 2001 yılına kadar ortodonti dünyasında kabul görülmüştür, ancak Wilcko ve ark. (2001) yılında yaptıkları çalışmada diş hareketini hızlandırmak için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde alveol kortikotomi ile birlikte alveoler ogmentasyon uygulayarak, diş hareketini hızlandırmakla birlikte alveoler kemiğin hacmini

artırmayı planlamışlardır; böylelikle ortodontik tedavi sürecinde oluşabilecek periodontal doku kaybını önlemişlerdir. Wilcko ve ark modifiye edilmiş bu yöntemleri ‘Wilckodontics’ ya da (Accelerated Osteogenic Orthodontics; AOO) Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti olarak adlandırılmıştır.

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

Kim ve ark. (2009), ağrı, hasta şikayeti ve oluşabilecek komplikasyon riskini azaltabilmek için minimal invaziv kortikotomi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu teknikte kortikotomi yapmak için bistüri ile dişetine insizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşılır; böylece tam kalınlıkla flep kaldırmaya gerek kalmadan oluşturulmuş pencereden kortikal kemikte kesi yapılmaktadır.

Vercellotti ve Podesta (2007) yılında tam flep kaldırdıktan sonra daha ince ve dikkatli kortikotomi kesileri yapabilmek için piezoelektrik cihazını kullanmışlardır.

Dibart ve ark. (2010) minimal invaziv prosedürü tanımlayarak bu yöntemin adını piezoinsizyon koymuşlardır. Bu teknikteki mikroinsizyonlar bukkal bölgede sınırlı olmaktadır ve piezoelektrik bıçağıyla bukkal alveol kemikte kesiler yaparak Rapid Acceleratory Phenomenon (RAP) başlatılmıştır. Bu tekniğin en önemli avantajı, travmatik cerrahi bir işlem yapmadan diş hareket hızında artış elde etmemizi sağlamasıdır.

Piezoinsizyon yönteminin kolay uygulanımı, diğer cerrahi işlemlere nazaran minimal invazif ve hastalar tarafından daha kabul edilir olması nedeniyle bu çalışmada piezoinsizyon tercih edilmiştir. Bu çalışmada çekimsiz alt anterior çapraşıklığa sahip olan bireylerde tedavisinde piezoinsizyon yönteminin alt anterior dişlerin çapraşıklığının çözülme hızına olan etkinliği araştırmıştır

5.1. Bireylerin Seçimi ve Çalışma Grupların Oluşturulması

Literatür tarandığında piezoinsizyon yöntemi kullanılarak ortodontik tedavi yapılmış hayvan çalışmaları, vaka raporları ve klinik çalışmalar bulunmuştur. Bu çalışmada alt anterior dişlere uygulanan piezoinsizyon yönteminin, diş hareket hızına ve çapraşıklığın çözülme süresine olan etkinliğinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireyler, sistemik herhangi bir rahatsızlığı bulunmayan hastalar arasından seçilmiştir. Örneğin alerjik astım gibi alerjik hastalıklar genellikle Cetirizine gibi Histamin-1 reseptör antagonistlerini kullanırlar. Bu ilaçlar osteoklastik aktiviteyi azalttığından kemik döngüsünü etkilemektedir. Buna bağlı olarak diş hareket hızı azalırken ortodontik tedavi süresi artmaktadır. Diyabet hastalarında genellikle kemik metabolizmasında değişiklikler görülmektedir. Bu değişikliklere bağlı olarak ortodontik kuvvetlere karşı istenmeyen etkiler ortaya çıkabilmektedir ve bu da çalışmanın sonucunu etkileyebilmektedir. Buna benzer hastalıklar kemik metabolizmasını etkilediği için diş hareket hızını da etkilemektedir ve çalışmaya dahil olan bireylerde bu hastalıkların bulunması, sonuçları kötü yönde etkileyeceğinden, bu bireyler çalışmaya dahil edilmemişlerdir.

Çalışmaya dahil edilen bireylerde cinsiyet açısından herhangi bir ayırım yapılmamıştır. Bireyin yaşı cerrahi sırasında hasta kooperasyonunu etkileyeceğinden ve aynı zamanda çalışmaya dahil edilen bireylerin daimi dentisyonda olup ve ortodontik kuvvet uygulanacak dişlerin kök uçlarının kapanması gerektiğinden bireylerin 14 yaş ve üzeri olması uygun görülmüştür (Proffit, 2007).

Aboul-Ela ve ark. (2011), kortikotomi destekli ortodontik tedavi yaptıkları çalışmalarında, yaş ortalaması 19 olan toplam 13 hastayı tedaviye dahil etmişlerdir.

Alikhani ve ark. (2013) yaptıkları klinik çalışmada, kortikotominin etkinliğini araştırmak için yaşları 18-42 arasında değişen toplam 20 hastayı çalışmalarına dahil etmişlerdir.

Shoreibah ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, alt çene ön dişlerinde orta düzeyde çapraşıklığı olan ve yaşları 15-32 arasında değişen 20 hastayı kortikotomi çalışmalarına dahil etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, alt çenede şiddetli çapraşıklığı olan 14 hastaya piezoinsizyon yöntemiyle çekimsiz ortodontik tedavi uygulanmıştır (Mehr, 2013). Abbas ve

ark. (2016), yaptıkları çalışmada yaşları 15-25 arasında değişen 20 hastayı tedavi etmişlerdir. Çalışmalarında piezoinisyon, kortikotomi ve konvansiyonel yöntemin diş hareket hızına etkisini kıyaslamışlardır.

Çalışmamıza dahil edilen bireylerin yaş ortalaması literatürdeki diğer çalışmalarla uyum içerisindedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmadaki birey sayısı (n=12) daha fazla olduğu için elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan daha anlamlı olduğu düşünülmektedir.

Ortodontik tedavi sürecinde ve cerrahi sonrası oluşabilecek ağrıları kontrol altına almak için bireylere parasetamol türevi ilaçların kullanımı tavsiye edilmiştir. Parasetamol türü ilaçlar NSAİ ilaçlara çok benzeseler de prostaglandin sentezini çok az miktarda etkilediklerinden kemik metabolizmasında etkin bir değişikliğe yol açmazlar. Parasetamol türü ilaçların, ortodontik diş hareketi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmamasından dolayı ortodontik tedavilerde ağrı kesici olarak sıklıkla önerilmektedirler (Shetty ve ark., 2013).

Bireyler çalışmaya dahil edilirken periodontal olarak sağlıklı olmaları ve ataşman kaybının bulunmamasına özen gösterilmiştir. Periodontal kaybın olduğu dişlere, normal dişlere uygulanan kuvvet uygulandığında, kök yüzey miktarı az olduğundan periodontal ligamentlerde daha fazla gerilme ve sıkışma ortaya çıkacaktır. Buna bağlı olarak hyalinizasyon miktarında artışla birlikte kemik kaybındaki artış sonucunda periodontal harabiyet görülecektir. Bu olayın diş hareket şeklini ve hızını etkilediğini varsayarak, gruplar arasındaki benzerliği korumak adına bireylerin periodontal açıdan sağlıklı olmasına ve oral hijyenin iyi seviyelerde olmasına dikkat edilmiştir (Proffit ve ark., 2007).

Tedaviye dahil edilen bireylerin alt anterior çapraşıklığının hesaplamasında, Little yöntemi tercih edilmiştir. Bu indeks, alt çenedeki altı ön dişin birbirine göre yer değiştirme miktarının anatomik kontak noktalarından kumpas ile ölçülüp, bu değerın toplanmasıyla elde edilen skordur (Little, 1977). Pandis ve ark. (2007) , Ong ve Wang. (2010), Wahab ve ark. (2012), yapmış oldukları çalışmalarda çapraşıklık şiddetini Little'ın çapraşıklık indeksine göre belirtmişlerdir. Çalışmamıza dahil edilen bireylerin model analizinde alt ön grup dişlerindeki çapraşik indeksi Little yöntemi ile hesaplandığında iki grup arasında çapraşıklık miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

5.2.Yöntem

Maijer ve Smith 1990 yılında yaptıkları çalışmada, kullandıkları kendinden kapaklı braketler ve ligatür teli ile bağlanan braketlerin, ligatüre etme süresi açısından kıyaslamışlardır; kendinden kapaklı braketlerin kapanma süresinin diğer gruba nazaran 4 kat daha hızlı olduğunu bulmuşlardır.

