



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**EĞİMLİ ARKLAR VE DİKEY ELASTİKLERLE BİRLİKTE
PIEZO CERRAHİ UYGULANAN VE UYGULANMAYAN AÇIK
KAPANIŞLI BİREYLERİN KÖK REZORPSİYONLARININ VE
KEMİK MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

TUĞBA ÜSTÜN
UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. H. Nuray Yılmaz

İSTANBUL-2017

BEYAN FORMU

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

Tuğba ÜSTÜN
İmza

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her anlamda yanımda olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. H. Nuray Yılmaz'a,

Tez konumun belirlenmesinde ve ilerlemesinde büyük katkısı olan Prof. Dr. Nazan Küçükkeleş'e,

Klinik tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Nejat Erverdi, Prof. Dr. Sibel Biren, Prof. Dr. Ahu Acar, Prof. Dr. Banu Çakırer Bakkalbaşı, Yrd. Doç. Dr. Yasemin Acar'a,

Bu süreçte her zaman yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen hem hocam hem ablam değerli Doç. Dr. Çağla Şar'a,

Henüz tanıma fırsatı bulduğum değerli hocam Prof. Dr. Fulya Özdemir'e,

Eğitim dönemime eğlence katan, her anlamda yanımda olan Uzm. Dt. Buket Erdem, Uzm. Dt. Elvan Önem, Uzm. Dt. Gülden Karabiber ve birlikte çalışma fırsatı bulduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

Tez yazım sürecinde her zaman yanımda olan ve keyifli hale getiren Protez AD asistanlarından Dt. Halis Özsüremeli, Dt. Sinem Ok ve Dt. Elif Coşkun'a,

Tüm asistanlık dönemimde bana abilik ve arkadaşlık eden teknisyenimiz Çetin Çağla'ya,

Ve en önemlisi başta babam Bekir Üstün olmak üzere tüm aileme...

En içten dileklerle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	viii
RESİM LİSTESİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER	x
1. ÖZET.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. Ön Açık Kapanışın Tanımı.....	7
4.2. Ön Açık Kapanışın Sınıflandırılması.....	7
4.2.1. Dişsel ön açık kapanışlar.....	8
4.2.2. İskeletsel ön açık kapanışlar.....	9
4.3. Ön Açık Kapanışın Görülme Sıklığı.....	9
4.4. Ön Açık Kapanışın Etiyolojisi.....	10
4.4.1.Genetik faktörler.....	10
4.4.1.1. Çenelerin büyüme paterni.....	10
4.4.1.2. Kraniofasial anomaliler.....	11
4.4.1.3. Artmış dil boyutu (makroglossi)	12
4.4.2. Çevresel faktörler.....	12
4.4.2.1. Zararlı alışkanlıklar.....	12
4.4.2.1.1. Emzik ve parmak emme.....	13
4.4.2.1.2. Dil postürü ve dil itimi.....	14
4.4.2.1.3. Ağız solunumu.....	15
4.5. Ön Açık Kapanışın Tedavi Yöntemleri	15
4.5.1. Erken dönem tedavi yöntemleri	16

4.5.1.1. Süt dişlenme dönemi.....	16
4.5.1.2. Karışık dişlenme dönemi.....	16
4.5.2. Daimi dişlenme döneminde tedavi yöntemleri	18
4.5.2.1. Çekimli sabit tedavi	18
4.5.2.2. Çekimsiz sabit tedavi	18
4.5.2.2.1. Multiloop edgewise ark telleri (MEAW)	18
4.5.2.2.2. Kesici ekstrüzyon mekanikleri	20
4.5.2.2.3. Molar intrüzyon mekanikleri	21
4.5.2.2.3.1. İskeletsel ankraj sistemleri	21
4.5.2.2.3.1.1. Dental implantlar.....	22
4.5.2.2.3.1.2. Mini vidalar	22
4.5.2.2.3.1.3. Mini plaklar	23
4.5.2.3. Ortognatik cerrahi	24
4.6. Açık Kapanışın Tedavisinde Retansiyon ve Nüks.....	25
4.7. Ortodontide Diş Hareketini Hızlandıran Yöntemler.....	26
4.7.1. Piezoelektrik cerrahi	28
4.7.1.1. Piezoelektrik cerrahi tekniğinin endikasyonları.....	30
4.8. Diş Hareketi ve Kök Rezorpsiyonu.....	30
4.8.1. Kök rezorpsiyonunun etiyojisi.....	32
4.8.1.1. Ortodontik tedavi ile ilişkili faktörler.....	33
4.8.1.1.1. Uygulanan kuvvet miktarı.....	33
4.8.1.1.2. Tedavi süresi.....	34
4.8.1.1.3. Uygulanan kuvvet tipi.....	34
4.8.1.1.4. Diş hareketinin tipi.....	34
4.8.1.1.5. Kullanılan aparey tipi.....	35
4.8.1.1.6. Posterior dişlerde intrüzyon ve kök rezorpsiyonu.....	36
4.8.1.2. Hasta ile ilişkili faktörler	37
4.8.1.2.1. Genetik faktörler.....	37
4.8.1.2.2. Kronolojik yaş.....	38

4.8.1.2.3. Dental yaş.....	38
4.8.1.2.4. Cinsiyet.....	39
4.8.1.2.5. Etnik köken.....	39
4.8.1.2.6. Sendromlar.....	39
4.8.1.2.7. Sistemik faktörler.....	40
4.8.1.2.8. Hormonal bozukluklar ve ilaç kullanımı.....	40
4.8.1.2.9. Alkol alışkanlığı.....	40
4.8.1.2.10. Anormal kök morfolojisi.....	41
4.8.1.2.11. Endodontik tedavili dişler.....	42
4.8.1.2.12. Periodonsiyumun hipofonksiyonu.....	42
4.8.1.2.13. Maloklüzyonun tipi.....	43
4.8.1.2.14. Dişlerde kök rezorpsiyonuna yatkınlık.....	43
4.8.2. Kök rezorpsiyonunun iyileşmesi.....	44
4.9. Alveol kemiği.....	45
4.9.1. Alveol kemiği yapısı.....	45
4.9.2. Alveol kemiği özellikleri ve etkileyen faktörler.....	46
4.9.3. Ortodontik tedavi ve alveol kemik kalınlığı.....	47
4.10. Görüntüleme Teknikleri.....	50
4.10.1. Bilgisayarlı tomografi.....	50
4.10.1.1. Konvansiyonel tomografi.....	50
4.10.1.2. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi.....	51
5.BİREYLER VE YÖNTEM	
5.1. Bireyler	54
5.2. Yöntem	55
5.2.1. Tedavi protokolü.....	55
5.3. Kayıtların Toplanması.....	57
5.4. Dişlerin Segmentasyonu.....	58
5.5. Üç Boyutlu Röntgenlerde Kullanılan Noktalar, Referans Düzlemler ve Yapılan Ölçümler.....	62

5.5.1. Noktalar	62
5.4.2. Düzlemler.....	67
5.4.3. Ölçümler.....	70
5.5 İstatistiksel Yöntem.....	73
6. BULGULAR	74
6.1. Üç Boyutlu Ölçümlerde Parametrelerin Metod Hatası Açısından Değerlendirilmesi	74
6.2. Bukkal Alveolar Kemik Genişliğinin Değerlendirilmesi.....	75
6.3. Palatinal Alveolar Kemik Genişliğinin Değerlendirilmesi.....	83
6.4. CEJ-Bukkal Kret Tepesi Arası Mesafenin Değerlendirilmesi.....	92
6.5. Kök Rezorpsiyonunun Değerlendirilmesi.....	95
7. TARTIŞMA.....	102
7.1. Amacın Tartışılması	102
7.2. Bireyler ve Metodun Tartışılması.....	106
7.3. Bulguların Tartışılması	111
8. SONUÇLAR.....	117
9. KAYNAKLAR	118
10. ÖZGEÇMİŞ.....	161
Ek 1: Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı.....	162

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Gruplar arasında bireylerin yaşlarının değeriendirilmesi

Tablo 2: Bukkal alveolar kemik genişliğine ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi karşılaştırması

Tablo 3: Bukkal alveolar kemik genişliği parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Tablo 4: Palatinal alveolar kemik genişliğine ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi karşılaştırması

Tablo 5: Palatinal alveolar kemik genişliği parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Tablo 6: CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe parametrelerinin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi değeriendirmesi

Tablo 7: CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Tablo 8: Çift köklü sağ 1. premolar dişlerde bukkal ve palatinal köklerin T0'a göre T1'de görülen değerişimlerinin değeriendirilmesi

Tablo 9: Çift köklü sol 1. premolar dişlerde bukkal ve palatinal köklerin T0'a göre T1'de görülen değerişimlerinin değeriendirilmesi

Tablo 10: Kök rezorpsiyonu parametrelerinin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi değeriendirmesi

Tablo 11: Kök rezorpsiyonu parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

RESİM LİSTESİ

Resim 1: Ekranda bulunan görüntüler: a: koronel kesit; b: aksiyel kesit; c: sagittal kesit; d: üç boyutlu görüntü

Resim 2: Yoğunluk aralığının belirlenmesi

Resim 3: Üç boyutlu modellerin oluşturulması

Resim 4:“Edit Mask in 3D” fonksiyonu ile büyük ölçekli temizlik yapılması

Resim 5: “Edit mask” fonksiyonu ile her kesitin ayrıca temizlenmesi

Resim 6: Tamamlanmış olan segmentasyon görüntüsü

Resim 7: Üç boyutlu modeller üzerinde noktaların belirlenmesi

Resim 8: Üç boyutlu modeller üzerinde palatinal mine sement noktalarının belirlenmesi

Resim 9: Molar dişlerin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktasının belirlenmesi

Resim 10: Molar dişlerin trifurkasyon noktalarının belirlenmesi

Resim 11: Molar dişlerde referans düzlemlerinin belirlenmesi

Resim 12: Premolar dişlerde referans düzlemlerin belirlenmesi

Resim 13: Molar dişlerde bukkal ve palatinal kemik kalınlığı ölçümü

Resim 14: Premolar dişlerde bukkal ve palatinal kemik kalınlığı ölçümü

Resim 15: Dikey kemik kaybı miktarı ölçümü

Resim 16: Kök boyu ölçümü

KISALTMALAR VE SİMGELER

%	: Yüzde
<	: Küçüktür
°	: Derece
2B	: İki boyutlu
3B	: Üç boyutlu
AOO	: Accelerated Osteogenic Orthodontic
Ark	: Arkadaşları
BHF	: Bölgesel hızlandırma fenomeni
BT	: Bilgisayarlı tomografi
cm	: Santimetre
CEJ	: Cemento-enamel junction (Mine-sement sınırı)
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
g	: Gram
HU	: Hounsfield Unit
ICC	: Intraclass Correlation Coefficient
KIBT	: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
Kv	: Kilovolt
MEAW	: Multiloop Edgewise Yöntemi
mm	: Milimetre
NiTi	: Nikel titanyum
NS	: Nonsignificant
P	: Anlamlılık değeri
PDL	: Periodontal ligament
PGE2	: Prostaglandin E2
SEM	: Scanning Electron Microscopy
Sn	: Saniye
ÖAK	: Ön açık kapanış

Eğimli Arklar Ve Dikey Elastiklerle Birlikte Piezo Cerrahi Uygulanan Ve Uygulanmayan Açık Kapanışlı Bireylerin Kök Rezorpsiyonlarının Ve Kemik Miktarlarının Karşılaştırılması

Öğrencinin Adı: Arş. Gör. Dt. Tuğba Üstün

Danışmanın Adı: Yrd. Doç. Dr. H. Nuray Yılmaz

Anabilim Dalı: Ortodonti Anabilim Dalı

1. ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı piezo cerrahi uygulanarak ve uygulanmadan eğimli teller ve dikey elastiklerle tedavi edilen açık kapanışlı bireylerde meydana gelen kök rezorpsiyonlarını ve kemik miktarlarını karşılaştırmaktır.

Bireyler ve Yöntem: Çalışmaya arşiv kayıtları taranarak yaş ortalaması $17,51\pm 3,04$ yıl olan 25 birey (Grup 1), $17,78\pm 3$ yıl olan 18 birey (Grup 2) dahil edilmiştir. Grup 1’de seviyeleme işlemini takiben üst çeneye arttırılmış, alt çeneye ters eğimli Nikel Titanyum teller yerleştirilmiş (T0), üst çene posterior dişlerin kökleri arasına piezo cerrahi yapılmış ve ön dikey elastikler kullanılmıştır. Grup 2’de ise aynı protokol piezo cerrahi yapılmadan uygulanmıştır. İki grupta da ideal overbite elde edildikten sonra, sekiz hafta düz çelik teller üzerinde elastik kullanımına devam edilmiştir (T1). Volumetrik tomografi görüntüleri üzerinde MIMICs 19.0 yazılımı kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

Bulgular: Bukkal alveolar kemik kalınlığı Grup 1’de daha fazla etkilenmiş olup; iki grup arasındaki farklar genellikle 3. ve 6. mm’lerde istatistiksel olarak anlamlıdır. Her iki grupta da bukkal kret tepelerinde anlamlı kayıplar görülmüştür. Grup 1’de sağ tarafta vertikal alveolar kemik kayıpları, Grup 2’den daha fazladır. Kök rezorpsiyonları her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlıdır ancak üst sol ikinci molar dişin mesiobukkal ve distobukkal köklerindeki rezorpsiyon haricinde gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Sonuçlar: Dokuzuncu mm’deki bukkal alveolar kemik kalınlıkları gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Grup 2’de intrüzyon gözlenmeyen üst sol 2. molar dişte daha fazla rezorpsiyona rastlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ön açık kapanış, Alveolar kemik kalınlığı, Kök rezorpsiyonu, Piezo cerrahi, Konik ışınli bilgisayarlı tomografi,

Comparison of Root Resorption and Bone Level of Open-Bite Patients Treated by Curved Arches and Vertical Elastics Either With or Without Piezo Surgery

Student's name: Arş. Gör. Dt. Tuğba Üstün

Supervisor's name: Yrd. Doç. Dr. H. Nuray Yılmaz

Department: Department of Orthodontics

2. SUMMARY

Aim: The aim of this study is to compare the root resorption and bone level of open-bite patients treated by curved arches and vertical elastics combined either with or without piezo surgery.

Subjects And Method: This study consisted of the records of 25 open-bite patients with the mean age of 17.51 ± 3.04 years (Group 1) and 18 open-bite patients with the mean age of 17.78 ± 3 years (Group 2). In Group 1 after leveling and aligning, upper accentuated and lower reverse curve of spee Nickel Titanium archwires were placed (T0), piezo surgery was performed between the roots of upper posterior teeth on both sides and the vertical elastics on the anterior region were used. Group 2 was treated by the same protocol but without piezo surgery. Following the achievement of ideal overbite in both groups, the same elastics were used for eight weeks on straight stainless steel archwires (T1). MIMICs 19.0 software was used to evaluate the volumetric tomography images.

Results: Buccal alveolar bone was affected more in Group 1 and significant differences between the groups were generally observed in the levels of 3rd and 6th mm. Statistically significant vertical alveolar bone loss was seen in both groups but it was significantly higher on the right side in Group 1. Root resorptions were statistically significant in both groups. No significant difference was observed between the groups except the resorption of mesiobuccal and distobuccal roots of upper left second molar.

Conclusion: There was no statistically significant difference between the groups at the alveolar bone level of 9 mm. The root resorption of upper left second molar in Group 2 was significantly higher although no intrusion was seen.

Key Words: Anterior open-bite, Alveolar bone width, Root resorption, Piezo surgery, Cone-beam computed tomography

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Ön açık kapanışın (ÖAK) etiyojisi karışıktır ve her vakada tek bir neden bulmak çok zordur. Tedavi edilmesi en zor maloklüzyonlardan biridir ve tedavi sonu nüks etme oranı çok fazladır (Ackerman ve Proffit, 1969).

Araştırmacılar açık kapanışın tedavisinde vertikal boyutun kontrolünün en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir (Nahoum, 1975; English, 2002; Erverdi ve ark., 2004).

Ön açık kapanışın tedavisi için birçok yöntem bulunmaktadır. Ağız dışı apareylerle vertikal büyümenin kontrolü veya molar intrüzyonu (Merrifield ve Cross, 1970; Beane, 1999), vertikal yönlü chin cap uygulaması (Pearson, 1978; İşcan ve ark., 2002), vertikal elastikler (Kim, 1987; Kim ve ark., 2000), etiyojik sebeplere göre değişen fonksiyonel apareyler (Epker ve Fish, 1977; Frankel ve Frankel, 1983; Graber ve ark., 1985; Weinbach ve Smith, 1992), posterior ısırma bloğu (Kuster ve İngervall, 1992; İşcan ve ark., 1992; İşcan ve Sarısoy, 1997), dil paravanı (Villa ve Cisneros, 1997), posterior miknatıslar (Kiliaridis ve Egermark, 1990), mini vida ve mini plaklar (Erverdi ve ark., 2004; Kuroda ve ark., 2004), ortognatik cerrahi (Efstratiadis, 1990; English ve Olfert 2005) kullanılan yöntemlerden bazılarıdır.

Açık kapanışın tedavisinde kullanılan bir diğer yöntem ise Kim tarafından geliştirilmiş Multiloop Edgewise Yöntemi (MEAW)'dir (Kim, 1987). Kim'in tedavi protokolünün amacı, birçok *loop* bükümü içeren tel ve kanin dişler bölgesine yerleştirilen ön dikey elastiklerle, meziale eğimlenmiş posterior dişlerin dikleşmesini sağlamak ve üst kesici dişleri dudanın eğimine uygun olacak şekilde uzatmak ve oklüzal düzlemlerin eğimini değiştirmektir.

Kim'in tedavi protokolünün alternatifi olarak Enacar ve arkadaşları hastaların üst çenesine 0,016 x 0,022 NiTi abartılmış speeli ark teli, alt çenesine de 0,016 x 0,022 NiTi ters speeli ark telleri uygulamışlar ve anterior bölgeye dikey elastik vermişlerdir. Bu sayede büküm yapma gereksinimi ortadan kalkmıştır. Daha az yumuşak doku irritasyonu ile benzer etkiler görülmüştür (Enacar ve ark., 1996). Küçükkeleş ve arkadaşları bu tedavi yönteminin sonuçlarını sefalometrik olarak incelemişler ve açık kapanışın büyük ölçüde

üst kesici dişlerin ve alt kesici dişlerin uzamasıyla çözüldüğünü bildirmişlerdir (Küçükkeleş ve ark., 1999).

Ön açık kapanışa sahip bireylerde çoğunlukla görülen değişiklik, üst posterior bölgede vertikal alveolar büyümenin ramusun vertikal büyüme potansiyelini aşmasıdır. Buna bağlı olarak alt çene saat yönünde rotasyona uğrar, çene ucu geri hareket eder, alt yüz ve total yüz yüksekliği artar. Bu bireylerdeki ideal tedavinin hedefi üst posterior dişlerin gömülmesi ile alt çenenin saat yönünün tersine rotasyonunun sağlanmasıdır. Molar dişlerin gömülmesi, bu dişlerin çok köklü olması ve ankraj değerlerinin yüksek olması nedeniyle zaman alan bir uygulamadır. Ön dikey elastik tedavisi uygulamalarında anterior dişlerin uzaması daha kolay ve hızlı olduğundan posterior dişlerin gömülmesi gerçekleşmeden ön açık kapanış giderilmekte ve kesici dişler temas etmektedir. Bu durum sadece oklüzyonu düzeltmekte fakat profil üzerinde olumlu bir değişiklik oluşturmamaktadır. Posterior dişlerin gömülmesini hızlandıracak bir yöntemin daha etkili dişsel ve profil değişiklikleri oluşturacağı düşünülmüştür. Bu amaçla ön açık kapanışı bulunan hastaların tedavilerinde seviyeleme işleminin ardından üst çeneye arttırılmış, alt çeneye ters eğimli Nikel Titanyum teller yerleştirilmiş, sağ ve sol üst çene kanin ve 7 numaralı dişler arasındaki tüm dişlerin kökleri arasına piezo cerrahi yapılmış ve hastalara ön dikey elastikler kullanılmıştır. Sonuç olarak; piezo cerrahi yöntemiyle kombine edilen eğimli arklar mekaniğinde açık kapanışın hızlı ve efektif bir şekilde kapandığı ancak üst çenede sağ ve sol premolarlar, üst sağ ve sol birinci büyük azılar ve sağ ikinci büyük azıların konumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı bildirilmiştir (Koç, 2014).

Günümüze kadar ortodontik tedavi süresini kısaltmak amacıyla birçok yöntem denenmiştir. Hızlı diş hareketi elde etmek için alveolar kemiğini zayıflatmaya yönelik cerrahi teknikler kullanmak eskilere dayanmaktadır. Wilcko ve arkadaşları ise yeni bir teknik rapor etmişlerdir (Wilcko ve ark., 2001). Bu teknik, kemik aktivasyonu (seçici alveolar dekortikasyon, osteotomi ve kemik mobilizasyonu yapılmadan kemiğin inceltmesi), alveolar kemik miktarının arttırılması (augmentasyon) ve ortodontik tedavinin kombinasyonundan oluşmaktadır. Bu tekniğe Hızlandırılmış Osteojenik Ortodonti adı verilmiştir. Tekniğinin temelinde tam kalınlık flap kaldırılmaktadır. İkinci

aşama ise dekortikasyonun başlatılmasıdır (Frost, 1983). Diş hareketini hızlandırmak için alveolar kemiğin belirli bölgelerinde bukkal ve lingual dekortikasyon işlemleri yapılmaktadır. Hızlı diş hareketindeki teori, diş kökleri etrafındaki alveolar kemiğin kortikotomi ile zayıflatılarak demineralize olmaya başlamasına dayanmaktadır. Kemik demineralize olduğu zaman tekrar remineralize olana kadar dişleri hızlı hareket ettirmek için 3-4 aylık bir zaman fırsatı olmaktadır.

2009 yılında Dibart ve arkadaşları piezo insizyon adını verdikleri yeni bir teknik tanıtmışlardır. Bu teknikte, cerrahiden bir hafta önce bant ve braketler dişlere yerleştirilmekte, lokal anestezi sonrası bistüri ile interdental papilin uzağından dişlerin bukkalindeki yapışık dişeti üzerinde 10 adet vertikal interproximal insizyon yapılmaktadır. Daha sonra piezo cerrahi bıçağı ile açılan gingival açıklıklardan yaklaşık 3 mm derinliğinde kortikal alveolar kesiler yapılmaktadır. Kortikotomiler bittikten sonra kemik ya da yumuşak doku arttırılması gereken bölgelere küçük bir periost elevatörü yardımı ile greft yerleştirilmektedir. Bu teknik klasik dekortikasyon yaklaşımı ile aynı sonuçları, daha hızlı bir şekilde ve hastada daha az travma oluşturarak elde etmektedir (Dibart ve ark., 2009).

Apikal kök rezorpsiyonu ortodontik tedavide sık karşılaşılan klinik bir komplikasyondur. Apikal kök materyali kaybı miktarı biyolojik tamir sınırlarını aştığında, kök boyunda geri dönüşümsüz bir kısalma meydana gelmektedir. Kök rezorpsiyonu ilk olarak Bates tarafından 1856 yılında tarif edilmiştir. 1914 yılında Ottolengui ile ortodonti alanında söz edilmeye başlanmıştır (Ottolengui, 1914). Kök rezorpsiyonunun nedeni değerlendirilirken, hastanın detaylı dental hikayesi, travma geçmişi, geçmiş tedavileri, ilgili sistemik hastalıklar ve bu patogenezi meydana getirebilecek medikal detaylar titizlikle sorgulanmalıdır. Çeşitli araştırmacılara göre, kök rezorpsiyonunun çok faktörlü etiyolojisi karmaşık görünse de, kişinin biyolojik değişkenliği, genetik predispozisyon. ve mekanik faktörlerin etkisinin bir kombinasyonu şeklinde meydana geldiği düşünülmektedir (Weltman ve ark., 2010; Zahrowski ve Jeske 2011; Bartley ve ark., 2011; Marques ve ark., 2012). İntrüziv kuvvetlerin kök rezorpsiyonu riskini arttırdığı (Philips ve ark., 1955; Parker ve Harris, 1998) ve kökün anatomisi nedeniyle kuvvetin neredeyse tamamen kök ucunda toplanmasının bu bölgedeki rezorpsiyon riskini önemli ölçüde

arttırdığı (Beck ve Harris, 1994) bildirilmiştir. Ayrıca Han ve arkadaşları intrüzyon hareketi ile ekstrüzyon hareketine göre 4 kat daha fazla kök rezorpsiyonu gözlendiğini rapor etmişlerdir (Han ve ark., 2005).

Daimaruya ve arkadaşları köpeklerde yaptıkları bir çalışmada vida ankrajı ile 7 ayda molar dişte ortalama 3,4 mm intrüzyon elde etmişler ve bu dişlerde kök rezorpsiyonu izlendiğini ancak bunun yeni sement oluşumu ile tamir edildiğini söylemişlerdir (Daimaruya ve ark., 2001). Yaptıkları bir başka çalışmada ise molar dişte ilk 4 ayda ortalama 1,8 mm ve 7. ayın sonunda ortalama 4,2 mm intrüzyon sağlanırken, köklerde de orta derecede rezorpsiyon izlendiğini ve bunun tamir sementi ile giderilemediğini göstermişlerdir (Daimaruya ve ark., 2003).

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmamızda, piezo cerrahi ile kombine üst çenede arttırılmış, alt çenede ters eğimli Nikel Titanyum teller üzerinde ön bölgede dikey elastikler uygulanarak tedavi edilen açık kapanışa sahip bireylerde, hem intrüziv kuvvetler hem de piezo cerrahi uygulanması sebebiyle kemiğin ve köklerin rezorpsiyon açısından ne derece etkilendiğinin araştırılması amaçlanmıştır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Ön Açık Kapanışın Tanımı

Açık kapanış ilk kez 1842 yılında Caravelli tarafından ifade edilmiş olup, günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından da çeşitli şekillerde tanımlanmıştır (Parker, 1971).

Kim 1987 yılında açık kapanışı, alt ve üst anterior dişlerin dikey yönde birleşmediği ve alt çene kapalı pozisyonda iken kesici dişlerin fonksiyonu için gerekli temas sağlanamadığı bir durum olarak tanımlamıştır (Kim, 1987).

Mizrai ve Shapiro çeneler tamamen kapalıyken alt ve üst dişlerin birbirinden ayrı olma durumunu açık kapanış olarak tanımlarken; ön açık kapanışı ise, posterior dişler oklüzyonda iken, alt ve üst kesici dişlerin kesici kenarları arasında dikey yönde temas olmaması, negatif overbite olarak tanımlamışlardır (Mizrahi, 1978; Shapiro, 2002).

Moyers de anterior açık kapanışı benzer olarak, posterior dişler oklüzyonda iken dental arkların anterior bölgesinde temas içermeyen bir maloklüzyon olarak tanımlanmaktadır. Açıklığın posterior segmente doğru ilerlediği durumları ise kombine açık kapanış olarak adlandırmıştır (Moyers, 1991).

Ön açık kapanış, ön - arka yön iskeletsel anomalilerle kombine şekilde görülebilmektedir. Dudaklar istirahat pozisyonunda açıktır veya temas etmektedir. Alt veya üst çene geride veya ileride konumlanmış olabilmektedir (Güven ve Akal, 1992).

4.2. Ön Açık Kapanışın Sınıflandırılması

Açık kapanış günümüze kadar çeşitli araştırmacılar tarafından gerek etiyojisine göre, gerek lokalize olduğu bölgeye göre, gerekse iskeletsel paterne göre sınıflandırılmıştır. Örneğin; Thoma, sınıflandırmayı açık kapanışın bulunduğu bölgeye göre yapmıştır. Bu durumda, dişler kapanıştayken posterior bölgede kapanışın olmaması hali, posterior ya da lateral (bukkal) açık kapanış olarak tanımlanmıştır (Thoma, 1943).

Koç ve arkadaşları da açık kapanışı lokalize olduğu bölgeye göre; ön, yan ya da

kombine açık kapanış olarak sınıflandırmıştır (Koç ve ark., 2011). Ön açık kapanış, sağ veya sol kanin dışından diğer taraftaki kanin dişine kadar olan bölgedeki açık kapanışlardır. Yan açık kapanış, sadece posterior dişler arasında oluşan açıklıklardır. Kombine açık kapanış ise ön açık kapanışla birlikte çift taraflı yan açık kapanışın olduğu vakalardır. Bu tür vakalarda sadece birinci molar dişler temas halindedir. Bu dişler yoksa ikinci molar dişler temas halindedir (Epker ve Fish, 1977; Koç ve ark., 2011).

Hellman ve Gellin, eğer açık kapanış dişler ve alveolar bölge ile sınırlı ise "basit", sefalometrik röntgende dikey yön ölçümlerine yansıyan iskeletsel bileşenler içeriyorsa "kompleks" olarak sınıflandırma yapmıştır (Hellman, 1931; Gellin, 1978).

Kim, alt çenenin konumu normal olduğunda açık kapanışı dentoalveolar, değilse iskeletsel olarak sınıflandırmıştır (Kim, 1987).

Worms ve arkadaşlarına göre açık kapanış sadece kanin dişler arası görülüyor ise ve sentrik ilişkide bir milimetre veya daha fazla ise "basit ön açık kapanış", küçük azıları kapsıyor, azıları kapsamıyorsa "bileşik ön açık kapanış", azı dişlerini de kapsıyorsa "infantil açık kapanış" olarak adlandırılmıştır (Worms ve ark., 1971).

Ön açık kapanış genel olarak 2 şekilde sınıflandırılmaktadır:

4.2.1. Dişsel ön açık kapanışlar

Dişsel açık kapanış, anomalinin dentoalveolar bölgede sınırlı olduğu, herhangi bir kraniofasial malformasyonun gözlenmediği maloklüzyonları ifade etmektedir. Yüz oranları normal sınırlar içerisindedir (English ve Olfert, 2005). Bu tip açık kapanış vakalarda, iskeletsel morfoloji etkilenmemiştir, problem sadece dişler ve alveol kemiği ile ilgilidir (Sassouni, 1969; Nahoum, 1975). Genellikle çevresel etkenlere bağlı olarak ortaya çıkarlar ve sadece sabit ortodontik tedavi ile başarılı bir şekilde tedavi edilebilirler (English ve Olfert, 2005). Genellikle yatay veya normal büyüme yönü görülmektedir. Özellikle erken dönemde düzeltilmediğinde bu gelişim yönü, dikey olarak yönlendir ve iskeletsel ön açık kapanışlara sebep olabilir (Enlow ve ark., 1971).

4.2.2. İskeletsel ön açık kapanışlar

İskeletsel açık kapanışlar, sadece dentoalveolar bölge ile sınırlı kalmazlar ve iskeletsel yapı ve çeneleri de kapsayan kraniofasiyal malformasyonlar içermektedirler (English ve Olfert, 2005). Bazı araştırmacılar iskeletsel açık kapanış için farklı terimler kullanmışlardır; "uzun yüz sendromu" (Fields ve ark., 1984; Nanda, 1988; Efstratiadis, 1990) "yüksek açılı vaka" (Dung ve Smith, 1988) "adenoid yüz tipi" (Linder ve Aronson, 1986) veya "hiperdiverjan büyüme modeli" (English, 2002) olarak da isimlendirilmektedirler.

Cangialosi'ye göre dişsel ön açık kapanışta anterior bölgede azalmış dentoalveolar dikey gelişim gözlenirken, iskeletsel ön açık kapanışta ise özellikle posterior bölgede artmış dentoalveolar dikey gelişim gözlenir. İskeletsel ön açık kapanışa sahip bireylerde alt ve üst kesici dişlerdeki sürme miktarı dişsel ön açık kapanışa sahip bireylerden daha fazla miktardadır. Bu özellik bazen iskeletsel olarak açık kapanış karakteri olan bireylerde bile kesicilerde dikey yönde temasın oluşmasına sebep olabilmektedir (Cangialosi, 1984).

4.3. Ön Açık Kapanışın Görülme Sıklığı

Araştırmacıların maloklüzyonu tanımlamasındaki farklılıklara bağlı olarak; açık kapanışın görülme sıklığı %1,5 ile %11,6 arasında geniş bir dağılım göstermektedir. Özellikle yaş unsuru prevelans çalışmasının sonuçlarını doğrudan etkileyen bir faktördür. Büyümenin erken dönemlerinde açık kapanış görülme sıklığının daha fazla olduğu ve yaşla beraber azaldığı rapor edilmiştir (Subtelny ve Sakuda, 1964; Worms ve ark., 1971). Bu ters orantının sebebi, karışık dişlenmeden daimi dişlenmeye geçilmiş olması, yutkunma refleksinin olgunlaşması ve iskeletsel büyümenin büyük olasılıkla spontan düzelmeyi beraberinde getirmesi olduğu bildirilmiştir (Worms ve ark., 1971).

Cozza ve arkadaşları 6 yaş grubunda ön açık kapanış görülme sıklığının %4,2, 14 yaş grubunda ise %2 olduğunu rapor etmişlerdir (Cozza ve ark., 2005).

Worms ve arkadaşları, 7-9 yaş aralığından 10-12 yaş aralığına kadar değişen karışık dişlenme dönemindeki 1408 çocuk üzerinde yaptıkları bir çalışmada, ön açık kapanışa

sahip çocukların %80'inde açık kapanışta kendiliğinden düzelme olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada, 7-9 yaş arasındaki kızların %11'inde, erkeklerin %17'sinde; 19-21 yaşlar arasında ise kızların %11'inde, erkeklerin %4'ünde basit veya bileşik açık kapanış gözleendiği rapor edilmiştir (Worms ve ark., 1971).

Başçiftçi ve arkadaşları, Konya ilinde 6-19 yaşları arası 965 bireyde (493 kız, 472 erkek) yaptıkları çalışmada, ön açık kapanışın görülme sıklığının %8,2 olduğunu belirtmişlerdir (Başçiftçi ve ark., 2002). Topkara ise Türkiye'de açık kapanış görülme sıklığının %9,25 olduğunu bildirmiştir (Topkara, 2007). Aytan ise 14-21 yaşta bireylerde iskeletsel ön açık kapanışın görülme sıklığının %3,7 olduğunu rapor etmiştir (Aytan, 1978).

Irklara göre karşılaştırma yapıldığında ise; siyah ırkta, beyaz ve melez ırka göre 4 veya 5 kat daha fazla karşılaştığı bildirilmiştir (Proffit ve ark., 2000).

4.4. Ön Açık Kapanışın Etiyolojisi

4.4.1. Genetik faktörler

İskeletsel ön açık kapanışın meydana gelmesinde en etkili faktörlerden birinin kalıtım olduğu savunulmuştur (Sassouni, 1969; Proffit, 1978). Ayrıca özellikle şiddetli açık kapanış vakalarının kalıtımsal bileşen içerdiği ve tamamıyla önlenmelerinin zor olduğu bildirilmiştir (Speidel ve ark., 1972; Smith ve Balit, 1977).

4.4.1.1. Çenelerin büyüme paterni

İskeletsel büyüme modeli, ön açık kapanış oluşmasında önemli bir etkidir (Sassouni ve Nanda, 1964; Subtelny ve Sakuda, 1964; Schudy, 1965; Proffit ve Vig, 1981; Ngan, 1997; Arat ve ark., 2008). Büyüme modeli horizontal, normal ya da vertikal olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Bazı araştırmacılar vertikal büyüme paternine sahip hastaların açık kapanışa sebep olan çevresel faktörlere karşı daha açık olduklarını savunmuşlardır (Schudy, 1964; Dung ve Smith, 1988; Nanda, 1988; Nanda, 1990).

Alt çene büyümesi, yüz morfolojisini belirleyen en temel faktör olarak kabul edilmiştir. Alt çene düzlem açısı arttıkça, çene ucunun geride konumlandığı, alt çenenin dikleştiği ve ön açık kapanışa sebep olduğu bildirilmiştir (Schudy, 1965). Dikey yönde meydana gelen bu değişiklikler, yalnızca kondiler büyüme yönündeki değişikliklere bağlı değildir. Alt çenenin rotasyonel değişikliklerine, ön yüz yüksekliği ve arka yüz yüksekliğinde oluşan değişiklikler de neden olmaktadır. Arka yüz yüksekliğindeki artış temporomandibular fossanın yeniden şekillenmesi ve kondiler büyüme ile belirlenmektedir. Dikey kondiler büyüme, dentoalveolar büyümeden fazla olduğunda alt çenenin öne doğru rotasyonu ile sonuçlanırken, dentoalveolar büyüme kondiler büyümeden fazla olur ise alt çene aşağı ve geriye rotasyona uğramaktadır (Schudy, 1965; Nielsen, 1991).

4.4.1.2. Kraniofasial anomaliler

Bazı sendromların ve konjenital deformitelerin ön açık kapanışa sebep olabileceği bildirilmiştir. Kleidokraniyal dizostozis'in ön açık kapanışa sebep olabilen konjenital bir deformite olduğu bildirilmiştir (Daskalogiannakis ve ark., 2006).

Treacher Collins sendromu; glossopitozis, hipoplazik alt çene, küçük boyutlu farenks ve nazofarenks ile ciddi anlamda solunum problemlerine ve bunun sonucu olarak da açık kapanışa sebep olabilen bir sendromdur (Shete ve ark., 2011).

Jüvenil romatoid artrit; çoğu zaman temporomandibular eklemi etkileyerek açık kapanışa sebep olabilen ve ağız açıklığını sınırlayan bir hastalıktır (Savioli ve ark., 2004; Carvalho ve ark., 2012).

Sinir iletiminde bozukluk sebebiyle, dilin istirahat pozisyonunda veya yutkunma sırasında aşırı aktif olması, kesicilerin aksiyal inklinasyonlarını değiştirebilmekte ve açık kapanışa sebep olabilmektedir. Nörolojik bozuklukları olan hastalarda bu durum oldukça sık görülmektedir (Pedrazzi, 1997).

4.4.1.3. Artmış dil boyutu (makroglossi)

Büyük dil, açık kapanışın etiyolojik faktörleri arasındadır. Bell ve arkadaşlarına göre makroglossi, gerçek makroglossi, rölatif makroglossi ve fonksiyonel makroglossi olarak 3 tipte bulunmaktadır (Bell ve ark., 1980). Gerçek makroglossi durumu dil boyutunda aşırı derecede artış olmasıdır ve bir hastalığa veya sendroma bağlı olabilmektedir. Bu durumda dilin büyüklüğüne bağlı olarak hastanın ağzını kapatması mümkün değildir (Chung ve ark., 2012). Fonksiyonel makroglossi ise ortognatik cerrahi sonrasında dilin ağız boşluğuna adapte olamaması olarak tanımlanmıştır (Bell ve ark., 1980). Fonksiyonel ve gerçek makroglossi teşhisini belirlemek kolay olsa da, rölatif makroglossi varlığını teşhis edebilmek oldukça zordur. Dilin boyutlarında aşırı bir artış görülmeyen rölatif makroglossi durumunda; diastemalara eşlik eden ön açık kapanış gözlenebilmektedir. Makroglossi durumu ortadan kaldırıldığında, açık kapanış kendiliğinden düzelebilmektedir (Chung ve ark., 2012).

