

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI PROGRAMI

MİNİ VİDA DESTEKLİ
KESER İNTRÜZYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doktora Tezi

Diş Hekimi

Dt. Işıl ARAS

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ali Vehbi TUNCER

İZMİR

2012

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan: Prof. Dr. Ali Vehbi TUNCER

.....

Üye: Prof. Dr. Özlem SEÇKİN

.....

Üye: Prof. Dr. Güniz BAKSI ŞEN

.....

Üye: Prof. Dr. A. Ö. Alev ÇINSAR

.....

Üye: Prof. Dr. Orhan HAMAMCI

.....

Doktora Tezinin kabul edildiği tarih

ÖNSÖZ

Hayatımın “giriş” bölümündeki emekleri, “gelişme” bölümündeki sınırsız desteği ve “sonuç”uma dair umutlarımı temsil eden, yani yaşamımın “İçindekiler” bölümünün her satırında yanımda olan, iyimserlik ve umutların günün birinde gerçeklerle bağdaşabileceğini gösteren, hayallerimdeki denklemlerin tek bilinen değeri olarak o noktadan çözüme ulaşmamı sağlayan annem ve babama

Alelaide yürünebilecek bir doktora yol haritasını, dünya atlasına dönüştürdük birlikte. Yeniden çekilecek olsa bu kısa metrajlı film, sadece senin sesinle seslendirilmeyi kabul ederim. Tanıdığımdan beri her anımda hiç düşünmeden yanımda olup desteğini hiç esirgemeyen; dünümü anlamamı sağlayan, bugünkü yaşantımı güzelleştiren ve yarınımı şekillendiren dostum Sultan’a

Bir insanı anlamak istiyorsam, diğer tüm insanlar hakkında bildiklerimi unutmam gerektiğini bana gösteren ve doktora sürecimde bana destek olup hayatımın geri kalan bölümünde yanımda olacağını bildiğim doktora danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali Vehbi Tuncer’ e

Tez yazmanın da eğlenceli olabileceğini gösteren, kritik anlardaki dokunuşlarla tezimi yoluna sokan ve ne zaman başım sıkışsa yanımda olan Sayın Prof. Dr. Güniz Baksı Şen’e.

Tezimdeki katkılarından ve desteğinden dolayı Sayın Prof. Dr. Özlem Seçkin’e ve ortodonti eğitimimde katkısı olan, hayatıma getirdikleri farklı güzelliklerle bu 6 senemin yaşamımda apayrı bir yeri olmasını sağlayan başta Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Alev Çınsar olmak üzere diğer tüm hocalarıma

Başta Aylin Paşaoğlu ve Yağmur Lena olmak üzere doktora sürecim boyunca mutlu ve sıkıntılı zamanlarımızı paylaştığımız asistan arkadaşlarım ve kürsümüzün her bir üyesine ayrı ayrı

Teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca E.Ü. Fen Fakültesi İstatistik bölümünden Sayın Yrd. Doçent Dr. Ali Mert'e,

İzmir CTG Dental Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'ne, çalışmamıza başladığımızda İzmir'deki tek Dental Volumetrik Tomografiye sahip olup, araştırmalarım için kullanmamda her türlü destek ve kolaylığı sağladıkları için,

Araştırma materyalini temin eden UMG Uysal Medikal'e,

Doktora eğitimim süresince vermiş olduğu maddi destekten ötürü TUBİTAK-BİDEB'e,

Teşekkür ederim.

Dt.İŞİL ARAS

İzmir 2012

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	III
TABLolar DİZİNİ.....	X
RESİMLER DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII

BÖLÜM I

GİRİŞ ve AMAÇ

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Derin Kapanışın Tanımı.....	3
2.2 Derin Kapanışın Etiyolojisi.....	5
2.3 Derin Kapanışın Dentoalveolar ve İskeletsel Özellikleri.....	7
2.4 Derin Kapanışın Tedavi Planlaması.....	8
2.4.1 Yumuşak Doku Değerlendirmesi.....	8
2.4.1.1 Üst Kesici Dişlerin Görünümü, Dişetinin Görünümü ve Gülümseme Çizgisi.....	8
2.4.1.2 Dudak Uzunluğu	11
2.4.1.3 İnterlabial Aralık.....	11
2.4.1.4 Konveksite	11
2.4.2 Dental Değerlendirmeler.....	12
2.4.2.1 Oklüzal Düzlem.....	12
2.4.2.2 Kron-Gingival İlişki	12
2.4.2.3 İnteroklüzal mesafe.....	13
2.4.3 İskeletsel Değerlendirmeler.....	13
2.4.3.1 Dik Yön Boyutlarının Değerlendirilmesi.....	13

2.4.3.2 Büyüme ve Gelişim.....	13
2.4.3.3 Çenelerin Antero-Posterior İlişkisi.....	14
2.5 Derin Kapanışın Tedavi Seçenekleri.....	14
2.5.1 Molar Ekstrüzyonu	14
2.5.2 Keser İntrüzyonu	15
2.5.3 Keserlerin Flare Edilmesi.....	16
2.5.4 Orthognatik Cerrahi.	17
2.6 Keser İntrüzyonu Konvansiyonel Mekanikleri	17
2.6.1 Kullanılan Yöntemler.....	17
2.6.1.1 Düz Arklar.....	17
2.6.1.2 Spee’li Arklar	19
2.6.1.3 Devamlı İntrüzyon Arkı	20
2.6.1.4 Utility Arkı.....	21
2.6.1.5 Bypass Arklar	23
2.6.1.6 2x4 Arkları	23
2.6.1.7 Üç Parçalı İntrüzyon Arkı.	23
2.6.1.8 J-hook Headgear.....	24
2.6.2 Yan Etkiler ve Önlenmesi için Başvurulan Mekanikler	25
2.6.3 İntrüzyon Arklarında Kullanılan Materyallerin Özellikleri.	27
2.7 İntrüzyon Kuvveti ile İlgili Özellikler.....	29
2.7.1 Kuvvet Büyüklüğü.	29
2.7.2 Kuvvet Tipi	30
2.7.3 Kuvvetin Uygulanma Noktası.....	33
2.8 Anterior Segmentin Direnç Merkezi.	34
2.9 Relaps.....	35

2.10 Minividalar.....	38
2.11 Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu (EAKR).	43
2.12 Görüntüleme teknikleri	56

BÖLÜM III

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç	64
3.2 Yöntem.....	65
3.2.1 Sabit Ortodontik Apareylerin Uygulanması.	65
3.2.2 İntrüzyon Öncesi ve Sonrası Kayıtların Elde Edilmesi	66
3.2.2.1 Sefalometrik Filmlerin Elde Edilmesi.....	66
3.2.2.2 Periapikal Röntgenlerin Elde Edilmesi	78
3.2.2.3 Dental Volumetrik Tomografi (DVT) Verilerinin Elde Edilmesi.	81
3.2.3 Mini Vidaların Yerleşimi ve İntrüzyon Mekanizmasının Uygulanması.....	87
3.2.4 İstatistiksel Yöntem ve Metot Hatası.....	94

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1 Metot Hatasının Değerlendirilmesi.....	95
4.2 Tanımlayıcı İstatistiksel Değerler	97
4.3 Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmalar.....	101
4.3.1 Dişsel ve İskeletsel Sefalometrik Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması	101
4.3.2 Yumuşak Doku Sefalometrik Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası karşılaştırılması	103