Yapılan başka bir çalışmada; Damon 2 ve konvansiyonel mini twin braketlerle tedavi olan bireylerde, ark teli yerleştirme ve çıkarma süresini kıyaslamışlardır. Bu çalışmanın sonucu olarak kapaklı braketlerin kullanımı hekime her hasta için 1.5 dakika zaman kazandırdığını göstermişlerdir (Turnbull ve Birnie, 2007).

Yukarda anlatılan çalışmalar göz önünde bulundurularak, çalışmamızda Dentaurem Discovery kendinden kapaklı braketler tercih edilmiştir. Klinikte hasta başında geçirilen süreyi kısaltmak ve aynı zamanda tüm bireylerde ligatür şeklinin standart olması için kapaklı braketler tercih edilmiştir. Teller farklı şekilde ve kuvvette ligatüre edildiğinde sürtünme etkilenmektedir ve diş hareket hızının etkilenmesini önlemek için aynı mekanizmaya sahip kapaklı braketler tercih edilmiştir.

Süper elastik teller belirli bir deformasyon noktasına kadar oldukça sabit stres değeri gösterir ve eski haline dönerken bu değer yine sabit kalır. Süperelastiklik, bir telin aktivasyon derecesinden bağımsız olarak aynı miktar kuvvet vermesi demektir (Tosun, 1999). Bu nedenle çalışmada süperelastik NiTi tercih edilmiştir. Uygulanan kuvvetin tüm gruplar için aynı olması, çalışmanın standardize edilmesi açısından önem arz etmektedir.

Frost (1983), kemikte hasar oluştuğunda, kemik yapısında dinamik bir aktivitenin başladığını ve yapım ve yıkım hızında artış olduğunu rapor etmişlerdir. Kemik yapım ve yıkım hızında artışa bağlı olarak diş hareket hızı da artmaktadır. Frost, oluşan bu kemiksel aktiviteyi Regional Acceleratory Phenomen olarak adlandırmıştır .

Wilcko ve ark. (2001), tam kalınlıkta flep kaldırdıktan sonra alveol kemiğin bukkal ve lingual yüzeyinde meduller kemiğe ulaşacak derinlikte cerrahi bıçağıyla kortikotomi yapmışlardır. Kortikotomi işleminden sonra hareketi beklenen dişler bölgesine kemik grefti uygulamışlardır; böylece dişin hareket sınırını genişletebildiklerini savunmuşlardır.

Cerrahi bıçak son yıllara kadar kemik cerrahisinde kemiği kesebilmek için kullanılan tek alettir. Son yıllarda kemik dokusunu kesebilmek için piezocerrahi yöntemi kullanılmaya başlandı. Piezoelektrik cihazı osteotomi ve kortikotomi işlemlerini gerçekleştirebilmek için Vercoletti ve Podesta (2007) tarafından bulunan, gelişmiş bir ultrasonik cerrahi alettir. Bu alet, konvansiyonel motor ve frez cerrahisinin operasyon sırasındaki dezavantajlarını azaltıp, cerrahi güvenliği arttırarak daha düzgün kesiler yapılabilmesi için geliştirilmiştir. İnce ve kırılğan kemiklerdeki osteotomiler için ideal olduğu iddia edilmektedir.

Kim ve ark. (2009) çalışmalarında, ağrı, hasta şikayeti ve oluşabilecek komplikasyon riskini azaltabilmek için daha invaziv olan kortikotomi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu teknikte kortikotomi yapmak için cerrahi bistüri ile diş etine insizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşılır; böylece tam kalınlıkla flep kaldırmaya gerek kalmadan, oluşturulmuş pencereden kortikal kemikte kesi yapılmaktadır. Bu tekniğin avantajı tam kalınlık flep kaldırmaya bağlı cerrahi işlem sonrası ağrı ve şikayetin azalmasıdır.

Dibart ve Keser (2014), minimal invaziv prosedürü tanımlayarak bu yöntemin adını piezoinsizyon koymuşlardır. Bu teknikte hızlı diş hareketi istediğimiz bölgede, bukkal yüzeyde, bistüri ile diş etine insizyon yapılarak kortikal kemiğe ulaşılmaktadır. Kortikotomi işlemi piezo elektriğin ince başlığıyla interdental bölgeye uygulanmaktadır. Bu tekniğin en önemli avantajı travmatik bir cerrahi işlem yapmadan diş hareket hızında artış elde etmemizi sağlamasıdır.

Günümüzde piezoelektrik aleti kullanılarak yapılan cerrahi işlemlerin avantajları, operasyon sırasındaki kanama ve cerrahi travmanın azalması, yumuşak dokulara zarar verilmemesi ve cerrahi sırasındaki görüş kabiliyetinin artması olarak sayılabilir (Barone ve ark., 2008).

Literatüre baktığımızda diş hareketini hızlandırmak için çeşitli cerrahi yöntemler uygulanmıştır ve bu yöntemlerin çoğunun oldukça invaziv, hasta için travmatik ve tolere edilmesi güç, hekimler için ise uygulamanın zor ve zaman alıcı olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle yöntemlerin çoğunun rutin ortodontik tedavilerle birlikte uygulanması zor olmaktadır. Çalışmamızda uygulayacağımız dekortikasyon prosedürünü planlarken cerrahi uygulamalar arasında uygulanması kolay, minimal invaziv ve hastalar tarafından daha tolere edilebilir yöntem olan piezoinsizyon yöntemi tercih edilmiştir (Brugnami ve Caiazzo, 2014).

Dibart ve Keser (2014), piezoinsizyonun sadece lokal etkinliği olduğundan, yalnızca hareketin planlandığı dişlere uygulanmasını önermiştir. Çalışmamızda alt anterior çapraşıklıkın çözülmesinde piezoinsizyon yönteminin etkinliğini araştırmayı hedeflediğimiz için, alt kanin dişin distalinden karşı taraftaki kanin dişin distaline kadar tüm interdental alanlarda piezoinsizyon uygulanmıştır. Cerrahi işlem sırasında interdental papilla ve diş köklerin sağlığı için bu bölgelerden uzak kortikotomi yapılmasına özen gösterilmiştir. Dibart ince dişeti olan, yeterli miktarda kortikal kemiği olmayan dişlerde veya fenestrasyon ve dehissens riski olan bireylerde işlem sırasında yumuşak ve sert doku grefti uygulanmasını önermiştir ancak çalışmamızda gruplar arasındaki standardizasyonu korumak için greft uygulanmamıştır.

Dibart ve Keser (2014), piezoinsizyon yapıldığında piezo elektrik bıçağıyla kortikal kemikte 3 milimetre derinliğinde kortikotomi yapılmasının uygun olcağını, böylece piezoelektriğin kesici başlığının kortikal kemiği geçerek kemik medullasına ulaşıcağını savunmuştur. Çalışmamızda 3 milimetre derinliğinde kesilerin yapılmasına dikkat edilirken aynı zamanda kesinin kemik medullasına ulaşmasına ve kanamanın sağlanması için özen gösterilmiştir.

Alt çene ön bölgede piezoinsizyon planlandığı için, kanin ile lateral diş arasında ve iki santral diş arasında dişeti insizyonu yapılmasının iyi bir görüş sahası elde etmeye yeteceğine ve hasta konforu açısından daha iyi olacağına karar verilmiştir. Çalışmamızda Dibart ve Keser (2014) çalışmalarına benzer şekilde diş eti insizyonu uygulamışlardır. Diş eti altına açılan tünel ile, yumuşak ve sert doku greftinin uygulanabileceği ve periodontal dokuların desteklenebileceğini savunmuşlardır. Cerrahi işlem bittikten sonra diş etinin suture edilebileceğini, bazen de sekonder iyileşmeye bırakılabileceğini anlatmışlardır. Çalışmamızda, hasta konforunu sağlamak için cerrahi işlemden sonra diş eti suturela dikilmiştir.

Dibart ve Keser (2014) cerrahi işlemden 2 hafta sonra hastaların ortodontik kuvvetlerinin aktive edilmesini önermişlerdir. Piezoinsizyondan sonra erken dönemde geçici demineralizasyon fazından faydalanmak için hastaların daha sık kontrole gelmesini ve kuvvetlerinin aktive edilmesini önermişlerdir. Bu çalışma dikkate alınarak çalışmamızda

bireylerin 2 haftalık kontrollerinin yapılmasına ve kuvvetlerin aktivasyonuna dikkat edilmiştir.