Makroglossinin belirtileri arasında dilin dişlerin oklüzal yüzeylerine uzanması, lateral girintilerinin bulunması ve anterior dişlerin öne eğilmesi sayılabilmektedir (Uribe ve Nanda, 2005).

Sistemik nedenlerle veya konjenital olarak dilin boyutunun büyük olduğu gerçek makroglossi durumunda ortodontik tedavinin stabilizasyonu için glossektomi yapılması gerektiği savunulmuştur (Wolford ve Cottrell, 1996).

4.4.2. Çevresel faktörler

4.4.2.1. Zararlı alışkanlıklar

Graber dişlerin; içeriden dilin kuvveti, dışarıdan dudaklar ve yanakların ters yöndeki kuvvetine karşı denge halinde olduğunu rapor etmiştir (Graber, 1963). Bu dengede meydana gelecek anormal bir fonksiyon dişlerin pozisyonu ve oklüzyon üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Emzik ya da parmak emme, dil postürü ve dil itimi, atipik

yutkunma zararlı alışkanlıklar olarak kabul edilmiş ve bu alışkanlıkların bahsedilen kas dengesini bozduğu bildirilmiştir (Janson ve Valarelli, 2013; Urzal ve ark., 2013).

4.4.2.1.1. Emzik ve parmak emme

Bebekler; parmak, dil ve dudaklarını emmeye daha anne karnında başlamaktadırlar. Doğum sonrası beslenmelerini sağlayabilmeleri için güçlü bir emme refleksine sahiptirler (Newman, 1990). Annenin bebeğini emzirmesinin mümkün olmadığı zamanlarda, anne memesini taklit eden biberonların kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu sayede, normal bir yutkunmada görülen dil-damak teması sağlanmış olmaktadır (Graber, 1966). Ancak çocuk biberonla beslense dahi, yani fizyolojik olarak doymuş olsa da; emme aktivitesine karşı olan açlığını giderememektedir. Bu durumu kompanzasyon amacıyla emme ihtiyacını karşılayabilmek için; emzik veya parmak emme alışkanlığını geliştirmektedir (Graber, 1966).

Emzik ya da parmak emme erken çocukluk çağında normal kabul edilebilmektedir. Çocuklar büyüme döneminde dış ortamla iletişimini geliştirirken genellikle bu alışkanlıklarını kendiliğinden bırakmaktadırlar. Emme alışkanlığı süt dişlenme döneminde bırakıldığında ön açık kapanış kendiliğinden düzelebilmektedir. Ancak bu alışkanlık karışık dişlenme dönemine kadar devam ettiğinde normalden sapmaya sebep olmaktadır. Çünkü bu alışkanlıklar özellikle ön açık kapanışta çok güçlü bir etiyolojik faktördür (Ogaard, 1994; Bishara, 2006).

Parmak emme sonucu oluşan açık kapanış, üst kesicilerin labiale eğimlenmeleri ve aralanmaların oluşması, alt kesicilerde ise linguale eğimlenmeleri ile karakterizedir. Bu şekilde görülen ön açık kapanış maksiller darlık ve tek ya da çift taraflı çapraz kapanışla birlikte görülebilmektedir. Çünkü emme sırasında dil aşağıda konumlanmakta ve üst posterior dişlerle olan bağlantısı kesilmektedir (Moore, 1996).

4.4.2.1.2. Dil postürü ve dil itimi

Dil fonksiyonu ve postürü, dilin alt kesici dişlerin üzerinde durmasından dolayı alt dental ark üzerinde çok daha etkili olmaktadır (Proffit, 1978; Profit ve Fields 1986). Yaşamın erken dönemlerinde sert dokuların gelişimi yumuşak dokuları geriden takip etmektedir. Dil, çene kemiklerine göre çok daha büyüktür ve bu dönemde dilin büyüklüğüne bağlı bir ön açık kapanış olması normal karşılanmaktadır (Proffit, 1978).

Açık kapanış oluşumunda dil ikincil etiyolojik faktör olarak görülmektedir. Çünkü dilin anterior dişler arasında konumlanması açık kapanışın devam etmesine ve hatta daha da şiddetlenmesine sebep olmaktadır (Subtelny, 1973; Proffit ve Mason, 1975; Nielson, 1991; Proffit ve ark., 2007). Dilin bu anormal konumu, konuşurken, istirahat sırasında veya yutkunurken olabilmektedir. İstirahat sırasında yanlış dil pozisyonu varlığı en tehlikeli durumdur, çünkü kuvveti düşük olmasına rağmen uzun bir zaman boyunca dişler arasında kalmaktadır (Proffit, 1978; Ingervall ve Janson, 1981).

Straub ve Graber, kuvvetin çok daha yüksek olduğu yutkunma hareketinin sebep olduğu dil itiminin ortalama süresinin yirmi dört saatte bir saat ile bir buçuk saat olduğunu bildirmişlerdir (Straub, 1951; Graber, 1963). Bu sebeple açık kapanışın artmasında ya da sürekliliğinde çok küçük bir potansiyele sahip oldukları savunulmuştur (Subtelny, 1973; Moyers, 1988; Proffit ve ark., 2007).

Proffit and Fields'e göre yutkunma bir saniye sürmektedir ve hastalar günde ortalama 800-1000 kez yutkunmaktadırlar. Dolayısıyla eğer anormal yutkunma varsa günde en fazla 15 dakika sürmektedir. Oysa bir kuvvetin diş hareketi oluşturabilmesi için en az 6 saat uygulanması gerekmektedir (Proffit ve Fields, 1986).

Yutkunmak için ağız tamamen kapatılarak negatif basınç oluşturulmalıdır. Bu yüzden açık kapanışa sahip çocuklar bu negatif basıncı oluşturabilmek için dillerini dişler arasına itmekte ve dudaklarını gerginleştirerek ağız boşluğunu tıkamaktadırlar (Proffit ve ark., 2007). Normal yutkunma paterni açık kapanış varlığında çiğneme kaslarının gelişimi daha farklı geliştiği için atipik paterne ya da dil itimine dönüşebilmektedir. Atipik yutkunma ve dil itimi mevcudiyetinde masseter kasının kasılmadığı ve perioral kasların yeterince aktivitesinin olmadığı görülmüştür. Bu sebeple yutkunma sırasında dil itiminin olması

açık kapanışın etiolojisinde ikincil faktör olarak değerlendirilmektedir. Mevcut açık kapanış varlığında dil anterior dişler arasına adapte olmaktadır (Proffit ve ark., 2007).

4.4.2.1.3. Ağız solunumu

Solunum yolları üzerindeki herhangi bir tıkanıklık durumunda solunum kısmen ya da tamamen ağızdan yapılmaktadır. Ağız solunumuna sebep olan bu tıkanıklıklar iki alt başlık altında incelenebilmektedir (Watson, 1981; Linder-Aronson, 1986).

- Üst havayolu tıkanıkları: Alerjik rinit, hipertrofik adenoidler, büyük konkalar ve nazal septum deviasyonu varlığında görülmektedir.
- Alt havayolu tıkanıklıkları: Hipertrofik tonsiller ve sıkça geçirilen tonsilitis varlığında görülmektedir.

Ağız solunumu yapan bireylerde hem posterior çapraz kapanış hem de ön açık kapanışın görülme oranı yüksektir. Bu bireyler nefes alabilmek için ağızlarını açık tutmaktadırlar ve alt çene daha aşağıda konumlanmaktadır. Dil alt çeneyi takip etmekte, istirahat durumundan uzaklaşmakta ve damakla normalde olması gereken teması kesilmektedir (Proffit ve ark., 2007). Dil transvers yönde damağı destekleyemediğinde lingual kuvvetler buksinatör kuvvetlere göre yetersiz kalmakta ve damağın yetersiz transvers gelişimine sebep olmaktadır. Böylece posterior çapraz kapanış gelişmektedir. Ağız solunumu yapan bireylerde yapılan sefalometrik çalışmalarda belirgin uzun yüz ve artmış ön alt yüz yüksekliği gözlenmiştir (Juliano ve ark., 2005).

4.5. Ön Açık Kapanışın Tedavi Yöntemleri

Huang ve Greenlee, overbite'ın farklı dönemlerdeki tedavilere farklı cevaplar vereceğini savunduğu için tedavi yöntemlerine karar verirken de dişlenme dönemlerine göre yaklaşılması gerektiğini savunmuşlardır (Huang ve Greenlee, 2007).

Janson ve Valarelli de açık kapanış tedavisine verilen yanıtın bireyden bireye değişkenlik gösterdiğini savunmuşlardır. Aynı yöntemler vakaların çoğunda faydalı olabilecekken bazı bireylerde etkili olmayabilir (Janson ve Valarelli, 2014).

4.5.1. Erken dönem tedavi yöntemleri

4.5.1.1. Süt dişlenme dönemi

Süt dişlenme döneminde olan ve ön açık kapanışa sahip çocukların genel olarak düzgün iskeletsel yüz oranları bulunmaktadır. Ancak parmak emme ve dil itimi gibi kötü alışkanlıklara sahiptirler (Proffit, 2000). Janson ve Valarelli'ye göre süt dişlenme döneminde görülen açık kapanış %95 oranla dentoalveolar karakterdedir. İskeletsel yüz oranları normal olan bu çocuklarda, daimi kesici dişler sürmeden önce mevcut zararlı alışkanlıklar bırakılırsa ön açık kapanış kendiliğinden düzelmektedir. Bu sebeple bu dönemde açık kapanışın tedavisi için aktif ortodontik apareylerin uygulanması önerilmemektedir (Sankey ve ark., 2000). Bu dönemdeki en ideal yaklaşımın; çocukla konuşup, bu alışkanlığın risklerini anlatarak yapmaması gerektiğine ikna olmasını sağlamak olduğu bildirilmiştir (Graber ve ark., 1985; Lagerstrom ve ark., 1990). Graber çocukların psikolojisinin etkilenmemesi için, alışkanlığın yavaş yavaş kademeli olarak bırakılmasının daha doğru olduğunu rapor etmiştir (Graber, 1958). Alışkanlık ciddi ve yoğun ise psikolog yardımı alınmalıdır. Eğer çocuk alışkanlığından vazgeçemediyse ya da alışkanlığı bırakmış olmasına rağmen anormal dil itimi ya da dilin postüründen dolayı açık kapanışı düzelmediyse, genellikle 5 yaşından sonra tedaviye hareketli ya da sabit dil paravanı ile başlanabilmektedir (Subtelny ve Sakuda, 1964; Mizrahi, 1978). Hangi tip aparey kullanılırsa kullanılsın, alışkanlık bırakıldıktan sonra ortalama 6 ay kadar daha apareyin kullanılması önerilmektedir (Proffit, 1986).

4.5.1.2. Karışık dişlenme dönemi

Proffit'e göre ön açık kapanış karışık dişlenme döneminde görülüyorsa artık iskeletsel özellikler taşımaya başlamıştır. Bu yüzden bu dönemde alışkanlıklara bağlı oluşan açık kapanış durumlarında kendiliğinden düzelme beklenmemelidir (Proffit, 1986). Bu dönemdeki açık kapanışın sebebi yine kötü alışkanlıklar, dilin postürü ve dil itimidir.

Dentoiskeletsel yapıların olgunlaşması sebebiyle süt dişli döneme göre tedaviye cevap daha yavaş ve tedavi süreci daha uzundur.

Erken dönemde görülen dişsel ön açık kapanışların tedavisinde, alışkanlık kontrolü ya da anormal kas aktivitesinin eliminasyonu gibi tedaviler tercih edilmektedir. Dolayısıyla, hatalı konumlanmış dil pozisyonunu ve dudakların açık pozisyonunu düzeltmek amacı ile hastada normal bir burun solunumunun sağlanması amaçlanarak miyofonksiyonel tedaviler uygulanmaktadır (Nahoum, 1975).

Tedavi amacı ile sabit ya da hareketli apareyler tercih edilmektedir. Hareketli aparey hastaya parmağını emmemesi ve dilini dişlerinin arasına sokmaması için bir hatırlatıcıdır. Hatırlatıcı olarak kabul edilir, çünkü hasta istediği takdirde kolaylıkla apareyi çıkarıp alışkanlığını sürdürmektedir. Sabit olan dil paravanı ise parmak ve emzik emme alışkanlıklarını tamamiyle önlemektedir. Bunun yanında dil itimi ve dilin yanlış konumlanmasına mekanik bir engel olarak çalışmaktadır (Johnson ve Larson, 1993).

Taslan ve arkadaşları karışık dişlenme dönemindeki çocuklarda dil paravanıyla 12 ayda ortalama 2,85 mm overbite artışı elde ettiklerini ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir (Taslan ve ark., 2010). Bazı araştırmacılar dil *spur*'larının da karışık dişlenme döneminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Meyer-Marcotty ve ark., 2007; Cassis ve ark., 2012). Parmak emme alışkanlığı bulunan 4-12 yaş arasındaki çocuklarda, insiziv foramen bölgesine yapıştırılan silikon bir plaka ile parmak emme alışkanlığının büyük ölçüde bırakıldığı görülmüştür. Ayrıca ön açık kapanışta ve overjetle belirgin şekilde azalma olduğu bildirilmiştir (Huang ve ark., 2015).

Geç karışık dişlenme döneminde uygulanacak tedavi yöntemlerinin amacı üst çenenin dik yön büyümesinin frenlenmesi, aşağı ve arka yönde olan alt çene büyümesinin yatay yöne kaydırılmasıdır (Haas, 1980; İşcan ve ark., 1992; Kaya ve Arman, 2006). Bu amaçlarla hastalara miyofonksiyonel tedavi, fonksiyonel apareyler, dikey çenelik, high pull headgear, arka ısırma blokları ve hızlı molar intrüzyonu apareyi gibi birçok aparey uygulanabilmektedir (Epker ve Fish, 1977; 1978; Chung ve ark., 2001; Sherwood ve ark., 2002; Sugawara ve ark., 2002; Sherwood ve ark., 2003, Carano ve ark., 2005; Carano ve ark., 2005; Çinsar ve ark., 2007; Ng ve ark., 2008; Oliveira ve ark., 2008).

4.5.2. Daimi dişlenme döneminde tedavi yöntemleri

Daimi dişlenme döneminde görülen açık kapanışlar çekimli ve çekimsiz sabit tedaviler ile tedavi edilmektedir (Kim, 1987; Chang ve Moon, 1999).

4.5.2.1. Çekimli sabit tedavi

Kesici dişler, ön açık kapanışlı bireylerde genellikle aşırı ileri itimlidir. Dolayısıyla kesici dişlerin dikleşmesi ve eğimlerinin düzeltilmesi sonucu açık kapanış düzelebilmektedir (Eberhart ve ark., 1990). Keser görünümü fazla olan hastalarda, kesici dişler geri alınırken aynı zamanda da uzayacağı için dikkatli olunması gerekmektedir. Bu mekanik için uygun hastalar istirahat halinde keser görünümü az olan hastalardır (Sarver ve Weissman, 1995).

Bazı araştırmacılar, ön açık kapanışın sabit tedavisinde çapraşıklık miktarı az olsa bile dört premolar dişin çekimini önermişlerdir (Eberhart ve ark., 1990; Yamaguchi ve Nanda, 1991; Cusimano ve ark., 1993; Staggers, 1994). Bu önerinin aksine premolar çekimi ile dikey boyutta azalma veya yüz yükseklik oranlarında olumlu bir değişim elde edilemediğini bildiren araştırmalar da bulunmaktadır (Yamaguchi ve Nanda, 1991; Staggers, 1994; Taner-Sarısoy ve Darendeliler, 1999; Kocadereli, 1999).

Tanaka ve arkadaşları bir vaka raporunda, alt ve üst ikinci premolarları çekerek tedavi etmişler ve açık kapanışının düzeldiğini, alt çenenin öne rotasyon yaptığını, alt çene düzlem açısının azaldığını göstermişlerdir. Bu sonucun 3 yıllık takibinde de stabil olduğunu bildirmişlerdir (Tanaka ve ark., 2005).

4.5.2.2. Çekimsiz sabit tedavi

4.5.2.2.1. Multiloop edgewise ark telleri (MEAW)

Açık kapanışın tedavisinde uygulanan “Multiloop Edgewise Yöntemi (MEAW)” Kim tarafından geliştirilmiştir. Bu tedavi protokolünün amacı, birçok büküm içeren tel ve

anterior bölgeye yerleştirilen elastiklerle oklüzal düzlem eğimlerini düzeltmek, meziale doğru eğimlenmiş posterior dişlerin dikleşmesini sağlamak ve üst kesici dişleri uzatmaktır (Kim, 1987). Bu teknikte looplara *tip back* bükümleri verilerek üst arkta abartılmış spee eğrisi, alt arkta ise ters spee eğrisi oluşturulmaktadır. Kaninlerin mezialindeki looplardan karşıt arktaki kaninlere uzanan ön dikey elastikler kullanılmaktadır. Elastikler sayesinde ankraj oluşturulmakta ve anterior dişlerin gömülmesine zıt bir kuvvet uygulanmaktadır. *Tip back* bükümlerinin etkisi ile de molar dişler dikleşmektedir (Kim, 1987; Kim, 2000). Tellerdeki loop bükümlerinin dikey bükümü dişlerin yatay yönde kontrolünü sağlarken aynı zamanda tele elastikiyet de vermektedir. Yatay bükümü ise dişlerin dikey kontrolünü sağlamaktadır. Bu tellerin normal bir ark telinin yaklaşık 2,5 katı uzunluğunda olduğu ve elastikiyetinin yaklaşık 10 kat fazla olduğu bildirilmiştir (Kim, 2000).

Kim, bu tekniğin etki mekanizmasını şöyle açıklamaktadır (Kim, 1987):

- Oklüzal düzlem eğiminin düzeltilmesi
- Üst kesicilerin dudak çizgisine göre seviyelenmesi
- Posterior dişlerin aksiyel eğimlerinin dikleştirilmesi
- Alt ve üst kesicilerde uzama ve kesiciler arası açının artması

Bu tekniğin stabilitesini değerlendirmek için yapılan bir sefalometri çalışmasında, büyümesi devam eden ve büyümesi durmuş bireyler üzerinde tedavinin farklı etkilerinin olduğu bulunmuştur. Büyümesi durmuş bireylerde iskeletsel paternde minimum değişiklikler olduğu, büyümesi devam edenlerde ise bazı iskeletsel değerlerde anlamlı değişiklikler meydana geldiği bildirilmiştir. Her iki grupta da üst dudağın geriye doğru hareket ettiği rapor edilmiştir (Kim ve ark., 2000). Çalışmada MEAW yönteminin açık kapanışın tedavisinde etkili bir yöntem olduğu, ortalama 4 mm overbite artışı elde edildiği ve açık kapanışın anterior dişlerin retraksiyonu ve uzaması ile molarların dikleşme hareketiyle düzeltildiği bildirilmiştir. İki yılda meydana gelen relapsın ise büyüyen bireylerde 0,23 mm ve büyümesi durmuş bireylerde 0,35 mm olduğu bildirilmiştir. Ancak bu değerlerin istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu ve bu teknikle tedavi edilen açık kapanışın oldukça stabil olduğu rapor edilmiştir.

Kim'in tedavi protokolüne alternatif olarak Enacar ve arkadaşları hastaların üst çenesine 0,016 x 0,022 NiTi abartılmış speeli ark teli, alt çenesine ise 0,016 x 0,022 NiTi ters speeli ark teli uygulamışlar ve yine anterior bölgeye dikey elastik kullanmışlardır. Bu sayede büküm yapma gereksinimi ortadan kalkmış ve daha az yumuşak doku irritasyonu ile benzer etkiler olduğu bildirilmiştir (Enacar ve ark., 1996).

Küçükkeleş ve arkadaşları bu tedavi yönteminin sonuçlarını sefalometrik olarak değerlendirmişler ve açık kapanışın büyük ölçüde üst kesici dişlerin ve alt kesici dişlerin uzamasıyla çözüldüğünü bildirmişlerdir. Aynı çalışmanın sonucuna göre uzun dönemde görülen nüksün sorumlusu da alt ve üst molar dişlerdeki uzama olarak rapor edilmiştir (Küçükkeleş ve ark., 1999). Küçükkeleş ve arkadaşları, bu yöntemle tedavi edilecek hastalarda dişeti gülümsemesi varsa dikkatli olunması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu yöntemle tedavi edilen hastaların bir senelik uzun dönem takibinde de açık kapanışın bir miktar geriye döndüğünü rapor etmişlerdir.

4.5.2.2 Kesici ekstrüzyon mekanikleri

Üst kesici dişlerin uzamasıyla kapatılan ön açık kapanış vakalarında doğru endikasyonu belirlemek çok önemlidir. Eğer doğru endikasyon konulmazsa hastalarda diş eti gülümsemesine sebep olabilmektedir (Janson ve ark., 2003). Bu mekanik için istirahat halinde keser görünümü az olan hastalar uygun hastalardır.

Bu uygulama için ark tellerine *step up* ve *step down* bükümler verilebilir veya kesici dişlerin intrüzyonu için kullanılan ark tellerinin ters aktivasyonu ile kesici dişlerde uzama elde etmek mümkündür. Bu sayede elastik kullanımına gerek kalmadığı bildirilmiştir (Isaacson ve ark., 1993; Nanda ve ark., 1998). Bu yöntemde, kesici dişlerin sürdüğü gözlenirken, büyük azı dişlerde de öne devrilme gerçekleşecektir. Bu yan etkiyi engellemek için büyük azı dişlere oksipital headgear uygulanması önerilmiştir (Nanda ve ark., 1998).

Kesici dişlerin ekstrüzyonu için kullanılan diğer bir teknik de *off center bend* ya da asimetrik *V bend* biyomekanik prensiplerine dayanan ekstrüzyon arkları'dır (Isaacson ve Lindauer, 2001). Segmental arklarla birlikte yardımcı bükümler verilerek, çenelerarası

dikey elastiklerden yararlanılmaktadır (Kim, 1987).

Uribe ve Nanda tarafından da ekstrüzyon arklarına benzer bir mekanik kullanılmıştır. Tel pasif haldeyken anterior bölümü kesici dişlerin oklüzalinden geçecek şekilde yerleştirilen *ters connecticut intrüzyon ark*'ının molar dişler üzerindeki devrilme hareketini önlemek için; ark aktivasyonunun (ekstrüzyon kuvvetinin) minimumda tutulmasını, kalın paslanmaz çelik tellerle premolar dişlerin posterior segmente bağlanmasını veya bukkal bölgede dikey elastik kullanılmasını önermişlerdir (Uribe ve Nanda, 2005).

4.5.2.2.3. Molar intrüzyon mekanikleri

Ön açık kapanışlı bireylerin morfolojik ve iskeletsel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, tedavinin ana prensiplerinden biri dikey boyutun kontrolüdür (Björk, 1969; Lavergne and Gasson, 1976; Fotis ve ark., 1984). Üst çene azı dişlerin gömülmesindeki amacın; alt çenenin öne rotasyonu ile birlikte arka yüz yüksekliğinin ön yüz yüksekliğine olan oranının artırılması ve kondilin dikey yön gelişiminin artırılması olduğu bildirilmiştir (Schudy, 1965; Creekmore, 1967; English, 2002; Gürton ve ark., 2004).

4.5.2.2.3.1. İskeletsel ankraj sistemleri

Dikey boyutun arttığı iskeletsel ön açık kapanışın tedavisinde, molar dişlerin gömülmesi için çeşitli bölgelere uygulanan implantların ankraj olarak kullanılması güncel bir uygulamadır (Kaya ve Arman, 2006). İskeletsel ankraj ile sağlanan posterior intrüzyon mekanikleri, hasta kooperasyonuna gerek duyulmadan, minimum yan etkiyle istenen intrüzyona ulaşılabilmesi açısından geleneksel intrüzyon mekaniklerine göre daha avantajlıdır. Literatürde geçici iskeletsel ankrajların ilk klinik uygulaması Creekmore ve Eklund tarafından gerçekleştirilmiştir. Üst kesici dişlerin gömülmesi amacıyla nazal spinalar arasına yerleştirilen vitalyum kemik vidası uygulanmıştır (Creekmore ve Eklund, 1983).

Birçok araştırmacı, zigoma bölgesine uygulanan titanyum mini plak, implantlar ve vida yardımıyla iskeletsel ön açık kapanışı başarılı bir şekilde tedavi etmişlerdir. Molar dişlerde intrüzyon nikel titanyum alaşımlı açık yaylarla sağlanmıştır. Bu teknikte önemli bir avantajın, headgear ve anterior bölge elastikleri gibi hastayla kooperasyon gerektirecek uygulamaların kullanılmaması olduğunu bildirmişlerdir (Ari-Demirkaya ve ark., 2005).

4.5.2.2.3.1.1. Dental implantlar

Bonetti ve arkadaşları osseointegre dental implantlar üzerine ekledikleri sabit intrüzyon apareyleri ile molar intrüzyonu başta olmak üzere bazı diş hareketlerinin başarılı bir şekilde elde edilebildiğini göstermişlerdir (Bonetti ve ark., 2008). Fakat dental implantlar, daha önceleri ankraj amacıyla kullanılsalar da boyutlarının büyük olması, ekonomik olmamaları, osseointegrasyon için beklenen sürenin uzunluğu ve çıkarılmaları sırasında yaşanabilen komplikasyonlar nedeniyle günümüzde fazla tercih edilmemektedirler (Odman ve ark, 1988; Shapiro ve Kokich, 1988; Prosterman ve ark., 1995).

4.5.2.2.3.1.2. Mini vidalar

Son dönemlerde molar intrüzyonunun sağlanması için minimal cerrahi yöntemle mini vidalardan yararlanılması gündeme gelmiştir. Literatürde mini vida ile molar intrüzyonuna ait sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve genellikle vaka sunumu şeklindedir (Umemori ve ark., 1999; Sherwood ve ark., 2003; Xun ve ark., 2007; Kuroda ve ark., 2007).

Mini vidalar, diğer iskeletsel ankraj yöntemlerine göre basit cerrahi işlemlerle yerleştirilebilmeleri, post-operatif ağrının düşük olması, ekonomik olması ve hijyenin kolay olması nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadırlar. Dişeti kaldırılmadan lokal anestezi altında yerleştirilmektedirler (Costa ve ark., 1998; Lee ve ark., 2001; Sugawara ve ark., 2002; Park ve ark., 2004). Mini vidaların yeterli alveolar yüksekliğin ve yapışık dişeti

genişliğinin bulunduğu hastalarda oldukça başarılı bir uygulama olduğu bildirilmiştir (Prosterman ve ark., 1995).

Park ve arkadaşları yayınladıkları olgu raporlarında, diş çekimli ve çekimsiz tedavi ettikleri Sınıf II açık kapanışlı bireylerde mini vida kullanmışlardır. Çekimsiz tedavi edilen vakada çapı 1,2 mm, uzunluğu 8 mm olan mini vida kullandıklarını bildirmişlerdir. Posterior dişlerin bukkale ya da linguale devrilmesini engellemek için ise transpalatal ark ve lingual ark yerleştirdiklerini belirtmişlerdir. Tedavi sonucunda .3 mm'lik açık kapanış düzeltimi, alt ve üst molar intrüzyonları ve alt çenede otorotasyon sağlandığı rapor edilmiştir. Bu uygulamanın sonunda etkili bir retansiyon dönemine ihtiyaç olduğu da vurgulanmıştır (Park ve ark., 2004; Park ve ark., 2006). Çekimli vakada ise, üst çenede mini vida kullanımı ile posterior dişlerin intrüzyonu ve kesicilerin retraksiyonu sağlanırken, alt çenede mini vida kullanımı ile birinci molarların intrüzyonu ve mezial yöndeki hareketi sağlanarak başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.

Kuroda ve arkadaşları olgu raporlarında üstte zigomatik bölgede ve altta bukkal kortikal bölgede çapı 2,3 mm olan 14 mm uzunluğunda titanyum vidalarla 6 aylık yükleme sonucunda 6 mm'lik açık kapanış düzeltimi elde ettiklerini bildirmişlerdir (Kuroda ve ark., 2004).

Park ve arkadaşları bir olgu raporunda, üst çenede birinci ve ikinci premolar, birinci ve ikinci molar dişler arasında bukkal kortikal bölgede çapı 2 mm olan 8 mm uzunluğunda mini vidalar kullanmışlar ve diş başına 150-200 g kuvvet uygulayarak 5 ayda molar intrüzyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir (Park ve ark., 2008).

Melo ve arkadaşları ise bukkal kortikal kemiğe uygulanan mini vidalardan elastik uygulayarak transpalatal ark üzerinden molar intrüzyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir. Aşırı sürmüş molar dişlerde ortalama 4 ayda intrüzyon elde ettiklerini bildirmişlerdir (Melo ve ark., 2008).

4.5.2.2.3.1.3. Mini plaklar

Ön açık kapanışa sahip erişkin hastalarda, mini plaklarla yapılan tedaviyi ilk olarak Umemori ve arkadaşları yayınlamışlardır. Alt molar dişlerin intrüzyonu amacıyla “L”

şekilli mini plaklar kullanmışlar ve bu plakları “iskeletsel ankraj sistemi” (The Skeletal Anchorage System - SAS) olarak adlandırmışlardır. Retromolar bölgeden destek alarak, alt çene molar dişlerine intrüze edici kuvvetler uygulayarak; alt çene düzlem açısının azaldığını, alt çenenin saat yönünün tersine rotasyon yaptığını, ayrıca total ve alt yüz yüksekliğinin de azaldığını tespit etmişlerdir (Umemori ve ark., 1999).

Sherwood ve arkadaşları zigomatik bölgeye uyguladıkları mini plaklar ile yaptıkları çalışmalarında, üst çene molar dişlerde ortalama 2 mm intrüzyon, alt çenede ise 2,5 derecelik öne rotasyon elde ettiklerini bildirmişlerdir (Sherwood ve ark., 2002).

Mini plaklar özellikle şiddetli açık kapanış tedavisinde oldukça faydalıdır. Çünkü tek tarafta 500 g kadar yüksek intrüze edici kuvvetler uygulanmasına izin vermektedirler (Sugawara, 2005).

Erverdi ve arkadaşları ön açık kapanışa sahip 11 hastada 9,6 ayda zigomatik plak ankrajından destek alınan akrilik splintler ile üst çene posterior dişlerde 3,6 mm intrüzyon elde etmişlerdir. Ön açık kapanışta ise 5,1 mm azalma rapor etmişlerdir (Erverdi ve ark., 2007).

Seres ve Kocsis, şiddetli ön açık kapanışa sahip 7 hastada zigomatik ankraj ile üst çene posterior dişlerin intrüzyonu sonucunda, alt çenenin 3,1° öne otorotasyonu ile ön açık kapanışın tedavi edildiğini göstermişlerdir (Seres ve Kocsis, 2009).

İskeletsel ankraj apereyleri ile ortognatik cerrahi yöntemlerinin kıyaslandığı bir çalışmada her iki tedavi yönteminde de profilde olumlu bir değişim olduğu ve açık kapanışın başarıyla tedavi edildiği bildirilmiştir (Kuroda ve ark., 2007).

4.5.2.3. Ortognatik cerrahi

Şiddetli açık kapanışı olan olgulara kamuflej tedavisi uygulandığında fizyolojik sınırları zorladığı için relaps olasılığı artmaktadır. Bu tür durumlarda ortognatik cerrahi seçeneği ile daha stabil sonuçlar sağlanmaktadır (Denison ve ark., 1989; Joondeph ve Bloomquist, 2004).

Maloklüzyonun tipine göre farklı cerrahi yaklaşımlar uygulanabilmektedir. Genel olarak Le Fort I cerrahisi ile üst çene yukarı alınır ve alt çene de buna uyum sağlamak için

öne ve yukarı otorotasyon yapar. Ayrıca hastada sagittal yön problemleri de varsa gerektiğinde üst çene ile beraber alt çeneye de cerrahi işlem uygulanabilmektedir (Bell ve ark., 1980; Ellis ve ark., 1985).

Üst çenenin gömüldüğü ameliyatlarda nüksün sık görülmediği bildirilmiştir (Denison ve ark., 1989; Espeland ve ark., 2008). Üst çenede gömme ile tedavi edilen cerrahi vakaların bir senelik takiplerinde sonuçların stabil olduğu rapor edilmiştir (Proffit ve ark., 2007).

Ortognatik cerrahide morbidite riskinin olması, maliyetinin yüksek olması, hospitalizasyon gerektirmesi, kanama ve alt çeneyi içeren operasyonlarda sinir hasarına bağlı his kaybı gibi komplikasyonlarının olması yöntemin dezavantajları arasındadır.

4.6. Açık Kapanışın Tedavisinde Retansiyon ve Nüks

Ön açık kapanış tedavilerinden sonra zararlı alışkanlıklar devam ettiği sürece relaps gözlenmektedir. Ayrıca bireylerin büyüme ve gelişimi devam ediyorsa, vertikal büyümenin devam etmesi sonucu relaps kaçınılmazdır (Proffit, 2000; Kim ve ark., 2000). Bu bireylerde sabit retainer ile birlikte oksipital headgear kullanımı veya ısırma plaklı açık kapanış aktivatörü gibi fonksiyonel apareyler pekiştirme tedavisi olarak kullanılabilir (Greenlee ve ark., 2011). Yüzün dikey yön büyümesi yirmili yaşlara kadar devam ettiğinden retansiyon süresi uzun tutulmalıdır.

Çekimli tedavilerin çekimsiz tedavilere oranla daha stabil olduğu bildirilmiştir (Janson ve ark., 2003; De Freitas ve ark., 2004). Açık kapanış tedavisinde ortognatik cerrahi teknikleri kıyaslandığında ise sadece üst çene gömme cerrahisi yapılanlar, çift çene cerrahi yapılanlara oranla daha stabil bulunmuştur (Proffit ve ark., 2000).

Janson ve arkadaşları, diş çekimsiz çeneler arası elastiklerle açık kapanışı kapatılan 21 tane hastanın uzun dönem sonuçlarını incelemişlerdir. Beş yıllık takip sonucu %61,9 oranında klinik stabilite bulduklarını rapor etmişlerdir. Alt çene posterior dişlerdeki uzamaya rağmen üst ve alt kesici dişlerin aynı oranda uzama göstermemesinin ise nüksten sorumlu ana etken olduğunu bildirmişlerdir (Janson ve ark., 2003).

MEAW tekniğinin stabilitesinin ve etkilerinin değerlendirildiği sefalometrik bir çalışmada tedavi sonrası ortalama 4 mm overbite artışı sağlandığı bildirilmiş; büyümesi devam eden bireylerde 2 sene sonra meydana gelen nüksün 0,23 mm, büyümesi biten bireylerde ise 0,35 mm olduğu rapor edilmiştir. Bu değerlerin istatistiksel olarak anlamsız olduğu bildirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen tedavi sonuçlarının ise oldukça stabil olduğunu rapor etmişlerdir (Kim ve ark., 2000).

Mini plak ankrajı ile alt molar dişlerin intrüze edildiği açık kapanışa sahip hastaların bir sene sonunda yüzde 30'unda relaps gözlemlendiği bildirilmiştir (Sugawara ve ark., 2002).

Maia ve arkadaşları ön açık kapanışın nüksünden fiksasyon yöntemi, cerrahi teknik ve üst çenenin transvers yöndeki relapsının sorumlu olduğunu savunmuşlardır (Maia ve ark., 2010).

Tedavileri sırasında çene egzersizleri yapan ve kaslarını kuvvetlendiren bireylerde, yapmayan bireylere göre gerçek bir alt çene otorotasyonu ve gonial açıda azalma görülmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı nüksün önlenmesi için sakız çiğnemeyi tavsiye etmektedirler (English, 2002; Parks, 2007).

4.7. Ortodontide Diş Hareketini Hızlandıran Yöntemler

Ortodontik tedavi süresi uzadıkça ortaya çıkan problemleri en aza indirmek amacıyla diş hareketini hızlandırma yönünde birçok çalışma yapılmıştır. İlk olarak tel ve braket arasındaki sürtünmenin daha az olduğu kapaklı braketler üretilmiş ve piyasaya sunulmuştur. Bunun yanı sıra D vitamini, prostoglandin, kortikosteroidler, nitrik oksit, lökotrienler ve interlökin 1B gibi lokal veya sistemik ilaç uygulamaları kullanılarak tedavi süresinin azaltılması hedeflenmiştir (Takano ve ark., 1992). Bu çalışmalar çoğunlukla hayvan deneyleri seviyesinde olup, henüz insanlar üzerinde yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Lokal olarak uygulanan kimyasalların insan üzerindeki sistemik etkileri de belirsiz bir konudur.

Diş hareketini hızlandırmak amacıyla çeşitli mekanik, fiziksel veya lokal uyarılardan da faydalanılmıştır. Mekanik stimülasyon, dental distraksiyon osteogenezi, elektromanyetik alan uygulamaları, gingival fiberetomi ve lazer biyostimülasyon

uygulamaları diş hareketini hızlandırmak için kullanılan uyaranlardandır (Emata, 1979; Tuncay ve Killiany, 1986; Stark ve Sinclair, 1987; Darendeliler ve ark., 1995; Saito ve Shimizu, 1997; Liou ve Huang, 1998; Iseri ve ark., 2005; Nishimura, 2008; Kolahi ve ark., 2009; Showkatbakhsh ve ark., 2010).

Diş hareketini hızlandırmak amacıyla birçok yöntem denenmiştir. Ancak alveol kemiğinde yara oluşturarak diş hareketini hızlandırma fikri Kole'ün kortikotomi prosedürünü ortodontide uygulamasına dayanmaktadır. Kole, kortikal tabakanın devamlılığı bozulduğunda diş hareketinin hızlanabileceğini iddia etmiştir (Kole, 1959; Wilcko ve ark., 2008). Kortikotomi; kemiğin sadece korteksine kesilen yapıları, medullar damarlar ve periostun sağlam bırakıldığı kemik cerrahisidir. Bununla birlikte işlem sırasında periostta kısmi yaralanmalar olabilmektedir (Hao, 2011). Kole'e göre ortodontik diş hareketine en fazla direnç gösteren kısım kortikal kemiktir. Kortikal kemik uzaklaştırıldığında spongioz kemik kolayca rezorbe edilebileceği için, dişlerin daha hızlı yer değiştirebileceğini düşünmüştür. Kole tarafından tanımlanan bu teknikte bukkal ve palatinal alveolar kortikal kemik yüzeyleri tamamıyla kesilmektedir (Kole, 1959).

Kortikotomi destekli hızlı diş hareketinin klinik uygulama alanları ile ilgili birçok yayın rapor edilmiştir. Kortikotomi tekniği, uzun süren ortodontik tedavilerde, belirli yönlerde diş hareketindeki zorluklarda ve diş hareketi için kısıtlı alanlarda kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar oldukça fazla geliştirilmiştir.

Kortikotomi tekniği uygulandığında ortodontik tedavi süresinin konvansiyel ortodontik tedaviye göre az dörtte bir oranında kısaldığı bildirilmiştir (Hajji, 2000; Wilcko ve ark., 2001; Wilcko ve ark., 2008).