4.3.3 Periapikal Röntgen Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası karşılaştırılması.	105
4.3.4 Dental Volümetrik Tomografi Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası karşılaştırılması	106
4.3.5 Periapikal Röntgen ve Dental Volumetrik Tomografi Ölçümlerinin Karşılaştırılması.	108

BÖLÜM V TARTIŞMA

BÖLÜM VI SONUÇ

BÖLÜM VII

ÖZET.....	152
SUMMARY	154
KAYNAKLAR	156
ÖZGEÇMİŞ.....	219

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Metot Hatası ve gerçek metot hatasının %95’lik güvenlik sınırları.....	95
Tablo 2.	Sefalometrik dişsel ve iskeletsel ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri	98
Tablo 3.	Sefalometrik yumuşak doku ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri	99
Tablo 4.	Periapikal ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri.....	100
Tablo 5.	Dental volümetrik tomografi tanımlayıcı istatistiksel bilgileri	100
Tablo 6.	Sefalometrik dişsel ve iskeletsel ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	102
Tablo 7.	Sefalometrik yumuşak doku ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.	104
Tablo 8.	Periapikal röntgen ölçümlerinin grup için ve gruplar arası karşılaştırılması.	105
Tablo 9.	Dental volumetrik tomografi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	107
Tablo 10.	Periapikal Röntgen ve Dental volumetrik tomografi ölçümlerinin karşılaştırılması	108

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.	Periapikal röntgenlerin elde edilmesinde kullanılan film tutucu	80
Resim 2.	Posterior dişleri içeren ısırma kaydı.....	80
Resim 3.	Periapikal röntgen üzerinde yapılan ölçümler.....	81
Resim 4	1. Grupta uygulanan intrüziv mekanik.....	88
Resim 5.	2.Grupta uygulanan intrüziv mekanik.....	89
Resim 6.	1.Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti öncesi fotoğrafları	90
Resim 7.	1.Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti sonrası fotoğrafları.....	91
Resim 8.	2.Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti öncesi fotoğrafları	92
Resim 9.	2.Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti sonrası fotoğrafları.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Sefalometrik film üzerinde kullanılan noktalar.....	69
Şekil 2.	Sefalometrik film üzerinde kullanılan düzlemler.....	71
Şekil 3.	Sefalometrik filmlerde yapılan doğrusal iskeletsel ve dişsel ölçümler.....	74
Şekil 4.	Sefalometrik filmlerde ölçülen yumuşak doku doğrusal ölçümleri	76
Şekil 5.	Sefalometrik filmlerdeki iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku açısal ölçümleri,,,,,.....	78
Şekil 6.	Dental volumetrik tomografi görüntülerinde (DVT) kullanılan noktalar.....	83
Şekil 7.	DVT görüntülerinde kullanılan düzlemler	84
Şekil 8.	DVT görüntüleri üzerindeki doğrusal ve açısal ölçümler.	85
Şekil 9.	Santral dişe ait intrüzyon öncesi ve sonrası volumetrik rekonstrüksiyon.	86
Şekil 10.	NeoAnchor Plus mini vida	87

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Mandibular büyüme kısıtlaması (59, 147), temporomandibular eklem üzerindeki yıkıcı etkisi (11, 408), periodontal sorunlara neden olması (354, 361, 519, 571), estetiği olumsuz etkilemesi (217) gibi birçok sorunla karşımıza çıkabilen derin kapanış bireylerin %16'sında görülen (420) bir ortodontik düzensizliktir. Kesici dişleri intrüze ederek derin kapanışı düzelten konvansiyonel yöntemlerin, ankraj bölgelerine yan etkileri (posterior dişlerde uzama ve/veya distale devrilme) vardır ya da intrüzyon için hasta kooperasyonuna bağlı ağız dışı aparey kullanımı (J-hook headgear, occipital headgear) gerekir (130, 522). Ankrajın gerekli olduğu her tür ortodontik uygulamada kullanımı rutine girmiş güncel bir teknik olan mini vidaların intrüzyon mekaniklerine entegrasyonu ile, yan etkiler elimine edilerek hasta kooperasyonuna gerek duymadan etkin bir biçimde kesiciler intrüze edilebilir (130, 415).

Intrüzyon hareketi ortodontide kök rezorpsiyonuna neden olan en riskli hareketlerden biridir. Kök rezorpsiyonunun; dişin periodontal desteğini azaltarak yapılan tedavide relapsa (437, 469), çiğneme kuvvetlerine karşı direncin azalmasına (214), dişin kron/kök oranında artışa (301), mobiliteye ve hatta diş kaybına (55) yol açabileceği bildirilmiştir. Bu yüzden de bazı keser intrüzyonu çalışmasında intrüzyonla eş zamanlı olarak kök boyunda kısılma da araştırılmıştır (39, 130, 511). Fakat intrüzyon hareketinde rezopsiyonu araştıran çalışmalar, 2-boyutlu tekniklerle sınırlı kalmıştır. 3-boyutlu bir fenomen olan kök rezorpsiyonunu hem uzunluk hem de hacimsel olarak in-vivo koşullar altında irdeleyen hiçbir çalışmanın bulunmaması dikkatimizi çekmiştir. Ayrıca standardizasyon sağlanması için ne kadar önlem

alınırsa alınsın, konvansiyonel radyografilerde hiçbir zaman ideal standardizasyona ulaşamayacağı, bir miktar distorsiyon ve magnifikasyon ile karşılaşılmanın kaçınılmaz olduğu belirtilmiştir (231, 402).

Bu çalışmanın amacı, lateral ve kanin dişler arasına yerleştirilen mini vidalardan elastik zincir ile keser intrüzyonu gerçekleştirilen hasta grubu ile 2. Premolar ve 1. Molar dişler arasına yerleştirilen mini vidadan destek alan beta-titanyum kaldıraç koluyla kesici intrüzyonu gerçekleştirilen hasta grubunun dişsel, iskeletsel, yumuşak doku verilerini karşılaştırmaktır. Ayrıca intrüzyon sonucu meydana gelebilecek kök rezorpsiyonunu periapikal filmler ve dental volumetrik tomografiler ile belirleyip, bu iki görüntüleme yönteminin etkinliğinin kıyaslamasını yapabilmektir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 DERİN KAPANIŞIN TANIMI

Graber (180)'e göre, derin kapanış mandibula habitual veya sentrik okluzyona getirildiğinde maksiller ve mandibular keser dişlerin kesici kenarlarının dik yöndeki mesafelerinin çok fazla olduğu durumdur. Normal overbite, Nanda (346)'nın 1981 yılındaki tanımında 1-2 mm olarak belirtilirken, Proffit (420)'e göre, alt keserlerin kesici kenarının üst keserlerin lingual yüzeyinin singulumu hizasına ya da singulumunun hemen üzerine temasıdır. Ancak singulumun şeklinin ve pozisyonunun çok büyük değişkenlik göstermesinden dolayı Sassouni (454) alt keserlerin kron boylarına göre bir açıklama getirmiştir. Bu açıklamada overbite miktarının alt keserlerin kron boyunun 1/3'ünü geçmemesi gerektiği vurgulanmıştır. Nanda (349)'nın 2010 yılındaki tanımında ise ideal overbite 2-4 mm olup, maksiller keserlerin mandibular keserleri %5-25 oranında örtmesidir. Bazı araştırmacılara göre bu oran, 5-6 yaşlarında %36.5-%39.2 arasında değişmekte, 8 yaşından 13 yaşına kadar artmakta ve adolesan dönemden yetişkinliğe kadar da azalmaktadır (48, 477).