Çalışmamızda dişlerin hareket hızı ve seviyeleme-sıralama süresi incelendiğinden çalışmaya dahil edilen bireylerde braket kopma ve braket kapakların açılma durumu tedavi sürecini etkileyebilmektedir. Hastalar böyle durumlarla karşılaşmaları halinde araştırmacıyla acilen iletişime geçmeleri ve tedavinin aksamaması için problemin çözülmesi gerekliliği konusunda uyarılmıştır.

5.3. Bulgular

Literatür tarandığında, minimal invaziv piezoinsizyon yönteminin kullanıldığı çalışma sayısının çok az olduğu ve bu çalışmaların genellikle vaka raporu olduğu görülmüştür. Ayrıca literatürde çekimsiz ortodontik vakaların tedavisinde piezoinsizyon yönteminin kullanıldığı az sayıda klinik çalışma bulunmaktadır (Charavet ve ark., 2016; Mehr, 2013). Bu nedenle elde edilen sonuçların piezoinsizyonun uygulandığı çalışmaların yanı sıra konvansiyonel kortikotomi kullanıldığı farklı tedavi yöntemleri ile kıyaslamannın doğru olacağı düşünülmüştür.

Keser ve Dibart (2013), piezoinsizyonun kemik üzerinde etkinliğini araştırmak için 94 örneklik sıçan çalışması planlamışlardır. Örnekler kontrol, ortodontik diş hareketi, sadece piezoinsizyon ve piezoinsizyon ile birlikte diş hareketi olarak 4 gruba ayrılmıştır. Belirli günlerde osteoklastik aktiviteyi ölçerek kemik metabolizmasını değerlendirmeye çalışmışlardır. Cerrahi işlemden 3 gün sonra piezoinsizyon grubu ve diş hareketi ile birlikte piezoinsizyonun uygulandığı grubun kemik yoğunluğu diğer gruplara nazaran belirgin azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun 28. güne kadar devam ettiğini ve diş hareketi ile birlikte piezoinsizyonun uygulandığı grupta daha belirgin olduğunu rapor etmişlerdir. 56. günde tüm gruplarda kemik yapısının başlangıçtaki kemik yapısına dönüştüğünü belirtmişlerdir. Cerrahi işleminden bir gün sonra piezoinsizyon grubu ve diş hareketi ile birlikte piezoinsizyonun uygulandığı grupta osteoklastik aktivitede artış olduğunu ve bu artışın 7. güne kadar devam ettiğini gözlemlenmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak piezoinsizyonun ortodontik diş hareketinin hızlanmasında etkili olduğunu ve ortodontik kuvvet ile birlikte kemik yıkım ve yapım olayını hızlandırdığını belirtmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada Aboul-Ela ve ark. (2011) piezoinsizyonun kanin distalizasyon hızı üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Yaş ortalaması 19 olan, sınıf II Div. 1, 13 bireyi çalışmaya dahil etmişlerdir. Seviyeleme aşaması bittikten sonra 1. premolar dişlerin çekimi yapılmıştır ve çalışma olan tarafta kanin bölgesine kortikotomi uygulamışlardır. Araştırmacılar kanin distalizasyon sürecinin ilk iki ayında kortikotominin yapıldığı tarafta, kontrol bölgesine nazaran kanin hareket hızının 2 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda kanin distalizasyon hızının kontrol grubuna nazaran çalışma grubu bölgesinde 3. ayda 1.6 kat, 4. ayda ise 1.06 kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar tedavinin kısa sürede bitmesi isteği ile gelen bireylere bu yöntemin uygulanmasını önermişlerdir. (Aboul-Ela ve ark., 2011).

Kim ve ark. (2013) 10 köpekten oluşan hayvan çalışmalarında piezopunktur yönteminin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada hareketin planlandığı dişin bukkal ve lingual yüzeyine çok sayıda delikler açılmıştır. Bu çalışma sonucu piezopuncturun uygulandığı tarafta kontrol grubuna nazaran 3.26 kat daha hızlı diş hareketi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar alt çenede piezo cihazı ile deliklerin açıldığı tarafta kontrol grubuna nazaran 2.45 kat daha hızlı diş hareketi olduğunu rapor etmişlerdir. Piezopunktur uygulandığında üst çenede diş hareketinde hızlanma ilk 2 haftada en yüksek seviyede iken alt çenede ikinci 2 haftada haftada oluşmaktadır.

Alikhani ve ark. (2013), kortikotomi yöntemlerinden biri olan mikroosteoperforasyonun etkinliğini araştırmışlardır. Sınıf II Div. 1 paterne sahip olan 1. premolar çekimli 20 erişkin hastadan oluşan bu çalışmada bireyler kontrol ve çalışma grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kanin distalizasyon aşamasında bireylerde üst çenede bir tarafa mikroosteoperforasyon uygulanırken diğer tarafa herhangi bir cerrahi girişim yapılmadan kanin distalizasyon prosedürü uygulanmıştır. Cerrahi işlemden 28 gün sonra kanin distalizasyon hızını değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak mikroosteoperforasyonun yapıldığı tarafta kontrol grubuna nazaran 2.3 kat daha hızlı diş hareketi elde edildiğini bildirmişlerdir. Diş eti oluşu sıvısı incelendiğinde kortikotominin uygulandığı tarafta sitokin ve kemokin miktarında artış görülmüştür (Alikhani ve ark., 2013).

Aksakallı ve ark. (2015), piezoinsizyonun etkinliğini araştırmak için 10 bireyden oluşan klinik çalışma yapmışlardır. Kanin distalizasyon aşamasında üst çenede tek tarafta kanin

bölgesine piezoinsizyon uygularken diğer taraftaki kanin bölgesine cerrahi işlem uygulamamışlardır. Kortikotominin uygulandığı tarafta kaninin, çalışma grubuna nazaran iki kat daha hızlı hareket ettiğini belirtmişlerdir.

Sanjideh ve ark. (2009), yaptıkları hayvan çalışmasında, Foxhounds köpeklerinde kortikotominin etkinliğini araştırmışlardır. Köpeklerin üst çenesinin bir tarafına tek aşamada kortikotomi uygulanırken, diğer tarafa 28. günde ikinci kortikotomi tekrarlanmıştır. Alt çenenin bir tarafına herhangi bir cerrahi işlem uygulanmazken, diğer tarafa kortikotomi uygulanmıştır. Çalışmanın 0, 10, 14, 28, 42, ve 56'ncı günlerinde dijital kapiller değerlendirme yapılmıştır. Alt çenede diş hareketi 22-25'inci günlerde en yüksek seviyeye ulaşmaktadır, sonrasında giderek azalmaktadır. Alt çenede kortikotomi yapılan tarafta diş hareket miktarı (2.4 mm) kontrol grubuna nazaran (1.3 mm) istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. Üst çenede kortikotominin iki kez uygulandığı tarafta diş hareket miktarı (2.3 mm) kortikotominin tek aşamada uygulandığı tarafa nazaran daha fazla (2.0 mm) oluşmuştur.

Abbas ve ark. (2016), kortikotomi ve piezoinsizyon yöntemlerinin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmaya yaşları 15-25 arası olan 20 birey dahil edilmiştir. Tüm bireylerde kanin distalizasyon aşamasında bir tarafa piezoinsizyon uygulanırken diğer tarafa konvansiyonel kortikotomi uygulanmıştır. Araştırmacılar konvansiyonel kortikotomi yönteminin piezoinsizyon yöntemine nazaran diş hareketini hızlandırmada 1.5 kat daha etkili olduğunu belirtmişlerdir ve kortikotomi şiddeti ile diş hareket hızı arasında bağlantı olduğunu savunmuşlardır.

Dibart ve ark. (2010), yayınladıkları vaka raporunda çekimsiz ortodontik tedavi ile birlikte piezoinsizyon uygulamışlardır. Vakalarında, 31 yaşındaki hastanın tedavi başlangıç aşamasında üst çenesinde 8 mm, alt çenesinde ise 5 mm yer darlığı saptanmıştır. Braketleme işleminden bir hafta sonra anterior bölgeye piezoinsizyon yöntemi uygulanmıştır ve toplam tedavi süresi 8 ay olarak rapor edilmiştir. Aynı vaka raporunda anterior çapaşıklığa sahip 24 yaşındaki bir başka bireyi 8 ayda çekimsiz tedavi etmişlerdir. Araştırmacılar aktif ortodontik tedavi süresini kısaltmakta piezoinsizyonun etkili bir yöntem olduğunu savunmuşlardır.