Dibart 2009 yılında "Piezo insizyon" adlı yeni bir teknik tanıtmıştır. Bu teknikte klasik dekortikasyon işlemi yerine piezo cerrahi bıçağı ile kortikal insizyonlar yapılmaktadır. Piezo cerrahi tekniği klasik dekortikasyonla karşılaştırıldığında ise etkilerinin aynı olduğu bildirilmiştir. Kortikotomi tekniğine göre daha hızlı, minimal invaziv, daha az travmatik olması avantajları arasındadır (Dibart, 2009).

Frost 1983 yılında, Bölgesel Hızlanma Fenomeni (BHF) terimini kullanarak; dokuların zararlı uyaranlarla karşılaştıklarında, normalden daha hızlı yenileme sürecine girdiklerini ve bunun yeniden şekillenme (lokal rejenerasyon) süreci olduğunu

bildirmiştir. Bu yoğun kemik cevabının (artan osteoklastik-osteoblastik aktivite) kemik iliğine uzanan kesilerin etrafında oluştuğunu ve bu cevabın uyarının şiddeti, süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Bu mekanizmanın hasarların hızlı iyileşmesine izin veren fizyolojik acil durum mekanizması olduğunu düşünmüştür. BHF'nin süresinin insan kemiklerinde genellikle 4 ay sürdüğünü ve normal kemik yapım-yıkımına göre 10-50 kat daha hızlı kemik iyileşmesi sağladığını savunmuştur (Frost, 1983).

Wilcko ve arkadaşları insan uzun kemiklerinde ise cerrahi sonrası birkaç gün içinde BHF'nin başladığını, 1-2 ay içinde maksimuma ulaştığını ve 6-24 ay arasında da azalarak bittiğini bildirmişlerdir (Wilcko ve ark., 2008).

4.7.1. Piezoelektrik cerrahi

Kemik cerrahisinde klasik cihazlara oranla daha hassas ve güvenilir osteotomi ve ostektomi imkanı sunan bir cihaz geliştirmek için birçok araştırma yapılmıştır (Sherman ve Davies, 2000; Schaller, 2005).

1953 yılında yüksek frekanslı ses dalgalarının diş sert dokuları üzerindeki kesici etkilerinin keşfinin ardından, ultrasonik aletler başta endodonti ve periodontoloji alanında olmak üzere diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. İlk defa Horton ve arkadaşları tarafından tanımlanan ultrasonik kemik kesme işlemi Vercellotti tekniği yenileyip geliştirene kadar teknik pek fazla uygulanmamıştır (Horton ve ark., 1975; Vercellotti, 2001).

Piezoelektrik akımı kristallere özel fiziksel bir olaydır ve mekanik olarak zorlanan kristallerin yüzeyinde oluşan elektrik yükü olarak açıklanmaktadır (Landes, 2008). Bazı kristaller, üzerlerinden elektrik akımı geçirildiğinde polarite yönünde materyalin genişlemesi ve buna dik olarak büzülmesi ile ultrasonik bir frekansta salınım yapmaya başlamaktadırlar. Bu olaya piezoelektrik etkisi denilmektedir. Son zamanlarda, tıp dünyasında minimal invaziv cerrahi yönündeki girişimlerle, ultrasonik mikro hareketlerin komşu yumuşak dokulara bir hasar vermemesinden yola çıkılarak kemik osteotomisi

uygulamasında ultrasonik dalgaların kullanımı oral cerrahide de popülerlik kazanmıştır (Robiony ve ark., 2007).

Piezoelektrik cerrahi cihazı, ultrasonik titreşimler kullanılarak mikrometrik kesim yapabilmesinden dolayı, osteonekrotik hasarlar vermeden hassas ve güvenli bir osteotomi sağlamaktadır. Cihazın en önemli özelliklerinden biri, yumuşak doku, damar ve sinirleri koruyarak sadece mineralize dokular üzerinde işlem yapmasıdır (Schaller, 2005).

Ultrasonik detertraj aletleri diş hekimleri tarafından en sık kullanılan ultrasonik cihazlardan biridir. Piezoelektrik cerrahi cihazı kemiği kesmek için mikro titreşimler uygular. Bu titreşim hareketinin piezoelektrik etkisi tarafından oluşturulduğu bildirilmiştir (Hoigne, 2006). Piezoelektrik cerrahi cihazının herhangi bir ultrasonik detertraj cihazına göre teknik açıdan bir farkı yoktur. Piezoelektrik cerrahi cihazı dental ultrasonik cihazlara göre 3 kat daha güçlüdür. Bu özelliğinden dolayı yüksek derecede mineralize kemiği kesebilmektedir (Chapple ve ark., 1995). Dokuya özel ayırt edici özelliği dokuların gerilme kuvvetine, su içeriğine ve dokuların birbirinden farklı güç yoğunluklarına bağlıdır (Farin, 1994).

Piezoelektrik cerrahi cihazı güçlü bir piezoelektrik el parçasının bağlı bulunduğu 5-16 W üreteç içeren bir platformdan oluşmaktadır. Bu platforma bağlı el parçasının ve irrigasyon solüsyonunun tutucularından ve bir ayak pedalından meydana gelmektedir (Stübinger ve ark., 2005; Değerliyurt, 2009).

Cihazın üzerinde uygulanacak işleme göre ayarlanabilir steril solüsyon akışına izin veren soğutucu irrigasyon sistemi bulunur. Kemik kesileri için en ideal ayarın dakikada 60-80 ml solüsyon akışına izin verecek irrigasyon seviyesi olduğu bildirilmiştir (Hoigne, 2006). El parçası için çeşitli otoklavlanabilir kesici uçları mevcuttur. İstenen kesme etkisinin sağlanabilmesi için el parçasının piezoelektrik seramik yongasıyla rezonans halinde titreşebilen modifiye uçlar kullanılmaktadır. Bu rezonans kullanılan ucun performansını ve enerji çıkışını arttırmaktadır (Schlee ve ark., 2006; Değerliyurt, 2009).

Piezoelektrik cerrahi cihazının önemli bir avantajı da ultrasonik frekansın oluşturduğu kavitasyon fenomenidir. Solüsyon bir aerosol halini alarak küçük damarları tıkar, sahayı yıkar, kanı ve artıkları uzaklaştırarak, operasyon sahasının açıkça görülmesini sağlar. Yüksek basınçlı hava ile çalışan döner aletler ile yapılan

osteotomilerde irrigasyon ile oluşan deri altı amfizem riski azaltılmaktadır (Torrella ve ark., 1998).

4.7.1.1. Piezoelektrik cerrahi tekniğinin endikasyonları

Oral ve maksillofasiyal cerrahide yumuşak dokular ve kemik arasında yakın bir ilişki olduğundan piezoelektrik cerrahi cihazının kullanımı, komşu dokulara gelebilecek cerrahi travmayı en aza indirgenmesi gereken her durumda endikedir. Piezoelektrik cerrahi cihazı, kemik cerrahisi sırasında damarlar, sinirler, mukoza gibi çevre yumuşak dokulara zarar verme riskini en aza indirmektedir. Piezoelektrik kesimin yüksek güvenliği ve hassaslığı histolojik bulgularla desteklenen çalışmalar ile doğrulanmış, intraoperatif görüşün zorluğuna bağlı anatomik güçlüklerin veya operasyon bölgesinde sinirler, vasküler yapılar veya mukoza gibi hassas yapıların var olduğu durumlarda kullanımı önerilmiştir (Vercellotti ve ark., 2001; Değerliyurt, 2009).

4.8. Diş Hareketi ve Kök Rezorpsiyonu

Kök rezorpsiyonu ilk olarak 1856 yılında Bates tarafından tarif edilmiştir (Bates, 1856).

İlk olarak Albert Ketcham tarafından, ortodontik tedavinin yaygın ve bazen de iatrojenik bir sonucu olarak apikal rezorpsiyonlar oluşabildiği bildirilmiştir. Ketcham, kök rezorpsiyonunu radyolojik olarak açıklayan ilk araştırmacıdır (Ketcham, 1929). Ortodontik tedaviden bağımsız olarak hastaların tümünde kök rezorpsiyonunun meydana geldiğini belirtmiştir. Ketcham'ın, ortodontik tedavilerin köklerde kısılma meydana getirdiğinin dile getirmesi, ortodonti alanında bu konuya olan ilginin artmasına sebep olmuştur. 1932 yılında literatür taraması sonucunda rezorpsiyon kelimesi ortodonti literatüründe kullanılmaya başlanmıştır (Becks ve Marshall, 1932).

Oppenheim 1944 yılında, ortodontik tedaviler sonrasında sementte, pulpada, periodontal dokularda ve dişleri çevreleyen alveolar kemikte kaçınılmaz olarak hasarların meydana geldiğini belirtmiştir. Bu hasarların en aza indirilebilmesinin pratikte en hafif,

aralıklı ve uygun yönde uygulanan kuvvetlerle mümkün olabileceğini bildirmiştir (Oppenheim, 1944).

Bir diş ortodontik kuvvet uygulandığında periodontal ligament (PDL) aralığında gerilim ve sıkışma kuvvetleri oluşmakta ve ligament çevresinde kan akımı değişmektedir. Kanlanma gerilme alanlarında genelde aynı kalmakta veya artmaktayken, sıkışma bölgelerinde azalmaktadır. Periodontal ligamentin aşırı gerildiği durumlarda ise kanlanma azalabilmektedir. Kanlanmadaki bu değişim sonucu, oksijenlenme ve metabolitlerin oranları değişmekte, biyolojik aktiviteye sahip bazı ajanlar salınmaktadır. Bu ajanlar hücrenel farklılaşmaya ve aktiviteye sebep olmaktadır (Proffit, 2000).

Ağır ortodontik kuvvetler uzun süre uygulandığında, sıkışan periodontal ligamentte hyalinizasyon dokusu oluşmaktadır. Birçok histolojik raporda kök rezorpsiyonunun sıkışan ve hasar gören PDL ile yakın ilişkide olduğu bulunmuştur. PDL'nin gerilim ve sıkışma alanlarında makrofajlar ilk ortaya çıkan immün sistem hücreleridir. Presementumdaki ilk rezorpsiyondan bu hücreler sorumludurlar (Brudvik ve Rygh, 1993; Brudvik ve Rygh, 1994). Kapiller damarlardan dışarı sızan lökositler, mineralize dokuları yıkıma uğratan odontoklast hücrelerinin progenitörlerini salgılamaktadırlar. Makrofajları izleyen odontoklastlar dentin ve sementin yıkımından sorumludurlar. Hyalinize dokuya komşu sement yüzeyindeki sementoblastlar ise apoptozise uğramakta ve hyalinize dokunun yıkımı sırasında koruyucu bir tabaka olan sementoid doku hasar görmektedir. Bu sayede odontoklastların sementi yıkımı kolaylaşmaktadır. Presement/sement dokusuna ilk hücre penetrasyonu hyalinize doku çevresinde gerçekleşir ve kök rezorpsiyonu hyalinize doku yakınında oluşmaktadır. Kök rezorpsiyon alanına komşu alanda fazla sayıda çok çekirdekli dev hücre bulunduğu görülmüştür (Rygh, 1977; Brudvik ve Rygh, 1993; Brudvik ve Rygh, 1994).

Kısa süreli ortodontik kuvvetler, diş kökünün yüzeyinde mikroskobik düzeyde, radyografilerle belirlenemeyen, histolojik kök rezorpsiyonlarına neden olabilmektedir. Kuvvetin şiddeti ve süresi arttığı takdirde yıkım mekanizması sementumun tamir mekanizmasının önüne geçer ve sonuç olarak eksternal kök rezorpsiyonları görülebilmektedir. Kök rezorpsiyonunun en fazla apekte görülmesinin nedenleri aşağıda belirtildiği gibidir (Rygh, 1977; Brudvik ve Rygh, 1993; Brudvik ve Rygh, 1994):

- Kökün apikal üçlüsü hücrel olarak aktif olan hücrel sementum ile kaplıdır ve daha vasküler yapıdadır. Bu nedenle travma ve hasarlara karşı daha hassastır (Lu ve ark., 1999; Abass, 2007).
- PDL aralığının insizal kısmında damarlanma %4 oranında iken apikal bölgede damarlanma %47'ye çıkmaktadır (Blaushild, 1992).
- Servikalden apikale doğru ilerledikçe sementumun elastik modülü ve sertliği azalmakta ve rezorpsiyona eğilim artmaktadır (Malek, 2001).
- Devrilme hareketinde, dişin rotasyon merkezi kökün apikal yarısından daha oklüzaldedir. Periodontal liflerin yönelimi nedeniyle de kökün apikal ve orta üçlü bölgesinde rezorpsiyon görülme ihtimali daha fazladır (Abass, 2007).

Apikal kök rezorpsiyonu ortodontik tedavide çok sık karşılaşılan klinik bir komplikasyondur. Apikal kök materyalindeki kayıp miktarı biyolojik tamir sınırlarını aştığında, kök boyunda geri dönüşümsüz olan bir kısalma meydana gelmektedir.

4.8.1. Kök rezorpsiyonunun etiyojisi

Kök rezorpsiyonunun etiyojisi değerlendirilirken, hastanın detaylı dental hikayesi, ilgili sistemik hastalıklar ve bu patogenezi meydana getirebilecek medikal detaylar ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır. Çeşitli araştırmacılara göre, kök rezorpsiyonunun etiyojisi karmaşık görünse de, kişinin genetik yatkınlığı, biyolojik değişkenliği ve mekanik faktörlerin etkisinin bir kombinasyonu ile meydana geldiği düşünülmektedir (Weltman ve ark., 2010; Bartley ve ark., 2011; Zahrowski ve Jeske 2011; Marques ve ark., 2012).

Baumrind ve arkadaşları kök rezorpsiyonunun etiyojistik faktörlerini geniş bir alanda incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; kesici dişlerde uygulanan retraksiyon gibi ortodontik hareketlerde diğer hareketlere oranla daha fazla kök rezorpsiyonu oluştuğunu, ortodontik tedavi süresi uzadıkça daha fazla kök rezorpsiyonu oluştuğunu, erkeklerde kadınlara oranla daha fazla kök rezorpsiyonu gerçekleştiğini, erişkin hastalarda başlangıç tedavi yaşı ile kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki bulunmadığını, çekimli ve çekimsiz

tedaviler arasında kök rezorpsiyonu açısından bir farklılık olmadığını, Sınıf I ve Sınıf II maloklüzyona sahip hastalar arasında da kök rezorpsiyonu açısından bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir (Baumrind ve ark., 1996).

4.8.1.1. Ortodontik tedavi ile ilişkili faktörler

Kök rezorpsiyonu kök yüzey alanında azalma ile sonuçlanmaktadır. Dişin periodontal desteğinde azalma meydana gelirken relapsa olan direncinde de düşüş söz konusu olmaktadır. Jacobson, dişin apeksinde oluşan 1 mm'lik kaybın, bu bölgenin dişin en küçük çaplı bölgesi olması dolayısıyla önemsiz olduğunu bildirirken, Kalkwarf ve arkadaşları kök uzunluğu ile periodontal bağlantının oranı arasında önemli bir ilişki olduğunu ve bu sebeple kökte oluşan en küçük bir kaybın bile önemli olabileceğini vurgulamışlardır (Jacobson, 1952; Kalkwarf ve ark., 1986).

4.8.1.1.1. Uygulanan kuvvet miktarı

Kökte meydana gelen kısalmalarda dişin direnç merkezi de yer değiştirmekte ve koronale yaklaşmaktadır. Bu nedenle bir dişe uygulanan aynı şiddetteki tork hareketi kök üzerinde sağlam bir köke oranla daha fazla etki oluşturmaktadır (Vaden Bulke ve ark., 1987).

Chan ve Darendeliler, SEM (Scanning Electron Microscopy) ile kök rezorpsiyonunu hacimsel olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, ağır kuvvet uygulanan grupta (hafif: 25 g; ağır: 225 g) meydana gelen kök rezorpsiyonunun hafif kuvvet uygulanan gruba göre anlamlı derecede daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Hareketin tipine göre değişen kuvvetin yoğunlaştığı yüksek basınç noktalarının kök rezorpsiyonuna daha yatkın olduğunu belirtmişlerdir (Chan ve Darendeliler, 2005). Cheng ve arkadaşları ise mikro BT kullanarak yaptıkları çalışmalarında, yine ağır kuvvetler ile daha fazla rezorpsiyon meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca ortodontik kuvvetin ortadan kalmasından sonra 4 haftalık sürede kök rezorpsiyonunun devam ettiğini belirtmişlerdir (Cheng ve ark., 2009).

4.8.1.1.2. Tedavi süresi

Paetyankul ve arkadaşları mikro BT kullandıkları çalışmalarında, hafif kuvvetler uygulansa bile (25 g) uygulama süresi arttıkça kök rezorpsiyonunun arttığını belirtmişlerdir (Paetyankul ve ark., 2009).

4.8.1.1.3. Uygulanan kuvvet tipi

Ballard ve arkadaşları uygulanan kuvvet tipinin kök rezorpsiyonu üzerindeki etkisini devamlı ve aralıklı kuvvetlerin karşılaştırıldığı randomize kontrollü klinik bir çalışma ile incelemişlerdir. Çalışmada, kök rezorpsiyonlarının önlenmesinde devamlı kuvvetler yerine aralıklı kuvvetlerin tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Ballard ve ark., 2009). Benzer şekilde diğer araştırmacılar da devamlı kuvvetler sonucu aralıklı kuvvetlere oranla daha fazla kök rezorpsiyonu meydana geldiğini bildirmişlerdir (Acar ve ark., 1999; Aras ve ark., 2012).

4.8.1.1.4. Diş hareketinin tipi

Olgun köklere sahip dişlerde, intrüziv kuvvetlerin ve artmış kök hareketlerinin kök rezorpsiyonu riskini arttırdığı düşünülmektedir. Fakat Philips, üst santral diş köklerinin kemik içerisindeki hareket miktarı ile kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki söz konusu olmadığını savunmuştur (Phillips, 1955). Bunun aksine DeShields, üst santral dişlerin apikal hareketleri ile apikal kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir (DeShields, 1969). Mirabela ve Artun ise, diş köklerinin anterior ya da posterior yöndeki hareketleri ile apikal kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Mirabella ve Artun, 1995).

Beck ve Harris, intrüziv kuvvetlerde kuvvetin neredeyse tamamıyla kök ucunda toplandığını ve rezorpsiyon riskini önemli miktarda arttırdığını bildirmişlerdir (Beck ve Harris, 1994). Ekstrüziv hareketler, intrüziv hareketlere oranla daha kolay elde edilebilen bir hareket tipidir. Diğer yandan ekstrüziv kuvvetlerin kök rezorpsiyonu oluşturmadığını

bildiren görüşler de yaygındır. Ancak Weekes ve Wong, ekstrüzyon hareketi sonrasında kökün servikal üçlüsünde interproximal alanlarda kök rezorpsiyonu oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bu nedenle ekstrüzyon hareketinin kök rezorpsiyonu açısından risk oluşturduğu belirtilmiştir (Weekes ve Wong, 1995).

Parker ve Harris, lateral sefalometrik film kullanarak yaptıkları çalışmalarında, kök rezorpsiyonunun oluşmasındaki en etkili ortodontik hareketin, lingual kök hareketi ve intrüzyon hareketi olduğunu belirtmişlerdir. Fakat ekstrüzyon, distal gövdesel retraksiyon ve lingual kron devrilme hareketlerinin kök rezorpsiyonu açısından anlamlı bir etkilerinin olmadığı bildirilmiştir (Parker ve Harris, 1998).

Han ve arkadaşlarının yaptıkları SEM çalışmalarında, intrüzyon hareketinde ekstrüzyon hareketine oranla 4 kat daha fazla kök rezorpsiyonu gözleendiği bildirilmiştir. Fakat ekstrüzyon hareketi ile de apikal bölgede kök rezorpsiyonu oluştuğu vurgulanmıştır (Han ve ark., 2005).

4.8.1.1.5. Kullanılan aparey tipi

Ortodontik tedaviler sırasında çalışma arklarının erken dönemde kullanılmasının sağladığı faydalar ile bu sebeple ortaya çıkabilecek kök rezorpsiyonu riski arasında bir denge kurulması önemlidir. Mandall ve arkadaşları, üç farklı ortodontik ark teli sıralamasını kök rezorpsiyonu oluşumu, çalışma süreleri ve hasta konforu açısından değerlendirmişlerdir ve ark teli sıralaması arasında kök rezorpsiyonu görülmesi açısından bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Mandall ve ark., 2006).

Reukers ve arkadaşları kullanılan aparey tipinin kök rezorpsiyonu üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarında, konvansiyonel *edgewise* tedavi konsepti ile *straight wire* tedavi konseptini karşılaştırmışlardır. Diş boyunda meydana gelen ortalama kısalma konvansiyonel *edgewise* grubunda %7,5 iken, *straight wire* grubunda %8,2 bulunmuştur. İki grup arasında apikal kök rezorpsiyonunun ortalama prevelansları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Reukers ve ark., 1998). Scott ve arkadaşları, 62 hastada konvansiyonel braketler ile kendinden bağlamalı braketler kullanmışlar. Kesici dişlerde oluşan kök rezorpsiyonlarında iki grup arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Scott

ve ark., 2008). Barbagallo ve arkadaşlarının, hareketli termoplastik apareylerle ve sabit mekaniklerle iletilen kuvvetlerin karşılaştırıldığı prospektif randomize kontrollü klinik çalışmalarında, ortodontik hareketin meydana geldiği dişlerde kontrol grubuna göre daha fazla kök rezorpsiyonunun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, ağır kuvvetler (kontrol grubundan. 9 kat fazla) ile hafif kuvvetlere (kontrol grubundan 5 kat daha fazla) oranla daha fazla kök rezorpsiyonu olduğu bildirilmiştir (Barbagallo ve ark., 2008).

Brin ve arkadaşları, Sınıf II maloklüzyona sahip bireylerin tedavisinde tek fazlı ve çift fazlı tedavi protokollerini kök rezorpsiyonu insidansı ve şiddeti yönünden karşılaştırmışlardır. Bir grup hastaya tek fazlı tedavi uygulanmış, ikinci gruba headgear ardından sabit tedavi uygulanmış ve üçüncü gruba ise bionatör ardından sabit tedavi uygulanmıştır. En az rezorpsiyonun bionatör ardından sabit tedavi uygulanan grupta, en fazla rezorpsiyonun ise tek faz tedavi uygulanan grupta meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir. Çalışmada, sabit mekaniklerin ağız içerisinde bulunma süreleri ve tedavi edilen artmış overjet miktarı ile eksternal apikal kök rezorpsiyonu arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Brin ve ark., 2003).

4.8.1.1.6. Posterior dişlerde intrüzyon ve kök rezorpsiyonu

Daimaruya ve arkadaşları köpekler üzerinde yaptıkları bir çalışmada mini vida ankrajı ile 7 ayda ortalama 3,4 mm molar intrüzyonu sonucunda dişlerde kök rezorpsiyonu meydana geldiğini ama bu rezorpsiyonun tamir sementi ile giderildiğini bildirmişlerdir (Daimaruya ve ark., 2001). 2003 yılında yapılan bir başka çalışmalarında ise iskeletsel ankraj ile ilk 4 ayda ortalama 1,8 mm ve 7. ay sonunda ortalama 4,2 mm molar intrüzyonu sağlandığını, molar köklerinde de orta derecede rezorpsiyon görüldüğünü fakat bunun tamir sementi ile giderilemediğini bildirmişlerdir (Daimaruya ve ark., 2003).

Demirkaya ve arkadaşları, açık kapanış tedavisinde molar intrüzyonu amacıyla ankraj ünitesi olarak zigomatik mini plak kullandıkları çalışmalarında üst birinci molar köklerinde apikal bölgedeki kök rezorpsiyonunu radyografik olarak değerlendirmişlerdir. Sadece sağ üst birinci molar dişlerin mezial köklerindeki kök rezorpsiyonu istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur. Bu grup intrüzyon yapılmayan ve sabit mekanik uygulanan grupla karşılaştırıldığında ise aralarında kök rezorpsiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (Ari-Demirkaya ve ark., 2005).

2013 yılında Li ve arkadaşları, KIBT görüntüleri üzerinde MIMICs yazılımı kullanarak molar intrüzyonu sonrasında meydana gelen kök rezorpsiyonunu değerlendirmiş ve hacimsel ölçüm yapmışlardır. KIBT görüntülerinden elde edilen hacimler ile diş hacimlerinin fiziksel hacimleri arasında istatistiksel bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Mini vida ankrajı ile molar intrüzyonu sonrasında ise ilgili dişlerde kök rezorpsiyonlarına rastlandığını bildirmişlerdir. Molar dişin üç kökü değerlendirildiğinde en fazla hacimsel kaybın meziobukkal kökte olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2013).

Harris ve arkadaşları ise mikro BT ile karşılaştırdıkları prospektif randomize kontrollü çalışmalarında, premolar dişler üzerinde hafif (25 g) ve ağır (225 g) kuvvetler ile meydana gelen kök rezorpsiyonlarını değerlendirmişler, intrüzyon sonrası meydana gelen rezorpsiyon hacimlerinin uygulanan kuvvet ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. En fazla ve en büyük rezorpsiyon kraterlerinin ağır kuvvet uygulanan grupta olduğunu rapor etmişlerdir (Harris ve ark., 2006).

4.8.1.2. Hasta ile ilişkili faktörler

4.8.1.2.1. Genetik faktörler

Literatürde birçok çalışma sonucunda kök rezorpsiyonu ile ortodontik faktörler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu bildirilmiş olsa da, genetik yatkınlığın kök rezorpsiyonu oluşumunda önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Çünkü çevresel faktörler ya da ortodontik faktörler tarafından açıklanamayan, bireyler arasında fazlaca değişkenlik gösterebilen rezorpsiyon süreci, araştırmacıları rezorpsiyona yatkınlığa neden olabilecek genetik faktörlerin varlığını araştırmaya yönlendirmiştir (Abass, 2007; Iwasaki ve ark., 2008; Hartsfield, 2009). Ortodontik diş hareketinin miktarı da dahil olmak üzere ortodontik kuvvetlere karşı oluşan cevap kişinin genetik yapısındaki farklılığa göre

değişkenlik gösterebilmektedir.

Owman-Moll ve arkadaşlarının 1995 ve 1996 yıllarında yaptıkları iki farklı çalışmada elde ettikleri verilerde, diş hareketi ve kök rezorpsiyonu miktarında bireysel cevabın, ortodontik kuvvetin süresi ve şiddetinden daha fazla etkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Owman-Moll ve ark., 1995; Owman-Moll ve ark., 1996).

4.8.1.2.2. Kronolojik yaş

Yaşın ilerlemesiyle birlikte, periodontal membran daha dar, daha az vasküler ve aplastik bir hale gelmektedir. Sement ise kalınlaşmakta, kemik daha yoğun, avasküler ve aplastik olmaktadır. Bu sebeple ilerleyen yaşla birlikte kök rezorpsiyon riskinin arttığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Reitan, 1985; Brezniak ve Wasserstein, 1993).

Cheng ve arkadaşları ise, kronolojik yaş ile kök rezorpsiyonu kraterlerinin hacimleri arasında olumlu bir ilişki bulunmadığını bildirmiştir (Cheng ve ark., 2009).

4.8.1.2.3. Dental yaş

Ortodontik tedavilerde büyüme potansiyeli olan dişlere de kuvvet uygulanması gereken durumlar olabilmektedir. Bu nedenle, bu dişlerde kök rezorpsiyonu olsa da, kökte uzama meydana gelebilmektedir. Kök gelişimi henüz tamamlanmamış dişlerin tedavi sonrasında esas boyutlarına ulaştıkları belirtilmektedir (Krishnan, 2005). Erişkin olmayan dişlerin normal boyutlarına ulaşmasına etki etmemek için hafif kuvvetlerin uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Brezniak ve Wasserstein, 2002).

Bazı araştırmacılar, kök gelişimi tamamlanmamış dişlerin kök rezorpsiyonuna karşı daha dirençli olduğunu bildirmektedirler (Linge ve Linge, 1983; Linge ve Linge, 1991).

4.8.1.2.4. Cinsiyet

Cinsiyet farklılığı ile kök rezorpsiyonu arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar bildirilmiştir. Newman 1975 yılında, ortodontik tedavi gören

erkekler ile kadınlar arasında kök rezorpsiyonu açısından 3,7/1 şeklinde oransal farklılık olduğunu bildirmiştir (Newman, 1975). Baumrind ve arkadaşları ise, hareket tipinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, erkeklerde kadınlara oranla daha fazla kök rezorpsiyonu oluştuğunu belirtmişlerdir (Baumrind ve ark., 1996). Bunun aksine Hendrix ve arkadaşları, posterior dişler üzerinde meydana gelen kök rezorpsiyonunun cinsiyetten bağımsız olduğunu bildirmişlerdir (Hendrix ve ark., 1994).

4.8.1.2.5. Etnik köken

Kök rezorpsiyonu üzerinde etnik kökenin etkisi konusunda yapılan bir çalışmada, Asya ırkında, beyaz ve hispanik ırka oranla daha az kök rezorpsiyonu görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada, bu konuda kontrol grupları ile daha dengeli bir değerlendirme yapılması gerekliliği vurgulansa da, dişlerin morfolojileri ve boyutları üzerinde etkili olan etnik köken farklılıklarının dişin gelişim sürecinde de önemli bir rol oynayabileceği bildirilmiştir (Sameshima ve Sinclair, 2001).

4.8.1.2.6. Sendromlar

Ehlers Danlos Sendromu kollajenin sentezi ve işlenmesi sürecinde genetik bir defekt ile karakterize bir sendromdur. Bağ dokusunda görülen otozomal dominant herediter bir bozukluktur. Kollajen metabolizmasında meydana gelen defekt sonucunda, PDL ortodontik kuvvetleri biyolojik sınırlar içerisinde karşılayamamaktadır ve bunun sonucunda sementte ve dentinde rezorpsiyon alanları meydana gelmektedir (Karrer ve ark., 2000; Abel ve Carrasco, 2006).

4.8.1.2.7. Sistemik faktörler

Enflamasyon, ortodontik diş hareketi meydana gelirken bu sürecin vazgeçilmez bir parçasıdır (Reitan, 1960; Storey, 1973). İmmun sistem kaynaklı hücreler, diş hareketinin gerçekleşmesi için alveolar kemik yıkımından sorumlu olduğu gibi kök rezorpsiyonu ile

de doğrudan ilişkilidir (Silva Filho ve ark., 1991; Çörekçi ve Göyenc, 2013).

4.8.1.2.8. Hormonal bozukluklar ve ilaç kullanımı

Ortodontik tedavinin fizyolojik sınırlar içerisinde gerçekleşmesini sağlayan en önemli faktörlerinden birisi kemikte gerçekleşen yapım-yıkım sürecinin hızı ve sağlıklı olarak devam etmesidir. Hipotroidizm bulunan hastalarda yapım-yıkım hızı düşüktür ve daha fazla kök rezorpsiyonuna sebep olabilmektedir. Bu nedenle kemikte yapım-yıkım hızı düşük olan ortodonti hastalarında, kök rezorpsiyonu oluşma riskinin arttığı bildirilmiştir (Verna ve ark., 2003).

Osteoporotik hastalarda en çok kullanılan ilaç grubu bifosfanatlardır (Rogers ve ark., 2000). Literatürde bifosfanatların ortodontik kök rezorpsiyona etkisi ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılara göre bifosfanatların topikal ya da sistemik uygulanması ile kök rezorpsiyonunda azalma görüldüğü belirtilmektedir (Igarashi ve ark., 1994; Igarashi ve ark., 1996).

4.8.1.2.9. Alkol alışkanlığı

Alkol alımıyla beraber dolaşım sistemine katılan etanol, karaciğerde D3 vitamini hidroksilasyonunu inhibe ederek kalsiyum metabolizmasına zarar vermektedir. Kandaki kalsiyum seviyesinin korunması için ise paratroid hormonu sentezinin artmasıyla diş kökü, kemik gibi mineralize dokularda yıkıcı aktivitenin artışı meydana gelmektedir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Davidovitch ve arkadaşları, kronik alkol tüketimi olan ve ortodontik tedavi gören hastalarının diğer hastalara oranla kök rezorpsiyonu açısından yüksek risk grubunda olduklarını rapor etmişlerdir (Davidovitch ve ark., 1996).

4.8.1.2.10. Anormal kök morfolojisi

Ortodontik kök rezorpsiyonu oluşumu için diğer bir faktör kök morfolojisidir. Kuvvetin alveol kemiği ve kök üzerinde dağılımı üzerinde diş köklerinin geometrik formlarının da etkisi vardır. Kuvvet, küntleşmiş veya pipet şeklindeki (üçgensel) apekslerde, normal şekle sahip köklere oranla daha küçük alanlarda yoğunlaşmaktadır (Marques ve ark., 2011; Marques ve ark., 2012)

Sameshima ve Sinclair'a göre, kök rezorpsiyonunun oluşmasında kökün şekli önemli bir faktördür. Genel olarak en fazla rezorpsiyonun sırasıyla dilaserasyon gözlenen dişlerde (özellikle üst lateral kesici dişler), şişe formlu köklerde ve sivri köklerde görüldüğü bildirilmiştir. Künt formlu köklere sahip dişlerde, normal şekilli köklere sahip dişlere oranla daha az kök rezorpsiyonu görülmektedir (Sameshima ve Sinclair, 2001). Fakat bunun aksine Newman, künt formlu köklerde daha fazla kök rezorpsiyonu oluştuğu sonucuna varmıştır (Newman, 1975).

Nigul ve Jagomagi, anormal kök formunun şiddetli kök rezorpsiyonu için risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir. Sivri köklerde daha sık kök rezorpsiyonu meydana geldiği bildirilmiştir (Nigul ve Jagomagi, 2006).

Mirabella ve Artun, uzun köklerin, dar köklerin, kök hareket miktarının, anormal kök formunun ve Sınıf II elastik kullanımının kök rezorpsiyonu oluşumu için risk faktörü olduklarını bildirmişlerdir (Mirabella ve Artun, 1995). Öte yandan, Lee ve arkadaşları, anormal kısa kökler de dahil olmak üzere hiçbir dental anomalinin kök rezorpsiyonu açısından risk faktörü oluşturmadığını bildirmişlerdir (Lee ve ark., 1999).

4.8.1.2.11. Endodontik tedavili dişler

Literatürde endodontik tedavi görmüş dişlerin kök rezorpsiyonu açısından risk faktörü oluşturabileceği ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bu konuda in vivo çalışma oldukça az sayıdadır (Murata ve ark., 2013). Kök rezorpsiyonunun meydana gelmesinde pulpal nöropeptidlerin rol oynadığı öne sürülmektedir. Bu nedenle endodontik tedavi görmüş dişlerde dolaşım durduğu ve dolayısıyla kan kökenli hücreler uzaklaştırıldığı için

bu dişlerde simetrik vital dişlere göre daha az kök rezorpsiyonu oluşabileceği düşünülmektedir. Kanal tedavisi yapılan dişlerde bulunan kalsiyum hidroksitin kök rezorpsiyonunun azalmasında etken olabileceği de bildirilen görüşler arasındadır (Bender ve ark., 1997; Murata ve ark., 2013).

Ortodontik tedavi sırasında endodontik tedavi görmüş dişler ile simetrik vital dişler arasındaki kök rezorpsiyon farkını Supurrier ve arkadaşları 0,77 mm, Mirabella ve Artun 0,45 mm, Esteves ve arkadaşları ise 0,22 mm olarak bildirmişlerdir. Ancak 0,77 mm'ye kadar değişen bu rezorpsiyon farklarının klinik olarak tespit edilmesinin mümkün olmadığı belirtilmiştir (Supurrier ve ark., 1990; Mirabella ve Artun, 1995; Esvetes ve ark., 2007).

4.8.1.2.12. Periodonsiyumun hipofonksiyonu

Kök rezorpsiyonunun olası etiyolojik faktörlerinden bir diğeri de hipofonksiyonel periodonsiyumdur. Böyle bir durum açık kapanış vakalarında veya malpozisyonda bulunan dişlerde gözlenmektedir (Newman, 1975). İnteroklüzal ilişkiler sırasında fonksiyon dışı kalan dişlerde periodontal ligamentteki sharpey liflerinde atrofik değişiklikler ile birlikte, vasküler konstriksiyon ve fibroblastik proliferasyon aktivitesinde azalma gözlenmektedir. Ayrıca periodontal aralık daralmaktadır (Tanaka ve ark., 1998; Haas, 2000; Kaneko ve ark., 2001) ve kuvvet sıkışma alanlarında yoğunlaşmaktadır (Selliseth ve Selvig, 1994; Jeon ve ark., 1999). Bu da ortodontik kuvvet ile oluşan mekanik stres nedeniyle kökteki yıkım sürecini hızlandırabilmektedir. Harris ve Butler, açık kapanış gözlenen dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonu şiddetinin derin kapanışa sahip bireylerdeki dişlere oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Harris ve Butler, 1992). Motokawa ve arkadaşları, kök rezorpsiyonu prevalansını hipofonksiyonel dişlerde (%66,9) normal dişlere (%33,5) oranla daha yüksek bulmuşlardır (Motokawa ve ark., 2013).

4.8.1.2.13. Maloklüzyonun tipi

Açık kapanışa sahip bireylerde kök rezorpsiyonu insidansı, dil basıncı ve ortodontik kuvvet ile dişlerin zıt yönlerde hareket etmeye zorlanması sonucu oluşan *jiggling* sebebiyle daha yüksektir (Linge ve Linge, 1991; Harris ve Butler, 1992; Motokawa ve ark., 2013). İskeletsel anomaliler, artmış overjet ve palatal düzlemin öne ve yukarı rotasyon şiddeti ile kök rezorpsiyonu arasında anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Harris ve Butler, 1992).

Sameshima ve Sinclair'e göre açık kapanış vakaları ile derin kapanış vakaları arasında kök rezorpsiyonu açısından bir fark yoktur. Ancak overjet miktarı arttıkça anterior dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonunda artış olduğu belirtilmiştir. Çünkü overjetin kapatılması esnasında daha fazla tork hareketi ile birlikte daha fazla kök hareketinin gerektiği bildirilmiştir (Sameshima ve Sinclair, 2001).

4.8.1.2.14. Dişlerde kök rezorpsiyonuna yatkınlık

Literatürde ortodontik kök rezorpsiyonunun miktarı ve şiddeti üzerinde diş tipinin etkili olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır. Sameshima ve arkadaşlarına göre, apikal kök rezorpsiyonu özellikle anterior dişlerde meydana gelmektedir. Aynı çene üzerinde sağ ve sol taraf arasında bir farklılık bulunmazken, birinci premolar dişler ile ikinci premolar dişlerde benzer kök rezorpsiyonu görüldüğü bildirilmiştir. Alt ve üst molar ve premolar dişler karşılaştırıldığında ise kök rezorpsiyonları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Araştırmacılar, en fazla kök rezorpsiyonunun üst lateral dişlerde görüldüğünü ve bu diş sırasıyla üst santral, üst kanin, alt kanin, alt santral ve alt lateral kesici dişlerin takip ettiğini belirtmişlerdir (Sameshima ve Sinclair, 2001). En fazla kök rezorpsiyonunun üst lateral dişlerde görülmesinin sebebi olarak, anormal kök şeklinin en fazla gözleendiği diş olması, dens invajinatus gibi anomalilerin çoğunlukla bu dişlerde gözlenmesi, üçüncü molar ve ikinci premolar dişlerden sonra en fazla konjenital eksikliği görülen diş olması, daimi kanin dişinin erüpsiyonu sırasında üst lateral diş kökünü palatinal yüzeyinden rezorbe edebilme riskinin olması, premaksillanın gelişimi yetersiz

olduğunda lateral dişlerin köklerinin meziale eğimli ve ince olması ve ön segmentin distal yönde hareketinin gerektiği durumlarda hareketin en çok bu dişlerde gerçekleşmesi olarak rapor edilmiştir (Sameshima ve Sinclair, 2001).