Björk ve Skieller (59) overbite değişikliğinin en büyük nedeninin mandibular büyüme ile kondildeki büyüme miktarı ve yönü olduğunu belirtirken, Naumann ve ark. (355) na göre her ne kadar kondildeki büyüme önemli olsa da, asıl faktör mandibular büyümenin rotasyonel olmayan kısmı yani sadece vertikal yöndeki deplasmanıdır. Ayrıca maksiller bileşenlerin overbite değişikliğine minimum katkıda bulunduğu ve overbite'nin kontrol altında tutulmasında maksiller büyümenin sınırlandırılmasından çok, keser erupsiyonları ve mandibular büyümeye odaklanması gerektiği de vurgulanmaktadır (355).

Ciddi derin kapanış (5 mm) yaklaşık olarak çocukların %20'sinde, yetişkinlerin %13'ünde ve yüksek açılı bireylerin ise %35'inde rastlanır (374, 420). Örtülü kapanış beyazlarda, zenci ırk ve hispaniklerin yaklaşık 2 katı bir prevalans gösterir (420).

Temporomandibular eklem (TME) üzerindeki yıkıcı etkisi (11, 408, 417, 482, 501), anormal mandibular fonksiyona sebep olması (11, 134, 233, 378, 408), mandibular büyümeyi olumsuz etkilemesi (59, 136, 147, 551), yüz ve gülümseme estetiğine olan kötü etkileri (134, 217, 285), periodontal sorunlara (60, 354, 361, 417, 516, 519, 571) ve psikolojik problemlere yol açması (482) gibi nedenlerle derin kapanış tedavi edilmesi gereken bir durum olarak ortaya çıkar. Örtülü kapanış miktarı arttıkça (%40'dan fazla), çevre periodontal dokular ve TME üzerindeki yıkıcı etkisi daha fazla olmaktadır (349).

Statik ve dinamik okluzyonun sağlığı için, TME ve ön dişlerin posterior ve anterior rehberlik adını alan yönlendirme görevlerinin harmoni içinde olması gerektiği bildirilirken (374), Ogawa ve ark. (371) ise keser rehberliğinin kondil rehberliğinin daha önemli olduğunu bulmuşlardır. Darendeliler ve ark. (125) derin kapanış gruplarında kondilin rotasyon açısının daha geniş olduğunu bularak bunun anormal disk hareketini tetikleyeceğini ve disk ligamentinin aşırı uzamasına neden olacağını bildirmişlerdir. Ayrıca, normal kapanış grubunda kondilin rotasyonu, kondil ve mandibulanın final konumlarının keser pozisyonları ile ilişkili olduğu bulunurken, derin kapanış grubunda böyle bir ilişki saptanmamıştır ve kondil ve mandibulanın rotasyonları keser rehberliğinde yapılmadığı belirtilmiştir. Bu durumun, derin kapanış grubunda kondil üzerinde kontrolsüz kuvvet ve fonksiyonel düzensizliklere neden olacağı vurgulanmıştır.

Sonnesen ve Svensson (482), overbite'ın arttığı ve üst keserlerin geri eğimli olduğu hastalarda önemli derecede daha fazla gerilim-tipi başağrısı, myofasial ağrı ve disk deplasmanı gözlemlemişlerdir. Derin kapanış ve geri eğimli keserlerin mandibulayı normalde olması gerekenden daha geride kapanışa zorlaması, disk deplasmanının nedeni olarak açıklanmıştır.

Derin kapanışın çok fazla olduğu bireylerde keserlerin karşı çene mukozasına travmatik temasında dolayı lokalize periodontal hastalıkların görüldüğü bildirilmiştir (417). Ngom ve ark. (361), IOTN ve ICON ile yaptıkları değerlendirmede derin kapanışın; klinik ataşman seviyesi ve periodontal hastalık arasındaki korelasyonu önemli bulmuşlardır.

2.2 DERİN KAPANIŞIN ETİYOLOJİSİ

Dengeli bir okluzyon, dişlerin dik yöndeki hareket eğilimlerinin yatay yöndeki hareketleri ile uyum içinde olması olarak tanımlanmış ve malokluzyonların bu iki yöndeki büyüme dengesizliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir (461).

Derin kapanışın iskeletsel sebeplerinden biri azalmış dik yön büyümesidir (134, 230, 554). İskeletsel derin kapanışta, kimi araştırmacılara göre (362) mandibulanın büyüme paterni primer etken iken, kimi araştırmacılara göre (460) ise maksillanın yer değiştirmesi asıl etken olarak değerlendirilmektedir. Mandibular kondilin büyüme yönü normalde anterior komponentle birlikte yukarı doğru iken, derin kapanış vakalarında yukarı ve öne doğrudur (362, 518). Genel kural olarak, posterior dentoalveolar büyüme ve diş erupsiyonları, kondiler büyümeden az olursa, ileri mandibular rotasyon oluşur ve derin kapanış meydana gelir (461, 518). Kondilin büyüme yönüne ek olarak, kondil ve çevre yapıların anatomik pozisyonlarındaki varyasyona da nadir olarak rastlansa da, glenoid fossanın aşağı hareketi de derin

kapanışı artırır (212, 462). Ramus boyu uzun olan hastalarda da mandibulanın öne rotasyonuna bağlı derin kapanış görülebilir (462). Maksillaya bağlı faktörler değerlendirildiğinde ise derin kapanış üst çenenin sutural olarak aşağıya doğru yer değiştirme miktarına bağlıdır (181). Bu mekanizmaların sonucu olarak mandibula öne yukarı ve/veya maksilla da aşağı rotasyon göstererek derin kapanışın gelişmesine neden olur (53).

Öne doğru büyüme potansiyeli olan hastalarda mandibular keser dişler, maksiller keserlerin lingual yüzeyleri ile düzgün temasta iseler, derin kapanış oluşmazken, düzgün temas olmadığında anterior rotasyon için destek noktası oklüzal düzlem üzerinde daha geriye kayarak derin kapanış meydana getirir (62). Bu durumda dişsel olarak başlayan sorun, posterior yüz yüksekliğinin de artması ile zamanla kapanışı daha da derinleştirerek iskeletsel hale dönüşür. Okluzyonun bu şekilde bozulması, büyüme yoğunluğunun en şiddetli olduğu puberte döneminde en belirgin hale gelir (362).

Dental etioloji bakımından; Prakash ve Margolis (418) bu anomaliyi primer olarak mandibular molarların infraokluzyonu, maksiller keserlerin supraerüpsiyonu ve bir miktar da maksiller molarların infraokluzyonu ile ilişkilendirirken, diğer belirtilen sebepler içinde posterior mandibular ve maksiller dişlerin ve alveolar çıkıntıların yetersiz erupsiyonları, anterior segmentin ise fazla erupsiyonu yer alır (362, 418, 462). Derin kapanış etiolojisindeki ikincil dişsel sebepler içinde, alt ve üst ön dişlerin aksial eğimleri (134, 155, 230, 486, 554), diş morfolojisindeki değişimler ve anterior dişlerin meziodistal boyutu (155, 486), periodontal destek kaybı (325), dikey boyutun azalmasına ve/veya kesici dişlerin lingual kollapsına neden olan prematür diş kayıpları, ve yaşa bağlı kapanışın artması (349), üst keser

dişlerin azalmış meziodistal boyutları ile birlikte göreceli olarak geniş çeneler (349, 405) yer alır.