Nowzari ve ark. (2008) bir vaka raporunda çekimsiz ortodontik tedavi ile birlikte kortikotomi ve kemik greft uygulamışlardır. 41 yaşında erkek hastaya braketleme işleminden

bir hafta sonra tam kalınlıkta flap kaldırarak kortikotomi yapmışlardır. Araştırmacılar fenestrasyon riskini azaltmak ve alveoler kemik kalınlığını arttırmak amacıyla kemik grefti uygulamışlardır. Aktif ortodontik tedavi 8 ay sürmüştür ve araştırmacılar konvansiyonel tedaviye nazaran bu yöntemin tedavi süresinin kısaltılmasında etkili bir yöntem olduğunu savunmuşlardır.

Keser ve Dibart (2013) iskeletsel sınıf III olan 24 yaşında bir hastayı tedavi etmişlerdir. Araştırmacılar, üst çenesinde şiddetli çapraşıklık olan bu bireyin tedavisini hızlandırmak için piezoinsizyon yöntemini tercih etmişlerdir. Bireyin ortodontik tedavi süresi hızlandırılmış, piezoinsizyon desteği ile 8 ayda bitmiştir.

Wilcko ve ark. (2003), 27 yaşında bir kadın hastaya kortikotomi destekli ortodontik tedavi uygulamışlardır. Orta şiddetli çapraşıklığa sahip bu vakada ortodontik aparatlar uygulandıktan sonra tam kalınlıkta flap kaldırılmıştır. Vakada kortikotomi işlemi ile birlikte kemik grefti uygulanmıştır. Araştırmacılar aktif ortodontik tedaviyi 6 ay gibi kısa bir sürede bitirdiklerini rapor etmişlerdir.

Keser ve Dibart (2011b) estetik kaygılarla kliniğe gelen 28 yaşındaki bir kadın hastayı piezoinsizyon yöntem ile birlikte Invisalign aparatlarla tedavi etmişlerdir. Bireyin anterior bölgesine cerrahi işlemi 20 dakika süren piezoinsizyon işlemi uygulamışlardır. Hastaya haftalık kullanım için 16 Invisalign plağı verilmiştir ve tedavi toplam 16 haftada sonlandırılmıştır. Böylece tedaviyi kısa sürede ve hastanın istediği gibi estetik aparatlarla tamamlamışlardır.

Hernandez-Alfaro ve Guijarro-Martínez (2012) yaptıkları çalışmada, 9 bireye ortodontik tedavi uygulamışlardır. Bireylerin tedavisinde kortikotomi amacıyla endoskop destekli piezoinsizyon uygulanmışlar ve tedavi süresinin kısaltıldığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar cerrahi işlemin ortalama süresini 26 dakika olarak belirtmişlerdir. Endoskopi cihaz yardımıyla cerrahi işlemi sırasında iyi bir görüş sahasının sağlandığını belirtmişlerdir.

Alt anterior çapraşıklığa sahip çekimsiz ortodontik tedavi gereksinimi olan 20 erişkin bireyden oluşan bir çalışmada kortikotomi yönteminin etkinliği araştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireyler kontrol grubu ve kortikotomi uygulanan grup olarak ikiye ayrılmıştır. Kortikotomi uygulanan grupta ortalama tedavi süresi 17.5 hafta iken kontrol 49 hafta olarak

rapor edilmiştir. İki grup arasında aktif ortodontik süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermişlerdir (Shoreibah ve ark., 2012).

Piezoinsizyonun etkinliğini incelemek için yapılan başka bir çalışmada 24 bireye çekimsiz ortodontik tedavi uygulanmıştır. Bir gruba konvansiyonel ortodontik tedavi uygulanırken diğer gruba braketleme işleminden 1 hafta sonra piezoinsizyon yöntemi uygulanmıştır. Piezoinsizyon uygulandığında seviyeleme-sıralama aşamasında diş hareketinde belirgin artış olduğu görülmüştür. Cerrahi işlem ile elde edilen bu hızlanmanın 4. aydan sonra azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar alt çene kemiğinin üst çene kemiğine nazaran daha sert olmasına bağlı olarak alt çene diş hareketindeki hızlanmanın daha sonra görüldüğünü ifade etmişlerdir. Sonuç olarak piezoinsizyon uygulandığı grupta toplam tedavi süresinin %43 oranında azaldığını rapor etmişlerdir (Charavet ve ark., 2016).

Çalışmamızda diş hareket hızı incelendiğinde diğer kortikotomi çalışmalarında olduğu gibi piezoinsizyon yönteminin uygulandığı grupta, kontrol gruba nazaran daha fazla diş hareketi görülmüştür. Tedavinin başlangıç süresinden seviyeleme-sıralama aşamasının bittiği güne kadar geçen süre değerlendirildiğinde, piezoinsizyonun uyguladığı grupta ortalama süre 85,7 gün iken çalışma grubunda ortalama seviyeleme süresi 105 gün olarak bulunmuştur. İstatistiksel değerlere bakıldığında piezoinsizyon yöntemin seviyeleme-sıralama süresini anlamlı miktarda azalttığı gözlemlenmiştir. Toplam tedavi süresi değerlendirildiğinde, piezoinsizyonun uygulandığı grubun tedavi süresinin (244,4 gün) kontrol grubuna (261,8 gün) nazaran istatistiksel olarak anlamlı miktarda azaldığı gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda çapraşıklığın çözülme hızı değerlendirildiğinde seviyeleme-sıralama sürecinde piezoinsizyon grubunda günlük çözülme miktarı 0,1136 mm/gün iken kontrol grubunda 0,0876 mm/gün olarak bulunmuştur. Yani bu süreçte günlük diş hareket miktarı kıyaslandığında piezoinsizyon uygulanan bireylerde anterior dişlerin hareket hızında anlamlı artış saptanmıştır. Toplam tedavi sürecinde dişlerin günlük hareket miktarı değerlendirildiğinde piezoinsizyon grubunun günlük hareket miktarı kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla olmaktadır.

Bu çalışmada, piezoinsizyon yönteminin diş hareket hızında artışa yol açtığı ve tedavi süresini kısalttığı gösterilmiştir. Yukarıda sunulan literatürler göz önünde bulduğunda yapılan bir çok kortikotomi ve piezoinsizyon çalışması bu sonucu desteklemektedir.

Mehr (2013) yaptığı çalışmada, yaşları 18 ve üzeri olan 14 çekimsiz hastayı tedavi etmiştir. Bireyler oluşturulurken alt çapraşıklık miktarının, çapraşıklık indeksine göre 5 ve üzerinde olmasına dikkat etmiştir. Bireyler kontrol grubu ve piezoinsizyonun uygulandığı grup olarak ikiye ayrılmıştır. 4 haftalık aralıklarla çapraşıklık indeksi ölçümü için hastalardan ortodontik modeller elde edilmiştir. Çalışmanın ilk 4 haftasında kontrol grubuna nazaran cerrahi grubunun çapraşıklık miktarında 1.6 kat azalma gözlemlenmiştir. Ancak seviyeleme-sıralama süresi açısından iki grup arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Bireyler tarafından doldurulan ağrı skorlarına bakıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Mehr'in (2013) yaptığı araştırma bizim çalışmaya benzerlik gösterebilir. Bizim çalışmadan farklı olarak seviyeleme-sıralama süresi açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bizim çalışmanın sonucu ile çelişkide olan bu durum farklı nedenlerden kaynaklı olabilmektedir. Abbas ve ark. (2016) kortikotomi ve piezoinsizyon yönteminin etkinliğini kıyasladıkları çalışmada, konvansiyonel kortikotominin daha etkili olduğunu saptamışlardır ve bu durumu kortikotomi işleminin daha yaygın RAP oluşumuna yol açan travmatik bir yöntem olmasıyla açıklamışlardır. Araştırmacılar kemikte oluşturulan travmanın miktarı ile diş hareket hızı arasında bağlantı olduğunu savunmuşlardır. Bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda Mehr'in yaptığı çalışmadaki piezoinsizyon sonucu diş hareket hızında artış olmamasının cerrahi işlem sırasında kortikotominin yeterli derecede, şiddetli ve travmatik olmamasına bağlayabiliriz. Bu çalışmada piezoinsizyonun kortikal kemikteki derinliği 1'mm iken çalışmamız da piezoinsizyon derinliği 3'mm olup ve piezoelektrik bıçağının kortikal kemiğini geçmesine özen verilmiştir.