Diğer yandan Jung ve Cho ise en fazla kök rezorpsiyonu görülen dişin üst santral kesici dişler olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu dişleri sırasıyla üst lateral kesici, alt santral kesici ve alt lateral kesici dişlerin takip ettiğini de bildirmişlerdir (Jung ve Cho, 2011).

Makedonas ve arkadaşlarının, 2013 yılında KIBT kullanarak yaptıkları çalışmalarında, 6 aylık aktif tedavi sonrasında oluşan kök rezorpsiyonunu tedavi sonu değerleri ile karşılaştırmışlardır. Kök rezorpsiyonunun üst çenede alt çeneye oranla daha fazla meydana geldiğini bildirmişlerdir (Makedonas ve ark., 2013).

4.8.2. Kök rezorpsiyonunun iyileşmesi

Ortodontik kuvvetin ortadan kalkmasının ya da kuvvetin eşik seviyenin altına inmesinin ardından kök rezorpsiyonunda iyileşme periyodunun başlayacağı düşünülmektedir (Rygh, 1977; Brudvik ve Rygh, 1995; Brudvik ve Rygh, 1995). Rezorpsiyondan tamir sürecine geçilebilmesi için, çevre dokudan aktif rezorpsiyon kraterlerinin içerisine fibroblast benzeri hücrelerin invazyon göstermesi gerektiği bildirilmiştir (Leandro ve ark., 2012).

Ortodontik kuvvetin sona ermesi ile başlayan kök rezorpsiyonunda tamir sürecinin, dişin gelişimi sırasında meydana gelen erken sementogenezis sürecine benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Brudvik ve Rygh, 1995; Brudvik ve Rygh, 1995). Sementogenetik tamir sürecinde malassez kökenli epitelyal hücrelerin önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Brice ve ark., 1991; Hasegawa ve ark., 2003). Rezorpsiyon alanları yeni sementin bu alanlarda birikmesi ve yeni periodontal ligamentin oluşumu ile tamir edilmektedir (Andreasen, 1973; Reitan, 1974; Barber ve Sims 1981; Brudvik ve Rygh, 1995).

Owmann-Moll ve arkadaşları ortodontik kök rezorpsiyonu kraterlerinde görülebilecek olası tamir seviyesini histolojik olarak üçe ayırmışlardır. Kısmi tamir; rezorpsiyon kavite yüzeyinin bazı bölgelerinin onarıcı sement (Selüler sement ya da

aselüler sement) ile kaplanması, fonksiyonel tamir; tamamının orijinal kök formu sağlanmadan onarıcı sement (selüler sement) ile kaplanması, anatomik tamir ise; bütün yüzeyinin kök formunun da yeniden şekillenerek onarıcı sement ile kaplanması olarak tanımlanmıştır (Owmann-Moll ve ark., 1995).

4.9. Alveol Kemiği

4.9.1. Alveol kemiği yapısı

Periodonsiyum; dişlerin fonksiyonda kalmasına destek olan, dişeti, periodontal ligament, sement ve alveol kemiğinden oluşan yapıdır. Bütün bu yapılar tek bir ünite halinde hareket eder ve bir patoloji ile birlikte tümü etkilenmektedir (Bartold ve ark., 2000).

Alveol kemiği, çenelerin alveol soketini oluşturan ve destekleyen parçasıdır. Alveol kemiğinin morfolojisini dişlerin şekli, büyüklüğü, lokasyonu ve fonksiyonu belirlemektedir (Carranza ve ark., 2006).

Carranza ve arkadaşları alveol kemiği kretinin mine-sement birleşimine olan mesafenin 1-3 mm arasında değişebileceğini rapor etmişlerdir (Carranza ve ark., 2006).

Periodontal membran ise diş kökleri ile alveolar kemik arasında bulunur, ortodontik diş hareketleri açısından önemli bir role sahiptir ve bu membranın kalınlığı 0,08-0,38 mm arasında değişmektedir. Bir dişe ortodontik kuvvet uygulandığında, bu kuvvetin etkisiyle dişin kökü, kuvvet yönünde alveol duvarına doğru periodontal aralık miktarı kadar hareket ederek duvara temas etmekte ve histolojik olaylar başlamaktadır. Kuvvetin süresi ve şiddetine bağlı olarak bu histolojik olaylar devam etmektedir.

4.9.2. Alveol kemiği özellikleri ve etkileyen faktörler

Kemiğin üçte ikisini inorganik madde, üçte birini ise organik madde oluşturmaktadır. İnorganik maddenin bileşenleri kalsiyum ve fosfattır (Glimcher, 1990). Organik maddenin ise %90'ı tip I kolajenden, geriye kalanı ise kolajen olmayan bazı proteinlerden

oluşmaktadır (Eastoe, 1956).

Normal kemik yapısında, devamlı olarak kemik oluşumu ile kemik yıkımı arasında bir dengenin varlığı söz konusudur. Bu oluşum ve yıkım, hücrelerin histolojik faaliyetlerine göre osteoblastik (oluşum) ve osteoklastik (yıkım) aktivite olarak isimlendirilmektedir. Bu oluşumlar süngerimsi kemiğin trabekülaları yüzeylerinde ve kortikal kemikten geçen damarların kanalları üzerinde meydana gelmektedir (Vaes, 1988).

Bir dişe optimal düzeyde kuvvet uygulandığında, basınç ve gerilim bölgeleri oluşmaktadır. Basınç bölgesinde, periodontal aralık daralmaktadır. Kuvvetin etkisiyle, bu aralıktaki bulunan liflerin çok fazla sıkışması sonucu kılcal damarlarda hiperemi görülmekte ve bölgede ortalama 2-3 gün sonra hücre proliferasyonu başlamaktadır. Hem periodontal aralıktaki hem de alveolar kemik yüzeyindeki hücreler daha sonra çok çekirdekli dev osteoklastlara dönüşmektedirler. Osteoklastlar da kemikte demineralizasyon sürecini başlatmaktadırlar. Arkasından organik matriks çözülerek birbirine komşu olan lakünalar genişlemekte ve birleşmektedirler. Bu sayede alveolar kemik yüzeyinde kemik rezorpsiyonları oluşmaktadır. Hafif kuvvetler uygulandıktan sonra meydana gelen bu rezorpsiyona direkt rezorpsiyon denilmekte ve ortalama 10 gün devam etmektedir.

Alveol kemik devamlı olarak yeniden şekillenmesi (remodeling) sebebiyle periodontal dokular içerisinde en az stabil kalan dokudur. Kemiğin yeniden şekillenmesi, lokal ve sistemik faktörlerden etkilenmektedir. Lokal faktörler; yaşa bağlı değişiklikler ve dişin fonksiyonel hareketleridir. Sistemik faktörler ise hormonlar olarak bildirilmiştir (paratiroid hormon, kalsitonin, vitamin D3). Alveol kemikte meydana gelen bu yeniden şekillenme, kemiğin kontürünü, yüksekliğini ve yoğunluğunu etkilemektedir. Ayrıca yaraların iyileşmesi, kemiğin kuvvetlere karşı direnç sağlaması ve şekil değiştirmesi yeniden şekillenme sayesinde oluşmaktadır (Carranza ve ark., 2006).

Alveol kemiğinin yoğunluğu ve yüksekliği, lokal ve sistemik faktörler tarafından düzenlenen yapım ve yıkım ile bir denge halindedir. Yıkımın yapımı geçtiği durumlarda kemik yoğunluğunda ve yüksekliğinde azalma meydana gelmektedir (Glickman, 1942; Glickman, 1951).

Literatürde alveol kemiği kalınlığı üzerine bireylerin dikey büyüme paterninin de

etkisi olduğu bildirilmiştir. Özdemir ve arkadaşları, farklı büyüme paternine sahip bireylerde alt ve üst çenedeki kortikal kemik kalınlığını değerlendirmek amacıyla, KIBT kullanarak yaptıkları çalışmada, kemik kalınlıklarının high angle büyüme paternine sahip bireylerde normal ve low angle bireylere oranla daha az olduğunu bildirmişlerdir (Özdemir ve ark., 2013).

Baysal ve arkadaşları ise Sınıf I maloklüzyona sahip bireylerin alt kesici dişlerinin pozisyonlarını ve kemik desteğini Sınıf II normal ve high angle maloklüzyona sahip bireylerle karşılaştırdıkları çalışmalarında; Sınıf II hastalarda bukkal alveolar kemik kalınlıklarının Sınıf I maloklüzyona sahip hastalara oranla daha ince olduğunu, high angle Sınıf II hastalarda normal Sınıf II hastalara oranla alt kesici dişlerin hareket alanının daha sınırlı olduğunu ve ortodontik tedavinin planlanma aşamasında dikey büyüme paterninin dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir (Baysal ve ark., 2013).

Wang ve arkadaşları, iskeletsel Sınıf III bireylerin alt kesici dişlerinin apeksleri etrafında Sınıf I bireylere oranla daha ince kemik olduğunu bildirmişlerdir (Wang ve ark., 2012).

4.9.3. Ortodontik tedavi ve alveol kemik kalınlığı

Dişlerin alveol kemiği içerisindeki dizilimi, diş köklerinin kemikle yaptığı açı ve dişlere uygulanan oklüzal kuvvetler alveol kemiğinin vestibül ve lingual kalınlığını ve yüksekliğini etkilemektedir (Elliot ve Bowers, 1963). Kesici dişler alveol kemiğin medular kısmında ise ve ayrıca vestibül ve lingualinde bulunan kas sistemi ile dengede ise optimal stabiliteye sahip olduğu bildirilmiştir. Kesici dişler bazal kemik içinde dik olarak yerleştirildiğinde köklerin etrafındaki kemik desteği gelişmekte ve daha sağlıklı bir periodontal yapıya sahip olmaktadır (Barrer ve Buchin, 1971). Diğer dişlere oranla daha vestibülde konumlanmış dişin vestibül alveol kenarı diğer dişlerin alveol kenarlarından daha apikalde yerleşmektedir. Bazı vakalarda ise kökün bir kısmı açıktadır. Bu şekilde görülen kemik kayıpları dehissens olarak adlandırılmaktadır. Bazı vakalarda ise, dişin kökleri etrafındaki kemik belli bölgelerde ortadan kalkar ve kökün bir kısmı bu pencereye benzeyen açık kısımdan görülebilir. Bu açıktaki kalan diş kökü kemiğin periostu

veya dişeti ile örtülü olabilir ve alveol kemiğinin kenar kısmı da mevcuttur. Bu durum ise fenestrasyon olarak isimlendirilmektedir (Elliot ve Bowers, 1963). Carranza ve arkadaşları dişlerin yaklaşık %20'inde dehissens ve fenestrasyon gibi defektlerin görülebildiğini, anterior dişlerin posterior dişlere oranla daha fazla etkilendiğini, alveol kemiğin vestibül yüzeyinde lingual yüzeyinden daha fazla görüldüğünü ve genellikle bilateral olduğunu bildirmişlerdir (Carranza ve ark., 2006). Bu tür defektlerin etiolojisi tam olarak bilinmemektedir. Fakat malpozisyonlar, belirgin kök kontürü, protruziv kök pozisyonuna ince kemik tabakasının eşlik ettiği durumlar tetikleyici etkenler olarak kabul edilebilmektedir (Elliot ve Bowers, 1963).

Literatürde, diş alveol kemikten dışarıya doğru itildiğinde kemik kayıplarının meydana gelme riskinin arttığı ve dişeti çekilmesi gibi mukogingival problemlerin ortaya çıktığı bildirilmiştir (Dorfman, 1978; Artun ve Krogstad, 1987; Yared ve ark., 2006).

Artun ve Krogstad, alt kesici dişlerin aşırı miktarda proklinasyonunun dişeti çekilmesi üzerindeki etkisini araştırmak için yaptıkları bir çalışmada, alt çene prognatisi olan ve ortognatik cerrahi ile tedavi edilen hastalardan klinik kron boyu, gingival kanama indeksi, plak indeksi, periodontal cep derinliği tespiti için ölçümler yapmıştır. Tedavi sırasında, sonrasında ve 3 yıllık takipte, kesici proklinasyonunun az miktarda yapıldığı hastalara oranla daha fazla dişeti çekilmesi görüldüğünü rapor etmişlerdir (Artun ve Krogstad, 1987).

Ortodontinin temel prensiplerinden biri, optimal kuvvetlerde kemiğin diş hareketini takip ettiğidir ve ortodontik diş hareketlerinde, alveol soketi etrafındaki kemiğin de o miktarda hareket ettiği anlamı taşımaktadır (Reitan, 1964). Diş hareketi elde etmek için uygulanan optimal kuvvet, periodontal ligamentteki hücrel aktiviteyi arttıracak ama aynı zamanda kan damarlarını tıkamayacak kadar yüksek olmalıdır. Ortodontik tedavi esnasında dişlere uygulanan kuvvetin büyüklüğü önem taşımaktadır. Ağır kuvvetler o bölgede hızlı ağrı oluşumuna, periodontal ligamentte bulunan hücrelerin nekrozuna ve ilgili dişin etrafındaki alveol kemikte rezorpsiyona sebep olmaktadır. Hafif kuvvetler ise periodontal ligamentte bulunan hücrelerin hayatta kalması açısından uyumludur ve diş soketinin yeniden şekillenmesine ağrısız bir şekilde imkan tanımaktadır (Proffit ve Field, 2000).

Ortodontik tedavi sırasında amaç; yeniden şekillenmeye izin verecek kuvvetler uygulamaktır. Aksi takdirde diş hareketi yönünde kemikte rezorpsiyon görülmesi nedeni ile hareket yönündeki kemikte incelme hatta bazen tamamen rezorpsiyon görülebilmektedir. Bu durum ortodontik tedavinin komplikasyonlarından biridir (Handelman, 1996). Biyolojik ve biyomekanik etkenler kök rezorpsiyonu, dişeti çekilmesi, dehisens, fenestrasyon gibi ortodontik tedavinin yan etkilerini belirleyen etkenlerdir (Thilander, 1992). Klinik incelemelerde, dişeti çekilmesi her zaman alveolar dehisens ile beraber görülmektedir. Fakat kemik kaybının dişeti çekilmesi ile aynı anda mı yoksa daha önce mi meydana geldiği bilinmemektedir (Engelking ve Zacrisson, 1982; Richman, 2011).

Rupprecht ve arkadaşları kafatasları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, çenelerdeki dehisens ve fenestrasyon varlığını, alveolar kemik kalınlığını, atrizyon miktarını, kök belirginliklerini ve ilgili dişin interproksimal kemik kaybını değerlendirmişlerdir. Dört mm ve üzerindeki kemik kayıplarını dehisens, kök yüzeyini açığa çıkaran lokalize kemik kayıplarını ise fenestrasyon olarak kabul etmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak; dehisens ve fenestrasyon varlığının mevcut ince alveolar kemik ile bağlantılı olduğunu, oklüzal atrizyonun ise kemik kaybı görülmesi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Rupprecht ve ark., 2001).

Alt çenede alveolar kemik sırtının kalınlığı, posterior bölgeden anterior bölgeye doğru belirgin bir şekilde azalmaktadır (Swasty ve ark., 2009). Bu sebeple, özellikle erişkinlerde olmak üzere ortodontik tedavi öncesinde kemik dehisensleri en fazla alt çene simfiz bölgesinde görülmektedir (Fuhrmann, 2002). Literatürde de dehisensin alt çenede, fenestrasyonun ise üst çenede daha sık görüldüğü rapor edilmiştir (Rupprecht ve ark., 2001; Evangelista ve ark., 2010).

4.10. Görüntüleme Teknikleri

Ortodontik anomalilerin teşhisinde ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kesin, yanılgısız sonuçlar elde edilebilmesi gerekmektedir. İki boyutlu radyografiler ile yapılan değerlendirmelerde, anatomik alanların görüntülenmesi sınırlı kalmaktadır. Üç

boyutlu yapıların iki boyutlu görüntülerini yansıtmaktadırlar. Üç boyutlu görüntüleme teknolojisinin gelişmesiyle, kafa-yüz bölgesinden alınan tomografi görüntüleri ile maksillofasiyal yapılar bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. (Mcnamara ve ark., 2003; Lagravere ve ark., 2008).

Tomografi tekniği hem kemiklerin hem de yumuşak dokuların incelenmesine izin vermektedir. Bir organdaki patolojik kitlelerin sınırları, büyüklüğü ve yapısı hakkında önemli veriler elde edilmesini sağlamaktadır (Hounsfield, 1973).

4.10.1. Bilgisayarlı tomografi

1970'lerin başında Bilgisayarlı Tomografinin tıp alanına girmesiyle diagnostik görüntüleme yeni bir dönem başlamıştır. Bilgisayarlı tomografileri, konvansiyonel (tek. kesitli, çok kesitli) tomografi ve konik ışınlı volumetrik tomografi olmak üzere sınıflandırmak mümkündür.

4.10.1.1. Konvansiyonel tomografi

Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi, Hounsfield tarafından 1972 yılında geliştirilmiştir. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografide, vücudun derinliklerine kadar detayları kesit kesit incelemek mümkündür.

Tomografi tekniği hem yumuşak dokuların kemiklerin hem de incelenmesine izin vermektedir. Bir organdaki patolojik kitlelerin büyüklüğü, sınırları ve yapısı hakkında önemli veriler elde edilmesini sağlamaktadır (Hounsfield, 1973). Hekimlerin ancak cerrahi işlem ile elde edebilecekleri bilgileri sunduğu için tıp alanında kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

Avantajları arasında sert ve yumuşak dokuları gerçeğe yakın olarak göstermesi ve uygulanan analizlerin güvenilirliği ve doğruluğunun yüksek oluşu avantajları arasındadır. Dezavantajları ise, hastanın bir masa üzerinde yatar pozisyonda taranması sebebiyle yumuşak doku deformasyonlarının oluşabilmesi, artefaktlar nedeniyle detaylı incelemenin mümkün olmaması, radyasyon dozunun fazla olması ve ekonomik

olmamasıdır (Swennen ve Schutyser, 2006).

4.10.1.2. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi

Bilgisayarlı tomografi cihazlarının yaydığı x ışınının dozunu azaltmak amacıyla yeni teknolojiler üzerinde çalışılmıştır. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografinin bu gibi dezavantajlarını ortadan kaldırmak için yapılan bu çalışmalar sonucunda konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) geliştirilmiştir.

2008 yılında Goldman konvansiyonel tomografilerde, x-ışınının tüp ile dedektör arasında iki boyutlu bir geometriye sahipken, konik ışınli bilgisayarlı tomografilerin üç boyutlu bir geometriye sahip olduğunu bildirmiştir (Goldman, 2008).

KIBT’de tüp ve dedektörün tek turu ile kafa ve yüz bölgesinin büyük bir kısmı taranabilmektedir (Swennen ve Schutyser, 2006). KIBT’de hastalar oturur pozisyonda da taranabilmesi yumuşak dokuların distorsiyona uğramasını önlemektedir. (Caloss ve ark., 2007). KIBT’de ağız içindeki protezler veya metal aygıtlar sebebiyle oluşan artefaktlar konvansiyonel BT’lerden daha azdır. Fakat aynı yoğunluğa sahip kemik, kranial kaidede farklı, menton bölgesinde farklı görüntü değerine sahip olmaktadır (Swennen ve Schutyser, 2006). Daha az radyasyona maruz kalınması, daha hızlı görüntü eldesi, daha ucuz radyasyon dedektörüne sahip olması, görüntü distorsiyonunun daha az olması ve hasta hareketine bağlı oluşan artefaktların en aza indirgenmesi KIBT’lerin, konvansiyonel tomografilere olan üstünlükleri arasında sayılabilir (Scarfe ve Farman, 2008).

Ortodontik anomalilerin teşhisi ve tedavi planlarının değerlendirilmesi uzun yıllar boyunca iki boyutlu görüntüleme yöntemleriyle yapılmıştır. Günümüzde ise KIBT’in giderek artan üstünlükleri sebebiyle ortodontide kullanımı önem kazanmıştır (Park ve ark., 2006). KIBT ile verilen efektif x ışını dozu panoramik bir radyografiye oranla daha fazlayken konvansiyonel tomografilere oranla daha düşüktür. Bu durum her hastadan rutin olarak KIBT alınmasını gerektirmese de “minimal doz ile en iyi görüntüyü elde etme prensibi” göz önüne alınarak endikasyon açısından KIBT’in ön plana çıkmasını sağlamaktadır. (Amano ve ark., 2006).

KIBT özellikle diş hekimliği ile ilgili yapıların görüntülenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Üst çenenin dişsel ve iskeletsel değişikliklerini görüntülemek için yeterli görüntü sağlamaktadır. Yeni nesil KIBT tarayıcılarında daha iyi x ışını foton kullanımını sağlayan konik ışın geometrisi kullanılmaktadır. Bir kafa KIBT'ı için ışına maruz kalma süresinin, bir panoramik radyografiyle eşdeğer olduğu bildirilmiştir (Scarfe ve ark., 2010).

Ortodontistler hastaların genellikle profil görüntülerini değerlendirse de hastalar daha çok cephe görünümünü önemsemektedirler. Süperimpozisyon, distorsiyon ve hastanın konumundan etkilenmeyen KIBT görüntülerinde, sert ve yumuşak dokuların sağ ve sol anatomik noktalarının doğrusal ve hacimsel ölçümünü yapmak mümkündür (Macchi ve ark., 2006; Sherrard ve ark., 2010; Stratemann ve ark., 2010).

KIBT'den elde edilen üç boyutlu görüntüler ile kafatasının kendisi ile yapılan ölçümler kıyaslanınca KIBT'in altın standart olduğu ve hata payının yüzde birden az olduğu bildirilmiştir (Lagravere ve ark., 2008).

Molen 2010'da yaptığı bir çalışmada 3 mm'den küçük vokseller boyutlarının alveolar kemiği detaylı görebilmek için daha iyi bir uzaysal rezolüsyon sağlamakta olduğunu bildirmiştir (Molen, 2010).

KIBT tekniğinin ortodontideki kullanım alanları oldukça geniştir. Özellikle gömük dişleri olan olgularda KIBT verilerinin incelenmesinden sonra ortodontik tedavi planlamasının değiştiği, daha kolay ve kesin olduğu bildirilmiştir (Miracle ve Mukherji, 2009). Dişlerin kök yüzeylerindeki rezorpsiyonlar da KIBT ile değerlendirilebilmektedir. (Hechler, 2008). Konvansiyonel yöntemlerde anatomik bölgelerin süperpoze olması nedeniyle pek mümkün olmamaktadır. KIBT görüntülerinde ise daha iç bölgelerde yer alan anatomik yapılar incelenebilmekte, kraniofasiyal kompleksin görüntüsünün farklı açılardan incelenmesi ile deformasyon hakkında bilgi edinilebilmektedir (Kishi ve ark., 1997; Scarfe ve ark., 2010).

Shokri ve arkadaşlarının, 2013 yılında eksternal kök rezorpsiyonunun teşhis edilmesinde konvansiyonel radyografiler, dijital radyografiler ve KIBT'i karşılaştırdıkları çalışmalarında şu sonuçlara ulaşımlardır:

- Küçük kaviteğin tespit edilmesinde en yüksek hassasiyete KIBT sahipken, bunu sırasıyla konvansiyonel filmler ve dijital radyografiler takip etmektedir.

- Dijital görüntüleme sistemlerinin konvansiyonel radyografilere göre farklı büyüklük ve yerleşimlerdeki rezorpsiyonların tespit edilmesinde üstünlükleri bulunmamaktadır.
- KIBT ile diğer yöntemler arasında apikal bölge dışında kökün diğer yerlerindeki kaviteilerin tespit edilmesinde herhangi bir fark bulunmamaktadır. Apikal bölgede bulunan rezorpsiyonların tespit edilmesinde ise tek geçerli yöntem KIBT'dir (Shokri ve ark., 2013).



5. BİREYLER VE YÖNTEM

5.1. Bireyler

Retrospektif olarak planlanan çalışmaya başlamadan önce Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Komitesi onayı alınmıştır (Protokol No: 2016-40). Daha sonra Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı arşivinde 2011-2015 yılları arasında tedavi edilen ön açık kapanışa sahip hastaların kayıtları taranmıştır. Tedavi protokolünde eğimli ark telleri ve ön dikey elastikler kullanılan 43 hasta seçilmiş ve bu hastalar bahsi geçen mekaniğine ek olarak piezo cerrahi uygulanıp uygulanmamasına göre 2 gruba ayrılmıştır. Grup 1 piezo cerrahi uygulanan 25 hastadan oluşmuştur. Grup 2 ise piezo cerrahi uygulanmayan 18 kişiden oluşmuştur. Hasta seçimi yapılırken taranan dosyalarda tedavi protokollerinin detaylı olarak yer almasına, aynı tedavi mekaniği ve retansiyon protokolü uygulanmış olmasına ve kayıtlarının eksiksiz olmasına dikkat edilmiştir. Hastaların tedavi başlangıcına ait fotoğrafları, modelleri, panoramik, sefalometrik ve üç boyutlu görüntüleri olmak üzere tüm kayıtları arşivden taranmıştır. Tedavi öncesi yapılan sefalometrik değerlendirmeye göre dental veya hafif iskeletsel açık kapanışı olup, Sınıf I veya hafif Sınıf II ve Sınıf III iskeletsel ilişkiye sahip olan hastalar seçilmiştir. Daha sonra bu hastalar arasından rest pozisyonunda alınmış cephe fotoğraflarında keser görünümü normal veya az olan ve modellere göre eksik dişi bulunmayan hastalar seçilmiştir.

G*Power programı kullanılarak yapılan Power analizi sonucunda çalışmanın %80 güvenilirlikte olması ve %5 anlamlılık düzeyinde olması için örneklem sayısının minimum 18 olması gerektiği saptanmıştır.

Çalışmaya dahil olma kriterleri aşağıda belirtildiği gibidir:

- Hastanın herhangi bir sistemik, hormonal veya konjenital rahatsızlığının bulunmaması
- Sınıf I veya hafif Sınıf II iskeletsel maloklüzyonunun olması

- Sınıf I, hafif Sınıf II veya III dişsel maloklüzyonunun olması
- Dental ve/veya hafif iskeletsel ön açık kapanışının olması
- Normal veya hafif artmış yüz yüksekliğinin olması
- İstirahat durumunda üst keser görünümü çok artmamış olması
- Yaşları 12-25 arasında olan servikal vertebral maturasyon metoduna göre büyümesi durmuş veya postpeak dönemde olması
- Dental arkta eksik dişi olmaması
- Kronik ya da aktif periodontal rahatsızlığının bulunmaması
- Arşiv kayıtlarının eksiksiz olması, tedavi başı ve sonu KIBT kayıtlarının tam olması ve kayıtlarının bilimsel amaçlı kullanılması ile ilgili aydınlatılmış onam formlarının bulunması

Çalışmadan çıkarılma kriterleri de aşağıda belirtildiği gibidir:

- Herhangi bir sistemik, hormonal veya konjenital rahatsızlığın varlığı
- İlaç kullanıyor olması
- Kemik metabolizmasında bozukluğunun bulunması
- Büyüme ve gelişimin aktif döneminde olması
- İskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip olması
- Şiddetli Sınıf II maloklüzyona sahip olması
- Elastiklerini düzenli kullanmadığının belirtilmesi
- Arşiv kayıtlarında eksikliklerin bulunması

5.2. Yöntem

5.2.1. Tedavi protokolü

Hasta dosyalarından elde edilen bilgilere göre, üst çene darlığı mevcut olan hastalarda tedaviye hızlı üst çene genişletmesi ile başlanmıştır. Ancak kortikotomi destekli genişletme gereken hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Genişletme yapılan hastalarda aparey 3 ay ağızda bırakıldıktan sonra konsolidasyon süresi tamamlandığında genişletme

yapılmayan hastalarla aynı şekilde tedavisine devam edilmiştir. Bu tedavi protokolünde tüm hastalarda 0,22 slot MBT Gemini (3M Unitek) braketerler kullanılmıştır. Alt ve üst ikinci molarlar da dahil olmak üzere tüm dişler arka dahil edilmiştir. Çapraşıklığın derecesine göre seviyeleme için sırasıyla 0,014; 0,016; 0,016×0,022 inç Nikel Titanyum (NiTi) teller kullanılmıştır.

Seviyeleme sonunda sağ ve sol tarafta simetrik Sınıf I, hafif Sınıf II veya III kanin ilişkisi olan, alt ve üst orta hatları çakışan hastalara açık kapanışın düzeltilebilmesi amacıyla eğimli arklar takılmış ve ön dikey elastikler kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bolton fazlalığı olan veya orta hatlarda sapması olan hastalarda önce bu problem çözülmüştür. Bunun için bazı hastalarda stripping yapılmış ve dental arklar çakışacak şekilde dişler arkta sıralandıktan sonra eğimli arklara ve ön dikey elastiklere geçilmiştir.

Üst çenede 0,017×0,025 abartılmış spee eğimli nikel titanyum ark teli, alt çenede ise 0,017×0,025 ters spee eğimli nikel titanyum ark teli kullanılmıştır. Anterior bölgede elastik kullanılabilmek için üst ve alt çenede hem sağ hem de sol tarafta, santral ve lateral dişler arasına cerrahi hooklar yerleştirilmiştir. Eğimli arklara ve elastiklere geçildiği seans Grup 1’de piezo cerrahi uygulanmış, Grup 2’de ise herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Piezo cerrahi uygulanan hastalarda Mectron marka Piezosurgery 3 cihazının kullanıldığı, lokal anesteziyi takiben hastaların sağ ve sol üst çene kanin ve 7 numaralı dişler arasındaki tüm dişlerin kökleri arasına no:15c bistüri ile gingival papilin 4 mm üstünden, yapışık dişeti üzerinde, piezo bıçağının ucunun girebileceği kadar (yaklaşık 2 mm) uzunlukta insizyon yapıldığı ve bu işlemi takiben OT7 numaralı piezo ucu ile bu açıklıktan girilerek yaklaşık 3 mm derinliğinde alveolar kortikal kesiler yapıldığı bildirilmiştir.

Grup 1 hastalardaki piezo cerrahi işlemi takiben, Grup 2’de ise piezo cerrahi uygulanmadan anterior bölgeye yerleştirilen hooklara ve kanin dişlerin braketerlerine sağ ve sol tarafta birer tane olmak üzere çeneler arası elastik kullanılmaya başlanmıştır. Elastiklerin kuvvetinin tek taraflı 100 g olacak şekilde ayarlandığı bildirilmiştir. Ortalama 2-3 mm pozitif overbite ilişkisi elde edilene kadar elastikler yemek haricinde tüm gün kullanılmaya devam edilmiştir. Daha sonra molar dişlerdeki devrilmeleri düzeltmek amacıyla 0,017×0,025 alt ve üst düz paslanmaz çelik tellere geçilmiş, 6-8 hafta daha aynı yerlerden elastik kullanımına devam edilmiştir. Her hastada Sınıf I dental ilişkisi, ideal

overbite ve overjet ilişkisi elde edilen kadar tedavilerine devam edilmiştir.

5.3. Kayıtların Toplanması

Dosyalardan elde edilen bilgilere göre, tüm hastaların üç boyutlu görüntüleri aynı konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazıyla çekilmiştir. Görüntüler eğimli arklara ve piezo cerrahi protokolüne geçilmeden hemen önce (T0) ve yeterli overbite ilişkisi sağlanıp 6-8 hafta daha düz çelik teller üzerinde molar dişlerin kökleri düzeline kadar elastik kullanımına devam ettikten sonra (T1) alınmıştır.

Tüm üç boyutlu görüntüler rutinde yapıldığı üzere hastaların Frankfurt düzlemleri yere paralel, başları dik ve dişleri sentrik oklüzyonda iken alınmıştır. Hastanın baş pozisyonunun sabitlenebilmesi için iki tane lazer ışın hüzmesi kullanılmaktadır. Bunlardan biri Frankfurt düzlemine paralel, diğeri de hastanın yüzünün orta hattından geçecek şekilde yere diktir. Hastalara çekim esnasında yutkunmamaları, başlarını veya dillerini oynatmamaları tembih edilmiştir. Hastanın, tarama esnasında baş hareketlerini engellemek için alından sabitleme yapılmıştır.

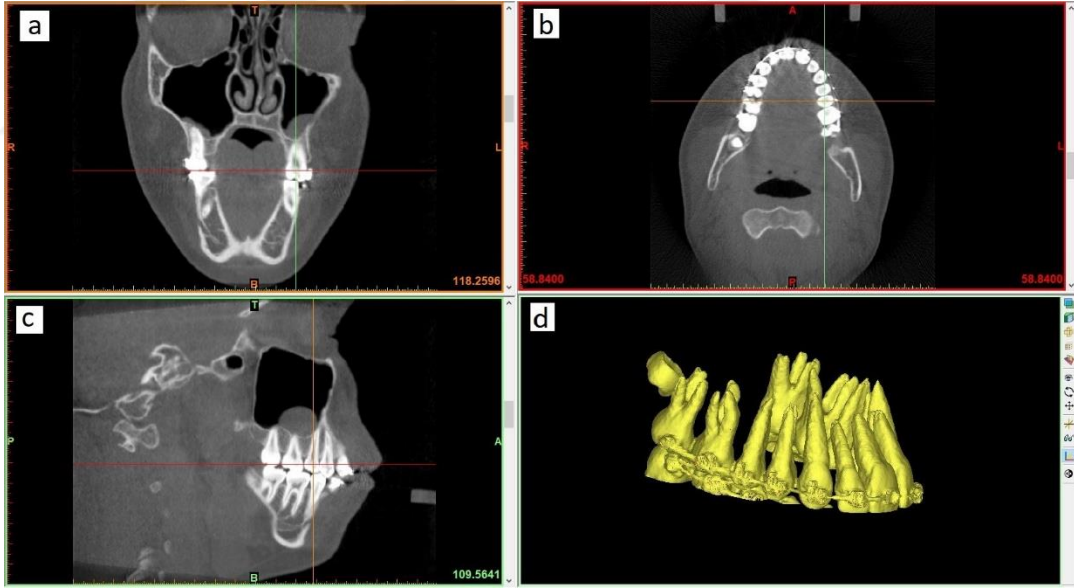
Kullanılan KIBT cihazının teknik özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Iluma Imtec Imaging (3M firması)
- Fokal spot: 0,3 mm x 0,3 mm
- X ışını tüpü 20 KV ile çalışır
- X ışını akımı: 1-4 mA
- Dedektör boyutu: 9,5 cm x 24,5 cm
- 360° rotasyonla tarama yapar
- Radyasyon miktarı: Maksimum 58 mikro sievert
- Tarama zamanı maksimum 40 saniye, minimum 7,8 saniye
- Görüntüleme alanı: 14,2 x 21,1 cm
- Voksel boyutu: 0,0936 mm
- Grey skalası: 14 bit

5.4. Dişlerin Segmentasyonu

Tüm hastaların DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) verileri MIMICs 19.0® (Materialise, Leuven, Belçika) yazılımına aktarılmış ve üç boyutlu görüntüler elde edilmiştir. MIMICs programında görüntüler ekranda dört bölümde gösterilmektedir (Resim 1):

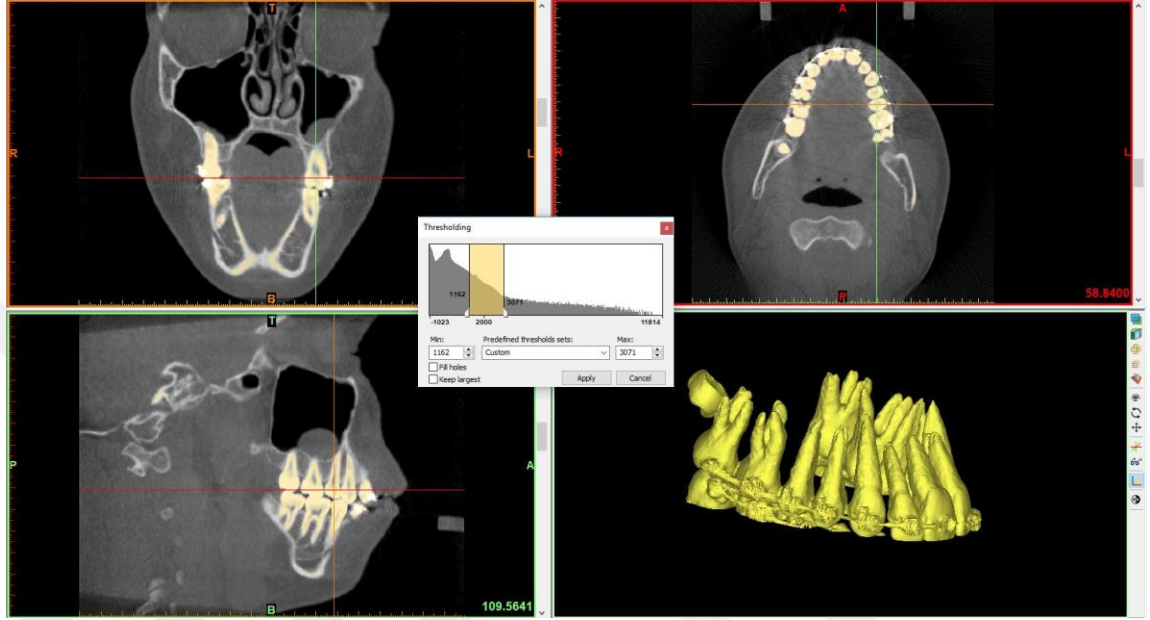
- Aksiyel görüntü
- Koronal görüntü
- Sagittal görüntü
- Üç boyutlu görüntü



Resim 1: Ekranda bulunan görüntüler: a: koronel kesit; b: aksiyel kesit; c: sagittal kesit; d: üç boyutlu görüntü

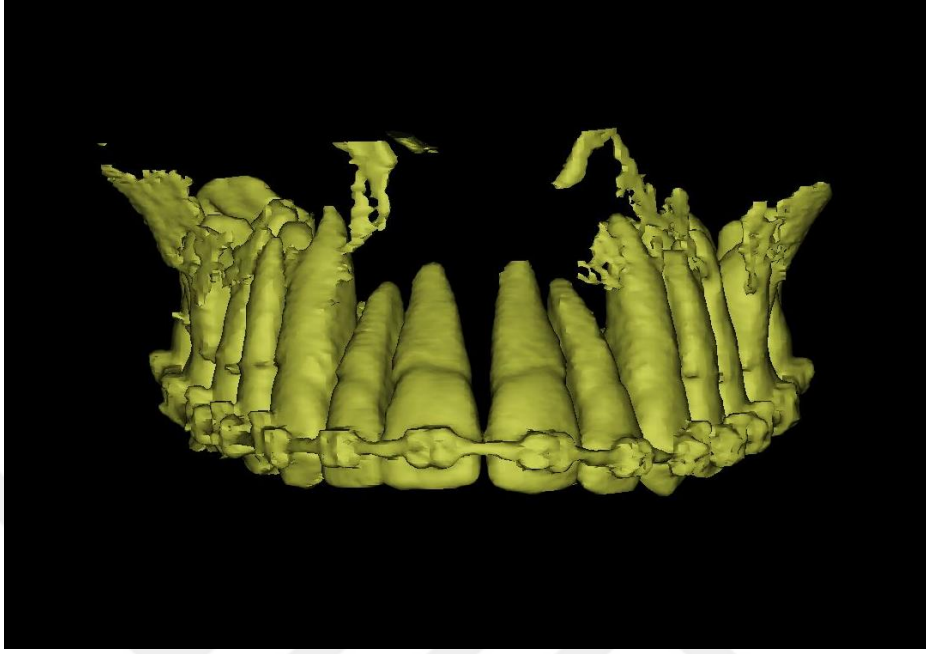
KIBT görüntüleri üzerinde ilk olarak dişler için ideal eşik değerleri (Hounsfield Unit-HU) belirlenmiştir (Resim 2). Bu işlem sırasında diş konturunun tam olarak elde edilmesi ve madde kayıplarının olmaması istenirken, diş çevreleyen dokuların en az miktarda görüntü içerisinde olması amaçlanmaktadır. HU değeri her hasta için ayrı ayrı

belirlenmiştir, ancak aynı hasta için T0 ve T1 dönemlerinde aynı HU değerleri kullanılmıştır.