İskeletsel ya da dişsel örtülü kapanış, genetik, çevresel ya da her iki faktörün kombinasyonu sonucu ortaya çıkar. Çevresel faktörlere bağlı olarak oluşan derin kapanışlar kazanılmış derin kapanışlar olarak da isimlendirilir. Dişlerin etrafındaki yapılar ile (dil, buksinatör, mental ve orbicularis oris kasları) oklüzal kuvvetler arasında, okluziyonun korunması ve devamlılığını sağlayan dinamik bir dengenin var olduğu yeteri kadar iyi bilinmektedir. Bu dinamik uyumu bozan herhangi çevresel etken; posterior dişlerin infraokluziyonuna neden olan lateral dil itimi, diş abrazyonu (oklüzal yüzeylerin aşınması), posterior dişlerin çekim boşluğuna doğru anterior yönde devrilmesi ve uzun süreli parmak emme malokluziyona neden olabilir (349).

İskeletsel ve dental etiolojiye katkıda bulunan ikincil kassal sebepler de vardır. Masseter, internal pterygoid, temporal kas vertikal zincirinin güçlü olması, bu kasların mandibulanın daha anterior bölgesinde konumlanması ve de vertikal yönde neredeyse düz bir çizgide kasılmaları nedeniyle molarların direkt olarak çiğneme kuvvetlerinin etkisi altında kalması bu etkenlerdendir (484).

2.3 DERİN KAPANIŞIN DENTOALVEOLAR VE İSKELETSEL ÖZELLİKLERİ

İskeletsel olarak hipodiverjan bireylerde, hiperdiverjan hastalara göre, anterior alt yüz ve total yüz yüksekliği ile posterior total yüz yükseklikleri istatistiksel olarak önemli derecede azalmıştır. Genellikle brakisefal kafa yapısına sahiptirler (61, 558). Dişsel değerlerinde ise, maksiller ve mandibular 1. molar dişlerin tüberkül tepelerinin ve apekslerinin palatal ve mandibular düzlemlere olan uzaklıkları açık

kapanış gurubuna göre azalmıştır. Derin kapanışı olan hastalarda genellikle Spee eğrisi de artmıştır (468). Simfiz alanı daha geniş, şekli ise daha dar ve uzundur (37).

Derin kapanışa sahip bireylerde her ne kadar karakteristik özelliklerinden bahsedildiğinde hipodiverjan iskeletsel ve yumuşak doku parametreleri verilse de, hiperdiverjan bireylerin de önemli bir kısmında derin kapanış görülebilmektedir. Betzerberger ve ark (52), hiperdiverjan bireylerin %80'inde normal ya da derin kapanış saptamışlar, hiperdiverjan vakaların sadece %21'inde açık kapanış, geriye kalan bireylerin %47'sinde 4 mm'ye kadar, %32'sinde ise 4 mm'den fazla overbite miktarı ölçmüşlerdir.

2.4 DERİN KAPANIŞIN TEDAVİ PLANLAMASI

Derin kapanışlı bireylerin planlamasında; hastanın dikey büyüme paterni, oklüzal düzlem eğimi, keser-dudak ilişkisi, gülümseme çizgisi ve yüzün dik yön oranları, içinde bulunduğu büyüme ve gelişim evresi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu parametreler yumuşak doku, dental ve istekeletsel olarak üç ana grup halinde aşağıda incelenecektir.

2.4.1 Yumuşak Doku Değerlendirmesi

2.4.1.1. Üst Kesici Dişlerin Görünümü, Dişetinin Görünümü ve Gülümseme Çizgisi

Derin kapanışın tedavisinde, başlangıçta üst keserlerin intrüzyonuna yoğunlaşılsa da zamanla estetiğin de fonksiyon kadar önemli bir yer tutmasıyla, üst keserlerin intrüzyonuna daha ihtiyatlı yaklaşılmaktadır. Yumuşak doku ilişkileriyle ilgili (1) istirahat halinde diş görünümü (2) hasta konuşurken üst keser dişlerin görünümü (3) tedavi edilecek hastanın yaşı ve cinsiyeti olmak üzere bu 3 parametre

değerlendirilse de genel olarak üst keser dişlerin intrüzyon miktarına dudaklar istirahat halindeyken karar verilmesi gerektiği bildirilmiştir (80, 568, 569). Doğal gülümseme ya da konuşma sırasında üst keserlerin görünmesi genç ve dinamik bir görünüm ile ilişkilendirilir. Ancak yerçekiminin etkisi ve dudak tonusundaki azalamaya bağlı olarak yumuşak dokulardaki sarkmanın neticesinde üst dudağın daha fazla üst keser dişleri örtmesi ve aynı etkilerin alt dudakta görülmesiyle daha fazla alt keser dişler görülmekte ve bu da daha yaşlı bir görünüme neden olmaktadır (337, 353, 505). Bu yüzden, istirahat halinde üst keserlerin kesici kenarının stomion ile mesafesinin 2 mm'den daha az olduğu durumlarda üst keserlerin gömülmesi hastaya dişsiz bir görünüm kazandıracaktır (134).

Dentisyon seviyelendiğinde istirahat halinde 2-4 mm keser görünümü kabul edilebilir miktarlardadır (472). Genellikle istirahat halinde üst keser görünümü çocuklarda en az yaklaşık 5 mm, adolesanlarda 4 mm, 20-30 yaşlarındaki genç erişkinlerde 3 mm, 30-40 yaşlarda 2 mm, 40-50 yaş arası 1 mm olup, 50'den sonra üst keser dişler görünmemektedir (137, 347, 404, 530).

Gülümseme, kasların çekiminden, anterior maksillanın vertikal büyüme fazlalığından ve maksiller keserlerin oklüzal düzlemin altına erupsiyonundan etkilenir (353). Gülümseme sırasında yüz dengesine katkısı olan faktörler ise dudak kalınlığı ve uzunluğu, ark formu, stomodeum genişliği, kas tonusu, ağız köşelerinin bilateral dengeli inervasyonu ve total yüz ifadesidir (217). Erkek ve kadın popülasyonunda, hem ortodontistler hem de halk tarafından “en memnun edici” gülümsemeye sahip vakalarda üst dudağın, diş ve dişeti arasındaki sınırdaki konumlandığı ve beğenilmeyen dişeti gülümsemesi miktarının 2-3 mm olduğu bildirilmiştir (167, 211, 253). Farklı çalışmalarda da gülümseme sırasında diş ve dişeti görünüm miktarının kadınlarda daha fazla olduğu (211, 403, 404, 504, 530) ve

kısa üst dudak ya da uzamış keser dişlere bağlı dişeti gülümsemesi olan hastanın görüntüsünde üst keser intrüzyonu ile bir iyileşme olacağı rapor edilmiştir (134, 217, 414, 415, 420).