Scott ve ark. (2008), farklı iki tip braket ile (Damon sistemi ve konvansiyonel braket) yaptıkları çalışmada, iki gruba aynı tip tel uygulamışlardır. Tedavi sonunda elde ettikleri modelleri değerlendirdiklerinde, çene genişleme etkinliği açısından iki grup arasında herhangi bir farkın olmadığını belirtmişlerdir. Buna, iki grupta da aynı ark tellerinin kullanılmasının sebep olduğu düşünülmüştür.

Fleming ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada Damon Q, In-Ovation C ve geleneksel Ovation braketler uygulayarak 3 grubun çene genişleme miktarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada tüm bireylerde aynı tip ortodontik teller kullanmışlardır. Tedavi sonucu olarak gruplar arasında çene genişleme açısından istatistiksel olarak herhangi bir fark bulamamışlardır.

Çalışmamızdaki iki gruba da aynı tip braket ve tel uygulanmasına rağmen seviyeleme sıralama aşamasında kontrol grubunda piezoinsizyon grubuna nazaran alt çene kaninler arası ve molarlar arası mesafede istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür ($p<0,001$). Kontrol grubunda kaninler arası genişliğin ortalama artış değeri 0.63 mm iken, piezoinsizyon grubunda bu değer 0.25 mm olmaktadır. Toplam tedavi sürecinde kanin bölgesinde oluşan genişleme değerlendirildiğinde, kontrol grubunda (1.35 mm), piezoinsizyon grubuna (0.83 mm) nazaran istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p<0,001$). Seviyeleme-sıralama safhasından sonraki aşamada (tork aşaması) kaninler arasında mesafe artışı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Diasteması olmayan, alt ve üst anterior çapraşıklığa sahip bireylerin çekimsiz sabit ortodontik tedavilerinde, molar distalizasyonu ve stripping uygulanmadığında, arkların transversal ve sagittal yönde genişletilmesi ile çapraşıklık çözülmektedir (Ülgen, 1993). Literatüre bakıldığında tüm gruplara aynı teller ve braketlerle çekimsiz ortodontik tedavi uygulandığında gruplar arasında çene genişleme açısından anlamlı bir fark olmadığı rapor edilmiştir. Bizim çalışmada aynı braket ve tellerle tedavi uygulanmasına rağmen, tedavi sürecinde ve özellikle levelling aşamasında kaninler arası mesafede iki grup arasında anlamlı fark bulunmuştur. Bu durum çalışma grubunda piezoinsizyonun kanin-kanin arası bölgesine uygulanımına bağlı olarak çapraşıklık çözümlenmesinin transversal yönde genişlemeden çok sagittal yönde dişlerin hareketi ile açıklanabilmektedir. Yani çapraşıklığın çalışma grubunda kontrol grubuna nazaran dişlerin daha fazla öne doğru hareketi (protrüzyon) ile çözülmüş olduğu düşünülmektedir.

Seviyeleme- sıralamının bittiği aşamada molarlar arası mesafe artışı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Toplam tedavi sürecinde molarlar arası mesafede oluşan genişlemeye baktığımızda kontrol grubunda (1.98 mm), çalışma grubuna (1.6 mm) nazaran anlamlı bir artış saptanmıştır ($p=0.012$). Tork aşamasında molarlar arası mesafede

kontrol grubunda (1.14 mm) çalışma grubuna (0.94 mm) nazaran anlamlı artış gözlemlenmiştir (p=0,006).

Alt ve üst çeneye 0,019×0,025 inç çelik tel uygulandığında kontrol grubunda piezoinsizyon grubuna göre alt molarlar arası mesafede istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Bu durum, tedavi sürecinde piezoinsizyon grubunda alt molar dişlerin anterior yönde hareket etmesi ile ve alt çene arkın anterior yönde daralmasıyla açıklanabilmektedir.

Çalışmamızda tedavi sürecinde oluşan sefalometrik değişiklikler değerlendirildiğinde L1/ManD ve L1/APog değerleri dışında iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır. L1/ManD, alt keserlerin alt çene düzlemiyle olan açısını temsil ederken L1/APog değeri alt keserlerin A-pogonion çizgisine olan uzaklığını temsil etmektedir. Çalışma grubunda tedavi bitiminde L1/APog ve L1/ManD değerindeki artışın kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla olduğu tespit edilmiştir. Yani alt çenede kesici dişler piezoinsizyon grubunda kontrol grubuna göre daha fazla protrüze olmuştur. Fleming ve ark. (2013), tedavi sonrası kesici dişlerin konumunun belirlenmesinde tedavi başlangıcındaki kesici açısı ve çapraşıklık miktarının çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda tedavi başlangıç aşamasındaki çapraşıklık miktarı ve kesici konumu açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Bu durum göz onunde bulundurulduğunda kesici konumu ve açısında elde edilen bu fark seviyeleme-sıralama aşamasında çalışma grubunda oluşabilen alt çenede kanin dişlerin piezoinsizyona bağlı sagittal yönde daha çok hareket etmesine bağlanabilmektedir; yani kontrol grubuna nazaran çalışma grubunda alt çene ön bölgede yoğunlaşan çapraşıklığın, arkın transversal yönde genişlemesinden çok sagittal yönde genişlemesi ile açıklanabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Piezoinsizyon yöntemi çekimsiz bireylerin tedavisini kısaltmada, çapraşıklığın çözülme hızını arttırmada ve ortodontik kuvvete bağlı diş hareketini hızlandırmada etkili bir yöntemdir.
- Çekimsiz vakalarda piezoinsizyon yöntemi alt kanin-kanin arasına uygulandığında konvansiyonel yöntemlere nazaran daha az transversal genişleme görülmektedir.
- Çekimsiz vakalarda piezoinsizyonun alt kanin-kanin arası bölgeye uygulanımına bağlı konvansiyonel yöntemlere nazaran daha fazla alt keser protruzyonu görülmektedir.
- Etkili sonuç alabilmek için cerrahi aşamasında piezoinsizyon derinliği 3 milimetre olarak yapılmalı ve piezoelektrik başlığın kortikal kemiği geçmesine özen gösterilmelidir.
- Alt çenede keser protruzyonuna sahip bireylerin çekimsiz tedavilerinde piezoinsizyon molar-molar arası uygulanımı önerilir, böylelikle dişlerin transversal yönde hareketi sağlanırken aşırı keser protruzyonu engellenmiş olur ve periodontal hasar riski azaltılabilir.
- Alt keser protruzyonu olan bireylerin çekimsiz tedavilerinde fenestrazyon ve dehisens riskini azaltmak için piezoinsizyon işlemi esnasında sert ve yumuşak doku grefti ile desteklenmesi önerilir.
- Nüks sonucu oluşan anterior çapraşıklığın yeniden tedavisinde daha iyi bir stabilizasyon sağlamak için ortodontik tedavi ile birlikte piezoinsizyonun uygulanması önerilir.

KAYNAKLAR

- Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;149(4): 473-480.
- Aboul-Ela SM, El-Beialy AR., El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(2): 252-259.
- Adachi H, Igarashi K, Mitani H, Shinoda H. Effects of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movements in rats. *Journal of Dental Research*. 1994; 73(8): 1478-1486.
- Akhare PJ, Dagab AM, Shilpa P. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *Clin Diagnostic Res*. 2007; 1473-1477.
- Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2015; 86(1): 59-65.
- Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, Khoo E. Effect of microosteoperforations on the rate of tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 144(5): 639-648.
- Alstad S ve Zachrisson BU. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. *American Journal of Orthodontics*. 1979; 76(3): 277-286.
- Angeli A, Dovio A, Sartori M, Masera R, Ceoloni B, Prolo P, Chiappelli F. Interactions between glucocorticoids and cytokines in the bone microenvironment. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002; 966(1): 97-107.
- Arantes G, Arantes V, Ashmawi H, Posso I. Tenoxicam controls pain without altering orthodontic movement of maxillary canines. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2009; 12(1): 14-19.
- Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2006;130(3): 364-370.
- Årtun J, Urbye KS. The effect of orthodontic treatment on periodontal bone support in patients with advanced loss of marginal periodontium. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial orthopedics*. 1988; 93(2): 143-148.