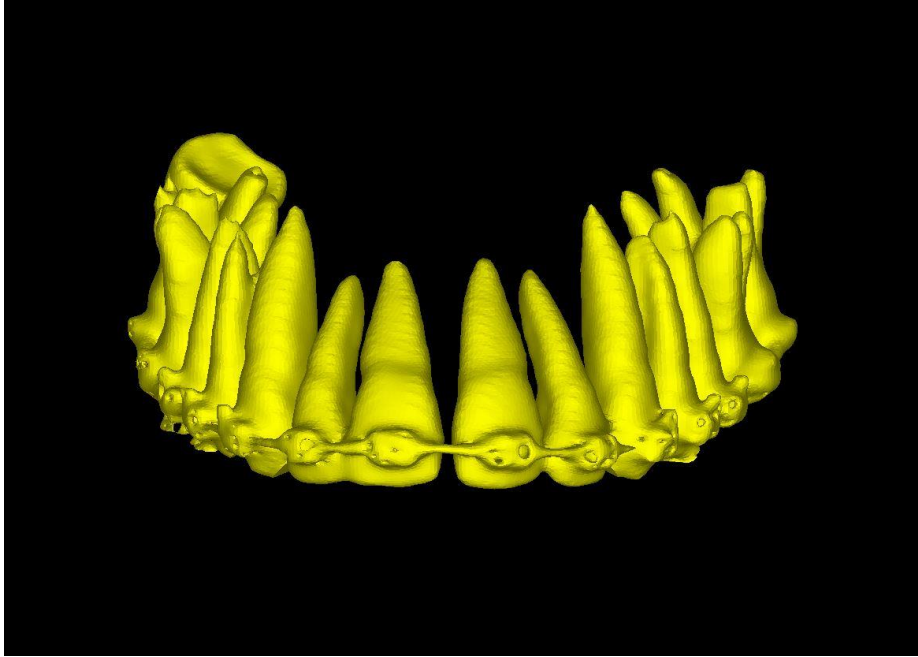


Resim 2: Yoğunluk aralığının belirlenmesi

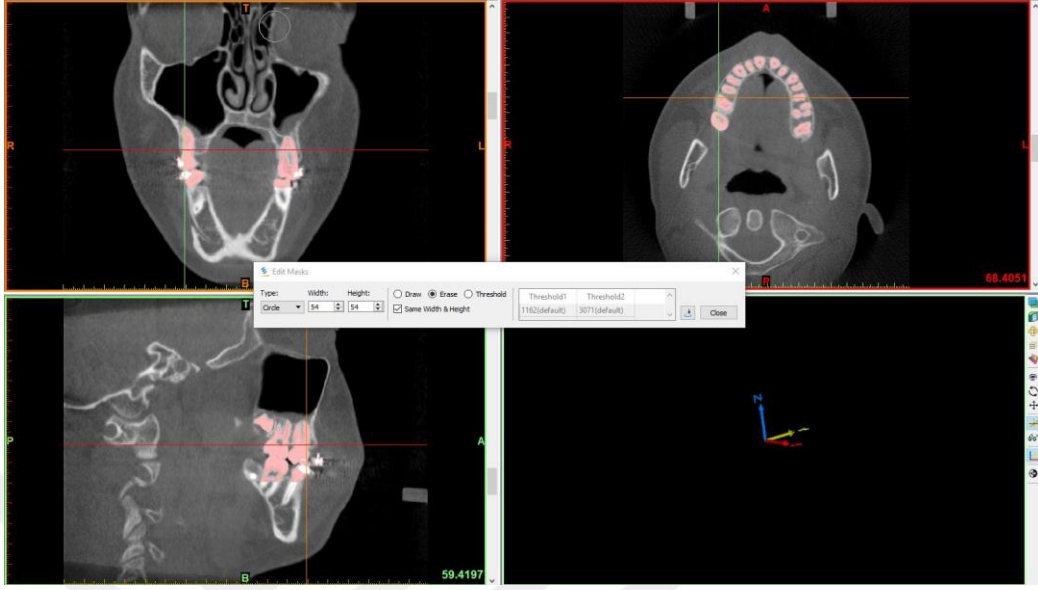
Daha sonra “crop mask” fonksiyonu ile ölçüm yapılacak alanlar (sağ ve sol tarafta birinci ve ikinci premolar ve molar dişler) diğer alanlardan ayrılmıştır. “Region growing” sekmesi sayesinde artefakt görüntüler ile devamlılığı olmayan kemik parçaları görüntüden uzaklaştırılmış ve “calculate 3D mask” sekmesi seçilerek üç boyutlu modeller elde edilmiştir (Resim 3). Bu işlem sonrasında yine de kaçınılmaz olarak diş dokuları ile benzer HU değerlerine sahip çevre kemik dokuları da görüntü içerisine girebilmektedir. Bu nedenle çevre dokular “edit mask in 3D” fonksiyonu yardımıyla büyük oranda uzaklaştırılmıştır (Resim 4). Kalan artefaktlar ise “edit mask” fonksiyonu kullanılarak manuel yolla uzaklaştırılmıştır (Resim 5). Böylece sağ ve sol tarafta bulunan 1. premolar, 2. premolar, 1. molar ve 2. molar dişlerin segmentasyonu tamamlanarak ve üç boyutlu modelleri oluşturulmuştur (Resim 6).



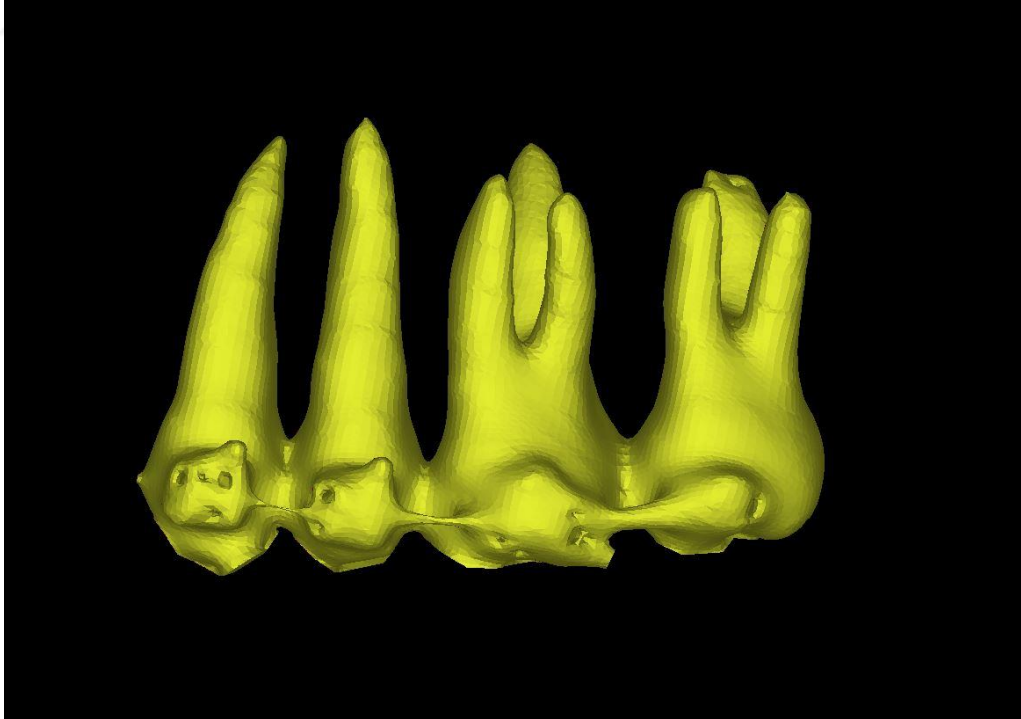
Resim 3: Üç boyutlu modellerin oluşturulması



Resim 4: “Edit Mask in 3D” fonksiyonu ile büyük ölçekli temizlik yapılması



Resim 5: “Edit mask” fonksiyonu ile her kesitin ayrıca temizlenmesi



Resim 6: Tamamlanmış olan segmentasyon görüntüsü

Tedavi mekaniği öncesi ve sonrası değişimlerin değerlendirilebilmesi amacıyla MIMICs yazılımında analiz programı kullanılarak belirli noktalar, düzlemler ve ölçümler tanımlanmıştır.

5.5. Üç Boyutlu Görüntülerde Kullanılan Noktalar, Referans Düzlemleri ve Ölçümler

5.5.1. Noktalar

Referans düzlemlerinin oluşturulabilmesi ve ölçümleri yapılabilmesi amacıyla bazı noktalar kullanılmıştır. Tüm noktalar kesitler üzerinde yerleştirilmiş, hatalı konumlandırılmasının engellenebilmesi için tüm kesitlerdeki görüntüsünün doğru olduğuna dikkat edilmiştir.

Üst 1. molar dişlerde kullanılan noktalar:

Sol üst 1. molar CEJ (Cemento-Enamel Junction) bukkal (UL6b): sol üst 1. molar dişin bukkal mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 7)

Sol üst 1. molar mezio-bukkal kök ucu (L6MB): sol üst 1. molar dişin mezio-bukkal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 1. molar disto-bukkal kök ucu (L6DB): sol üst 1. molar dişin disto-bukkal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 1. molar palatinal kök ucu (L6P): sol üst 1. molar dişin palatinal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 1. molar CEJ palatinal (UL6p): sol üst 1. molar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 8)

Sol üst 1. molar fissür (UL6k): sol üst 1. molar dişin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktası (Resim 9)

Sol üst 1. molar trifurkasyon (UL6f): sol üst 1. molar diş köklerinin trifurkasyon noktası (Resim 10)

Sağ üst 1. molar CEJ bukkal (UR6b): sağ üst 1. molar dişin bukkaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Sağ üst 1. molar mezio-bukkal kök ucu (R6MB): sağ üst 1. molar dişin mezio-bukkal kök ucu

Sağ üst 1. molar disto-bukkal kök ucu (R6DB): sağ üst 1. molar dişin disto-bukkal kök ucu

Sağ üst 1. molar palatinal kök ucu (R6P): sağ üst 1. molar dişin palatinal kök ucu

Sağ üst 1. molar CEJ palatinal (UR6p): sağ üst 1. molar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Sağ üst 1. molar fissür (UR6k): sağ üst 1. molar dişin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktası

Sağ üst 1. molar trifurkasyon (UR6f): sağ üst 1. molar diş köklerinin trifurkasyon noktası

Üst 2. molar dişlerde kullanılan noktalar:

Sol üst 2. molar CEJ bukkal (UL7b): sol üst 2. molar dişin bukkal mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 7)

Sol üst 2. molar mezio-bukkal kök ucu (L7MB): sol üst 2. molar dişin mezio-bukkal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 2. molar disto-bukkal kök ucu (L7DB): sol üst 2. molar dişin disto-bukkal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 2. molar palatinal kök ucu (L7P): sol üst 2. molar dişin palatinal kök ucu (Resim 7)

Sol üst 2. molar CEJ palatinal (UL7p): sol üst 2. molar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 8)

Sol üst 2. molar fissür (UL7k): sol üst 2. molar dişin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktası (Resim 9)

Sol üst 2. molar trifurkasyon (UL7f): sol üst 2. molar diş köklerinin trifurkasyon noktası (Resim 10)

Sağ üst 2. molar CEJ bukkal (UR7b): sağ üst 2. molar dişin bukkaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Sağ üst 2. molar mezio-bukkal kök ucu (R7MB): sağ üst 2. molar dişin mezio-bukkal kök ucu

Sağ üst 2. molar disto-bukkal kök ucu (R7DB): sağ üst 2. molar dişin disto-bukkal kök ucu

Sağ üst 2. molar palatinal kök ucu (R7P): sağ üst 2. molar dişin palatinal kök ucu

Sağ üst 2. molar CEJ palatinal (UR7p): sağ üst 2. molar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Sağ üst 2. molar fissür (UR7k): sağ üst 2. molar dişin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktası

Sağ üst 2. molar trifurkasyon (UR7f): sağ üst 2. molar diş köklerinin trifurkasyon noktası

Üst 1. premolar dişlerde kullanılan noktalar:

Sol üst 1. premolar CEJ bukkal (UL4b): sol üst 1. premolar dişin bukkaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 7)

Sol üst 1. premolar kök ucu (UL4a): sol üst 1. premolar dişin kök ucu (Resim 7)

Sol üst 1. premolar bukkal tüberkül (UL4bk): sol üst 1. premolar dişin bukkal tüberkül tepesi (Resim 7)

Sol üst 1. premolar CEJ palatinal (UL4p): sol üst 1. premolar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası (Resim 8)

Sağ üst 1. premolar CEJ bukkal (UR4b): sağ üst 1. premolar dişin bukkaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Sağ üst 1. premolar kök ucu (UR4a): sağ üst 1. premolar dişin kök ucu

Sağ üst 1. premolar bukkal tüberkül (UR4bk): sağ üst 1. premolar dişin bukkal tüberkül tepesi

Sağ üst 1. premolar CEJ palatinal (UR4p): sağ üst 1. premolar dişin palatinaldeki mine-sement birleşim hattının orta noktası

Üst 2. premolar dişlerde kullanılan noktalar:

Sol üst 2. premolar CEJ bukkal (UL5b): sol üst 2. premolar dişin bukkaldeki mine-
sement birleşim hattının orta noktası (Resim 7)

Sol üst 2. premolar kök ucu (UL5a): sol üst 2. premolar dişin kök ucu (Resim 7)

Sol üst 2. premolar bukkal tüberkül (UL5bk): sol üst 2. premolar dişin bukkal tüberkül
tepesi (Resim 7)

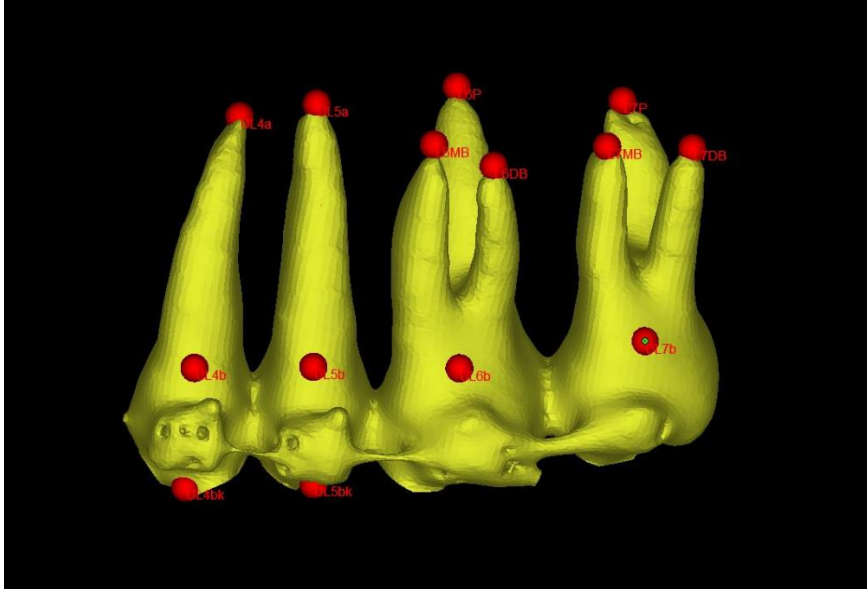
Sol üst 2. premolar CEJ palatinal (UL5p): sol üst 2. premolar dişin palatinaldeki mine-
sement birleşim hattının orta noktası (Resim 8)

Sağ üst 2. premolar CEJ bukkal (UR5b): sağ üst 2. premolar dişin bukkaldeki mine-
sement birleşim hattının orta noktası

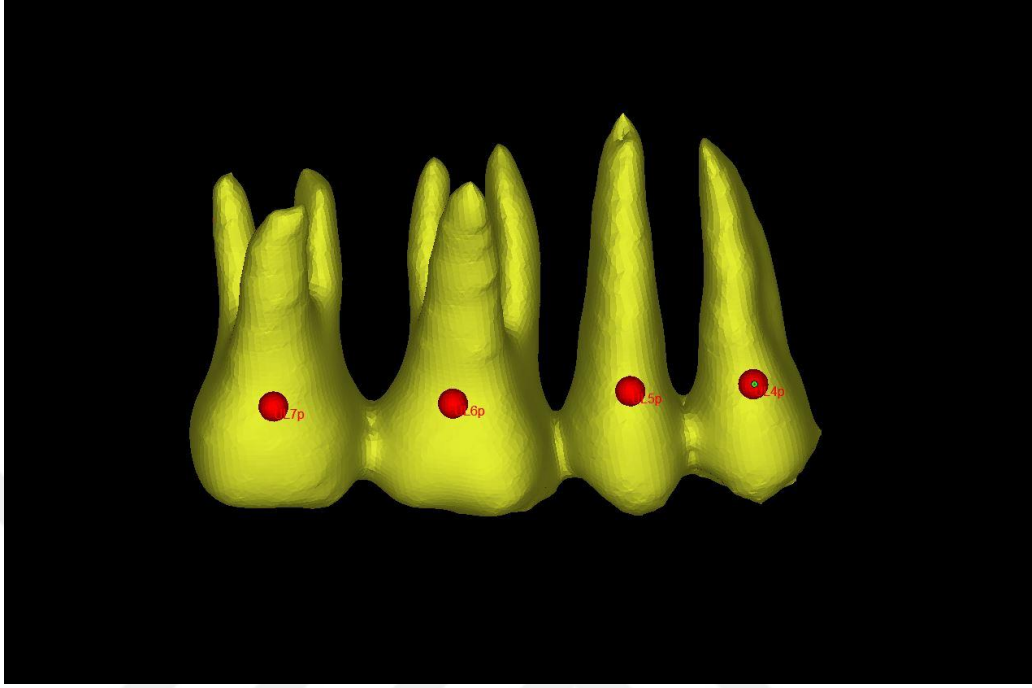
Sağ üst 2. premolar kök ucu (UR5a): sağ üst 2. premolar dişin kök ucu

Sağ üst 2. premolar bukkal tüberkül (UR5bk): sağ üst 2. premolar dişin bukkal
tüberkül tepesi

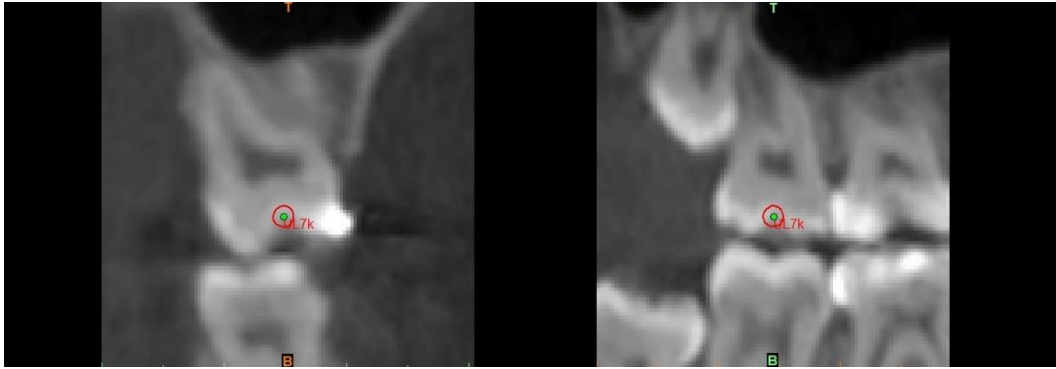
Sağ üst 2. premolar CEJ palatinal (UR5p): sağ üst 2. premolar dişin palatinaldeki
mine-sement birleşim hattının orta noktası



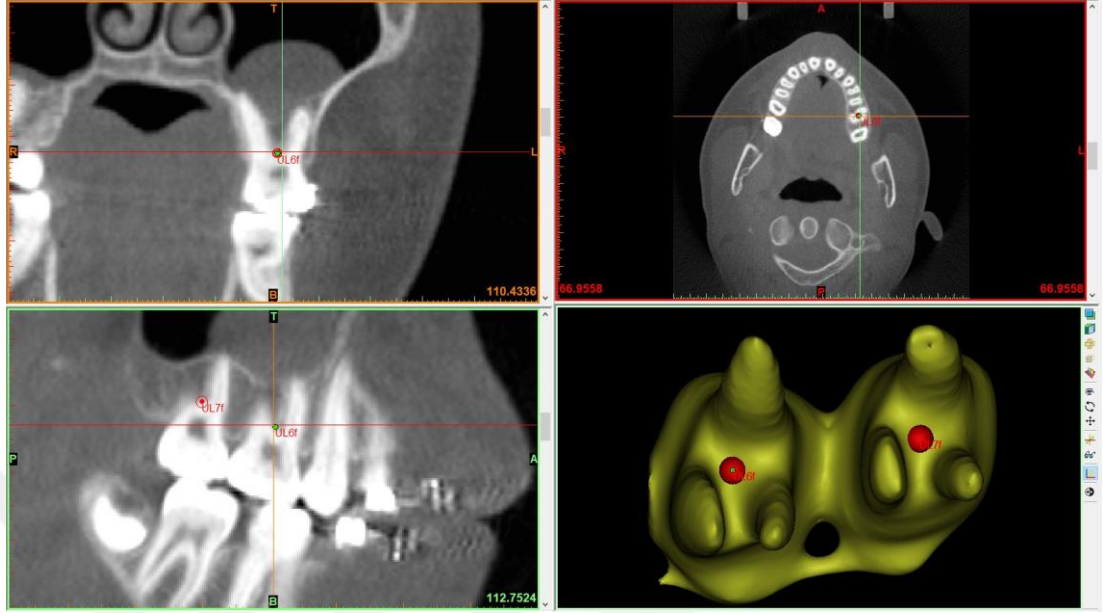
Resim 7: Üç boyutlu modeller üzerinde noktaların belirlenmesi



Resim 8: Üç boyutlu modeller üzerinde palatinal mine sement noktalarının belirlenmesi



Resim 9: Molar dişlerin oklüzal yüzeyindeki fissürün en derin noktasının belirlenmesi



Resim 10: Molar dişlerin trifurkasyon noktalarının belirlenmesi

5.5.2 Düzlemler

Yukarıda belirtilen noktalar kullanılarak her bir diş için ayrı düzlem oluşturulmuştur.

Üst 1. molar dişlerde kullanılan düzlemler

Sol üst 1. molar uzun aks düzlemi (UL6aks): UL6f, UL6b ve UL6k noktalarından geçen düzlem (Resim 11)

Sol üst 1. molar CEJ düzlemi (UL6cej): UL6b, UL6p noktalarından geçen ve UL6aks düzlemine dik olan düzlem (Resim 11)

Sağ üst 1. molar uzun aks düzlemi (UR6aks): UR6f, UR6b ve UR6k noktalarından geçen düzlem

Sağ üst 1. molar CEJ düzlemi (UR6cej): UR6b, UR6p noktalarından geçen ve UR6aks düzlemine dik olan düzlem

Üst 2. molar dişlerde kullanılan düzlemler

Sol üst 2. molar uzun aks düzlemi (UL7aks): UL7f, UL7b ve UL7k noktalarından geçen düzlem (Resim 11)

Sol üst 2. molar CEJ düzlemi (UL7cej): UL7b, UL7p noktalarından geçen ve UL7aks düzlemine dik olan düzlem (Resim 11)

Sağ üst 2. molar uzun aks düzlemi (UR7aks): UR7f, UR7b ve UR7k noktalarından geçen düzlem

Sağ üst 2. molar CEJ düzlemi (UR7cej): UR7b, UR7p noktalarından geçen ve UR7aks düzlemine dik olan düzlem

Üst 1. premolar dişlerde kullanılan düzlemler

Sol üst 1. premolar uzun aks düzlemi (UL4aks): UL4a, UL4b ve UL4bk noktalarından geçen düzlem (Resim 12)

Sol üst 1. premolar CEJ düzlemi (UL4cej): UL4b, UL4p noktalarından geçen ve UL4aks düzlemine dik olan düzlem (Resim 12)

Sağ üst 1. premolar uzun aks düzlemi (UR4aks): UR4a, UR4b ve UR4bk noktalarından geçen düzlem

Sağ üst 1. premolar CEJ düzlemi (UR4cej): UR4b, UR4p noktalarından geçen ve UR4aks düzlemine dik olan düzlem

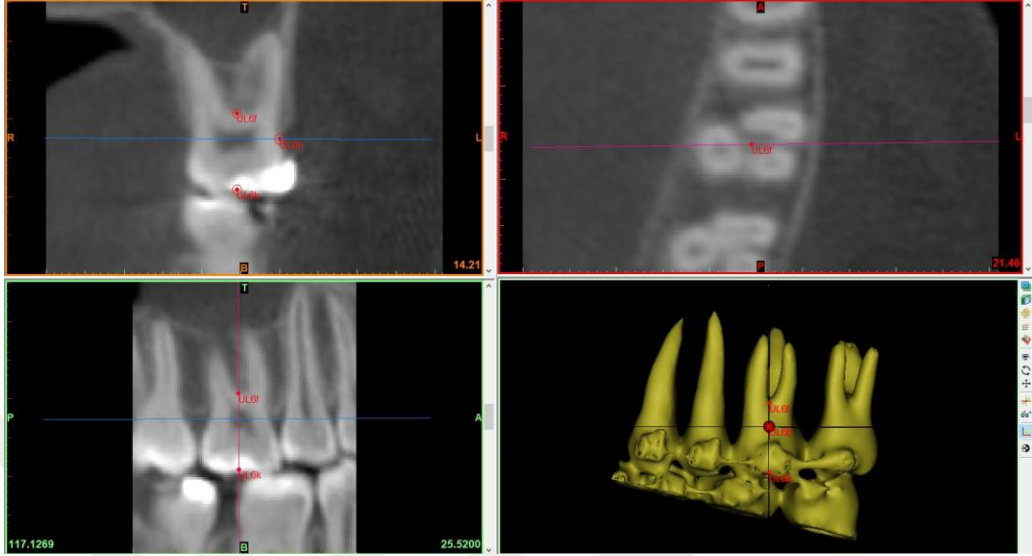
Üst 2. premolar dişlerde kullanılan düzlemler

Sol üst 2. premolar uzun aks düzlemi (UL5aks): UL5a, UL5b ve UL5bk noktalarından geçen düzlem (Resim 12)

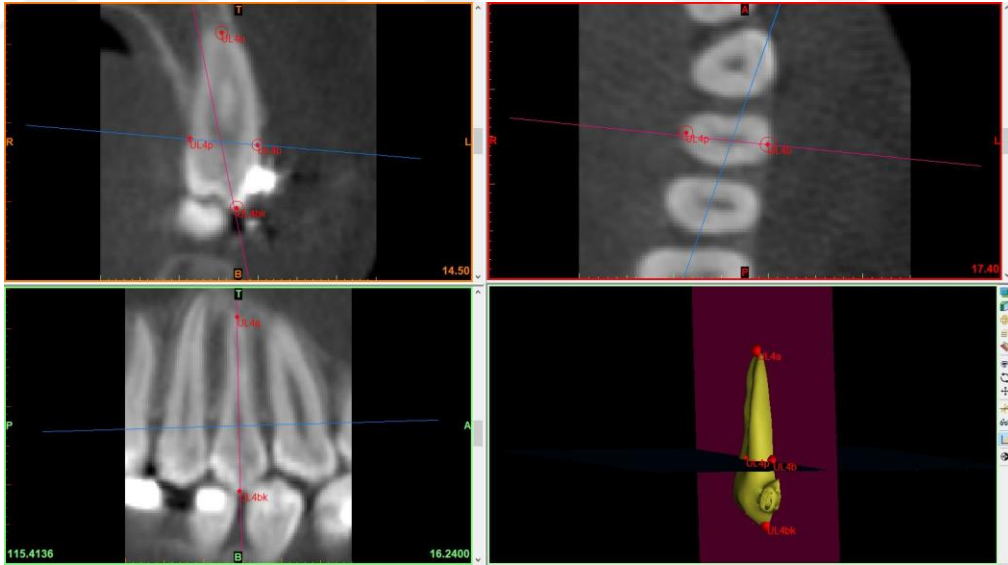
Sol üst 2. premolar CEJ düzlemi (UL5cej): UL5b, UL5p noktalarından geçen ve UL5aks düzlemine dik olan düzlem (Resim 12)

Sağ üst 2. premolar uzun aks düzlemi (UR5aks): UR5a, UR5b ve UR5bk noktalarından geçen düzlem

Sağ üst 2. premolar CEJ düzlemi (UR5cej): UR5b, UR5p noktalarından geçen ve UR5aks düzlemine dik olan düzlem



Resim 11: Molar dişlerde referans düzlemlerinin belirlenmesi

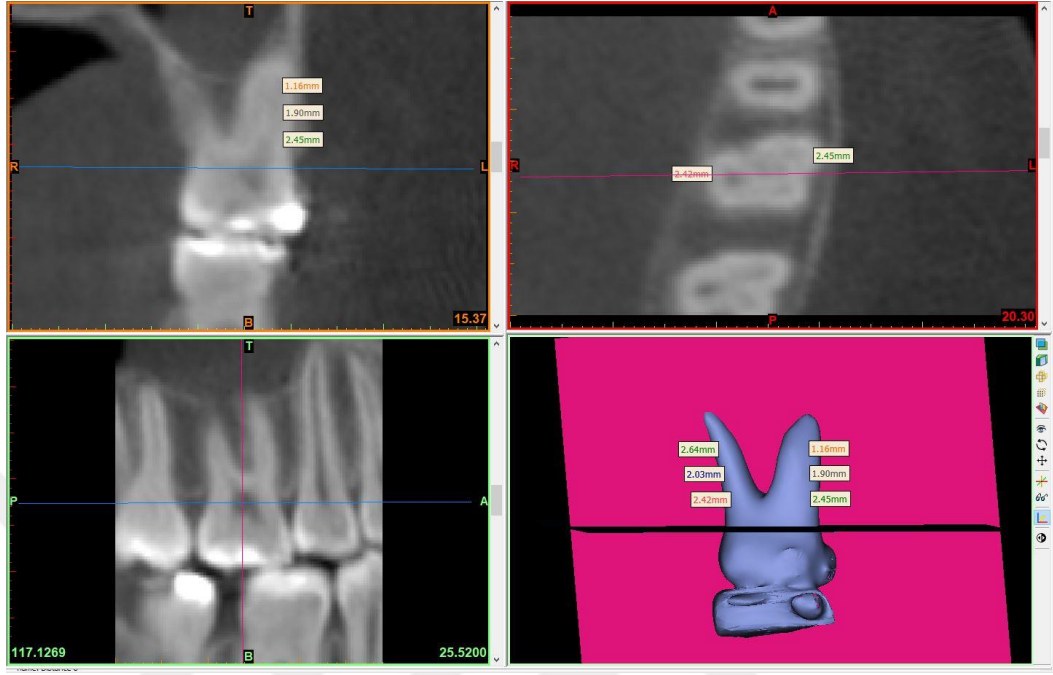


Resim 12: Premolar dişlerde referans düzlemlerin belirlenmesi

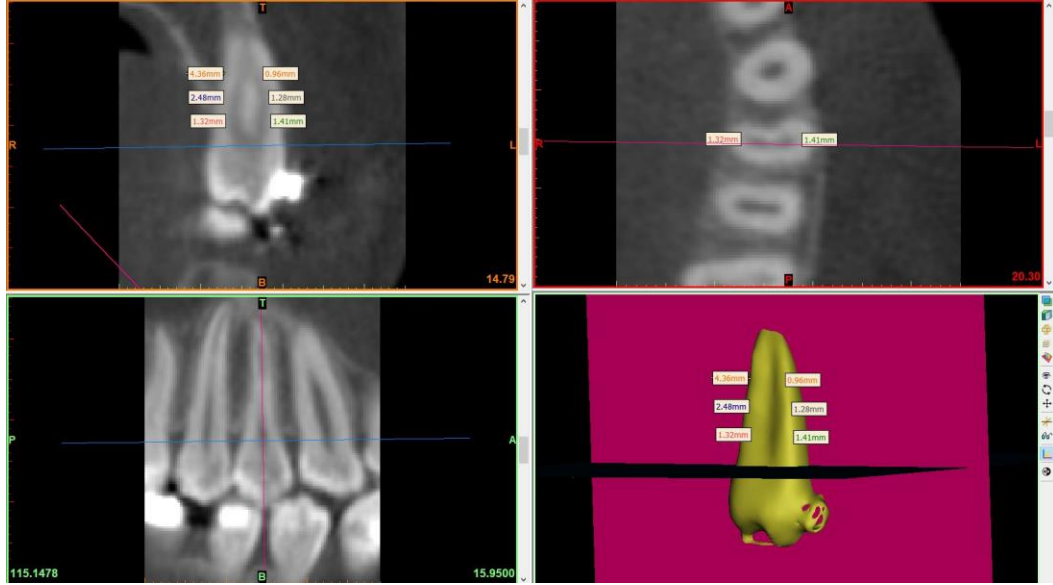
5.5.3 Ölçümler

T0 ve T1 dönemlerine ait bukkal ve palatinal kemik miktarlarındaki değişimleri ölçebilmek ve farklı iki dönemde aynı dişin aynı bölgesinden ölçüm yapabilmek için koronal kesit üzerinde “reslice project” sekmesi kullanılarak reslicing yapılmıştır. Böylece mine-sement birleşimleri yere paralel, uzun akslar da yere dik hale getirilmiştir. Yapılan kesitler aksiyel kesitte mine-sement birleşim düzlemine paralel, koronal kesitte ise dişin uzun aksına paralel olacak şekilde ilerlemektedir.

Kemik miktarları için yapılan ölçümler, her iki grupta da üst çenedeki birinci premolar, ikinci premolar, birinci molar ve ikinci molar dişler için ve her dişte labial ve palatinal kemik kalınlığı için ayrı ayrı yapılmıştır. Her diş için mine-sement sınırından geçen düzlemdeki kesit “0” numaralı kesit olarak kabul edilmiştir. Kemik kalınlıklarının ölçümü için mine-sement sınırından 3 mm sonraki aksiyel kesitte görülen ve kökün maksimum labiopalatal genişliğine denk gelen bukkal kemik kalınlığı (B3), kök dış sınırından bukkalindeki en uzak kemik dış sınırına olan mesafe olarak ölçülmüştür. Mine-sement sınırından 6 mm sonra aynı ölçüm tekrarlanmış ve o diş için ikinci ölçüm olarak kaydedilmiştir (B6). Yine mine-sement sınırından 9 mm sonra üçüncü ölçüm yapılmış ve kaydedilmiştir (B9). Palatinal kemik kalınlıkları ise aynı şekilde mine-sement sınırından 3 mm (P3), 6 mm (P6) ve 9 mm (P9) uzaklıktaki aksiyel kesitlerde gözlenen kök dış sınırından en uzak kemik dış sınırına olan mesafeler ölçülerek değerlendirilmiştir (Resim 13 ve Resim 14). Tüm bu ölçümler T0 ve T1 dönemlerine ait KIBT görüntüleri üzerinde yapılmıştır.

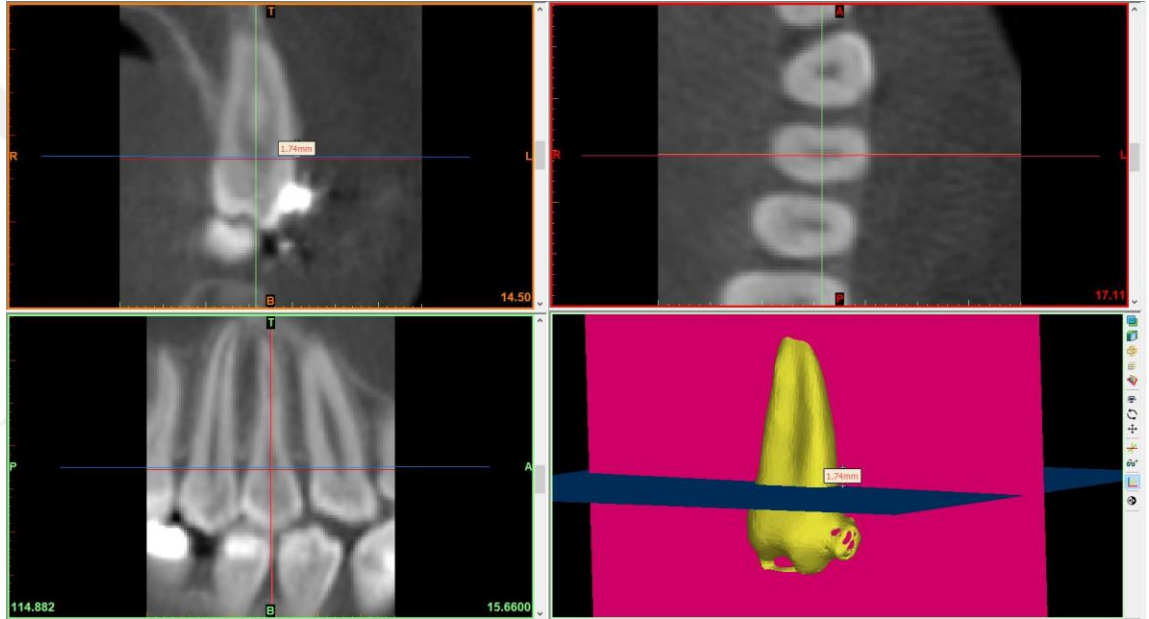


Resim 13: Molar dişlerde bukkal ve palatinal kemik kalınlığı ölçümü



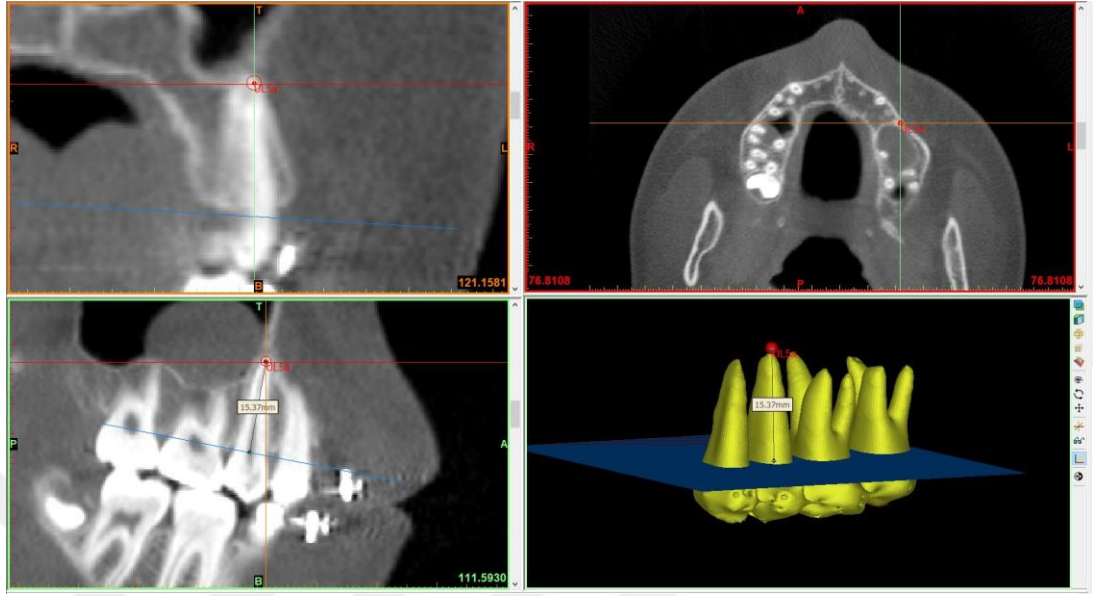
Resim 14: Premolar dişlerde bukkal ve palatinal kemik kalınlığı ölçümü

Bukkal vertikal kemik kayıplarını belirlemek amacıyla mine-sement sınırından kret tepelerine olan mesafeler ölçülmüştür. Bunun için hem bukkal yüzeyde dişin tam orta noktasına denk gelen ve dişin uzun aksının geçtiği noktalarda mine-sement sınırından kök ucuna doğru ilerledikçe ilk defa kemik görülen aksiyal kesit seviyesi o diş için not edilmiştir (Resim 15). Tüm ölçümler T0-T1 zaman dilimlerinde ayrı ayrı ölçülmüştür.