Gülümsemenin komponentleri üst orta keser dişlerin görünümü (Morley oranı), üst dudak özellikleri ve gingival görüntüdür (4). İdeal estetik bir gülümsemede, üst dudak, üst keserlerin meydana getirdiği yay, gingival seviye ve alt dudak konturu birbirine uyumludur (4, 338, 347). Bu yapılar arasındaki ilişki gülümseme arkı ya da gülümseme çizgisi olarak tanımlanır (4, 453). Eğer hasta çok az üst keser görünümüne sahip ise ya da bu çizgi ark şeklinde olmak yerine düz bir hale gelmişse “protez ağzı ya da yapay dişler” (denture mouth, false teeth) görünümü oluşur (215). Üst keserlerin bu yayı bozacak şekilde sarkık olduğu durumlarda anterior dişlerin intrüzyonu endike iken, alt dudak kurvatüründen daha düz olacak şekilde keserlerin gömülmesi ise hastaya daha yaşlı bir görünüm kazandırır (178, 453). Genç bir gülümsemede orta keserlerin %75-100’ü komisuralar arasında çizilen hayali çizginin altında konumlanmalıdır (4). Tjan ve ark. (504)’nın 454 bireyin fotoğrafları üzerinde yaptıkları çalışmada ortalama bir gülümsemede üst ön dişlerin servikoinizal mesafesinin tümünün görüldüğü, insizal kenarlarının alt dudağın iç eğrisine paralel olduğu ve insizal eğrinin alt dudağa hafifçe dokunduğu ya da arada ufak bir mesafe olduğu bulunmuştur. Maulik ve Nanda (317)’ya göre ise gülümseme sırasında ortalama keser görünümü keserlerin 2/3’ü kadar olmalıdır. Keserler uygun konuma getirildikten sonra devam eden düşük oranlardaki dişeti gülümsemesi varlığında lokal gingivektomi ya da cerrahi kron uzatma operasyonu tavsiye edilmektedir (570).

Eğer estetik bir görünümde olması gereken tüm bu özellikler hastada mevcut ve derin kapanış var ise bu durumda tedavi ya posterior ekstrüzyon ya da alt keser intrüzyonu üzerine yoğunlaşmalıdır (145). Üst keser görünümünün az olup, alt çene

Spee eğrisinin artmış olduğu ve alt ön 6 dişin fonksiyonel oklüzal düzlemin üzerinde olduğu vakalarda üst keser intrüzyonu yerine alt keser intrüzyonu tavsiye edilmektedir (569).

2.4.1.2 Dudak Uzunluğu

Hasta istirahat halinde iken ya da gülümserken üst dudak uzunluğu, kişinin genel dental estetiğine katkıda bulunur. Kısa bir üst dudak; çok artmış interlabial aralığa, çok uzun anterior maksiller kron görünümüne ya da dişeti gülümsemesine neden olur. Bu yüzden, üst keser intrüzyonu derin kapanışı olan ve kısa üst dudağa sahip hastalar için değerli bir alternatiftir (53, 347).

2.4.1.3 Interlabial Aralık

İstirahat halinde dudaklar arası mesafenin 3-4 mm olması estetik olarak kabul edilir. Zaten bu özelliklere sahip bir hastada ekstrüviz mekanikler alt çeneyi dolayısıyla da alt dudağı aşağı ve arkaya rotasyona uğratıp interlabial aralığı daha da artıracığından hasta gerilim olmaksızın dudaklarını kapayamaz ve estetik kötüleşir (347). Fakat alt ve üst dudakta sarkıklık olan ya da hiç interlabial aralığı olmayan, fakat artmış overbite'a sahip hastalarda posterior dişlerin ekstrüzyonu endike olabilir (349).

2.4.1.4 Konveksite

Konveks profili olan hastalarda molar dişlerin uzaması ile alt çene aşağı arkaya rotasyon yapacağından profil daha da dış bükey hale gelecektir (82, 130, 349, 472, 522). Bu yüzden normal ya da artmış dik yön boyutları olan hastalarda keser intrüzyonu yapılması tavsiye edilir.

2.4.2 Dental Değerlendirmeler

2.4.2.1 Oklüzal Düzlem

Üst keserlerin oklüzal düzlemin altına sarkması nedeni ile anterior ve posterior oklüzal düzlemler arasında basamağın oluştuğu vakalarda üst keser intrüzyonuna başvurulur. Bioprogresif felsefede, üst keserlerin, posterior dişlerin oluşturduğu fonksiyonel oklüzal düzleme kadar intrüzyonu tavsiye edilirken (435), Burstone (87)'a göre, posterior dişlerin doğal okluzyon düzlemi ile oklüzal düzlem çakışmalı, düz bir düzlem elde edilmeli ve bu düzlem üst keserlerin üst dudak arkasından en fazla 3 mm görünmesine izin vermelidir. Oklüzal düzlemin dikleştiği vakalarda molarların ekstrüzyonu bu düzlemin saat yönüne rotasyonuna neden olacağından bu tür vakalarda keserler intrüze edilmelidir (472).

2.4.2.2 Kron-Gingival İlişki

İdeal kron-gingiva ilişkisi santral keser ve kaninlerin aynı hizada ve laterallerden daha yüksek olduğu durumdur. Bu “yüksek-alçak-yüksek” gingiva çizgisi görünümü olarak belirtilir ve gülümseme çizgisinin harmonisini sağlar. Sınıf II Div 2 malokluzyonunda genellikle bu ilişkide ciddi bir uyumsuzluk vardır. Bu ilişki dört keserin intrüzyonu ile etkili bir biçimde düzeltilebilir. Daha büyük uyumsuzlukların olduğu hastalarda, ilk olarak santral dişler laterallerin seviyesine kadar intrüze edilirken, bunu takiben derin kapanışın tedavisi için dört kesici dişin birlikte intrüzyonu sonucunda kanin dişle uyumlu bir gingival ilişki sağlanabilir. Bazı vakalarda, gingivektomi uygulanması görünümü daha da iyi hale getirebilir (347).

2.4.2.3 İnteroklüzal Mesafe

Sadece keser intrüzyonu ile derin kapanışın düzeltilmesi interoklüzal mesafeye yük bindirilmemesini sağlar ve böylelikle de derin kapanışın stabilitesi garanti altına alınır (86). Fakat normal freeway space varlığında (2-4 mm), posterior dişlerin uzatılıp bu aralığa yük bindirilmesi, okluzyonun kuvveti ve kas gerilmeleri nedeniyle relapsla sonuçlanır (87, 349).

2.4.3 İskeletsel Değerlendirmeler

2.4.3.1 Dik Yön Boyutlarının Değerlendirilmesi

Hastanın dik yön boyutları yetersiz ise kapanışın açılması molar dişlerin uzatılması ile sağlanır, bu durum mandibulanın saat yönünde rotasyonu ile sonuçlanır ve böylece hastanın profili düzelir (353).

2.4.3.2 Büyüme ve Gelişim

Literatür incelendiğinde, mandibular düzlem açısının gelişimle birlikte çok az değiştiği ve herhangi değişiklik girişiminin orijinal değer yönünde relaps ile sonuçlanacağı görülür (59, 476). Bu yüzden derin kapanışın büyüyen hastalarda düzeltilmesinin büyümesi bitmiş hastalara göre daha kolay olduğuna ve daha stabil sonuçlar verdiğine dair genel bir kanı vardır (40, 62, 87, 476). Molar ekstrüzyonuyla elde edilen dentoalveolar büyümenin freeway space'e yük bindirerek relaps riski oluşturmaması ancak kondiler büyümenin gerçekleşmesiyle mümkündür ki bu da sadece büyüme ve gelişimi devam eden hastalarda mümkündür. McDowell ve Baker (321), derin kapanışı erişkin bireylerde adolesanlara göre, daha az açabilmiş fakat mandibular düzlem açısındaki artışı erişkinlerde daha fazla bulmuşlardır. Araştırmacılara göre, adolesanlarda her ne kadar molar uzama miktarı daha fazla olsa

da bu bireylerde orijinal mandibular düzlem açısı korunabilmekte, erişkinlerde ise iskeletsel büyüme olmamasından dolayı adaptasyon kabiliyetinin daha az olması, mandibulanın saat yönünde rotasyonuna yol açmaktadır. Molar uzamasıyla birlikte mandibulanın saat yönündeki rotasyonu kasların gerilmesine neden olur ve yetişkinlerde nöromusküler adaptasyon kapasitesi az olduğu için relaps riski yükselir (40, 347, 349, 472). Posterior dişlerin ekstrüzyonu yetişkin hastalarda en stabil olmayan harekettir (351).