- Ashcraft MB, Southard KA, Tolley EA. The effect of corticosteroid-induced osteoporosis on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992; 102(4): 310-319.
- Aubin, J, Liu F, Malaval L, Gupta A. Osteoblast and Chondroblast Differentiation. *Bone*. 1995; 17(2): 77-83.
- Bakker AD, Joldersma M, Klein-Nulend J, Burger EH. Interactive effects of PTH and mechanical stress on nitric oxide and PGE2 production by primary mouse osteoblastic cells. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2003; 285(3): 608-613.
- Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. *Clinical oral implants research*. 2008; 19(5): 511-515.
- Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 135(1): 16-26.
- Bassett C. Pulsing electromagnetic fields: a new approach to surgical problems. *Metabolic Surgery*. 1978; 255-306.
- Bassett CA, 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. *American Journal of Orthodontics*. 1969; 55(1): 12-22.
- Bensch L, Braem M, Van Acker K, Willems G. (2003). Orthodontic treatment considerations in patients with diabetes mellitus. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003; 123(1): 74-78.
- Borgens RB. Endogenous ionic currents traverse intact and damaged bone. *Science*. 1984; 225(4661): 478-482.
- Brugnami F, Caiazzo A. Orthodontically driven corticotomy. John Wiley & Sons, ITALY. 2014; 119-143.
- Burstone CJ. The biomechanics of tooth movement Vistas in orthodontics. Lea & Febiger, Philadelphia. 1962; 197-213.
- Cases C. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *Dent*. 2007; 27: 413-419.

- Cassidy DW, Herbosa EG, Rotskoff KS, Johnston LE. (1993). A comparison of surgery and orthodontics in “borderline” adults with Class II, division 1 malocclusions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993; 104(5): 455-470.
- 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. *Journal of Dental Research*. 2016; 95(9): 1003-1009.
- Chumbley AB, Tuncay OC. The effect of indomethacin (an aspirin-like drug) on the rate of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1986; 89(4): 312-314.
- Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988; 94(4): 278-284.
- 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 in surgery and medicine*. 2004; 35(2): 117-120.
- Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995; 107(6): 578-588.
- Daskalogiannakis J, Ammann A. *Glossary of orthodontic terms*: Quintessence Books Chicago. 2000: 123-150.
- Davidovitch Z. Tooth movement. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 1991; 2(4): 411-450.
- Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement: I. The effect of electric currents on periodontal cyclic nucleotides. *American Journal of Orthodontics*. 1980; 77(1): 14-32.
- deCarlos F, Cobo J, Díaz-Esnal B, Arguelles J, Vijande M, Costales M. Orthodontic tooth movement after inhibition of cyclooxygenase-2. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006; 129(3): 402-406.
- DeAngelis V. Observations on the response of alveolar bone to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics*. 1970; 58(3): 284-294.

- Dibart S, Keser EI. Piezocision™: Minimally invasive periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment*. 2014: 119.
- Dibart S, Surmenian J, David Sebaoun J, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2010; 30(5): 487.
- Ellen EK, Schneider BJ, Sellke T. A comparative study of anchorage in bioprogressive versus standard edgewise treatment in Class II correction with intermaxillary elastic force. *American journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998; 114(4): 430-436.
- Elsasser S, Perruchoud A. Pathophysiology of bronchial asthma, *Schweizerische Rundschau fur Medizin Praxis, Revue suisse de medecine Praxis*. 1992; 81(45): 1346-1349.
- Engström C, Thilander B. Premature facial synostosis: the influence of biomechanical factors in normal and hypocalcaemic young rats. *The European Journal of Orthodontics*. 1985; 7(1): 35-47.
- Ericsson I, Thilander B. Orthodontic forces and recurrence of periodontal disease: An experimental study in the dog. *American Journal of Orthodontics*. 1978;74(1): 41-50.
- Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Marquez MG, Dibart S. The contribution of periodontics to orthodontic therapy. *Practical Advanced Periodontal Surgery*. 2007; 23-50.
- Fleming PS, Lee RT, Marinho V, Johal A. Comparison of maxillary arch dimensional changes with passive and active self-ligation and conventional brackets in the permanent dentition: a multicenter, randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 144(2): 185-193.
- Frazier-Bowers SA, Hendricks H, Wright JT, Lee J, Long K, Dibble C, Bencharit S. Novel mutations in PTH1R associated with primary failure of eruption and osteoarthritis. *Journal of Dental Research*. 2014; 93(2): 134-139.
- Frost H. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hospital Medical Journal*. 1983; 31(1): 3.
- Frost H. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist*. 1994; 64(3): 175-188.
- Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthodontics and craniofacial research*. 2008;11(3): 143-155.

- Gameiro GH, Nouer DF, Pereira-Neto JS, Urtado MB, Novaes PD, de Castro M, Veiga MCF. The effects of systemic stress on orthodontic tooth movement. *Australian Orthodontic Journal*. 2008; 24(2): 121.
- Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *American Journal of Orthodontics* 1984; 85(5): 424-430.
- Graber LW, Vanarsdall RL, Vig, KWL. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. 5th Ed., Philadelphia, USA, Elsevier Health Sciences, 2012.
- Graber, T. Magnets and impacted canines. Northcroft Memorial Lecture, British Society for the Study of Orthodontics. Manchester, UK. 1989; 170-206.
- Gun I, Cakirer B. Canine distalization with Piezocision. Pilot study. Part of PhD thesis, Marmara University, Istanbul. 2003; 26-41.
- Han G, Hua X, Wang S, Zeng X. (2004). Expression of cathepsin K and IL-6 mRNA in root-resorbing tissue during tooth movement in rats. *Chinese Journal of Stomatology*. 2004; 39(4): 320-323.
- Hauber G, Nouer DF, Pereira JS, SiqueiraVC, Andrade ED, Duarte P, Veiga M. Effects of short-and long-term celecoxib on orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2008; 78(5): 860-865.
- Hernandez-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *Journal of Periodontology*. 2012; 83(5): 574-580.
- Hernandez-Gil I, Gracia MA, del Canto Pingarn M, Jerez LB. (2006). Physiological bases of bone regeneration I. Histology and physiology of bone tissue. *Med Oral*. 2006; 11: 47-51.
- Howard PS, Kucich U, Taliwal R, Korostoff JM. Mechanical forces alter extracellular matrix synthesis by human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of Periodontal Research*. 1998; 33(8): 500-508.
- Iglesias-Linares, A, Yáñez R. Solano-Reina E, Torres-Lagares D, Moles MA. Influence of bisphosphonates in orthodontic therapy: Systematic review. *Journal of Dentistry*. 2010; 38(8): 603-611.
- Ilizarov G, Lediaev V, Shitin V. (1968). The course of compact bone reparative regeneration in distraction osteosynthesis under different conditions of bone fragment fixation

- (experimental study). *Eksperimental'naia khirurgiia i anesteziologiya*. 1968; 14(6): 3-12.
- İşeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. (2005). Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005; 127(5): 533-541.
- Iwasaki L, Crouch LD, Nickel J. Genetic factors and tooth movement. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. 2008; 43-49.
- Kale S, Kocadereli I, Atilla P, Aşan E. Comparison of the effects of 1, 25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E 2 on orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 125(5): 607-614.
- Kanzaki H, Chiba M, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M, Mitani H. (2004). Local OPG gene transfer to periodontal tissue inhibits orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*. 2004; 83(12): 920-925.
- Karanth H, Shetty K. Orthodontic tooth movement and bioelectricity. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*. 2000; 12(4): 212-221.
- Kau CH, Nguyen JT, English J. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice US*. 2010; 1(1): 10-15.
- Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2000; 26(3): 282-291.
- Kawasaki K, Takahashi T, Yamaguchi M, Kasai K. Effects of aging on RANKL and OPG levels in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement. *Orthodontics and Craniofacial research*. 2006; 9(3): 137-142.
- Kawata T, Hirota K, Sumitani K, Umehara K, Yano K, Tzeng HJ, Tabuchi T. A new orthodontic force system of magnetic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987; 92(3): 241-248.
- Keles A, Grunes B, DiFuria C, Gagari E, Srinivasan V, Darendeliler MA, Stashenko P. Inhibition of tooth movement by osteoprotegerin vs. pamidronate under conditions of constant orthodontic force. *European Journal of Oral Sciences*. 2007; 115(2): 131-136.
- Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ)*. 2011a; 32(2): 46.

- Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* (Jamesburg, NJ: 1995). 2011b; 32(2): 46-48, 50-41.
- Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 144(6): 879-889.
- Kharkar V, Kotrashetti S, Kulkarni P. Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2010; 39(11): 1074-1079.
- Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 2009; 79(2): 284-291.
- Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. (2013). Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 144(1): 23-31.
- Klein DC, Raisz LG. Prostaglandins: stimulation of bone resorption in tissue culture. *Endocrinology*. 1970; 86(6): 1436-1440.
- Kobayashi Y, Takagi H, Sakai H, Hashimoto F, Mataka S, Kobayashi K, Kato Y. Effects of local administration of osteocalcin on experimental tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1998; 68(3): 259-266.
- Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1959; 12(5): 515-529.
- Krasny M, Zadurska M, Cessak G, Fiedor P. Analysis of effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs on teeth and oral tissues during orthodontic treatment. Report based on literature review. *Acta Pol Pharm*. 2013; 70: 573-577.
- Krieger E, Hornikel S, Wehrbein H. Age-related changes of fibroblast density in the human periodontal ligament. *Head and Face Medicine*. 2013; 9(1): 1.
- Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *Journal of Dental Research*. 2009; 88(7): 597-608.
- Krishnan V, Vijayaraghavan N, Manoharan M, Raj J, Davidovitch Z. The Effects of Drug Intake by Patients on Orthodontic Tooth Movement. Paper Presented at the Seminars in Orthodontics. 2012

- Kyomen S, Tanne K. Influences of aging changes in proliferative rate of PDL cells during experimental tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist*. 1997; 67(1): 67-72.
- Lee W. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement—with particular emphasis on the relationship to the method of PGE 1 administration. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990; 98(3): 231-241.
- Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita DD, Moon HB, Ferguson D, Yen S. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *Journal of Dental Research*. 2008; 87(9): 861-867.
- Liou, EJW, Figueroa AA, Polley JW. (2000). Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000; 117(4): 391-398.
- Liou EJ, Huang CS. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*; 114(4): 372-382.
- Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *American Journal of Orthodontics*. 1977; 68(5): 554-563.
- Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007; 131(1): 1-10.
- Maijer R, Smith DC. Time savings with self-ligating brackets. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*. 1990; 24(1): 29-31.
- Mao JJ, Wang X, Kopher RA. Biomechanics of craniofacial sutures: orthopedic implications. *The Angle Orthodontist*. 2003; 73(2): 128-135.
- Masella RS, Chung PL. Thinking beyond the wire: emerging biologic relationships in orthodontics and periodontology. Paper presented at the Seminars in Orthodontics. 2008; 131(1): 1-10. .
- Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006; 129(4): 458-468.
- McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plastic and reconstructive surgery*. 1992; 89(1): 1-8.

- McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012; 141(2): 196-203.
- Mclaughlin, R., Bennett, J., Trevisi, H., 1997. A clinical review of the MBT orthodontic treatment program. *Orthodontic Perspectives*. 4, 4-15.
- Meh A, Sprogar Š, Vaupotic T, Cör A, Drevenšek G, Marc J, Drevenšek M. (2011). Effect of cetirizine, a histamine (H₁) receptor antagonist, on bone modeling during orthodontic tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011; 139(4): 323-329.
- Mehr R. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-A randomized controlled clinical trial. 2013.
- Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *The Angle Orthodontist*. 1999; 69(2): 151-158.
- Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2™ vs conventional twin brackets during initial alignment. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76(3): 480-485.
- Mimura H. Protraction of mandibular second and third molars assisted by partial corticision and miniscrew anchorage. *American journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013; 144(2): 278-289.
- Ngan DC. The genetic contribution to orthodontic root resorption: a retrospective twin study. 2003.
- Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. *Progress in Orthodontics*. 2013; 14(1): 1.
- 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008; 133(4): 572-583.
- Nishioka M, Ioi H, Nakata S, Nakasima A, Counts A. Root resorption and immune system factors in the Japanese. *The Angle Orthodontist*. 2006; 76(1): 103-108.
- Noble BS, Peet N, Stevens HY, Brabbs A, Mosley JR, Reilly GC, Lanyon LE. Mechanical loading: biphasic osteocyte survival and targeting of osteoclasts for bone destruction

- in rat cortical bone. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 2003; 284(4): C934-C943.
- Nowzari H, Yorita FK, Chang HC. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone grafting. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2008; 29(4): 200-206, 207, 218.
- Olyae P, Mirzakouchaki B, Ghajar K, Seyyedi SA, Shalchi M, Garjani A, Dadgar E. The effect of oral contraceptives on orthodontic tooth movement in rat. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2013; 18(1): e146.
- Ong CK, Walsh LJ, Harbrow D, Taverne AA, Symons AL. Orthodontic tooth movement in the prednisolone-treated rat. *The Angle Orthodontist*. 2000; 70(2) : 118-125.
- Ong E, McCallum H, Griffin MP, Ho C. Efficiency of self-ligating vs conventionally ligated brackets during initial alignment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010; 138(2): 131-138.
- Ong MM, Wang HL. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002; 122(4): 420-428.
- Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007; 132(2): 208-215.
- Persy V, DHaese P. (2009). Vascular calcification and bone disease: the calcification paradox. *Trends in molecular medicine*. 2009; 15(9): 405-416.
- Palat Ö, Karaman AI. (2004). Oortodontik dış hareketi ve biyokimyasal ajanlar. *Turkish Journal of Orthodontics*, 17(1), 140-147.
- Pollack S, Salzstein R, Pienkowski D. The electric double layer in bone and its influence on stress-generated potentials. *Calcified Tissue International*. 1984; 36(1): 77-81.
- Polley JW, Figueroa AA. Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device. *Journal of Craniofacial Surgery*. 1997; 8(3): 181-185.
- Proffit WR, Fields HW Sarvar Dm. contemporary Orthodontic. 5TH ED., ST. Louis, Missouri, USA, Elsevier Health Sciences, 2014; 278-304.
- Ramachandra C, Shetty PC, Rege S, Shah C. (2011). Ortho-perio integrated approach in periodontally compromised patients. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2011; 15(4): 414.

- 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.
- Rashidpour M, Akhouni MA, Nik TH, Dehpour A, Alaeddini M, Javadi E, Noroozi H. Effect of Tramadol (μ -opioid receptor agonist) on orthodontic tooth movements in a rat model. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences.* 2012; 9(2): 83-89.
- Reeve J, & Zanelli JM. Parathyroid hormone and bone. *Clinical Science.* 1986; 71(3), 231-238.
- Roberts W. Bone physiology, metabolism and biomechanics in orthodontic practice In: Graber TM, editor. *Orthodontics: current principles and techniques.* St Louis: Mosby. 2005.
- Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *The Angle Orthodontist.* 1990; 60(2): 135-152.
- Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1997; 111(5): 525-532.
- Sakin C, Aylikci O. Piezocision-assisted canine distalization. *Journal of Orthodontic Research.* 2013;1(2):70-76.
- Sanjideh, P. A., Rossouw, P. E., Campbell, P. M., Opperman, L. A., & Buschang, P. H. (2009). Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *The European Journal of Orthodontics*, 32(1), 106-113.
- Sawaki Y, Ohkubo H, Yamamoto H, Ueda M. Mandibular lengthening by intraoral distraction using osseointegrated implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.* 1996; 11(2).
- Sayin S, Bengi AO, Gürton AU, Ortakoğlu K. Rapid canine distalization using distraction of the periodontal ligament: a preliminary clinical validation of the original technique. *The Angle Orthodontist.* 2004; 74(3): 304-315.
- Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography.* 1932; 18(4): 331-352.
- Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. (2008). Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical

- trial. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2008; 134(4): 470-478.
- Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. (2008). Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. Journal of Periodontology. 2008; 79(9): 1679-1688.
- Shetty N, Patil AK, Ganeshkar SV, Hegde S. Comparison of the effects of ibuprofen and acetaminophen on PGE 2 levels in the GCF during orthodontic tooth movement: a human study. Progress in Orthodontics. 2013; 14(1): 1.
- Shirazi M, Nilforoushan D, Alghasi H, Dehpour AR. The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. The Angle Orthodontist. 2002; 72(3): 211-215.
- Shoreibah E, Salama A, Attia M, Abu-Seida S. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. Journal of the International Academy of Periodontology. 2012; 14(4): 97-104.
- Sivolella S, Berengo M, Bressan E, Di Fiore A, Stellini E. Osteotomy for lower third molar germectomy: randomized prospective crossover clinical study comparing piezosurgery and conventional rotatory osteotomy. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2011; 69(6): 15-23.
- Snyder CC, Levine GA., Swasson HM. Mandibular lengthening by gradual distraction: preliminary report. Plastic and Reconstructive Surgery. 1973; 51(5): 506-508.
- Sodagar A, Donyavi Z, Arab S, Kharrazifard MJ. (2011). Effect of nicotine on orthodontic tooth movement in rats. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2011; 139(3): e261-e265.
- Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats. Journal of Bone and Mineral Research. 1999; 14(4): 546-554.
- Soma S, Matsumoto S, Higuchi Y, Takano-Yamamoto T, Yamashita K, Kurisu K, Iwamoto M. Local and chronic application of PTH accelerates tooth movement in rats. Journal of Dental Research. 2000; 79(9): 1717-1724.
- Spadaro JA. Mechanical and electrical interactions in bone remodeling. Bioelectromagnetics 1997; 18(3): 193-202.
- Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1987; 91(2): 91-104.

- Storey E, & Smith R. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Aust J Dent.* 1952; 56(1): 11-18.
- Storey KB. Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 1996; 29:1715-1733.
- Sukurica Y, Karaman A, Gürel HG, Dolanmaz D. (2007). Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *The Angle Orthodontist.* 2007; 77(2): 226-236.
- Takano-Yamamoto T, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1, 25 (OH) 2D3 and mechanical force in the rat. *Journal of Dental Research.* 1992; 71(8): 1487-1492.
- Takano-Yamamoto T, Rodan, GA. Direct effects of 17 beta-estradiol on trabecular bone in ovariectomized rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1990; 87(6): 2172-2176.
- Takeda Y. Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 1988; 17(6): 388-391.
- Teixeira C, Khoo E, Tran J, Chartres I, Liu Y, Thant L, Alikhani M. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *Journal of Dental Research.* 2010; 89(10): 1135-1141.
- Tosun Y. Sabit ortodontik apareylerin biyomekanik prensipleri. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi 1999; 6-7.
- Trelles M, Mayayo E. Bone fracture consolidates faster with low-power laser. *Lasers in Surgery and Medicine.* 1987; 7(1): 36-45.
- Tsai CY, Yang TK, Hsieh HY, Yang LY. Comparison of the effects of micro-osteoperforation and corticision on the rate of orthodontic tooth movement in rats. *The Angle Orthodontist.* 2015.
- Tunçer Nİ. Minivida destekli kütleli (en-masse) retraksiyon vakalarında piezoinsizyon yönetiminin etkinliğinin değerlendirilmesi. 2015.
- Turnbull NR, Birnie DJ. Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: effects of archwire size and material. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2007; 131(3): 395-399.
- Tyrovola JB, Spyropoulos MN. Effects of drugs and systemic factors on orthodontic treatment. *Quintessence International.* 2001; 32(5).

- Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. 1993.
- Vajaria R, BeGole E, Kusnoto B, Galang MT, Obrez A. Evaluation of incisor position and dental transverse dimensional changes using the Damon system. *The Angle Orthodontist*. 2011; 81(4): 647-652.
- Van PT, Vignery A, Baron R. Cellular kinetics of the bone remodeling sequence in the rat. *The Anatomical Record*. 1982; 202(4): 445-451.
- Verborgt, O., Gibson, G. J., & Schaffler, M. B. (2000). Loss of osteocyte integrity in association with microdamage and bone remodeling after fatigue in vivo. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2000; 15(1): 60-67.
- Vercellotti, T. (2004). Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatologica*. 2004; 53(5): 207-214.
- Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2007; 27(4): 325.
- Villarino ME, Lewicki M, Ubios AM. Bone response to orthodontic forces in diabetic Wistar rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011; 139(4): 76-82.
- von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 125(5): 615-623.
- Von Euler U. On the pharmacologic action of normal secretions and extracts of male accessory sexual glands. *Naunyn Schmiedbergs Arch. Exptl. Pathol. Pharmacol*. 1934; 175, 78.
- Wahab RM, Idris H, Yacob H, Ariffin SHZ. Comparison of self-and conventional-ligating brackets in the alignment stage. *The European Journal of Orthodontics* 2012; 34(2): 176-181.
- Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot J, Wilcko MT. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World Journal of Orthodontics*; 2003; 4(3).
- Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot J, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2001; 21(1): 9-20.

- Yamaguchi M, Fujita S, Yoshida T, Oikawa K, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthodontic Waves*. 2007; 66(4): 139-148.
- Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E 1 (PGE 1) upon orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics*. 1984; 85(6): 508-518.
- Yousefian J, Firouzian F, Shanfeld J, Ngan P, Lanese R, Davidovitch Z. A new experimental model for studying the response of periodontal ligament cells to hydrostatic pressure. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995; 108(4): 402-409.
- Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers in medical science*. 2008; 23(1); 27-33.
- Zahrowski, J. J. (2007). Bisphosphonate treatment: an orthodontic concern calling for a proactive approach. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(3), 311-320.
- Zengo A, Bassett C, Pawluk R, Prountzos G. In vivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *American Journal of Orthodontics*. 1974; 66(2): 130-139.
- Zhao N, Lin J, Kanzaki H, Ni J, Chen Z, Liang W, Liu Y. Local osteoprotegerin gene transfer inhibits relapse of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012; 141(1): 30-40.
- Zhou D, Hughes B, King G. Histomorphometric and biochemical study of osteoclasts at orthodontic compression sites in the rat during indomethacin inhibition. *Archives of Oral Biology*. 1997; 42(10): 717-726.

EKLER

EK 1. Hasta bilgilendirilmiş onam formları

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ *

ARAŞTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN AÇIK ADI): PİEZOİNSİZYON TEKNİĞİNİN ANTERİÖR ÇAPRAŞIKLIĞIN ÇÖZÜLME HIZINA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Gönüllünün Baş Harfleri

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağına çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla 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 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 katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Kliniğimizde piezoinsizyon adı verilen bir teknikle 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 bisturi bıçağıyla alt ve üst çeneye diş etine kesiler yapılacaktır. Bu kesi bölgesinden piezo bıçağıyla

dişler arası bölgeye kemiğe ufak 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.

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.

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 hekimi kontrollerine devam edilmelidir.

Dişler ortodontik tedaviden sonra eski konumlarına geri dönme eğilimindedir. Bu duruma nüks adı verilmektedir. Problem ne kadar ciddiye nükse yatkınlık da o derecede fazladır. Nükse en yatkın 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.

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 belirlenmemiş 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 ayrılabilirim. 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 vermekteyim.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

Soheil Soltani 05548229548

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 ayrılabilceğimi 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

EK 2: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan çalışmanın uygunluğuna dair 23.06.2017 tarih ve 2014/879 karar ile alınan belge



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/210-1047

23.06.2017

Sayın **Prof.Dr Mete ÖZER**

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Piezoiniszyon Tekniğinin Anterior Çapraşklığın Çözülme Hızına Olan Etkilerinin İncelenmesi** başlıklı OMÜ KA EK 2014/879 Karar nolu Ortodontik tedavide alınan rutin kayıtların incelenmesi nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına; çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 27.11.2014 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.


Prof. Dr. Dursun AYGÜN
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Soheil SOLTANI

Doğum Yeri: İran. Urumiyeh

Doğum Tarihi: 10.09.1988

Medeni Hali: Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce, Azerice ve Farsca

Eğitim Durumu: Lisans: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2005-2010

Doktora: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti

Anabilim Dalı, 2011-2017.

E-posta: soheil_kahroom@hotmail.com