Resim 15: Dikey kemik kaybı miktarı ölçümü

Kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesi amacıyla yine aynı dişlerde T0 ve T1 zaman dilimlerinde ayrı ayrı ölçümler yapılmıştır. Bir diş için kök ucunun en son görüldüğü nokta her 3 kesitte de kontrol edilerek işaretlenmiştir. Daha sonra bu noktalar ile mine-sement sınırından geçen düzlem arasındaki mesafeler program tarafından otomatik olarak ölçülmüştür (Resim 16).



Resim 16: Kök boyu ölçümü

5.6. İstatistiksel Yöntem

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student t kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren niceliksel verilerin grup içi karşılaştırmalarında Paired Sample t test kullanılmıştır. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

6. BULGULAR

Çalışmaya 15'i (%34,8) erkek, 28'i (%65,1) kız olmak üzere toplam 43 birey dahil edilmiştir. Bireylerin yaşları 12,5 ile 24,2 yıl arasında değişmektedir. Piezo cerrahi uygulanan grubun ortalama yaşı $17,51 \pm 3,04$ yıl, piezo cerrahi uygulanmayan grubun yaş ortalaması $17,78 \pm 3$ yıldır (Tablo 1). Gruplar arasında yaş ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Tablo 1: Gruplar arasında bireylerin yaşlarının değerlendirilmesi

Grup	Yaş (yıl)
	Ort±SS
Piezo cerrahi uygulanan (n=25)	$17,51 \pm 3,04$
Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)	$17,78 \pm 3$
p	0,772

Student t Test

**p < 0,05*

6.1. Üç Boyutlu Ölçümlerde Parametrelerin Metod Hatası Açısından Değerlendirilmesi

Rastgele seçilmiş toplam 17 adet görüntünün 1 ay sonra tekrar yapılan ölçümleri ile başlangıç ölçümleri arasındaki uyum değerlendirilmiş (ICC) ve iki ölçüm arasındaki uyum oldukça yüksek bulunmuştur (0,995).

6.2. Bukkal Alveolar Kemik Genişliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 2: Bukkal alveolar kemik genişliğine ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi karşılaştırması

Bukkal Alveolar Kemik Genişliği	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)			Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)			
	T0	T1	P	T0	T1	P	
	Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS		
UR4	B3	1,27±0,5	0,69±0,49	0,001*	1,15±0,58	0,78±0,63	0,026*
	B6	1,23±0,56	0,88±0,44	0,001*	1,22±0,3	1,04±0,3	0,001*
	B9	1,71±0,94	1,39±0,9	0,001*	1,09±0,38	0,99±0,46	0,326
UR5	B3	1,79±0,44	1,25±0,61	0,001*	1,77±0,76	1,48±0,77	0,002*
	B6	2,39±0,58	1,84±0,67	0,001*	1,64±0,85	1,35±0,61	0,001*
	B9	2,54±0,95	2,2±1,04	0,001*	1,65±0,68	1,46±0,57	0,001*
UR6	B3	1,85±0,52	1,44±0,63	0,001*	1,66±0,49	1,25±0,49	0,001*
	B6	1,87±0,38	1,54±0,57	0,001*	1,61±0,56	1,29±0,48	0,001*
	B9	2,1±0,7	1,77±0,71	0,001*	1,29±0,39	1±0,37	0,001*
UR7	B3	2,41±0,57	1,95±0,28	0,001*	2,33±0,8	2,32±0,96	0,951
	B6	2,79±0,63	2,49±0,95	0,014*	2,7±0,92	2,43±1,07	0,093
	B9	3,22±1,29	3,12±1,72	0,438	2,95±1,14	2,84±1,33	0,589
UL4	B3	0,85±0,56	0,32±0,45	0,001*	1,22±0,56	0,7±0,6	0,002*
	B6	1,33±0,46	0,64±0,55	0,001*	0,98±0,39	0,66±0,35	0,001*
	B9	1,66±0,92	1,29±0,9	0,001*	1,46±0,42	1,15±0,44	0,001*
UL5	B3	1,85±0,62	1,23±0,46	0,001*	1,95±0,63	1,62±0,67	0,001*
	B6	2,41±0,51	1,9±0,43	0,001*	1,83±0,68	1,44±0,68	0,001*
	B9	2,7±0,84	2,24±0,89	0,001*	1,91±0,6	1,45±0,59	0,001*
UL6	B3	1,81±0,58	1,37±0,6	0,001*	1,71±0,82	1,56±0,81	0,039*
	B6	1,94±0,71	1,46±0,62	0,001*	1,33±0,6	1,08±0,61	0,001*
	B9	1,88±0,94	1,42±0,95	0,001*	1,44±0,63	1,15±0,55	0,001*
UL7	B3	2,66±0,98	2,54±1,05	0,232	2,21±1,08	2,11±1,17	0,535
	B6	3,23±1,11	3,08±1,38	0,169	2,39±1,06	2,2±1,14	0,158
	B9	3,94±1,54	3,44±1,65	0,001*	2,88±1,04	2,42±0,97	0,001*

Paired Samples t Test

*p<0,05

Piezo cerrahi uygulanan grupta;

T0 3mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,00,05).

T0 6mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,014; p<0,05).

T0 9mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 3mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 6mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanmayan grupta;

T0 3mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,026; p<0,05).

T0 6mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 3mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,002; p<0,05).

T0 6mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 6mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 3mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,002; p<0,05).

T0 6mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,039; p<0,05).

T0 6mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 6mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Tablo 3: Bukkal alveolar kemik genişliği parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Bukkal Alveolar Kemik Genişliği T1-T0 fark		Piezo cerrahi uygulanan (n=25)	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)	p
		Ort±SS	Ort±SS	
UR4	B3	-0,59±0,51	-0,37±0,65	0,228
	B6	-0,36±0,3	-0,1±0,4	0,019*
	B9	-0,32±0,35	-0,18±0,13	0,071
UR5	B3	-0,34±0,32	-0,19±0,15	0,041*
	B6	-0,55±0,32	-0,29±0,26	0,007*
	B9	-0,54±0,53	-0,3±0,36	0,098
UR6	B3	-0,41±0,31	-0,41±0,26	0,973
	B6	-0,33±0,39	-0,31±0,22	0,887
	B9	-0,33±0,3	-0,29±0,32	0,647
UR7	B3	-0,45±0,41	-0,01±0,64	0,008*
	B6	-0,29±0,57	-0,27±0,65	0,902
	B9	-0,09±0,61	-0,1±0,8	0,965
UL4	B3	-0,53±0,53	-0,52±0,6	0,945
	B6	-0,69±0,55	-0,32±0,3	0,013*
	B9	-0,38±0,38	-0,31±0,25	0,471
UL5	B3	-0,62±0,42	-0,33±0,31	0,013*
	B6	-0,51±0,36	-0,39±0,4	0,290
	B9	-0,46±0,37	-0,46±0,38	0,986
UL6	B3	-0,43±0,35	-0,15±0,29	0,008*
	B6	-0,49±0,49	-0,25±0,21	0,034*
	B9	-0,45±0,53	-0,29±0,22	0,172
UL7	B3	-0,12±0,5	-0,1±0,64	0,892
	B6	-0,15±0,53	-0,19±0,53	0,820
	B9	-0,5±0,37	-0,46±0,24	0,631

Student t Test

*p<0,05

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR4 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,019$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR5 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan grubun düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,041$; $p<0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR5 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan grubun düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,007$; $p<0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR7 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,008$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grubun T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL4 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,013$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grubun T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL5 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,013$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grubun T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL6 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,008$; $p<0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grubun T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL6 parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0,034$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

6.3. Palatinal Alveolar Kemik Genişliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 4: Palatinal alveolar kemik genişliğine ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi karşılaştırması

Palatinal Alveolar Kemik Genişliği	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)			Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)		
	T0	T1	p	T0	T1	p
	Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS	
UR4 P3	0,99±0,6	0,82±0,67	0,010*	0,98±0,47	0,77±0,6	0,001*
P6	1,36±0,51	1,3±0,62	0,356	1,56±0,64	1,43±0,45	0,203
P9	1,91±0,67	1,83±0,68	0,001*	2,65±1,23	2,53±0,81	0,418
UR5 P3	1,59±0,27	1,53±0,29	0,018*	1,38±0,59	1,26±0,53	0,007*
P6	1,95±0,53	1,85±0,62	0,001*	2,32±0,64	2,12±0,66	0,001*
P9	2,63±0,96	2,51±1,05	0,004*	3,35±1,06	3,24±0,94	0,101
UR6 P3	1,56±0,34	1,41±0,32	0,001*	1,34±0,72	0,99±0,93	0,002*
P6	1,84±0,38	1,69±0,39	0,009*	1,76±0,61	1,53±0,62	0,001*

Tablo 4: Palatinal alveolar kemik genişliğine ait parametrelerin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi karşılaştırması (devam)

Palatinal Alveolar Kemik Genişliği	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)			Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)		
	T0	T1	p	T0	T1	p
P9	2,02±0,44	1,94±0,41	0,008*	1,82±0,92	1,76±0,89	0,484
UR7 P3	1,59±0,47	1,42±0,49	0,001*	1,91±1,04	1,55±1,06	0,005*
P6	1,66±0,46	1,41±0,43	0,001*	1,95±0,92	1,66±0,79	0,028*
P9	1,79±0,57	1,54±0,6	0,001*	1,86±1,08	1,58±0,93	0,026*
UL4 P3	0,83±0,37	0,48±0,45	0,001*	1,04±0,69	0,78±0,83	0,029*
P6	1,23±0,34	1,05±0,55	0,021*	1,8±0,8	1,64±0,83	0,017*
P9	1,8±0,48	1,7±0,5	0,001*	2,78±1,3	2,67±1,18	0,428
UL5 P3	1,44±0,67	1,12±0,73	0,001*	1,24±0,32	0,97±0,56	0,012*
P6	1,88±0,63	1,75±0,73	0,084	2,31±0,41	2,27±0,65	0,764
P9	2,41±1,06	2,22±1	0,001*	3,71±0,89	3,47±0,89	0,031*
UL6 P3	1,49±0,67	1,27±0,64	0,001*	1,33±0,85	1,01±0,79	0,002*
P6	1,78±0,52	1,56±0,43	0,001*	1,46±0,51	1,3±0,7	0,216
P9	2,02±0,82	1,83±0,8	0,002*	1,77±0,57	1,53±0,41	0,048*
UL7 P3	1,54±0,72	1,26±0,79	0,001*	2±0,95	1,76±1,21	0,049*
P6	1,79±0,63	1,56±0,63	0,001*	2,24±0,7	2,01±0,86	0,192
P9	1,83±0,85	1,71±0,84	0,001*	2,2±1,03	2,12±0,98	0,177

Paired Samples t Test

**p<0,05*

Piezo cerrahi uygulanan grupta;

T0 3mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,010; p<0,05).

T0 6mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,018; p<0,05).

T0 6mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,004; p<0,05).

T0 3mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,009; p<0,05).

T0 9mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,008; p<0,05).

T0 3mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,021; p<0,05).

T0 9mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel

olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 3mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,002; p<0,05).

T0 3mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 6mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 9mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanmayan grupta;

T0 3mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,026; p<0,05).

T0 6mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 9mm UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 3mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel

olarak anlamlıdır ($p:0,007$; $p<0,05$).

T0 6mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,001$; $p<0,05$).

T0 9mm UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 3mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,002$; $p<0,05$).

T0 6mm UR6 ortalamalarına göre T1 6 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,001$; $p<0,05$).

T0 9mm UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 3mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,005$; $p<0,05$).

T0 6mm UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,028$; $p<0,05$).

T0 9mm UR7 ortalamalarına göre T1 7 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,026$; $p<0,05$).

T0 3mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,029$; $p<0,05$).

T0 6mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,017$; $p<0,05$).

T0 9mm UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 3mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,012$; $p<0,05$).

T0 6mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 9mm UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,031$; $p<0,05$).

T0 3mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,002$; $p<0,05$).

T0 6mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 9mm UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,048$; $p<0,05$).

T0 3mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,049$; $p<0,05$).

T0 6mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

T0 9mm UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 5: Palatinal alveolar kemik genişliği parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Palatinal		Piezo cerrahi uygulanan	Piezo cerrahi uygulanmayan	
Alveolar Kemik		(n=25)	(n=18)	
Genişliği T1-T0 fark		Ort±SS	Ort±SS	p
UR4	P3	-0,17±0,31	-0,21±0,2	0,603
	P6	-0,06±0,33	-0,13±0,42	0,549
	P9	-0,08±0,05	-0,12±0,63	0,794
UR5	P3	-0,06±0,12	-0,12±0,17	0,181
	P6	-0,1±0,12	-0,2±0,21	0,056

Tablo 5: Palatinal alveolar kemik genişliği parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması (devam)

Palatinal Alveolar Kemik Genişliği T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)	p
	Ort±SS	Ort±SS	
P9	-0,12±0,18	-0,12±0,29	0,986
UR6	P3	-0,19±0,27	0,691
	P6	-0,16±0,28	0,327
	P9	-0,08±0,14	0,823
UR7	P3	-0,17±0,12	0,124
	P6	-0,26±0,29	0,792
	P9	-0,26±0,31	0,853
UL4	P3	-0,35±0,34	0,447
	P6	-0,18±0,38	0,790
	P9	-0,11±0,15	0,980
UL5	P3	-0,33±0,29	0,575
	P6	-0,13±0,36	0,483
	P9	-0,19±0,19	0,627
UL6	P3	-0,22±0,22	0,312
	P6	-0,22±0,31	0,597
	P9	-0,19±0,28	0,692
UL7	P3	-0,28±0,38	0,763
	P6	-0,23±0,14	0,968
	P9	-0,12±0,15	0,694

Student t Test

**p<0,05*

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UR7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UR7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UR7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 3mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 6mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki 9mm UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

6.4. CEJ-Bukkal Kret Tepesi Arası Mesafenin Değerlendirilmesi

Tablo 6: CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe parametrelerinin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi değerlendirilmesi

CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)		p	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)		p
	T0	T1		T0	T1	
	Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS	
UR4	1,78±0,84	2,77±1,33	0,001*	1,99±0,88	2,36±1,03	0,176
UR5	1,43±0,82	2,49±0,58	0,001*	1,13±0,56	1,5±0,74	0,010*
UR6	1,23±0,6	1,66±0,52	0,001*	1,63±0,45	1,83±0,43	0,002*
UR7	1,37±0,38	1,75±0,43	0,001*	1,71±0,53	1,79±0,52	0,001*
UL4	2,74±1,26	3,49±1,71	0,001*	2,09±0,95	2,59±1,05	0,002*
UL5	1,61±0,67	2,34±0,76	0,001*	1,44±0,64	1,92±1,07	0,037*
UL6	1,8±0,34	2,11±0,54	0,001*	1,55±0,4	1,98±0,26	0,001*
UL7	1,51±0,65	1,59±0,62	0,001*	1,8±0,58	2,06±0,58	0,001*

Paired Samples t Test * $p<0,05$

Piezo cerrahi uygulanan grupta;

T0 UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,001$; $p<0,05$).

T0 UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p:0,001$; $p<0,05$).

T0 UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak

anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanmayan grupta;

T0 UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p>0,05).

T0 UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,010; p<0,05).

T0 UR6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,002; p<0,05).

T0 UR7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,002; p<0,05).

T0 UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,037; p<0,05).

T0 UL6 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen artış istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Tablo 7: CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

CEJ-Bukkal kret tepesi arası mesafe T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan	Piezo cerrahi uygulanmayan	p
	(n=25)	(n=18)	
	Ort±SS	Ort±SS	
UR4	0,99±0,74	0,37±1,1	0,030*
UR5	1,06±0,73	0,37±0,54	0,001*
UR6	0,43±0,33	0,21±0,24	0,020*
UR7	0,38±0,4	0,08±0,08	0,001*
UL4	0,76±0,85	0,5±0,56	0,271
UL5	0,73±0,71	0,48±0,91	0,326
UL6	0,31±0,34	0,42±0,38	0,303
UL7	0,75±0,84	0,51±0,55	0,27

Student t Test

**p<0,05*

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UR4 parametresinde görülen artış miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki artış miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0,030; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UR5 parametresinde görülen artış miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki artış miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0,001; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UR6 parametresinde görülen artış miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki artış miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0,020; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UR7 parametresinde görülen artış miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki artış miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0,001; p<0,05).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL4 parametresinde görülen değişim

miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL6 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL7 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

6.5. Kök Rezorpsiyonunun Değerlendirilmesi

Tablo 8: Çift köklü sağ 1. premolar dişlerde bukkal ve palatinal köklerin T0'a göre T1'de görülen değişimlerinin değerlendirilmesi

Kök rezorpsiyonu T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan	Piezo cerrahi uygulanmayan
	(n=15) Ort±SS	(n=11) Ort±SS
UR4 B	-0,34±0,36	-0,56±0,57
UR4 P	-0,49±0,34	-0,5±0,34
p	0,153	0,654

Paired Samples t Test * $p<0.05$

Tablo 9: Çift köklü sol 1. premolar dişlerde bukkal ve palatinal köklerin T0'a göre T1'de görülen değişimlerinin değerlendirilmesi

Kök rezorpsiyonu T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan	Piezo cerrahi uygulanmayan
	(n=12) Ort±SS	(n=8) Ort±SS
UL4 B	-0,34±0,35	-0,41±0,31
UL4 P	-0,32±0,25	-0,52±0,37
p	0,889	0,510

Paired Samples t Test * $p<0.05$

Birinci premolar dişlerde çift kök bulunduğu durumlarda bukkal ve palatinal kök uzunlukları ayrı ayrı ölçülmüş ve kök rezorpsiyon miktarları açısından değerlendirilmiştir

ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tüm birinci premolar dişlerin ortak bir havuzda toplanıp istatistiksel değerlendirme yapılabilmesi için çift köklü dişlerde bukkal ve palatinal kök uzunluklarının ortalaması alınmış, bu değer tek köklü dişin kök uzunluğuymuş gibi kabul edilmiş ve tüm dişler Tablo 10 ve 11’de değerlendirilmiştir.

Tablo 10: Kök rezorpsiyonu parametrelerinin T0 ve T1 dönemlerinde grup içi değerlendirmesi

Kök rezorpsiyonu	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)		p	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)		p
	T0	T1		T0	T1	
	Ort±SS	Ort±SS		Ort±SS	Ort±SS	
UR4	12,73±1,50	12,39±1,52	0,001*	12,94±1,96	12,48±1,88	0,001*
UR5	12,98±1,6	12,69±1,55	0,001*	12,83±2,08	12,47±2,13	0,001*
UR6 MB	12,03±1,22	11,71±1,24	0,001*	12,25±1,54	11,79±1,46	0,001*
UR6 DB	11,71±1,32	11,42±1,22	0,001*	12,08±1,46	11,55±1,38	0,001*
UR6 P	13,27±1,56	12,8±1,38	0,001*	12,97±1,67	12,48±1,68	0,001*
UR7 MB	11,76±1,62	11,46±1,67	0,001*	12,64±0,91	11,82±1,07	0,001*
UR7 DB	11,82±1,42	11,53±1,37	0,001*	12,36±1,05	11,6±1,15	0,001*
UR7 P	12,51±1,22	12,15±1,31	0,001*	12,54±1,09	12,16±1,25	0,001*
UL4	12,76±1,68	12,43±1,71	0,001*	12,67±1,79	12,24±2,00	0,001*
UL5	13,02±1,74	12,79±1,76	0,001*	12,95±2	12,63±1,87	0,001*
UL6 MB	11,97±1,25	11,67±1,25	0,001*	12,15±1,22	11,69±1,2	0,001*
UL6 DB	11,92±1,21	11,47±1,32	0,001*	11,98±1,14	11,51±1,09	0,001*
UL6 P	13,09±1,37	12,77±1,34	0,001*	12,85±1,31	12,5±1,48	0,001*
UL7 MB	11,89±1,54	11,59±1,65	0,001*	12,34±1,05	12,08±1,09	0,001*
UL7 DB	11,94±1,25	11,57±1,14	0,001*	11,94±1,06	11,62±1,04	0,001*
UL7 P	12,48±1,39	12±1,4	0,001*	12,62±0,95	12,17±1,11	0,001*

Paired Samples t Test *p<0,05

Piezo cerrahi uygulanan grupta;

T0 UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Piezo cerrahi uygulanmayan grupta;

T0 UR4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR6 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UR7 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL4 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL5 ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL6 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 MB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 DB ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

T0 UL7 P ortalamalarına göre T1 ortalamalarında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır (p:0,001; p<0,05).

Tablo 11: Kök rezorpsiyonu parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması

Kök rezorpsiyonu T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)	p
	Ort±SS	Ort±SS	
UR4	-0,34±0,31	-0,47±0,43	0,276
UR5	-0,29±0,26	-0,36±0,31	0,482
UR6 MB	-0,32±0,35	-0,46±0,46	0,261
UR6 DB	-0,29±0,29	-0,53±0,48	0,070
UR6 P	-0,46±0,38	-0,49±0,23	0,804

Tablo 11: Kök rezorpsiyonu parametrelerinin T1-T0 farklarının gruplar arası karşılaştırması (devam)

Kök rezorpsiyonu T1-T0 fark	Piezo cerrahi uygulanan (n=25)	Piezo cerrahi uygulanmayan (n=18)	p
	Ort±SS	Ort±SS	
UR7 MB	-0,3±0,28	-0,27±0,2	0,635
UR7 DB	-0,36±0,3	-0,32±0,2	0,560
UR7 P	-0,36±0,36	-0,38±0,36	0,877
UL4	-0,33±0,24	-0,47±0,25	0,152
UL5	-0,23±0,23	-0,32±0,36	0,306
UL6 MB	-0,31±0,34	-0,46±0,39	0,182
UL6 DB	-0,45±0,27	-0,47±0,21	0,818
UL6 P	-0,33±0,25	-0,35±0,34	0,797
UL7 MB	-0,3±0,28	-0,82±0,61	0,003*
UL7 DB	-0,29±0,36	-0,76±0,54	0,004*
UL7 P	-0,48±0,49	-0,45±0,34	0,806

Student t Test

**p<0,05*

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR6 MB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR6 DB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR6 P parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR7 MB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR7 DB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UR7 P parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL4 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL5 parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL6 MB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL6 DB parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL6 P parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UL7 MB parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p:0,003$; $p<0,05$).

Piezo cerrahi uygulanan grupta T0'a göre T1 zamanındaki UL7 DB parametresinde görülen düşüş miktarı, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki düşüş miktarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p:0,004$; $p<0,05$).

Gruplar arasında T0'a göre T1 zamanındaki UL7 P parametresinde görülen değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

7. TARTIŞMA

7.1. Amacın Tartışılması

Literatürde, ön açık kapanışa sahip bireylerde, palatal düzlemin normal gelişim gösteren bireylere oranla posteriorda daha fazla miktarda saatin tersi yönünde rotasyona uğradığı ve üst çene molar dişlerin daha aşağıda konumlanması ile bir fulkrum ekseninin oluştuğu ve buna bağlı olarak alt çenenin pozisyonel olarak geriye rotasyon yaştığı bildirilmiştir (Sassouni ve Nanda 1964; Kim 1987). Dolayısıyla ön açık kapanış hastalarının tedavisinde ideal yaklaşımın etkilenmiş olan yapının düzeltilmesi olduğu göz önüne alındığında, üst çene posterior dişlerin dentoalveolar olarak gömülmesi ve alt çenenin saatin tersi yönüne rotasyonunun sağlanması gerekmektedir. Literatürde sabit teknikler kullanılarak yapılan açık kapanış tedavilerine baktığımızda, Kim tarafından geliştirilen MEAW tekniğinin çok fazla büküm içermesi sebebiyle, bu mekaniğin yerine arttırılmış speeli ark ve ters speeli arklarla birlikte anterior bölgede dikey elastiklerin kullanıldığı görülmektedir (Kim, 1987; Enacar ve ark., 1996). Bu tedavi yöntemlerindeki ortak amaç aslında posterior bölgede uzama göstermiş olan molar ve/veya premolar dişlerde gömülmesi ile alt çenenin saatin tersi yönünde rotasyonu sonucu açık kapanışı kapatmaktır. Fakat yapılan ölçümlerde posterior bölgedeki dişlerin dikleştiği hatta bir miktar uzadığı ve açık kapanışın çoğunlukla alt ve üst kesici dişlerin uzaması ile kapatıldığı görülmüştür. Aksine açık kapanış vakalarında posterior bölgedeki dişlerde meydana gelebilecek uzama, alt çenenin aşağı geriye rotasyonuna sebep olacağından açık kapanışın artmasına yol açacak istenmeyen bir yan etkidir. Bunun yanı sıra uzun dönemde görülen nüksün sorumlusunun da alt ve üst molar dişlerdeki uzama olduğu rapor edilmiştir (Küçükkeleş ve ark., 1999). Ekstrüviz hareketler, intrüviz hareketlere göre daha kolay elde edilebilen hareket tipi olduğundan, bu tür mekaniklerle molar dişlerde intrüzyon elde edilene kadar kesici dişlerde ekstrüzyon meydana gelmektedir. Bunun üzerine araştırmacılar, posterior dişlerde meydana gelmesi istenen intrüzyon hareketini kolaylaştırabilmek ve hızlandırabilmek için posterior bölgede Bölgesel Hızlanma

Fenomeni'nin (BHF) başlatılması amacıyla bu bölgede piezo cerrahi uygulamayı düşünmüşlerdir (Koç, 2014). Dişin alveolar kemik içindeki hareket hızının artırılması, dolayısıyla tedavi süresinin kısaltılması amacıyla çeşitli mekanikler, daha etkin fizyolojik kuvvet uygulayan değişik teller ve çeşitli braketler kullanılmış, kemik rezorpsiyon ve depozisyon hızının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Chumbley ve Tuncay, 1986; Soma ve ark., 1999). Kortikotomi işlemi de son yıllarda kemik yapım-yıkımını arttırarak diş hareketini hızlandırmak için tedavi sırasında sıklıkla uygulanan işlemlerden biridir. Bu işlemin temelini de alveolar kemiğin zayıflatılmasıyla diş hareketinin hızlandırılması yani BHF'nin başlatılması oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar tam kalınlık flap kaldırılmasının bile BHF başlatmak için yeterli olduğunu göstermiştir. Ayrıca ortodontik diş hareketi ile birlikte selektif dekortikasyon uygulandığında BHF'nin maksimum düzeye ulaştığı bildirilmiştir (Sebaoun ve ark., 2008; Erdem, 2012). Kole kortikal kemiğin harekete en fazla direnç gösteren kısım olduğunu bildirmiştir (Kole, 1959). Kortikal kemik uzaklaştırılırsa, spongiöz kemiğin kolayca rezorbe edilebileceği ve böylece dişlerin daha hızlı yer değiştirebileceği düşüncesini ortaya atmıştır. Kole tarafından tanımlanan kortikotomi tekniğinde bukkal ve palatinal alveolar kortikal kemik yüzeyleri tamamen kesilmektedir. Ancak bu tür işlemler oldukça invazif yöntemlerdir. Bu nedenle 2009 yılında Dibart kortikal insizyonların yapıldığı hızlı, minimal invazif ve daha az travmatik olan piezo cerrahi tekniğini önermiştir (Dibart ve ark., 2009). Piezo cerrahinin ark çapraşıklığının düzleme hızına ve kanın distalizasyon hızına olan etkileri araştırılmıştır (Wilcko ve ark., 2001). Ayrıca sabit ankraj mekanikleri ile molar dişlerin gömülmesi sırasında tedavi süresini hızlandırmak ve ankraj gereksinimini azaltmak için bu bölgeye kortikotomi işlemi yapıldığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (Chung ve ark., 2001; Tuncer ve ark., 2008).

Bu bilgiler ışığında Koç, açık kapanışın düzeltilmesi için üst çeneye arttırılmış eğimli, alt çeneye ters eğimli nikel titanyum teller yerleştirilip ön dikey elastikler kullanılan hastalarda, eğer aynı zamanda üst çene posterior bölgeye piezo cerrahi işlemi uygulanırsa o bölgede kemik yapım-yıkımı artacak, üst molar dişlerde diş hareketi hızlanacak ve böylece üst ve alt kesici dişlerin elastik kullanımına bağlı uzaması esnasında molarlar da gömülecektir diye düşünmüştür. Araştırmacı yaptığı çalışmanın sonucunda, posterior

bölgede piezo cerrahi uyguladıklarında açık kapanışın literatürde bildirildiği gibi daha çok kesici dişlerin uzaması ve dikleşmesi ile kapandığını, ancak yine de alt ve üst ikinci molar dişlerde bir miktar intrüzyon gözlendiğini ve üst birinci molar dişlerin de en azından vertikal yönde stabil kaldığını rapor etmişlerdir (Koç, 2014). Oysa daha önceki çalışmalarda üst birinci molar dişlerde anlamlı derecede ekstrüzyon görüldüğü bildirilmiştir (Küçükkeleş ve ark., 1999; Chang ve Moon, 1999; Atout, 2002; Endo ve ark., 2006). Bu durumda piezo cerrahi ile BHF oluşturarak posterior bölgede intrüzyondan ziyade daha çok vertikal kontrol sağlanmıştır sonucuna varılmıştır ki, bu da açık kapanış vakalarının tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır (Koç, 2014). Çünkü bu dişlerde daha önceki araştırmacılar tarafından rapor edilen ekstrüzyon, açık kapanışı düzeltmek yerine alt çenenin aşağı geri rotasyonuna sebep olup açık kapanışın daha da artmasına neden olarak tedaviyi zorlaştırmakta, kesici dişlerde daha fazla ekstrüzyona ihtiyaç duyulmakta ve uzun dönemde relaps riski artmaktadır. Bu tür vakalarda posterior bölgede vertikal kontrolün sağlanabilmesi için piezo cerrahi uyguladıklarının alveolar kemik kalınlıkları üzerine etkisinin olup olmadığı ve vertikal kontrol sağlandığında bu kuvvetlerin kökte rezorpsiyona sebep olup olmadıkları konusunda herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın amacı, üst çeneye arttırılmış eğimli, alt çeneye ters eğimli nikel titanyum teller yerleştirilip ön dikey elastikler kullanılarak açık kapanışın tedavi edildiği hastalarda piezo cerrahi işleminin alveolar kemik kalınlığı ve kök rezorpsiyonu ile ilişkisi açısından değerlendirilmesidir. Ayrıca çalışmamızda kontrol grubu için piezo uygulanmadan aynı mekaniklerle tedavi edilen hastaların kayıtları da kullanılmıştır.

Literatürde piezo cerrahinin diş hareketi hızına etkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır ve kemik yapım-yıkımını hızlandırdığı kanıtlanmıştır. Fakat kemik miktarlarını değerlendiren çalışmaların tümü piezo cerrahi sonrası kemik grefti uygulanmasına dair çalışmalardır. Piezo cerrahi sonrası direkt alveolar kemik kalınlığını ölçen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle de çalışmamızda piezo cerrahi sonrası alveolar kemik kalınlığında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Benzer çalışmalara baktığımızda, Coscia ve arkadaşları ve Wang ve arkadaşları, Sınıf III vakalarda ortognatik cerrahi öncesinde, kesici dişlerin dekompanasyonu amacı ile kanin-kanin arası bölgede sadece labiyalden kortikotomi yapılması, üzerine kemik grefti yerleştirilmesi ve kollojen

membranla örtülmesini içeren bir yöntemi tanımlamışlardır (Coscia ve ark., 2013; Wang ve ark., 2013). 2013 yılında yapılan bir tez çalışmasında ise diş hareketini hızlandırmak amacıyla kortikotomi uygulanan hastalar iki gruba ayrılmıştır. Grup 1’de sadece kortikotomi uygulanmış, Grup 2 ve 3’te kortikotomi sonrası kemik grefti ve trombosit zengin membran uygulanmış ve anterior bölgede vestibül kemik kalınlığı değerlendirilmiştir. Maksilladaki dişler tek tek değerlendirildiğinde sadece kortikotomi uygulanan grupta (Grup 1) kanin dişlerde vestibül kemikte istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit edilmiştir. Aynı grupta alt çenede vestibül kemik kalınlığında bir azalma mevcut iken, Grup 2 ve Grup 3’te istatistiksel olarak anlamlı derecede artış tespit edilmiştir (Gönen, 2013).

Diğer yandan, ortodontik tedaviler sırasında meydana gelebilen kök rezorpsiyonu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Kısa süreli ortodontik kuvvetler diş kökünün yüzeyinde radyografilerle tespit edilemeyen mikroskobik düzeyde histolojik kök rezorpsiyonlarına neden olabilmektedir. Kuvvetin şiddeti ve süresi arttığı takdirde yıkım mekanizması sementumun tamir kapasitesinin önüne geçmekte ve eksternal kök rezorpsiyonu görülmektedir. Radyografik olarak kök rezorpsiyonu en çok apekte görülmekte (Brudvik ve Rygh, 1993; Brudvik ve Rygh, 1994; Rygh, 1977) ve bunun sebebi olarak da aşağıdaki faktörler sıralanmaktadır:

- Kökün apikal üçlüsü hücrel olarak aktif olan hücrel sementum ile kaplıdır ve daha vasküler yapıdadır. Bu nedenle travma ve hasarlara karşı daha hassastır (Lu ve ark., 1999; Abass, 2007).
- PDL aralığının insizal kısmında damarlanma %4 oranında iken apikal bölgede damarlanma %47’ye çıkmaktadır (Blaushild, 1992).
- Servikalden apikale doğru ilerledikçe sementumun elastik modülü ve sertliği azalmakta ve rezorpsiyona eğilim artmaktadır (Malek, 2001).
- Devrilme hareketinde, dişin rotasyon merkezi kökün apikal yarısından daha oklüzaldedir. Periodontal liflerin yönelimi nedeniyle de kökün apikal ve orta üçlü bölgesinde rezorpsiyon görülme ihtimali daha fazladır (Abass, 2007).

Apikal kök rezorpsiyonu ortodontik tedavide sık karşılaşılan klinik bir komplikasyondur. Apikal kök materyali kaybı miktarı biyolojik tamir sınırlarını aştığında,

kök boyunda geri dönüşümsüz bir kısıalma meydana gelmektedir. Beck ve Harris 1994 yılında yaptıkları bir çalışmada, intrüziv kuvvetlerde kuvvetin neredeyse tamamıyla kök ucunda toplandığını ve rezorpsiyon riskini önemli miktarda arttırdığını bildirmişlerdir (Beck ve Harris, 1994).

Benzer şekilde Chan ve Darendeliler, SEM ile kök rezorpsiyonunu hacimsel olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, hareketin tipine bağlı olarak kuvvetin yoğunlaştığı yüksek basınç noktalarının kök rezorpsiyonuna daha yatkın olduğunu söylemişlerdir. (Chan ve Darendeliler, 2005). Parker ve Harris ise, lateral sefalometrik film kullandıkları çalışmalarında, kök rezorpsiyonunun meydana gelmesinde en etkili ortodontik hareketin, lingual kök hareketi ile birlikte intrüzyon hareketi olduğu bildirmişlerdir (Parker ve Harris, 1998). Han ve arkadaşları ekstrüzyon hareketine göre intrüzyon hareketinin 4 kat daha fazla kök rezorpsiyonuna sebep olduğunu rapor etmişlerdir (Han ve ark., 2005).

Diğer yandan Kole, dişlere kuvvet uygulama öncesi diş kökleri çevresinde yapılan kortikotomi işleminin o bölgedeki kemik desteğini azaltıp tedavi süresinin kısılmasına ve böylece kök rezorpsiyonu riskinin de azalmasına sebep olduğunu bildirmiştir (Kole, 1959).

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmamızda posterior bölgeye hem intrüziv kuvvetler uygulanması hem de aynı bölgeye piezo cerrahi uygulanması sebebiyle köklerin rezorpsiyon açısından ne derece etkilendiğinin araştırılması da amaçlanmıştır.

7.2. Bireylerin ve Metodun Tartışılması

Tez çalışmasında 2011-2015 yılları arasında Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi görmüş, yaşları 12-25 arasında değişen, ön açık kapanışı bulunan, Sınıf I veya hafif Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyona sahip 43 bireyin arşiv kayıtları kullanılmıştır. Bu bireylerden 18'i üst çenede arttırılmış eğimli, alt çenede ters eğimli NiTi ark. telleri ve anterior bölgede dikey elastikler kullanılarak tedavi edilmiş, 25 tanesi ise aynı mekaniğe ek olarak üst posterior bukkal bölgeye piezo cerrahi uygulanmasıyla tedavi edilmiştir. Piezo cerrahi uygulananlar Grup 1, uygulanmayanlar ise Grup 2 olarak adlandırılmıştır. Herhangi bir sistemik rahatsızlığı veya kemik

metabolizmasında bozukluk olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çünkü bu hastalarda piezo cerrahi sonrası sağlıklı bireylerle aynı osteopenik etki ve BHF gözlenemeyeceğinden tedavi sonuçları etkilenecektir. Şiddetli çapraşıklığı, şiddetli Sınıf II maloklüzyonu olup tedavisi diş çekimi gerektiren hastalar da gruba dahil edilmemiştir. Diş çekimi yapıldığında makas açısının daralması nedeniyle açık kapanış azalacağından sonuçlarımızı olumsuz yönde etkileyecektir. Eksik dişi olan bireyler de çalışmaya dahil edilmemiştir, çünkü eksik dişli bireylerde ark boyunun kısalmasına bağlı olarak kuvvet vektörü değişebilmektedir.