2.4.3.3 Çenelerin Antero-Posterior İlişkisi

Hipodiverjan yüz paterni, uzun ve gereğinden fazla sarkık duran dudaklar, düz mandibular düzlem açısına sahip Sınıf II div 2 de alt yüz yüksekliği ve yüz konveksitesi artırılarak derin kapanış düzeltilebilir. Sınıf II div 2 dışında, sınıf II düzeltmelerde alt yüz yüksekliğinin artırılması istenilen bir olay değildir, çünkü alt çenenin aşağı ve geriye rotasyonu ile A-B noktaları arasındaki uyumsuzluk büyür (69, 87, 349).

2.5 DERİN KAPANIŞIN TEDAVİ SEÇENEKLERİ

2.5.1 Molar Ekstrüzyonu

Üst ya da alt molarların 1 mm'lik ekstrüzyonu keser örtülemesini yaklaşık 1.5-2.5 mm açar (347). Hipodiverjan gelişim gösteren, üst keser-dudak ilişkisinin iyi olduğu, kesici dişlerin oklüzal düzlemin altına sarkmadığı, oklüzal düzlemin saat yönü rotasyon göstermediği, free-way space'in arttığı, büyüme ve gelişimin devam ettiği, yumuşak doku profilinin konveksite artışını tolere edebileceği, hipotonik üst dudak ve dişeti gülümsemesinin olmadığı vakalarda molar ekstrüzyonu uygulanır (134). Bu vakalarda, kapanış asıl olarak mandibulanın saat yönü rotasyonu ile açılır, çene aşağı ve arkaya hareket eder ve yumuşak doku profili düzelir.

Erişkin hastalarda ekstrüzyon mekanikleri ile kapanışın açılması özellikle hipodiverjan ve güçlü kas yapısına sahip bireylerde relaps ile sonuçlanacaktır (114, 147). Bölümlü ark telleri ile saf keser intrüzyonu taraftarları da spee eğrisinin premolar ekstrüzyonu ile düzeltilip, bite'in bu yolla açılmasının stabil olmayan sonuçlar vereceğini bildirmişlerdir (40, 43, 147, 321, 377, 556, 558). Ayrıca kuvvetli çiğneme kasları olan ve brakisefal kafa paterni olan hastalarda mandibulanın saat yönünde rotasyonu ile kapanış açılmasının %100 relaps ile sonuçlanacağı açıklanmıştır (147). Weinberg (542), geniş istirahat aralığı olan bireylerde bu mesafeye yük bindirmenin sorun olmayacağını ve derin kapanışın açılmasında bukkal segmentlerin uzatılabileceğini bildirmiş, fakat sınırlı istirahat aralığı olan bireylerde kasların uzunluğunun bukkal segmentin uzamasına izin vermeyeceği için keser intrüzyonu yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

2.5.2 Keser İntrüzyonu

Normal ya da hiperdiverjan büyüme modeline sahip, alt yüz yüksekliğinin arttığı, üst kesici kenarı ile üst dudak mesafesinin istirahat konumunda 4-5 mm'yi geçtiği ve kesicilerin oklüzal düzlemden aşağıya sarktığı, oklüzal düzlemin saat yönü rotasyon gösterdiği ve free-way space'in normal ya da azalmış olduğu, konveks yumuşak doku profiline sahip, hipotonik üst dudak ve artmış dişeti gülümsemesi olan hastalarda keser intrüzyonu tercih edilir, sadece kesici dişlerin gömülmesi ile kapanış açılır ve molarlarda ekstrüzyon yapılmaz (347, 420).

Proffit (420) ve Ricketts (434) büyümenin olmadığı vakalarda derin kapanış düzeltilmesinin tamamen keser intrüzyonu ile yapılması gerektiğini bildirmişler ve bunun için de segmental ark mekaniklerinin kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Tweed felsefesi ile tedavi uygulayan araştırmacılar, keser intrüzyonu ile spee eğrisinin düzleştirilip kapanışın açılmasının stabil olmadığını ve relapsa neden olacağını belirtmişlerdir (459, 461).

Schudy (461), oklüzal düzlem ile mandibular düzlem arasındaki açının 8°'den az olduğu durumlarda bariz bir derin kapanış var ise, molarların oklüzal yönde harekete karşı koyacağını bu yüzden de bu bireylerde relaps açısından keser dişlerin intruze edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Lapatki ve ark. (267) ise relapsın önlenmesi bakımından üst keser dişler üzerindeki dudak basınçlarının fizyolojik sınırlar içinde olması gerektiğinden, üst keserlerin normal sınırların üzerinde flare ettirilmeden intruze edilmesi gerekliliğini savunmuşlardır.

Bu durumlara ek olarak, periodontal kemik kaybı olan hastalarda klinik kron oranını artırmak ve ataşman seviyesini iyileştirmek için de saf intrüzyon önerilmektedir (325). Zimmer ve Seifi-Shirvande (571) travmatik derin kapanışı olan hastalarda intrüzyon sonucunda dişeti çekilmelerinde azalma gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Travmatik derin kapanışı olan hastalarda intrüzyonun hem travmayı elimine ettiği hem de gingival çekilmede iyileşme sağladığı için tercih edilmesi gereken bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır.

2.5.3 Keserlerin Flare Edilmesi

Keserlerin, direnç merkezlerinin etrafında labiale devrilmesi ile kesici kenarın vertikal pozisyonunda değişikliğe bağlı kapanışın açılması pseudo-intrüzyon olarak adlandırılır ve kesicilerin retruziv olduğu vakalarda derin kapanış için primer olarak kamufraj görevi görür (25, 87, 127, 144, 147, 191, 349, 377). Kesici dişlerin direnç merkezinin vertikal yönde herhangi hareketi olmasa da, bu yöntem kapanışı göreceli

olarak açtığından hafif ve orta şidette örtülü kapanış vakalarında ve keserlerin uzun eksenleri idealden az açılanma gösterdiği durumlarda tercih edilir. Sınıf II div 2'deki gibi linguale devrik keserleri olan ya da Cl III gibi keser flaring'ine izin verilebilecek durumlarda kullanılır (347). Ancak dişlerin çok fazla labial hareketi mukogingival sorunlara ve alveolar kemik desteğinin kaybına neden olabilir, özellikle alt anterior dişlerin protrüzyonu dişeti çekilme riskini bereberinde getirir. (512). Yared ve ark. (563) alt keser eğiminin 95°'yi aştığı durumlarda, alt kesici eğimi ile gingival çekilmenin ciddiyeti arasında bağlantı bulmuşlardır. Dişleri flare ettirmenin diğer bir riski, stabilite sorunlarıdır ve tedavi sonrası dönemde keserlerin orijinal aksial eğimlerine dönme eğilimi kapanışın tekrar derinleşmesiyle sonuçlanacaktır (54, 88, 91, 245, 476).

2.5.4 Ortognatik Cerrahi

Çok ciddi gummy smile vakalarında, ilgili maksiller dikey fazlalığı düşürecek maksillayı daha yukarı konumlandırıcı cerrahi (LeFort I osteotomy) gerekebilir (347). Sorun alt çeneden kaynaklanıyorsa mandibular ramusta bilateral sagittal split osteotomisi ve mandibulanın ileri konumlanması kullanılmaktadır (417).

2.6 KESER İNTRÜZYONU KONVANSİYONEL MEKANİKLERİ

2.6.1 Kullanılan Yöntemler

2.6.1.1 Düz Arklar

Tüm braketlerden geçen düz bir tel, keserlerin direnç merkezinin labialinden kuvvet uygulayarak, bu dişlerin protrüzyonuna ve oklüzal düzleme göre rölatif intrüzyonuna, premolarların ve molarların ekstrüzyonuna neden olur (7, 333, 449). Bununla birlikte keserlerin retruziv ve ark formunun kare olduğu vakalarda,

molarlarda genişleme de görülür. Ekstrüzyon hareketinin intrüzyondan çok daha kolay gerçekleşmesi nedeni ile keser intuzyonundan çok posterior dişlerde erupsiyon izlenir, oklüzal düzlem saat yönünde rotasyon gösterir (87, 353). Eğer bu vaka gummy smile vakası ise estetik hedefler elde edilmemiş olur, çünkü gülümseme çizgisi yukarı çekilememiştir. Ayrıca bazı retruze keserli derin kapanışlarda çapraşıklık da görülür ve premolar çekimi gerekebilir. Bu vakalarda kesici protruziyonunu takiben retraksiyon yapılması “round tripping” (jiggling) etkisi ile keser köklerinde erimeye neden olabilir. Ancak kanin distalizasyonunu takiben keser retraksiyonu yapılması ile bu yan etki önlenir.

Yukarıda belirtilen yan etkilerin dışında, kanin kökünün mezial eğim gösterdiği durumlarda düz ark teli ile seviyelenmede, tel keserlerin insizalinde yer alacağından ve keserlerin erupsiyon hareketi kökün distal hareketinden çok daha kolay gerçekleşeceği için keserlerde ekstrüzyon olacaktır (86, 87, 353).

Dik yön gelişimine sahip bireylerde, düz tel ile seviyelenme yapılırken, posterior segmentteki prematür kontaklar mandibulanın saat yönü rotasyonuna neden olur ve bu da alt yüz yüksekliğini artırarak kesici-dudak ilişkisinin ve yumuşak doku profilini kötüleşmesine neden olur. Yüksek açılı bireylerde zayıf çiğneme kasları nedeniyle bu kapanış açılması oklüzal kuvvetler ile kompanse edilemez ve bu nedenle yüzün dik yön boyutlarının kontrolü açısından selektif mekanikler daha uygundur (353).

Derin kapanışın görüldüğü, alt ve üst oklüzal düzlemlerin birbirine paralel, kanin ve 1. premolarlar arasında bir basamak veya artmış spee'nin olduğu durumlarda, devamlı ark teli ile seviyeleme; derin kapanışta herhangi düzelme olmaksızın ön bölgede üst ve alt oklüzal düzlemleri birbirlerine yaklaştırır. Bu

birbirine yaklaşan oklüzal düzlemlerin tedavisi orijinal sorundan daha zor olabilir (347).

2.6.1.2 *Spee’li Arklar*

Devamlı spee’li arklar ile seviyeleme yapıldığında, keserlerde protrüzyon ve az miktarda intrüzyon, premolarlarda erupsiyon, molarlarda dikleşme ve oklüzal düzlemin saat yönü rotasyonu ile kapanışın açıldığı ve alt yüz yüksekliğinin arttığı saptanmıştır (13, 43, 121, 321, 333, 377, 468, 541, 558). Bernstein ve ark. (51) aynı mekanikleri çekimli vakalarda ve Alexander felsefesinde kullandıklarında; molarlarda tip-back, premolarlarda uzama görmüşler fakat keserlerin flaring’inin engellendiğini ve intrüzyon meydana geldiğini, dik yön açılarındaki artış olmadığını ve oklüzal düzlemin saatin tersi yönünde rotasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (51). Araştırmacılara göre, keserlerde flaring görülmemesinin nedeni; Alexander braketlerinin -5 tork değerine sahip olması ve vakalardan çekim yapılmasıdır. Dik yön açılarındaki artış olmamasının nedeni ise premolar çekimi yapılması ve Alexander Disiplini’nde headgear kullanımıdır. Bunun dışında birçok araştırmada devamlı spee’li arkların keserlerde intrüzyon ve flaring, molarlarda ise ekstrüzyon ve tip-bak hareketine neden olduğu bildirilmektedir (13, 108, 314, 390, 419, 474). Çünkü direnç merkezinin labialinden etki eden intrüziv kuvvet nedeniyle kök apeksini posteriora, kronları ise labiale hareketlendiren bir moment ortaya çıkmaktadır (13, 33, 108, 468). Bu proklinasyon etkisi özellikle maksiller keserlerde, kuvvet direnç merkezinin daha uzağından geçtiği içi daha fazladır (106). Flare ettirilen keserlerin uzun aksının oklüzal düzlem ile yaptığı açıdaki değişim ne tip bir devrilme yaptığına bağlı olarak değişir. Dişler kontrollü devrilme yaptığında kapanıştaki açılma miktarı daha fazladır (kontrollü devrilmede açısal değişim 0.204 ile çarpılırken, kontrolsüz devrilmede 0.132 ile çarpılıp açılma miktarı mm cinsinden elde edilir) (144).

Intrüziv kuvvetin büyüklüğü, telin boyutlarından ve lateral ve kanin braketler arasındaki mesafeden etkilenir (188). Bu arkların uyguladıkları kuvvetler biyolojik olarak güvenli sınırların ötesinde olduğundan keser sarkıklığının 1.5 mm'den fazla olduğu vakalarda kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir (474).

Relaps açısından değerlendirildiğinde; kimi araştırmacılar (121, 377, 541, 558) güçlü çiğneme kasları olan bireylerde bukkal segmentlerin ekstrüzyonu ile kapanışın açılmasının geri dönüşe neden olacağını, kimi araştırmacılar ise (51, 468) relaps'ın istatistiksel olarak önemli çıksa da kliniksel olarak minimum olduğunu ve başta spee ne kadar derinse relaps olasılığının da o kadar arttığını açıklamışlardır. Spee eğrisinin tamamen düzeltilmesinin relapsı önlediği, kısmen düzeltilmesinin ise bir miktar relapsla sonlandığını bildirmişlerdir (419). Mandibular 2. molarlardaki dikleşme miktarının, tedavi sırasında spee eğrisinin ne kadar düzeltildiğinin, çapraşıklık indeksinin; retansiyon sonrası overbite artışı ve spee'nin nüksü ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (468). Keserleri öne devirmenin, derin kapanışın nüksü dışındaki diğer riskleri ise retansiyondan sürecinden sonra; mandibular genişliğin azalması, keserlerin dikleşmesi ile çapraşıklığın geri dönmesi (13, 468) ve labial destek doku kaybıdır (13).