Greenlee, molar intrüzyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında büyüyen adolesanlarda normal alveolar büyümenin göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır (Greenlee, 2011). Arşiv kayıtları taranırken seçilen tüm hastaların daimi dişlenme döneminde olmasına, alt ve üst ikinci molar dişler de dahil olmak üzere tüm dişlerinin sürmüş olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca el bilek radyografilerine göre ya büyümeleri durmuş ya da postpeak dönemdeki hastalardır. Dolayısıyla posterior intrüzyon ile elde edilen değişiklikler büyümeden en az şekilde etkilenecektir. Ayrıca hastalardan alınan üç boyutlu görüntüler arasında uzun bir zaman farkı olmadığı da göz önünde bulundurulursa, normal dentoalveolar büyüme ve gelişimin tedavi sonuçlarını etkilemeyeceği düşünülmüştür. Literatürde bu mekanikle yapılan tedaviler çalışmamızda da olduğu gibi yetişkin bireyler üzerinde yapılmıştır (Enacar ve ark., 1996; Küçükkeleş ve ark., 1999; Mostafa ve ark., 2009). Diğer yandan Kim ve arkadaşları 2000 yılında 55 açık kapanışlı hastayı tedavi ettikleri çalışmalarında, yaş ortalaması 13 olan ve büyümesi devam eden 29 hasta ile yaş ortalaması 26 olan ve büyümesi durmuş 26 hastayı kıyaslamıştır. Tedavi sonrası overbite değişikliklerinde iki grup arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Kim ve ark., 2000).

Çalışmamızda piezo cerrahi uygulanan hastaların 10'u (%40) erkek, 15'i (%60) kız'dır. Piezo cerrahi uygulanmayan hastaların ise 5'i (%27,8) erkek, 13'ü (%72,2) kızdır. Çalışmamızda kız bireylerin sayısı erkek bireylerden daha fazladır. Bishara and Jakobsen, normal bireylerde uzun dönemde overbite değişikliklerini inceledikleri çalışmalarında kız ve erkek gruplar arasında dikey iskeletsel parametrelerde anlamlı farklılıklar olmadığını bildirmişlerdir (Bishara ve Jakobsen, 1998). Benzer şekilde Nanda da 1990 yılında,

cinsiyetin, mevcut olan morfolojik karakteristikleri etkileyecek farklılıklar oluşturmadığını bildirmiştir (Nanda, 1990). Bu nedenle çalışmamızı oluşturan bireylerde kızların çoğunlukta olmasının sonuçları etkilemeyeceği düşünülmektedir.

Hasta dosyalarından elde edilen bilgilere göre; tedavi başlangıcında üst çene darlığı mevcut olan hastalarda önce hyrax apereyi ile genişletme yapılmış, 3 aylık konsolidasyon süresi sonunda braketlenmişlerdir. Genişletme ihtiyacı olmayan hastalar ise direkt braketlenmişlerdir. Tüm hastalarda alt ve üst ikinci molar dişler dahil olmak üzere tüm dişler braketlenmiştir. Braket seçiminde 0,22 slot MBT braketlerin tercih edilmesinin sebebi MBT braketlerde üst kesici dişlerdeki lingual kök torku değerlerinin Roth sistemine göre fazla olması ve böylece üst kesici dişlerde elastik kullanımına bağlı retroklinasyon etkisinin azaltılmaya çalışılmasıdır. MBT sisteminin bir diğer özelliği de üst çene posterior bölgedeki dişlerde bukkal kök torku değerleri Roth sistemine göre daha fazladır. Molar dişlerde gömülme olurken kuvvet dişin rezistans merkezinden bukkalinden geçtiği için dişte istenmeyen yan etki olarak bukkale doğru bir devrilme görülebilmektedir. Normalde dişlerde saf bir gömülme hareketinin olabilmesi için kuvvet dişin rezistans merkezinden geçmesi gerekmektedir (Marcotte, 1990). Bu nedenle posterior bölgedeki dişlerde bukkal kök torku fazla olan MBT braketlerinin daha saf bir intrüzyon hareketi gerçekleştirebilme açısından uygun olduğu söylenebilir (Erverdi ve ark., 2002). Böylece çalışmada intrüzyon kuvvetinin yan etkisi olan bukkale devrilme hareketinin MBT braketlerin kullanımıyla nötrlenmesi amaçlanmıştır.

Kim ve arkadaşları, Küçükkeleş ve arkadaşları ve Enacar ve arkadaşları ön dikey elastikleri kanin dişler bölgesinden uygulamışlardır. Çalışmamızda ise alt ve üst çenede santral ve lateral dişler arasına yerleştirilen cerrahi hooklar ve kanin braketlerinin hookları olmak üzere sağ ve sol tarafta iki adet dikdörtgen şeklinde elastik uygulanmıştır. Elastikleri bu şekilde uygulamanın amacının, tellerin anterior dişlerde uyguladığı intrüzyon kuvvetinin tamamen nötrlenebilmesi için elastiklerin uyguladığı kuvvet vektörünün anterior bölge dişlerinin direnç merkezinden (lateral ve kanin dişlerinin arasından) geçmesini sağlamak olduğu ifade edilmektedir (Enacar ve ark., 1996; Küçükkeleş ve ark., 1999; Kim ve ark., 2000).

Çalışmaya dahil edilen hastaların başlangıç açık kapanış miktarlarının aynı olmadığı

göz önünde bulundurularak kuvvet ölçer yardımıyla her hastaya elastik verilirken kuvvet miktarlarının ölçüldüğü bildirilmiştir. Şiddetli açık kapanışa sahip olan bireylerde başlangıçta daha geniş çaplı elastikler verilmiş, her randevuda açık kapanış azaldıkça kuvvet tekrar ölçülmüş, ağız kapalı iken tek taraflı 50 g, açıkken tek taraflı 75-100 g kuvvet uygulayacak şekilde elastikler verilmiştir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi elastikler yemekler hariç sürekli kullanılmıştır. Arşiv dosyalarında lastiğini düzenli kullanmadığı belirtilen hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Eğimli tellerin takılıp elastik kullanımının öğretildiği seansta Grup 1 hastalara piezo cerrahi yapılmıştır. Piezo cerrahinin rutin protokolünde olduğu üzere lokal infiltratif anesteziyi takiben bir bistüri ile yapışık dişetinde ve papillalardan en az 4 mm uzakta olacak şekilde 2 mm uzunluğunda, diş köklerine paralel kesiler yapılmıştır. Çalışmamızda bu kesiler sağ ve sol tarafta 4'er tane olmak üzere toplam 8 adettir. Ardından piezo cerrahi cihazı ile diş kökleri arasında 3 mm derinliğinde vertikal kortikal kesiler yapılmıştır. 2001 yılında Hwang ve Lee, 2010 yılında Oliveira ve arkadaşları ve 2011 yılında Aljhani and Aldrees diş kökleri arasındaki vertikal kesileri takiben kök apekslerinden 2 mm uzakta olacak şekilde horizontal kesiler de yapmıştır (Hwang ve Lee, 2001., Aljhani ve Aldrees, 2011; Oliveria ve ark., 2010). Çalışmamızdaki hastalarda yalnızca vertikal kesilerin tercih edilmesinin nedenini, üst çene posterior bölgede yapışık dişeti uzunluğunun yetersiz olması olarak açıklanmıştır.

Frost 1983 yılında yaptığı bir çalışmada, bölgesel hızlanma fenomeni (BHF)'ni tanımlamış ve dokuların zararlı uyarılara karşı, kendini normalden daha hızlı yenileme sürecine soktuğu lokal rejenerasyon/yeniden şekillenme süreci olduğunu bildirmiştir. Bu yoğun kemik cevabının (artan osteoklastik - osteoblastik aktivite ve artan lokal-sistemik enflamasyon parametreleri seviyesi) kemik iliğine uzanan kesilerin etrafında meydana geldiğini ve BHF'nin süresinin dokuların cinsine göre değişmekle beraber insan kemiklerinde genellikle 4 ay sürdüğünü bildirmiştir (Frost, 1983). Çalışmaya dahil edilen hastalarda piezo cerrahi işleminin yapıldığı seans hemen eğimli teller yerleştirilmiş ve elastik kullanılmaya başlanmıştır. Açık kapanış kapandıktan sonra da hastaların ağızına 0,017 × 0,025 inch düz paslanmaz çelik teller yerleştirilmiş ve tekrar 6-8 hafta elastik kullanılmıştır. Ortalama elastik kullanma süresi 4-6 aya denk gelmektedir ve BHF

süresi olan 4 aydan faydalandığı bildirilmiştir.

Piezo cerrahi; sadece mineralize dokuda kesi yapması, yumuşak dokulara zarar vermemesi, operasyon sırasında daha az kanama meydana getirip, postoperatif ağrının daha az oluşması nedeni ile tercih edilmiştir. Çalışmamızda Mectron marka piezo cerrahi aleti, Vercolettinin geliştirdiği ilk alet olması ve diğer aletlerden daha uzun bir süredir kullanılması nedeni ile tercih edilmiştir.

Literatürde daha önce bu mekaniğin sonuçlarını üç boyutlu tomografiler üzerinde değerlendiren herhangi bir çalışma mevcut değildir. Daha önceki çalışmalar ya lateral sefalometrik filmler kullanılarak ya da oblik sefalogramlar üzerinde ölçümler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla tüm lineer ve açısal değişiklikler sağ ve sol dişler için bir tanedir. Kim ve arkadaşları, Sakima ve arkadaşları sağ ve sol taraftaki dişlerin süperpoze olmasından dolayı bu dişler üzerindeki noktaların belirlenmesinin güçlüğünden bahsetmişlerdir (Kim ve ark., 2000; Sakima ve ark., 2004). Cartwright and Harvold tarafından geliştirilen oblik sefalogramda ise sağ ve sol taraftaki dişsel değişiklikler ayrı olarak incelenebilse dahi üç boyutlu ölçümler kadar güvenli sonuç vermemektedir. Çünkü sağ ve sol taraf süperpoze olmasa bile üç boyutlu imajı iki boyuta indirgediği için noktalar tam doğru hesaplanamayabilmektedir (Cartwright ve Harvold, 1955; Wyatt ve ark., 1995). Baumgaertel ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada; insan kafatası üzerinde dijital kumpas yardımıyla yapılan ölçümler ile KIBT'den elde edilen üç boyutlu görüntüleme üzerinde yapılan ölçümler karşılaştırılmıştır. Üç boyutlu görüntüleme üzerinde yapılan ölçüm değeri daha fazla ölçülmüş olmakla birlikte kafatası üzerinde yapılan ölçümlerle arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirtilmiştir (Baumgaertel ve ark., 2009). Bu sebeple çalışmamızda KIBT görüntüleri kullanılmıştır.

7.3. Bulguların Tartışılması

Çalışmamızda piezo cerrahi uygulanan grubun bukkal alveolar kemik kalınlığı değerlerine baktığımızda; UR7-B9, UL7-B3, UL7-B6 parametreleri hariç tüm parametrelerde T0 ve T1 dönemleri arasında meydana gelen azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 2). Piezo cerrahi uygulanmayan grupta ise UR4-B9, UR7-B3, B6, B9 ve UL7-B3, B6 parametreleri hariç diğer tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma mevcuttur. Her iki grupta da 2. molar dişlerin daha az etkilendiği sonucuna varılabilir (Tablo 2).

Gruplar arası karşılaştırmada ise elde edilen bukkal kemik kalınlığına ait değerler incelendiğinde; piezo cerrahi uygulanan gruptaki azalmaların genel olarak mine-sement sınırından sonra 3. ve 6. mm'lerde istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir (Tablo 3). Dokuzuncu mm'de gözlenen azalmalar ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda hastaların sağ ve sol üst çene kanin ve 7 numaralı dişler arasındaki tüm dişlerin kökleri arasına bistüri ile gingival papilin 4 mm üstünden, yapışık dişeti üzerinde, piezo bıçağının ucunun girebileceği kadar -yaklaşık 2 mm- uzunlukta insizyon yapılmıştır. Bunu takiben piezo ucu ile bu açıklıktan girilerek yaklaşık 3 mm derinliğinde alveolar kortikal kesiler yapılmıştır. Yani 9 mm'de kemik miktarındaki değişimde anlamlı bir fark görülmemesinin sebebini piezo cerrahinin etkisinin o bölgeye kadar azalmış olması diye düşünmekteyiz. Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada piezo cerrahinin etkisinin kesi yapılan dişin etrafındaki kemikte her üç yönde 1,5 diş genişliğince devam ettiğini bildirmişlerdir (Dibart ve Keser, 2015). Bu da her ne kadar kesiler dişler arasında yapılmış olsa da dişlerin bukkalindeki kemiğin bu kesiden etkilendiği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda kesi yapılan bölgedeki kemik kalınlığı değil, asıl önemli olan çevre dişlerin bukkalindeki destek kemik kalınlığının ne yönde etkilendiğinin incelenmesidir.

Literatürde piezo cerrahi tekniği çoğunlukla, diş hareketinin hızına etkisi, çapraşıklığın çözülmesi ve kanin distalizasyonu konulu çalışmalarda kullanılmıştır; ancak bu teknik sonrası direkt kemik miktarlarını değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Kemikle ilgili yapılan çalışmaların birçoğu ise insizyon sonrası kemik grefti

uygulanmasına dair çalışmalardır. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen sonuçları karşılaştırabileceğimiz herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Sadece 2013 yılında yapılan bir tez çalışmasında diş hareketini hızlandırmak amacıyla kortikotomi uygulanan hastalar gruplandırılmıştır. Grup 1’de sadece kortikotomi uygulanmıştır. Grup 2 ve 3’te kortikotomi sonrası kemik grefti ve trombosit zengin membran uygulanmıştır ve anterior bölgede vestibül kemik kalınlığı değerlendirilmiştir. Maksilladaki dişler tek tek değerlendirildiğinde ise Grup 1’de kanin dişlerde vestibül kemikte istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma mevcuttur. Alt çenede ise tek başına kortikotomi uygulanan Grup 1’de vestibül kemik kalınlığında bir azalma mevcutken, Grup 2 ve 3’te istatistiksel olarak anlamlı derecede artış tespit edilmiştir (Gönen, 2013). Yapılan bu çalışmada kullanılan vertikal kesiler bizim çalışmamızdaki gibidir ve alt çenede görülen bukkal kemik miktarı azalması çalışmamızla uyumludur.

Bu çalışmanın aksine 2015 yılında yapılan bir tez çalışmasında, mini vida destekli en-masse retraksiyon vakalarında piezo cerrahi yönteminin etkinliği değerlendirilmiştir. Tedavi sonunda bukkal bölgelerde kemik büyümelerine (torus) rastlanmıştır. Piezo cerrahiler sonucunda artan yapım faaliyetinin kemik morfolojisinde daha önceden var olmayan protrüzyonlara neden olduğunu düşünmüşlerdir. Bunun yanı sıra retraksiyon aşamasında diğer çalışmalara oranla daha ağır kuvvetlerin uygulanmış olmasının da kemik büyümelerinin oluşumunda etkili olmuş olabileceğini savunmuşlardır (Tunçer, 2015).

Piezo cerrahi uygulanan grubun palatinal alveolar kemik kalınlığı sonuçları değerlendirildiğinde, UR4-P6 ve UL5-P6 parametreleri hariç diğer tüm parametrelerde meydana gelen azalma istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 4). Piezo cerrahi uygulanmayan grupta ise UR4-P6, UR4-P9, UR5-P9, UR6-P9, UL4-P9, UL5-P6, UL6-P6, UL7-P6 ve UL7-P9 parametreleri hariç tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma mevcuttur (Tablo 4). Yani her iki grupta da mine-sement bileşiminden sonraki ilk 3 mm’de anlamlı kemik kayıpları mevcuttur. Aslında bu bölge yaklaşık kret tepesi bölgesidir ki ağız hijyeni, dişin bukkolingual hareketi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Ancak 6. ve 9. mm’lerdeki değişimler grup içinde farklılıklar göstermektedir. Ayrıca piezo cerrahi uygulanan grupta daha fazla parametrede anlamlı değişiklik olması bu grupta daha fazla dişin etkilendiğini göstermektedir. Öte yandan gruplar arası karşılaştırmada hiçbir

parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 5). Gruplar arasında bir fark bulunamamış olması incelenen bölgenin piezo cerrahi uygulanan bölgeden uzakta kalmasına bağlı bu bölge üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı anlamına da gelebilmektedir.

Çalışmamızda bukkal bölgede vertikal kemik kayıplarının tespiti için mine-sement sınırı ile kret tepesi arası mesafeler ölçülmüştür. Bu parametrelerdeki artışlar piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki UR4 parametresi hariç her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 6). Yani her iki grupta da bukkal kret tepesi mine-sement sınırına göre daha apikale doğru taşınmıştır. Bu kemik kayıplarının sebebini ağız hijyeninin bozulması ile ilişkilendirmemiz mümkündür. Çünkü bazı araştırmacılar sabit ortodontik tedavi esnasında kullanılan bant, braket, ark teli ve elastik gibi ataçmanların varlığının diş çürükleri ve periodontal hastalıkların görülme riskini arttırdığını savunmuşlardır (Zachrisson ve Brobakken, 1978; Svanberg ve ark., 1984; Polson ve ark., 1988). Ciancio ve arkadaşları sabit ortodontik apareyler varlığında diş temizliğinin güçleştiğini ve özellikle braket ve dişeti kenarı arasındaki sahada plak oluşumunun arttığını bildirmişlerdir (Ciancio ve ark., 1985). Diş yüzeyinin braketle kaplı sahası ne kadar fazla ise (Ciancio ve ark., 1985; Mitchell, 1992) ve aparey komponentleri ne kadar kompleks ise (Zachrisson, 1974) dişlerin uygun şekilde temizliği de o kadar zorlaşmaktadır. Dolayısıyla, sabit ortodontik apareyler, periodontal yönden sağlıklı bireylerde plak birikimini arttırarak dişetinde sıklıkla enflamasyon gelişmesine sebep olmakta ve subgingival alanda periodontal patojen sayısını arttırabilmektedir (Leggolt ve ark., 1979; Diamonti-Kipioli ve ark., 1987).

Çalışmamızda gruplar birbiriyle karşılaştırıldığında, piezo cerrahi uygulanan grupta sağ tarafta gözlenen vertikal kemik kayıpları, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki değişimlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazladır (Tablo 7). Oysa çalışmamızda piezo cerrahi işlemi sağ ve sol tarafta aynı kişi tarafından aynı şekilde uygulanmıştır. Bununla birlikte eğimli arklar şekilleri dolayısıyla simetrik olduğu için uygulanan kuvvetlerin de simetrik olduğu düşünülmektedir. Bu verilere dayanarak sağ ve sol taraftaki bu anlamlı farkın yine ağız hijyeni kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz. Özellikle piezo cerrahi uygulanan grupta işlemi takiben elastik kullanımının başlamasıyla

beraber ağız hijyeninin daha da bozulduğu düşünülmektedir. Gruplar arasında sadece sağ tarafta fark görülmesinin de fırçalama yaparken sağ el kullanımına bağlı sağ tarafın yeterince temizlenemesi olabileceğini akla getirmektedir. Hardyck ve arkadaşları yaptıkları bir araştırmada dünya nüfusunun yaklaşık %90'ının gündelik işlerde sağ ellerini kullandıklarını bildirmişlerdir (Hardyck ve ark., 1977). Yazı eli tercihinin bireysel ağız hijyeni uygulamaları ve dişeti sağlığına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar sınırlı sayıdadır. Addy ve arkadaşları, sağ elini kullanan çocuklarda sağ bölgelerde daha fazla gingivitis ve plak akümülyasyonu olduğunu bildirmişlerdir (Addy ve ark., 1987). Sağ ve sol elini kullanan erişkinlerde dişeti çekilmelerinin değerlendirildiği bir çalışmada ise sağ elini kullananlarda dişeti çekilmesinin sağ tarafta daha çok olduğu bildirilmiştir (Tezel ve ark., 2001). Yaptıkları bir diğer çalışmada da yine sol elini kullanan bireylerin sağ tarafta daha iyi ağız hijyeni sağladıklarını öne sürmüşlerdir (Tezel ve ark., 2001).

Özden ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yapılan bir çalışmada, 116 hasta 2 gruba ayrılmış, sağ elini kullananlar ve sol elini kullananlar arasında ağız hijyeni arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Sağ elini kullananların ağız hijyeninin sol elini kullananlara oranla daha kötü olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca sağ elini kullanan hastaların genel olarak sağ taraflarıyla çiğneme yaptığını, sol elini kullananların ise genel olarak sol taraflarıyla çiğneme yaptıklarını bildirmişlerdir. Fakat çiğneme taraflarını değerlendirdiklerinde ağız hijyenleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Özden, 2011).

Bu bilgilere dayanarak hastaların özellikle piezo cerrahi sonrası sol tarafa daha rahat ulaşarak daha etkin fırçalama yaptıkları, fakat sağ tarafta aynı etkinliği sağlayamadıkları ve ağız hijyeninin o bölgede daha kötü olduğu düşünülmektedir. Bu sorun elbette tüm ortodontik tedavi süresince mevcuttur, ancak cerrahi işlem sonrası daha da arttığını düşünmekteyiz. Ayrıca, çalışmamız bir arşiv çalışması olduğu ve bireylere ağız içi muayene yapılamadığı için, dişlerde mevcut bir oklüzal travmanın olup olmadığı ya da bakteri plağı birikimi değerlendirilememiştir. Bu sebeple mevcut dikey kemik kayıplarının sadece sağ tarafta anlamlı olması fırçalama etkinliği ile açıklanmıştır.

Kök rezorpsiyonları açısından değerlendirmek için öncelikle çift köklü birinci premolar dişlerde bukkal ve palatinal köklerdeki rezorpsiyon miktarlarına bakılmıştır. Her

iki grupta da kök rezorpsiyon miktarları açısından istatistiksel olarak fark bulunmadığından (Tablo 8 ve Tablo 9), bukkal ve palatinal kök uzunluklarının ortalaması alınıp tek kök olarak kabul edilmiş, değerlendirmeler yapılmış ve grup içi değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 10). Gruplar arası karşılaştırmada ise piezo cerrahi uygulanmayan grupta üst sol ikinci molar dişin mesiobukkal ve distobukkal köklerindeki rezorpsiyon haricinde hiçbir parametrede anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 11). Piezo uygulanmayan gruptaki hastaların kullanıldığı 2016 yılı tez çalışması sonuçlarına bakıldığında, bu dişte istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir vertikal ya da meziodistal yönlü hareket bildirilmemiştir (Erdem, 2016). Halbuki aynı parametrenin piezo cerrahi uygulanan gruptaki değişimini bildiren 2014 yılı tez çalışmasına baktığımızda bu dişte istatistiksel olarak anlamlı intrüzyon rapor edilmiştir (Koç, 2014). Yani intrüzyon gözlenen dişte değil, stabil kalan dişte rezorpsiyon fazla çıkmıştır. Bu durumda piezo cerrahi uygulanması nedeniyle diş intrüze olabildiğinden rezorpsiyon gözlenmemişken, piezo cerrahi uygulanmayan grupta diş gömülememiş ve eğimli arkların dişin bukkalinden uyguladığı intrüze edici kuvvetin bu dişin mezial ve bukkal kökünde rezorpsiyona sebep olduğu ihtimalini akla getirmektedir. Her iki grupta da birinci molarlar ve sağ 2. molar dişte anlamlı herhangi bir vertikal hareket bulunmadığından kök rezorpsiyonu açısından karşılaştırıldıklarında da bu dişlerde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Diğer yandan Kole, dişlere kuvvet uygulama öncesi diş kökleri çevresinde yapılan kortikotomi işleminin o. bölgedeki kemik desteğini azaltıp tedavi süresinin kısılmasına ve böylece kök rezorpsiyonu riskinin de azalmasına sebep olduğunu bildirmiştir (Kole, 1959). Oysa çalışmamıza dahil edilen hastaların açık kapanışlarının düzelme süresi iki grup arasında benzerdir. Bu da tedavi süresi açısından piezo cerrahinin bir fark yaratmadığını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızdaki gruplar arasında gözlenen kök rezorpsiyonu sonuçları Kole'ün sonuçları ile uyuşmamaktadır.

Ortodontik tedavide kök rezorpsiyonlarını araştıran ve farklı sonuçlara varan birçok çalışma bulunmaktadır. Parker ve Harris'in, lateral sefalometrik filmleri kullandıkları çalışmalarında, kök rezorpsiyonunun meydana gelmesinde en etkili ortodontik hareketin, lingual kök hareketi ile birlikte intrüzyon hareketi olduğu söylenmiştir (Parker ve Harris, 1998). Yine Han ve arkadaşları SEM çalışmalarında, intrüzyon hareketinin ekstrüzyon

hareketine göre 4 kat daha fazla kök rezorpsiyonuna sebep olduğunu bildirmişlerdir (Han ve ark., 2005). Diğer yandan Daimaruya ve arkadaşları köpeklerde yaptıkları bir çalışmada vida ankrajı ile 7 ayda molar dişte ortalama 3,4 mm intrüzyon elde etmişler ve bu dişlerde kök rezorpsiyonu izlendiğini ancak bunun yeni sement oluşumu ile tamir edildiğini söylemişlerdir (Daimaruya ve ark., 2001). Yaptıkları bir başka çalışmada ise molar dişte ilk 4 ayda ortalama 1,8 mm ve 7. ayın sonunda ortalama 4,2 mm intrüzyon sağlanırken, köklerde de orta derecede rezorpsiyon izlendiğini ve bunun tamir sementi ile giderilemediğini göstermişlerdir (Daimaruya ve ark., 2003).

Demirkaya ve arkadaşları, açık kapanış tedavisinde molar intrüzyonu amacıyla ankraj ünitesi olarak zigomatik mini plak kullandıkları çalışmalarında üst birinci molar köklerinde apikal bölgedeki kök rezorpsiyonunu radyografik olarak değerlendirmişlerdir. Sadece sağ üst birinci molar dişlerin mezial köklerindeki kök rezorpsiyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu grup intrüzyon yapılmayan ve sabit mekanik uygulanan grupla karşılaştırıldığında ise aralarında kök rezorpsiyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (Ari-Demirkaya ve ark., 2005).

2013 yılında Li ve arkadaşları, molar intrüzyonu sonrasında meydana gelen kök rezorpsiyonunu KIBT görüntüleri ile hacimsel olarak değerlendirmişlerdir. Mini vida ile molar intrüzyonu sonrasında dişlerde kök rezorpsiyonu gözlenmiştir. Molar dişin üç kökü içinde en fazla hacimsel kaybın ise mezioyokkal kökte olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2013).

Sonuç olarak yapılan çalışmalarda kök rezorpsiyonunu etkileyen birçok faktör bulunduğu ve meydana gelişini tek bir sebebe bağlamanın mümkün olmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle elde edilen sonuçları sadece piezo cerrahi uygulanıp uygulanmamasına bağlamak doğru bir yaklaşım olmayacaktır.

8. SONUÇLAR

1. Bukkal alveolar kemik kalınlığı piezo cerrahi uygulanan grupta daha fazla etkilenmiş olup; iki grup arasındaki farklar genellikle mine-sement sınırından itibaren 3. ve 6. mm'lerde istatistiksel olarak anlamlıdır.
2. Mine-sement sınırından itibaren 9. mm'deki bukkal alveolar kemik kalınlıkları gruplar arasında farklılık göstermemiştir.
3. Her iki grupta da bukkal kret tepelerinde anlamlı kayıplar görülmüştür.
4. Piezo cerrahi uygulanan grupta sağ tarafta gözlenen vertikal kemik kayıpları, piezo cerrahi uygulanmayan gruptaki değişimlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazladır.
5. Her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı kök rezorpsiyonları görülmektedir.
6. Gruplar karşılaştırıldığında piezo cerrahi uygulanmayan grupta üst sol ikinci molar dişin mesiobukkal ve distobukkal köklerindeki rezorpsiyon haricinde hiçbir parametrede anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

9. KAYNAKLAR

Abass, SK. Orthodontics and External Apical Root Resorption Semin Orthod. 2007;(13): 246-256.

Abel MD, Carrasco LR. Ehlers-Danlos syndrome: classifications, oral manifestations, and dental considerations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;102(5): 582-90.

Acar A, Canyurek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. dis-continuous force application and root resorption. Angle Orthod. 1999;69: 159-63

Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: A modern approach for classifications and diagnosis. Am J Orthod. 1969;56(5): 443-454.

Addy M, Griffiths G, Dummer P, Kingdom A, Shaw WC. The distribution of plaque and gingivitis and the influence of toothbrushing hand in a group of South Wales 11-12- year-old children. J Clin Periodontol. 1987;14: 564-572.

Aljhani AS, Aldrees AM. Orthodontic treatment of an anterior openbite with the aid of corticotomy procedure: Case report. Saudi Dent J, 2011;23(2): 99-106.

Amano M, Agematsu H, Abe S, Usami A, Matsunaga S, Suto K, Ide Y. Three dimensional analysis of pulp chambers in maxillary second deciduous molars. J Dent. 2006;34: 503-508.

Andreasen JO. Cementum repair after apicoectomy in humans. Acta Odontol Scand. 1973;31: 211-221.

Aras B, Cheng LL, Türk T, Elekdag-Türk S, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 23. Effects of 2 or 3 weekly reactivated continuous or intermittent orthodontic forces on root resorption and tooth movement: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(2): 29-37.

Arat ZM, Akçam MO, Esenlik E, Arat E. Inconsistencies in the differential diagnosis of open bite. *Angle Orthod.* 2008;78: 415-420.

Ari-Demirkaya A, Masry MA, Erverdi N. Apical root resorption of maxillary first molars after intrusion with zygomatic skeletal anchorage. *Angle Orthod.* 2005;75 (5): 761-767.

Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *AmJ Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91: 225-232.

Atout BN. Cephalometric Evaluation of Anterior Openbite Treatment With Niti Wires and Anterior Elastics in Young Adolescents. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2002, İstanbul (Yrd. Doç. Dr. Ahu Acar).

Aytan S. Ankara ili ve çevresi lise öğrencilerinde oklüzal özellikler. Yayınlanmamış profesörlük tezi, Ankara, 1978.

Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1): 8.

Barbagallo LJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;133: 218-227.

Barber AF, Sims MR. Rapid Maxillary expansion and external root resorption in man: A scanning electron microscope study. Am J Orthod. 1981;79: 630-652.

Barrer HG, Buchin ID. Borderline extraction cases: Panel discussion, J Clin Orthod. 1971;5: 609-626.

Bartley N, Türk T, Colak C, Elekdağ - Türk S, Jones A, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(4): 353-360.

Bartold PM, Walsh LJ, Narayanan AS. Molecular and cell biology of the gingiva. Periodontol. 2000;24: 28.

Başçiftçi FA, Demir A, Sarı Z, Uysal T. Konya yöresi okul çocuklarında ortodontik malokluzyonların prevelansının araştırılması: Epidemiyolojik çalışma. Türk Ortodonti Dergisi, 2002;15: 92-98.

Bates S. Absorption. Br J Dent Sci. 1856;1: 256 Alınmıştır: Brezniak and Wasserstein. Root resorption. Part 1. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1993;62-66.

Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability And Accuracy Of Cone-Beam Computed Tomography Dental Measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136(1): 19-25.

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110: 311-320.

Baysal A, Uçar FI, Büyük SK, Özer T, Uysal T. Alveolar bone thickness and lower incisor position in skeletal Class I and Class II malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2013;43(3): 134-140.

Beane RA Jr. Nonsurgical management of the anterior open bite: a review of the options. *Semin Orthod.* 1999;5(4): 275-283.

Beck BW, Harris EF. Apical root resorption in orthodontically treated subjects: analysis of edgewise and lightwire mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105: 350-361.

Becks H, Marshall JA. Resorption or absorption? *Journal of American Dental Association.* 1932;18: 1528-1537.

Bell WH, Proffit WR, White RP. *Surgical Correction of Dentofacial Deformities (c. Vol I).* Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1980

Bender IB, Byers MR, Mori K. Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *Journal of Endodontics.* 1997;23: 768-773

Bishara SE, Jakobsen JR. Changes in overbite and face height from 5 to 45 years of age in normal subjects. *Angle Orthod.* 1998;68(3): 209-216.

Bishara SE, Warren J, Broffitt B, Levy SM. Changes in the prevalence of nonnutritive sucking patterns in the first 8 years of life. *Am J Orthod,* 2006;130(1): 31-36.

Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod.* 1969;55(6): 585-599.

Blaushild N, Michaeli Y, Steigman S. Histomorphometric study of the periodontal vasculature of the rat incisor. *J Dent Res.* 1992;71(12): 1908-1912.

Bonetti GA, Verganti S, Zanarini M, Graziani E. Orthodontic intrusion of posterior teeth using dental implant anchorage. *J Clin Orthod.* 2008;42(4): 222-225.

Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature Review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(2): 138-146.

Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod.* 2002;72(2): 175-179.

Brice GL, Sampson WJ, Sims MR. An ultrastructural evaluation of the relationship between epithelial rests of Malassez and orthodontic root resorption and repair in man. *Aust Orthod J.* 1991;12: 90-94.

Brin I, Tulloch JF, Koroluk L, Philips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1 - versus 2 -phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(2): 151-156.

Brudvik P, Rygh P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. *Eur J Orthod.* 1995;17: 189-198.

Brudvik P, Rygh, P. Transition and determinants of orthodontic root resorption repair sequence. *Eur J Orthod.* 1995;17: 177-188.

Brudvik P, Rygh P. The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. *Eur J Orthod.* 1993;15(4): 249-263.

Brudvik P, Rygh P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *Eur J Orthod.* 1994;16(4): 265-273.

Brudvik P, Rygh P. Root resorption beneath the main hyalinized zone. *Eur J Orthod.* 1994;16(4): 249-263.

Caloss R, Atkins K, Stella JP. 3D imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(3): 287-309.

Cangialosi T. Skeletal morphologic features of anterior open bite. *Am J Orthod,* 1984;85(1): 28-36.

Carano A, Machata B. A rapid molar intruder for 'non-compliance' treatment. *J Clin Orthod,* 2002;36(3): 137-142.

Carano A, Machata W, Siciliani G. Noncompliant treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod Dentofac Orthop,* 2005;128(6): 781-786.

Carano A, Siciliani G, Bowman JS. Treatment of skeletal open bite with a device for rapid molar intrusion: A preliminary report. *Angle Orthod,* 2005;75(5): 736-746.

Carranza FA, Newman MG, Takei HH, Klokkevod PR. *Clinical Periodontology.* (10th ed) Saunders, Middle East and African, 2006.

Cartwright LJ, Harvold E. Improved radiographic results in cephalometry through the use of high kilovoltage. *Xray Tech.* 1955;27: 105-107.

Carvalho R, Braga F, Brito , Capelli JJ, Figueredo CM, Sztajnbok FR. Temporomandibular joint alterations and their orofacial complications in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 2012;52(6): 907-911.

Cassis MA, De Almeida RR, Janson G, De Almeida-Pedrin RR, De Almeida MR. Treatment effects of bonded spurs associated with high-pull chin cup therapy in the treatment of patients with anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012;142: 487-493.

Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(2): 186-195.

Chang YI, Moon SC. Cephalometric evaluation of the anterior openbite treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;115(1): 29-38.

Chapple IL, Walmsley AD, Saxby MS, Moscrop H. Effect of instrument power setting during ultrasonic scaling upon treatment outcome. *J Periodontol.* 1995;66(9): 756-760.

Cheng LL, Türk T, Elekdağ – Türk S, Jones S, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136 (3): 320-321.

Chumbley AB, Tuncay OC. The Effect of Indomethacin (an aspirin-like drug) on the Rate of Orthodontic Tooth Movement. *Am J Orthod.* 1986;89(4): 312-314.

Chung JC, Hwang S, Choi YJ, Kim KH. Treatment of skeletal open bite malocclusion with lymphangioma of the tongue. *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 2012;141: 627-640.

Chung KR, Oh MY, Ko SJ. Corticotomy assisted orthodontics. *J Clin Orthod,* 2001;35(5): 331-339.

Ciancio DG, Cunat JJ, Mather ML. A comparison of plaque accumulation in bonded versus banded teeth. *J Dent Res.* 1985;64: 325.

Cinsar A, Alagha AR, Akyalcin S. Skeletal open bite correction with rapid molar intruder appliance in growing individuals. *Angle Orthod.* 2007;77 (4): 632-639.

Coscia G, Coscia V, Peluso V. Augmented corticotomy combined with accelerated orthodontic forces in class III orthognathic patients: morphologic aspects of the mandibular anterior ridge with cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71: 9.

Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surgery.* 1998;13(3): 201-209.

Cozza P, Bacetti T, Lorenzo F, Mucedero M, Polimeni A. Sucking habits and facial hyperdivergency as risk factors for anterior open bite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 2005;128: 517-519.

Cörekçi B, Göyenc YB. Dentofacial changes from fan-type rapid maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion in early mixed dentition. *Angle Orthod.* 2013.

Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod.* 1983;17(4): 266-269.

Creekmore TD. Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment. *Angle Orthod.* 1967;37: 285-297.

Cusimano C, McLaughlin RP, Zernik JH. Effects of first bicuspid extractions on facial height in high-angle cases. *J Clin Orthod.* 1993;27(11): 594-598.

Daimaruya T, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. The influences of molar intrusion on the inferior alveolar neurovascular bundle and root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod.* 2001;71(1): 60-70.

Daimaruya T, Takahashi I, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. Effects of maxillary molar intrusion on the nasal floor and tooth root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod.* 2003;73(2): 158-166.

Darendeliler MA, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(6): 578-588

Daskalogiannakis J, Piedade L, Lindholm TC, Sándor GK, Carmichael RP. Cleidocranial dysplasia: 2 generations of management. *J Can Dent Assoc.* 2006;72: 337-342.

Davidovitch Z, Godwin SL, Park YG, Taverne A, Dobeck JM, Lilly CM. The etiology of root resorption. In: McNamara JA, Trotman CA, editors. Orthodontic Treatment: The Management of Unfavorable Sequelae. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press. 1996;93-117.

De Freitas MR, Beltrao RT, Janson G, Henriques JF, Cancado RH. Long-term 179 stability of anterior open bite extraction treatment in the permanent dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004;125(1): 78-87.

Değerliyurt MK. Cerrahi yardımcı hızlı maksiller genişletme vakalarında konvansiyonel dönel aletler ve piezoelektrik cerrahi cihazının maksiller osteotomiler sonrası fasiyal ödem, ağrı, hasta memnuniyeti ve operasyon süresi açısından karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2009, Ankara (Danışman: Doç. Dr. Barış Şimşek).

Denison TF, Kokich VG, Shapiro PA. Stability of maxillary surgery in openbite versus nonopenbite malocclusions. Angle Orthod. 1989;59(1): 5-10.

DeShields RW. A study of root resorption in treated Class II Division 1 malocclusions. Angle Orthod. 1969;39: 231-45.

Diamonti-Kipioli A, Gusperti AA, Lang NP. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. J Clin Periodontol. 1987;14: 326-333.

Dibart S, Keser EI. Piezocision: Minimally invasive periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. IN: Brugnamì F, Caiazzo A, editors. Orthodontically Driven Corticotomy: Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment. 2015;119-144.

Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;30(6): 342-350.

Dorfman HS. Mucogingival changes resulting from mandibular incisor tooth movement. *Am J Orthod*. 1978;74: 286-297.

Dung DJ, Smith RJ. Cephalometric and clinical diagnosis of open bite tendency. *Am J Orthod*. 1988;94(6): 484-490.

Eastoe JE. The organic matrix of bone. In Bourne GH, ed. *The Biochemistry and Physiology of Bone*. New York, Academic Press. 1956;81.

Eberhart BB, Kuflinec MM, Baker IM. The relationship between bite depth and incisor angular change. *Angle Orthod*. 1990;60(1): 55-58.

Efstratiadis SS. An American board of orthodontics case report. Treatment of an open-bite malocclusion. *Am J Orthod*. 1990;98(2): 94-102.

Elliot JR, Bowers Gm. Alveolar dehiscence and fenestrations. *Periodontics*. 1963;1: 245.

Ellis E, 3rd McNamar JA, Jr Lawrence TM. Components of adult Class II open-bite malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg*. 1985;43(2): 92-105.

Emata T. The mechanical response of the periodontal structure in the maxillary lateral incisor of the macaca fuscata yakui, loading by a vibrating force. *J Oral Biol Sci*. 1979;21(2): 571-585.

Enacar A, Ugur T, Toroglu S. A method for correction of open bite. J Clin Orthod. 1996;30(1): 43-48.

Endo T, Kojima K, Kobayashi Y, Shimooka S. Cephalometric evaluation of anterior open-bite nonextraction treatment, using multiloop edgewise archwire therapy. Odontology. 2006;94(1): 51-58.

Engelking G, Zachrisson BU. Effects of incisor repositioning on monkey periodontium after expansion through the cortical plate. Am J Orthod. 1982;2: 23-32.

English JD, Olfert DG. Masticatory muscle exercise as an adjunctive treatment for open bite malocclusions. Semin Orthod. 2005;11(3): 164-169.

English JD. Early treatment of skeletal open bite malocclusions. Am J Orthod. 2002;121(6): 563-565.

Enlow DH, Kuroda T, Lewis AB. The morphological and morphogenetic basis for craniofacial form and pattern. Angle Orthod. 1971;41(3): 161-188.

Epker BN, Fish L. Surgical-orthodontic correction of open-bite deformity. Am J Orthod. 1977;71(3): 278-299.

Erdem A.S. Sıçanlara Er-Yag Lazer Kullanılarak Yapılan Dekortikasyon İşleminin Diş Hareketine Olan Etkilerinin Histomorfometrik Ve Klinik Olarak İncelenmesi. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2012, İstanbul (Doç. Dr. Fulya Işık Özdemir).

Erdem B. Açık Kapanışlı Bireylerde Eğimli Arklar ve Dikey Elastiklerin Dişler ve İskeletsel Yapıda Oluşturduğu Değişikliklerin Üç Boyutlu Götüntüleme Yöntemi İle

Değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2016, İstanbul (Prof. Dr. Nazan Küçükkeleş).

Erverdi N, Tosun T, Keles A. A New Anchorage Site for the Treatment of Anterior Open Bite: Zygomatic Anchorage. Case Report. World J Orthod. 2002;3: 147-153.

Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. Angle Orthod. 2004;74(3): 381-390.

Erverdi N, Usumez S, Solak A, Koldas T. Noncompliance open-bite treatment with zygomatic anchorage. Angle Orthod. 2007;77(6): 986-990.

Espeland L, Dowling P, Mobarak K, Stenvik A. Three-year stability of open-bite correction by 1-piece maxillary osteotomy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;134: 60-66.

Esteves T, Ramos AL, Pereira CM, Hidalgo MM. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. Journal of Endodontics. 2007;33: 119-122.

Evangelista K, Vasconcelos K, Bumann A, Hirsch E, Nitka M, Silva MAG. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138: 133-137.

Farin G. Ultrasonic dissection in combination with high-frequency surgery. Endosc Surg Allied Technol. 1994;2(3-4): 211-213.

Fields HW, Proffit WR, Nixon WL, Phillips C, Stanek E. Facial pattern differences in longfaced children and adults. Am J Orthod. 1984;(3): 217-223.

Fotis V, Melsen B, Williams S, Droschl H. Vertical control as an important integrident in the treatment of severe sagittal discrepancies. *Am J Orthod.* 1984;86(3): 224-232.

Frankel R, Frankel C. A functional approach to treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod.* 1983;84(1): 54-68.

Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J.* 1983;31(2): 3-9.

Fuhrmann R. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Semin Orthod.* 2002;8: 23-28.

Gellin ME. Digital sucking and tongue thrusting in children. *Dent Clin North Am.* 1978;22(4): 603-619.

Glickman I, Wood H. Bone histology in periodontal disease. *J Dent Res.* 1942;21: 35.

Glickman I. The experimental basis for the 'bone factor' concept in periodontal disease. *J Periodontol.* 1951;20: 7.

Glimcher MJ. The nature of the mineral component of bone and the mechanism of calcification. In Avioli LV, Krane SM, eds. *Metabolic Bone Disease and Clinical Related Disorders.* Philadelphia, WB Saunders. 1990;42-68.

Goldman LW. Principles of CT: Multislice CT. *J Nucl Med Technol.* 2008;36: 57-68.

Gönen Z. Kortikotomi Destekli Hızlı Ortodontik Tedavi Gören Sınıf I Çapraşıklığa Sahip Hastalarda Vestibül Kemik Kalınlığının Değerlendirilmesi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ağız, Doktora Tezi, 2013, Kayseri (Prof. Dr. Alper Kalkan).

Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances. St. Louis, Toronto, Princeles: The C.V. Mosby Co. 1985.

Graber TM. The finger sucking habit and associated problems. J Dent Child. 1958;25: 145-151.

Graber TM. Orthodontics. Principles and practice. Philadelphia: Saunders. 1966.

Graber TM. The "three M's". Muscles, malformation and malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1963;55: 418-450.

Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE. Quintessence Publishing Co. 1966;47-59.

Greenlee GM, Huang GJ, Chen SS, Chen J, Koepsell T, Hujoel P. Stability of treatment for anterior open-bite malocclusion: a meta-analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(2): 154-169.

Gürton AÜ, Akın E, Karaçay Ş. Initial intrusion of the molars in the treatment of anterior open bite malocclusions in growing patients. Angle Orthod. 2004;74(4): 454-64.

Güven O, Akal ÜK. Bimaksiller anterior segmental osteotomi ile Class I anterior open-bite tedavisi. Türk Ortodonti Dergisi. 1992;5(1): 53-58.

Haas AJ. A biological approach to diagnosis, mechanics and treatment of vertical dysplasia. *Angle Orthod.* 1980;50(4): 279-300.

Haas AJ. Headgear therapy: the most efficient way to distalize molars. *Semin Orthod.* 2000;6: 79-90.

Hajji SS. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular de-crowding. St Louis Univ, Doktora tezi, 2000, St Louis.

Han G, Huang S, Von den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers – Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. *Angle Orthod.* 2005;75: 912-918.

Handelman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod.* 1996;66: 95-109.

Hao J. Accelerated Orthodontic Tooth Movement With Flapless Corticotomy: A Pilot Study In Beagle Dogs. Illinois Üniversitesi, Master Tezi, Chicago. 2011.

Hardyck C, Petrinovich LF, “Left-handedness”. *Psychol Bull.* 1977;84(3): 385-404.

Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130: 639-647.

Harris EF, Butler ML. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101: 112-119.

Hartsfield JK. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(3): 236-242.

Hasegawa N, Kawaguchi H, Ogawa T, Uchida T, Kurihara H. Immunohistochemical characteristics of epithelial cell rests of Malassez during cementum repair. *J Periodontal Res.* 2003;38: 51-56.

Hechler SL. CBCT: Application in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4): 809-823.

Hellman M. Open bite. *Int J Orthod.* 1931;17: 421.

Hendrix I, Carels C, Kuijpers – Jagtman AM, Van T, Hof M. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105(4): 345-349.

Hoigne DJ, Stübinger S, Von Kaenel O, Shamdasani S, Hasenboehler P. Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2006;12(7): 36.

Horton JE, Tarpley TM Jr, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone products with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975;39: 536-546.

Hounsfield GN. Computerized transverse scanning (tomography). 1. Description of

system. *Br J Radiol.* 1973;46(522): 1016-1022.

Huang B, Lejarraga C, Franco CS, Kang Y, Lee A, Abbott J, Takahashi K, Bessho K, Puntangon P. Influence of non-orthodontic intervention on digit sucking and consequent anterior open bite: a preliminary study. *Int Dent J.* 2015;65(5): 235-241.

Huang GJ, Greenlee GM. Stability of anterior open bite correction: an assessment of the evidence. In: Huang GJ, Richmond S, and Vig KWL. (eds.), *Evidence-based orthodontics.* Oxford: Blackwell Publishing, Ltd, 2007.

Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(2): 209-216.

Igarashi K, Adachi H, Mitani H, Shinoda H. Inhibitory effect of the topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on root resorption incident to orthodontic tooth movement in rats. *Journal of Dental Research.* 1996;75: 1644–1649.

Igarashi K, Mitani H, Adachi H, Shinoda H. Anchorage and retentive effects of a bisphosphonate (AHBuBP) on tooth movements in rats. *American Journal of Orthodontics.* 1994;106: 279-289.

Ingervall B, Janson T. The value of clinical lip strength measurements. *Am J Orthod.* 1981;80: 496-507.

Isaacson RJ, Lindauer SJ, Rubenstein LK. Activating 2x4 appliance. *Angle Orthod.* 1993;63(1): 17-24.

Isaacson RJ, Lindauer SJ. Closing anterior open bites: the extrusion arch. *Semin*

Orthod. 2001;32(12): 708-715.

Iscan HN, Akkaya S, Koralp E. The effects of the spring-loaded posterior bite-block on the maxillofacial morphology. Eur J Orthod. 1992;14(1): 54-60.

Iscan HN, Sarisoy L. Comparison of the effects of passive posterior bite-blocks with different construction bites on the craniofacial and dentoalveolar structures. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;112(2): 171-178.

Iscan HN, Dincer M, Gultan A, Meral O, Taner-Sarisoy L. Effects of vertical chin cap therapy on the mandibular morphology in open-bite patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122(5): 506-511.

Iseri H, Kismisci R, Bzizi N, Tuz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;127(5): 533-41;625.

Iwasaki LR, Crouch LD, Nickel JC. Genetic factors and tooth movement. Semin Orthod. 2008;14: 135-145.

Jacobson O. Clinical significance of root resorption. Am J Orthod. 1952;38: 687-96.

Janson G, Valarelli F. Open-Bite Treatment in the Permanent Dentition. Open-Bite Malocclusion: Treatment and Stability, Wiley Online Library. 2013;129-347.

Janson G, Valarelli FP, Henriques JF, De Freitas MR, Cancado RH. Stability of anterior open bite nonextraction treatment in the permanent dentition. Am J of Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(3): 265-276.

Janson G, Valarelli FP. Open-bite malocclusion: Treatment and stability. Chichester, West Sussex: Wiley Blackwell, 2014.

Jeon PD, Turley PK, Moon HB, Ting K. Analysis of stress in the periodontium of the maxillary first molar with a three-dimensional finite element model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;115: 267-274.

Johnson ED, Larson BE. Thumb-sucking: classification and treatment. *ASDC J Dent Child*. 1993;60: 392-398.

Joondeph DR, Bloomquist D. Open-bite closure with mandibular osteotomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(3): 296-298.

Juliano ML, Machado MA, Prado LBF, Carvalho LBC, Macedo CR, Lentini-Oliveira DA. Craniofacial morphology of oral breathing children relates to obstructive sleep apnea cephalometric pattern. *Sleep*. 2005;28: 91.

Jung YH, Ch BH. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging Sci Dent*. 2011;41(1): 17-21.

Kalkwarf KL, Krejci RF, Pao YC. Effect of apical root resorption on periodontal support. *J Prosthet Dent*. 1986;56: 317-319.

Kaneko S, Ohashi K, Soma K, Yanagishita M. Occlusal hypofunction causes changes of proteoglycan content in the rat periodontal ligament. *Journal of Periodontal Research*. 2001;36: 9-17.

Karrer S, Landthaler M, Schmalz G. Ehlers-Danlos syndrome type VIII with severe periodontitis and apical root resorption after orthodontic treatment. *Acta Derm Venereol.* 2000;80(1): 56-57.

Kaya B, Arman A. Açık Kapanış Maloklüzyonların Tedavisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2006;9: 53-62.

Ketcham AH. A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. *Int J Orthod.* 1929;15: 310-328.

Kishi K, Hasegawa I, Shigehara H, Wakasa T, Honda Y, Arita ES. Clinical applications of 3- D CT and 3- D plastic model in the maxillofacial region. *Oral Radiol.* 1997;13: 21-27.

Kiliaridis S, Egermark B, Thilander B. Anterior open bite treatment with magnets. *Eur J Orthod.* 1990;12(4): 447-457.

Kim YH, Han UK, Lim DD, Serranon MLP. Stability of anterior open bite correction with multiloop edgewise archwire therapy: A cephalometric follow-up study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(1): 43-54.

Kim YH. Anterior openbite and its treatment with multiloop edgewise archwire. *Angle Orthod.* 1987;57(4): 290-321.

Kocadereli İ. The effect of first premolar extraction on vertical dimension. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116(1): 41-45.

Koç E. Ön Açık Kapanışlı Bireylerde Piezo Cerrahi Sonrası Uygulanmış Eğimli Arklar Ve Ön Dikey Elastiklerin Dişler Ve İskeletsel Yapıda Oluşturduğu

Değişikliklerin Değerlendirilmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014, İstanbul (Prof. Dr. Nazan Küçükkeleş).

Koç F, Görgülü S, Gökçe S. Açık kapanış anomalisi ve tedavileri. ADO Klinik Bilimler Dergisi. 2011;5(3): 939-946.

Kolahi J, Abrishami M, Davidovitch Z. Microfabricated biocatalytic fuel cells: a new approach to accelerating the orthodontic tooth movement. Med Hypotheses. 2009;73(3): 340-341.

Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1959;12(5): 515-529.

Krishnan V. Critical issues concerning root resorption : A contemporary review. World J Orthod. 2005;6(1): 30-40.

Krishnan V, Davidovitch Z. The effect of drugs on orthodontic tooth movement. Orthod Craniofac Res. 2006;9(4): 163-171.

Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;131(1): 9-15.

Kuroda S, Katayama A, and Takano-Yamamoto T. Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. Angle Orthod. 2004;74: 558-567.

Kuster R, Ingervall B. The effect of treatment of skeletal open bite with two types of bite-blocks. Eur J Orthod. 1992;14(6): 489-499.

Küçükkeleş N, Acar A, Demirkaya AA, Evrenol B, Enacar A. Cephalometric evaluation of open bite treatment with NiTi arch wires and anterior elastics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116(5): 555-562.

Lagerström LO, Nielsen IL, Lee R, Isaacson RJ. Dental and skeletal contributions to occlusal correction in patients treated with the high-pull headgear-activator combination. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990;97: 495-504.

Lagravere MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1): 112-116.

Lavergne J, Gasson N. A metal implant study of mandibular rotation. *Angle Orthod.* 1976;46(2): 144-150.

Leandro SM, Paulo AM, In Maria LR, Jorge- Saul MP. Root Resorption in Orthodontics. In: Bourzgui F. “An Evidence - Based Approach, Basic Aspects and Clinical Considerations”, ISBN 978- 953- 51- 0143- 7. 2012;under CC BY 3.0 license Chapter 19.

Lee JS, Park HS, Kyung HM. Micro-implant for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. *J Clin Orthod.* 2001;35(10): 643-647.

Lee RY, Artun J, Alonzo TA. Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116: 187-195.

Leggolt PJ, Quinn RS, Boyda RL. Changes in the subgingival bacteria associated with fixed orthodontic therapy. *J Clin Periodontol.* 1979;6: 141-149.

Li W, Chen F, Zhang F, Ding W, Ye Q, Shi J, Fu B. Volumetric Measurement of Root Resorption following Molar Mini-Screw Implant Intrusion Using Cone Beam Computed Tomography. PLoS One. 2013;8(4): e 60962.

Linder AS, Woodside DG, Lundstrom A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. Am. J. Orthod. 1986;89: 273-283.

Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. Eur J Orthod. 1983;5(3): 173-183.

Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991;99(1): 35-43.

Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. A J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;114(4): 372-382.

Lu LH, Lee K, Imoto S, Kyomen S, Tanne K. Histological and histochemical quantification of root resorption incident to the application of intrusive force to rat molars. Eur J Orthod. 1999;21(1): 57-63.

Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 206;129: 605-610.

Maia FA, Janson G, Barros SE, Maia NG, Chiqueto K, Nakamura AY. Long-term stability of surgical-orthodontic open-bite correction. Am J Orthod Dentofacial. 190 Orthop. 2010;138(3): 254.e1-254.e10.

Makedonas D, Lund H, Hansen K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod.* 2013;83(3): 389-393.

Malek S, Darendeliler MA, Swain MV. Physical properties of root cementum: Part I. A new method for 3-dimensional evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(2): 198-208.

Mandall N, Lowe C, Worthington H. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2006;28(6): 61-66.

Marcotte MR. *Biomechanics in orthodontics.* Philadelphia: B. C. Decker. 1990.

Marques LS, Chaves KC, Rey AC, Pereira LJ, Ruellas AC. Severe root resorption and orthodontic treatment: clinical implications after 25 years of followup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4): 166-169.

Marques LS, Martins Junior PA, Ramos - Jorge, ML, Paiva SM. *Root resorption in orthodontics: A evidenced – based approach.* 2012.

Mcnamara JA, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod.* 2003;73: 344-353.

Melo AC, Jawonski ME, Largura LZ, Thome G, De Souza JR, Da Silva MA. Upper molar intrusion in rehabilitation patients with the aid of microscrews. *Aust Orthod J.* 2008;24(1): 50-53.

Merrifield LL, Cross JJ. Directional forces. *Am J Orthod.* 1970;57(5): 435-464.

Meyer-Marcotty P, Hartmann J, Stellzig-Eisenhauer A. Dentoalveolar open bite treatment with spur appliances. *J Orofac Orthop.* 2007;68: 510-521.

Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108: 48-55.

Miracle AC, Mukherji SK. CBCT of head and neck. Part 2: Clinical applications. *Am J Neuroradiol.* 2009;30(7): 1285-1292.

Mitchell L. Decalsification during orthodontic treatment with fixed appliances-an overview. *British J Orthod.* 1992;19: 199-205.

Mizrahi E. A review of anterior open bite. *British J Orthod.* 1978;5: 21-27.

Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137: 130-135.

Moore MB. Belle Maudsley Lecture. Digits, dummies and malocclusions. *Dent Update.* 1996;23: 415-422.

Mostafa YA, El-Mangoury NH, Abou-El-Ezz AM, Heider AM. Maximizing tissue response in selected subjects with anterior open bites. *World J Orthod.* 2009;10(3): 187-195.

Motokawa M, Terao A, Kaku M, Kawata T, Gonzales C, Darendeliler MA, Tanne, K. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. *Eur J Orthod.* 2013.

Moyers RE. Handbook of Orthodontics. 4.baskı, Year book medical publishers: Chicago. 1988;343.

Moyers RE. Handbook of orthodontics. 4th ed. Chicago. 1991;198-201.

Murata N, Ioi H, Ouchi M, Takao T, Oida H, Aijima R, Yamaza T, Kido MA. Effect of Allergen Sensitization on External Root Resorption. J Dent Res. 2013;6.

Nahoum HI. Anterior openbite: A cephalometric analysis and suggested treatment procedures. Am J Orthod. 1975;67(5): 513-521.

Nanda R, Marzban R, Kuhlberg A. The Connecticut intrusion arch. J Clin Orthod. 1998;32(12): 708-715.

Nanda SK. Growth patterns in subjects with long and short faces. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1990;98(3): 247-258.

Nanda SK. Patterns of vertical growth in the face. Am J Orthod. 1988;93(2): 103-116.

Newman J. Breastfeeding problems associated with the early introduction of bottles and pacifiers. J Hum Lact. 1990;6: 59-63.

Newman WG. Possible etiologic factors in external apical root resorption. American Journal of orthodontics. 1975;67: 522-539.

Ng CS, Wong WK, Hagg U. Orthodontic treatment of anterior open bite. Int J Paediatr Dent. 2008;18(2): 78-83.

Ngan P. Open bite a review of etiology and management. *American Academy of Pediatric Dentistry*. 1997;19: 91-98.

Nielsen IL. Vertical malocclusions: etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment. *Angle Orthod*. 1991;61(4): 247-260.

Nigul K, Jagomagi T. Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients. *Stomatologija*. 2006;8(3): 76-79.

Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, Mitani H. (2008). Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 133(4): 572-583.

Odman J, Lekholm U, Jemt T, Branemark PI, Thilander B. Osseointegrated titanium implants— a new approach in orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 1988;10(2): 98-105.

Ogaard B, Larsson E, Lindsten R. The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3- year-old children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106: 161-166.

Oliveira DD, De Oliveira BF, de Araujo Brito HH, De Souza MM, Medeiros PJ. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(6): 902-908.

Oliveira DD, De Oliveira BF, Soares RV. Alveolar corticotomies in orthodontics: Indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(4): 144-157.

Oppenheim AA. Possibility of Physical Orthodontic Movement. Am J Ortho And Oral Surg. 1944;30: 277.

Ottolengui R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. Item of Interest. 1914;36: 332-62. Alınmıştır: Brezniak and Wasserstein. Root resorption. Part 1. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1993;62-66.

Owman – Moll P, Kurol J, Lundgren D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. Angle Orthod. 1995;65(6): 403-408.

Owman – Moll P, Kurol J, Lundgren D. The effects of a four-fold increased orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorptions. An intra-individual study in adolescents. Eur J Orthod. 1996;18: 287-294.

Ozden F, Ongoz F, Gunduz K, Avsever H. Comparison Of The Oral Hygiene Status And Gingival Health Between Left- and Right- Handed Individuals. Journal of Experimental and Integrative Medicine. 2011;1(3): 197-200.

Özdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;143: 190-196.

Paetyankul A, Türk T, Elekdağ - Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: a microcomputed-tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136(4): 492. e1- 9.

Park HS, Kwon TG, Kwon OW. Treatment of open bite with microscrew implant anchorage. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2004;126(5): 627-636.

Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3D computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(5): 623-634.

Park HS, Kwon OW, Sung JH. Nonextraction treatment of an open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3): 391-402.

Park YC, Lee HA, Choi NC, Kim DH. Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews. *Angle Orthod.* 2008;78(4): 699-710.

Parker JH. The interception of the open bite in the early growth period. *Angle Orthod.* 1971;41: 24-44.

Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(6): 677-683.

Parks LR, Buschang PH, Alexander RA, Dechow P, Rossouw PE. Masticatory Exercise as an Adjunctive Treatment for Hyperdivergent Patients. *Angle Orthod.* 2007;77(3): 457-462.

Pearson LE. Vertical control in treatment of patients having rotational growth tendencies. *Angle Orthod.* 1978;(2): 132-140.

Pedrazzi ME. Treating the open bite. *J Gen Orthod.* 1997;8: 5-16.

Philips JR. Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod.* 1955;25: 1-12.

Polson AM, Subtelny JD, Meitner SW. Long-term periodontal status after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1988;93: 51-58.

Proffit WR. Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod.* 1978;48: 175-186.

Proffit WR, Bailey LJ, Phillips C, Turvey TA. Long-term stability of surgical open-bite correction by LeFort I osteotomy. *Angle Orthod.* 2000;70(2): 112-117.

Proffit WR, Field HW. *Contemporary orthodontics.* Saint Louis: Mosby, 2000.

Proffit WR, Fields HW, Ackerman JL, Bailey LJ, Tulloch JFC. *Contemporary Orthodontics.* 3rd Ed. Chapter 15. St. Louis, Toronto, London: The C.V. Mosby Comp. 2000.

Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary orthodontics.* St. Louis: Mosby Elsevier, 2007.

Proffit WR, Fields HW. *Contemporary Orthodontics.* St. Louis, Toronto, Princeles: The C.V. Mosby Co, 1986.

Proffit WR, Mason RM. Myofunctional therapy for tonguethrusting: background and recommendations. *J Am Dent Assoc.* 1975;90: 403-411.

Proffit WR, Vig KWL. Primary failure of eruption: a possible cause of posterior open-bite. *Am J Orthod.* 1981;80(2): 173-90.

Prosterman B, Prosterman L, Fisher R, Gornitsky M. The use of implants for orthodontic correction of an open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*

1995;107(3): 245-250.

Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1960;46: 881-890.

Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974;44: 68– 82.

Reitan K. Biomechanical principles and reactions. In *Orthodontics: Current principles and Techniques*. Graber TM, Swain BF. CV Mosby: St Louise. (eds), 1985;101- 192

Reukers EA, Sanderink GC, Kuijpers - Jagtman AM, van't Hof MA. Radiographic evaluation of apical root resorption with 2 different types of edgewise appliances. Results of a randomized clinical trial. *J Orofac Orthop.* 1998;59(2): 100-109.

Richman C. Is gingival recession a consequence of an orthodontic tooth size and/or tooth position discrepancy? “A paradigm shift.” *Compend Contin Educ Dent.* 2011;32: 62-69.

Robiony M, Polini F, Costa F, Zerman N, Politi M. Ultrasonic bone cutting for surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(3): 267-269.

Rogers MJ, Gordon S, Benford HL, Coxon FP, Luckman SP, Monkkonen J. Cellular and molecular mechanisms of action of bisphosphonates. *Cancer.* 2000;88: 2961-2978.

Rupprecht RD, Horning GM, Nicoll BK, Cohen ME. Prevalence of dehiscences and fenestrations in modern American skulls. *J Periodontol.* 2000;72: 722-729.

Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod.* 1977;47(1): 1-16.

Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(5): 525-532.

Sakima MT, Sakima CGP, Melsen B. The validity of superimposing oblique cephalometric radiographs to assess tooth movement: an implant study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(3): 344-353.

Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119: 511-515.

Sankey W, Buschang P, English JD, Owen AH. Early treatment of vertical skeletal dysplasia: the hyperdivergent phenotype. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118: 317-327.

Sarver DM, Weissman SM. Nonsurgical treatment of open bite in nongrowing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(6): 651-659.

Sassouni V, Nanda S. Analysis of dentofacial vertical proportions. *Am J Orthod.* 1964;50(11): 801-823.

Sassouni VA. Classification of skeletal facial types. *Am J Orthod.* 1969;55(2): 109-123.

Savioli C, Silva CAA, Lin HC, Campos LMMA, Prado EFBG, Siqueira JTT. Dental and facial characteristics of patients with juvenile idiopathic arthritis. *Revista do Hospital das Clínicas*. 2004;59(3): 93-98.

Scarfe WC, Farman AG, Levin MD, Gane D. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan*. 2010;103(2): 62- 67.

Scarfe WC, Farman AG. What is cone beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008;52(4): 707-730.

Schaller BJ, Gruber R, Merten HA, Kruschat T, Schliephake H, Buchfelder M, Ludwig HC. Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery. Technical note. *Neurosurgery*. 2005;57(4): 410-497.

Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. *Implant Dent*. 2006;15(4): 334-340.

Schudy FF. The rotation of the mandible resulting from growth. *Angle Orthod*. 1965;35(1): 36-50.

Schudy FF. Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. *The Angle Orthod*. 1964;34(2): 75-93.

Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134: 470-478.

Sebaoun JD, Kantarcı A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke Te, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J. Periodontol.* 2008;79(4): 1679-1688.

Selliseth NJ, Selvig KA. The vasculature of the periodontal ligament: a scanning electron microscopic study using corrosion casts in the rat. *J Periodontol.* 1994;65: 1079-1087.

Seres L, Kocsis A. Closure of severe skeletal anterior open bite with zygomatic anchorage. *J Craniofac Surg.* 2009;20(2): 478-482.

Shapiro PA, Kokich VG. Uses of implants in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988;32(3): 539-550.

Shapiro PA. Stability of open bite treatment. *Am. J Orthod.* 2002;121: 566-568.

Sherman JA, Davies HT. Ultracision: the harmonic scalpel and its possible uses in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2000;38(3): 530-532.

Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137: 100-108.

Sherwood KH, Burch J, Thompson WJ. Intrusion of supererupted molars with titanium miniplate anchorage. *Angle Orthod.* 2003;73(5): 597-601.

Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(6): 593-600.

Shete P, Tupkari J, Benjamin T, Singh A. Treacher Collins syndrome. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2011;15: 348-51.

Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomed J.* 2013;36(1): 18-22.

Showkatbakhsh R, Jamilian A, Showkatbakhsh M, The effect of pulsed electromagnetic fields on the acceleration of tooth movement. *World J Orthod.* 2010;11(4): 52-56.

Silva FOG, Villas BMC, Capelozza FL. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100: 171-81.

Smith RJ, Balit HL. Problems and methods in research on the genetics of dental occlusion. *Angle Orthod.* 1977;47(1): 65-77.

Soma S, Iwamoto M, Higuchi Y, Kurisu K. Effects of continuous infusion of PTH on experimental tooth movement in rats, *J Bone Miner Res.* 1991;14(3): 546-554.

Speidel TM, Isaacson RJ, Worms FW. Tongue thrust therapy and anterior dental open bite. *Am J Orthod.* 1972;62: 287-295.

Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1990;97: 130-134.

Staggers JA. Vertical changes following first premolar extractions. *Am J Orthod.* 1994;105(1): 19-24.

Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(2): 91-104.

Storey E. The nature of tooth movement. *Am J Orthod.* 1973;63: 292-314.

Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Evaluating the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137: 58-70.

Straub WJ. Etiology of the Perverted Swallowing Habit, *Am J Ortho.* 1951;37: 603-610.

Stuani M, Stuani A, Stuani AS. Modified Thurow appliance: A clinical alternative for correcting skeletal open bite. *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 2005;128: 118-125.

Stübinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer HF. Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(9): 1283-1287.

Subtelny JD, Sakuda M. Open-bite: diagnosis and treatment. *Am J Orthod.* 1964;50(5): 337-358.

Subtelny JD. Oral habits: Studies in form, function, and therapy, *Angle Orthod.* 1973;43(4): 349-383.

Sugawara J, Baik UB, Umemori M, Takahashi I, Nagasaka H, Kawamura H, Mitani H. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 2002;17(4): 243-253.

Sugawara J, Nishimura M. Minibone plates: The Skeletal Anchorage System, *Semin. Orthod.* 2005;11: 47-56.

Svanberg M, Ljunglöf S, Thilander B. *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguis* in plaque from orthodontic bands and brackets. *Eur J Orthod.* 1984;6: 132-138.

Swasty D, Lee JS, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Hatcher D, Miller AJ. Anthropometric analysis of the human mandibular cortical bone as assessed by cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67: 491-500.

Swennen GR, Schutyser F. Three- dimensional cephalometry: spiral multi- slice vs cone- beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3): 410-416.

Takano YT, Kawakami M, Yamashiro T. Effect of age on the rate of tooth movement in combination with local use of 1,25(OH)₂ D₃ and mechanical force in the rat. *J Dent Res.* 1992;71(8): 1487-1492.

Tanaka E, Iwabe T, Kawai N, Nishi M, Dalla-Bona D, Hasegawa T, Tanne K. An Adult Case of Skeletal Open Bite with a Large Lower Anterior Facial Height. *Angle Orthod.* 2005;75(3): 465-471.

Tanaka A, Iida J, Soma K. Effect of hypofunction on the microvasculature in the periodontal ligament of the rat molar. *Orthod Waves.* 1998;57: 180-188.

Taner-Sarisoy L, Darendeliler N. The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures. Evaluation according to two different factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;115(5): 508-514.

Taslan S, Biren S, Ceylanoglu C. Tongue Pressure Changes Before, During and After Crib Appliance Therapy. *Angle Orthod.* 2010;80(3): 533-539.

Tezel A, Orbak R, Canakci V. The effect of right or left-handedness on oral hygiene. *Int J Neurosci.* 2001;109: 1-9.

Tezel A, Canakçi V, Çiçek Y, Demir T. Evaluation of gingival recession in left-and righthanded adults. *Int J Neurosci.* 2001;110(3-4): 135-146.

Thilander BL. Complications of orthodontic treatment. *Curr Opin Dent.* 1992;2: 28-37.

Thoma KH. Y-shaped osteotomy for correction of open bite in adults. *Am. J Orthod Oral Surg.* 1943;29: 465-479.

Topkara A. S.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda 1990-2005 Döneminde Tedavi Gören Hastaların Ortodontik Özelliklerinin ve Tedavi Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 2007 (Danışman: Prof. Dr. Z. Sarı).

Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic ostectomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13(5): 697-700.

Tuncay OC, Killiany DM. The effect of gingival fiberotomy on the rate of tooth movement. *Am J Orthod.* 1986;89(3): 212-215.

Tuncer C, Atac MS, Tuncer BB, Kaan E. Osteotomy assisted maxillary posterior impaction with miniplate anchorage. *Angle Orthod.* 2008;78(4): 737-744.

Tunçer N. Minivida Destekli Kütlesel (En-Masse) Retraksiyon Vakalarında Piezoinisizyon Yönteminin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2015, Ankara (Prof.Dr. Ayça ARMAN Özçırpıcı).

Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115(2): 166-174.

Uribe F, Nanda R. Management of open bite malocclusion. In: *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics.* St. Louis, Missouri: Elsevier, 2005;156-176.

Urzal V, Braga AC, Ferreira AP. Oral habits as risk factors for anterior open bite in the deciduous and mixed dentition - cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent.* 2013;14(4): 299-302.

Vaden Bulke MM, Burstone CJ, Sachdev RC, Dermaut LR. Location of centers of resistance for anterior teeth during retraction using the reflection technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91: 375-384.

Vaes G. Cellular biology and biochemical mechanism of bone resorption. *Clin Orthop.* 1988;231-239.

Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: Introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2001;21(2): 561-567.

Verna C, Dalstra M, Melsen B. Bone turnover rate in rats does not influence root resorption induced by orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2003;25(4): 359-363.

Villa NL, Cisneros GJ. Changes in the dentition secondary to palatal crib therapy in digit-suckers: a preliminary study. *Pediatr Dent*. 1997;19(5): 323-326.

Wang B, Fang B, Fan LF, Mao LX, Xia YH. Measurement of alveolar bone thickness of adult skeletal Class III patients in mandibular anterior region. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2012;21(4): 422-426.

Wang B, Shen G, Fang B. Augmented Corticotomy-Assisted Presurgical Orthodontics of Class III Malocclusions: A Cephalometric and Cone-Beam Computed Tomography Study. *J Craniofac Surg*. 2013;24(6): 1886-1890.

Watson WG. Open-bite a multifactorial event. *Am J Orthod*. 1981;80: 443-446.

Weekes WT, Wong PD. Extrusion of root-filled incisors in beagles- a light microscope and scanning electron microscope investigation. *Aust Dent J*. 1995;40: 115-120.

Weinbach JR, Smith RJ. Cephalometric changes during treatment with the open bite bionator. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992;101(4): 367-374.

Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4): 462-476.

Wilcko M, Wilcko W and Bissada N. An Evidence-Based Analysis of the Periodontally Accelerated Orthodontic and Osteogenic Techniques: A synthesis of Scientific Perspectives. *Seminars in Orthodontics.* 2008;14: 305-316.

Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001;21(1): 9-19.

Wolford LM, Cottrell DA. Diagnosis of macroglossia and indications for reduction glossectomy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110(2): 170-177.

Worms FW, Meskin LH, Isaacson RJ. Open-bite. *Am J Orthod.* 1971;59(6): 589-595.

Wyatt DL, Farman AG, Orbell GM, Silveira AM, Scarfe WC. Accuracy of dimensional and angular measurements from panoramic and lateral oblique radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995;24(4): 225-231.

Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod.* 2007;77(1): 47-56.

Yamaguchi K, Nanda RS. The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;100(5): 443-452.

Yared KF, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(6): 1-8.

Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1978;74: 62-78.

Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1974;68: 285-300.

Zahrowski J, Jeske A. Apical root resorption is associated with comprehensive orthodontic treatment but not clearly dependent on prior tooth characteristics or orthodontic techniques. *J Am Dent Assoc.* 2011;142(1): 66-68.

ÖZGEÇMİŞ

Adı	TUĞBA	Soyadı	ÜSTÜN
Doğum Yeri	TAŞOVA	Doğum Tarihi	30/04/1987
Uyruğu	T.C	Tel	05324516774
E-mail	tugba_ustun@hotmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi	2011
Lisans	Marmara Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi	2011
Lise	Kartal Lisesi (YDA)	2004

İş Deneyimi

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	İyi	İyi	İyi

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

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı			
(Diğer) Puanı			



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Projenin Adı: Eğimli arklar ve dikey elastiklerle birlikte Piezo cerrahi uygulanan ve uygulanmayan açık kapanışlı bireylerin kök rezorbsiyonları ve alveol kemik miktarının karşılaştırılması
Proje yürütücüsü: Dt. Tuba Üstün
Projedeki Araştırmacılar: Yrd. Doç. Dr. Hanife Nuray Yılmaz
Onay tarihi ve sayısı: 31.05.2016, 2016-36

Sayın Dt. Tuba Üstün
2016-40 Protokol nolu "Eğimli arklar ve dikey elastiklerle birlikte Piezo cerrahi uygulanan ve uygulanmayan açık kapanışlı bireylerin kök rezorbsiyonları ve alveol kemik miktarının karşılaştırılması" isimli retrospektif çalışmanız Marmara Üniversitesi Klinik araştırmalar Etik kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

M.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı
Prof. Dr. Nimet Gençoğlu

Adı Soyadı	İmza
Prof. Dr. Nimet Gençoğlu	
Prof. Dr. İlknur Tanboğa	
Prof. Dr. Ali Recai Menteş	
Prof. Dr. Yaşar Özkan	
Prof. Dr. Abu Acar	
Prof. Dr. Zühre Hale Cimilli	
Doç. Dr. Buket Evren	
Prof. Dr. Şebnem Erçalık Yalçinkaya	
Prof. Dr. Filiz Onat	
Dr. Zerrin Kurşun	
Doç. Dr. Tolga Güven	
Doç. Dr. Afife Binnaz Hazar Yoruç	
Avukat Burçak Çopuroğlu	
Gülrol Pekel (sivil üye)	



Marmara Üniversitesi
Nişantaşı Kampüsü Diş
Hekimliği Fakültesi 34365
Nişantaşı /Şişli/İSTANBUL

0 (212) 246 52 47 (Faks)
0 (212) 231 91 20

dohsekimligi@marmara.edu.tr
<http://dental.marmara.edu.tr>

Ayrıntılı bilgi için: E.SOYADI Ünvan