2.6.1.3 Devamlı İntrüzyon Arkı

Keser segmentler ve posterior segmentler kendi içlerinde seviyelenip rijit, bölümlü ark teli ile kendi içlerinde birer unite haline getirildikten sonra, devamlı intrüzyon arkı 2.5 heliksli 0.018x0.025-inch SS (orjinal versiyonu) ya da düz 0.016x0.022 inch veya 0.017x0.025 inch Titanyum Molibdenum Alloy (TMA) ark telinden bükülür (82, 353). Çelik tellerde heliks bükülmesinin nedeni yük-defleksiyon oranını azaltmaktır (86). Ayrıca 1. Premolarlar hizasında ark teline (V)

büküm yapılır ya da kaninler hizasında gingival yönde bir basamak oluşturulur. İstenen protrüzyon miktarına göre bu tel keser segmente orta hattan, santral ve lateral dişler arasından ya da laterallerin distalinden bağlanabilir. Moların yardımcı tüpü ve keser braketleri arasındaki mesafenin fazla olmasından ve telin özelliğinden dolayı bu sistemin yük-defleksiyon oranı düşüktür. Böylece istenen kuvveti elde etmek için büyük defleksiyona gerek duyulur; bu da diş intruze oldukça reaktivasyon gerekliliğini ortadan kaldırır ve kuvvetin devamlılığını sağlar. Ayrıca aktivasyon işlemindeki herhangi ufak hata kuvvet uygulanmasında minimum değişikliğe neden olarak apareyin doğru çalışmasını bozar (82). Bu mekanik ile kapanışın açılması, hem keser intrüzyonu ve protrüzyonu hem de ankraj desteklenmezse bir miktar molar ekstrüzyonu ile gerçekleşir (79, 353).

2.6.1.4 Utility Arkı

Başlangıçta utility arkı, çekim boşluklarını kapatırken molarların meziale devrilmesini önlemek için bioprogressive tekniğin bir parçası olarak Ricketts (436) tarafından geliştirilmiş olup, daha sonra çekimsiz vakalarda derin kapanış tedavisinde alt kesici dişleri intruze edilebileceği görülmüştür. Utility arkında, 0.016x0.016 inch mavi elgiloy (krom-kobalt-nikel) tel kullanılır. Elgiloy teller, yumuşak durumda iken mükemmel şekil verilebilme özelliğine sahipken, 480°'ye kadar ısıtıldığında kuvvet özellikleri SS tellere benzer. Ark, posterior bölgede molar tüpüne uygulanırken, kanin ve premolarları atlar, ön bölgede keserlerin braketlerine yerleştirilir ve bu da keserlerin protrüzyon ve intrüzyonuna, molarların ise tipback ve ekstrüzyon yapmasına neden olur (377). Aktivasyon molar tüpün mezialine 45° tipback bükümü yapılması ile sağlanır. Bu sistemde kuvvetin 150 g'ı geçmemesi tavsiye edilmiştir (436).

Statik olarak belirsiz 2x4 arkı gibi Utility arkı sisteminin keser braketlerine yerleştirilmesi ile doğan bazı dezavantajları vardır. Tip-back arttıkça köklerin orta hatta doğru hareket etme eğilimi daha da artar (87, 353). Saat yönü tersi moment ve kuvvetin kesici dişlerin önünden, geçmesi keserleri flare ettirir (420). Bu konfigürasyon tarafından meydana gelen kuvvetler dişleri çok hızlı devirme eğilimindedir ve en ufak bir değişiklikte sistem de değiştiğinden, hareketi biomekanik olarak tahmin etmek ve kuvvetin miktarını kesin olarak bilmek olanaksızdır (474). Telde yanlışlıkla verilen ya da ark çalışırken ortaya çıkabilecek olan herhangi lingual kök torku, intrüziv kuvveti ortadan kaldıracaktır. Labial kök torku ise intrüziv kuvveti artırıp molarlar üzerinde ekstrüziv kuvvet ve tip-back momentinin artmasına neden olacaktır (82, 87). Ayrıca, Utility arkın braketlerin içine oturtulması ve kaymaya izin vermeyecek şekilde sabitlenmesi, aynı boyutlardaki tek nokta teması bağlanan intrüzyon arkından daha fazla kuvvet uygulayacaktır (474).

Utility arkı ile şekil olarak aynı, fakat farklı malzemeden üretilen, daha yeni bir jenerasyonun ürünü olan Connecticut Nanda Arch (CNA) ve Connecticut Intrusion Arch (CIA) telleri piyasaya sürülmüştür. CNA, beta-titanyumdan (TMA) bükülürken, prefabrike CIA nikel-titanyumdan yapılır, düşük ve devamlı kuvvet uygulayarak uzun süre sabit kuvvetlerle aktif kalır (350). Bu tellerin 0.016x0.022 inch ya da 0.017x0.025 inch boyutunda olanları vardır (350, 515). CIA aktivasyonla 35-40 g kuvvet uygularken, 50-60 g kuvvet istenen vakalarda CNA kullanılabilir (515). Bu yeni jenerasyon teller, utility arkı gibi direkt keser dişlerin braketlerine yerleştirebilseler de daha fazla kontrol sağlayabilmek açısından genellikle tek nokta teması şeklinde orta hattan, santral ve lateral dişler arasından ya da lateral braketlerin distalinden bağlanır. Posterior da ise molarların yardımcı ark tüpünden geçirilir.

Preston ve ark. (419) devamlı arklar ve bioprogresif tekniğindeki bölümlü arkları karşılaştırdıkları çalışmalarında ortalama 7 yıl 5 aylık retansiyon dönemi sonundaki relaps açısından benzer stabilite bulmuşlardır.

2.6.1.5 Bypass Arklar

Bu teknik en fazla, büyümesi devam eden hastalarda yararlıdır. Bu arklar ile molarların dikleşmesi ve distale devrilmesine karşı keser intrüzyonu sağlanır. Bu yaklaşımın klasik versiyonu Begg tekniğinin ilk aşamasında görülür. 0.016 inch paslanmaz çelik Australian tel molar tüpünden çıktıktan sonra tip-back şeklinde ankraj bükümü yapar, premolarları bypass geçer, kanine hafif olarak tutturulur ve keser braketlerin içine yerleştirilir (420).

2.6.1.6 2x4 Arkları

İki molar ve dört keser dişten oluşan sistemde tipback bükümleri molar tüplerin önünde konumlanır ve tel direkt olarak keser braketlerine yerleştirilir. Kesicilerin intrüzyon ve protrüzyonu ile birlikte molar dişlerde ekstrüzyon ve tipback görülür (420, 472).

2.6.1.7 Üç Parçalı İntrüzyon Arkı

Keser dişlerin oluşturduğu anterior segment ile premolar ve molar dişlerin oluşturduğu posterior pasif segmentler 0.017x0.025 inch rijit bir ark teli ile 3 ünite halindedir. Temel uygulama, anterior segmentin laterallerin distalinde bitirilmesi şeklinde olsa da, kuvvetin keser eğimlerine göre yönlendirilebilmesi için distal uzantıda çeşitli modifikasyonlar yapılabilir. İntrüzyon yayı 2.5 heliksli paslanmaz çelik (SS) tel ya da tek heliksli 0.017x0.025 inch TMA'dan bükülür (82, 87).

Mekanizmanın aktivasyonu molar t b n mezialinde basamağın a ılandırılması ile sağlanır (86).

Keser eğimleri artmamış ise, laterallerin distalinden tek nokta teması ile kuvvet uygulanması, intrüzyonun flaring olmadan yapılabilmesini sağlar. Eğer kesici eğimlerinde artış varsa ya da retraksiyon da yapılacaksa anterior segmentin direnç merkezinin 2-3 mm distalinden uygulanan intrüziv kuvvete ek olarak, molarlardan keser segmentin distal uzantılarına yay/elastik zincir uygulanabilir (82).

TMA teller, paslanmaz  elik teller gibi şekil verilebilme özelliğine sahiptir fakat paslanmaz  elik tellere göre elastiklik modülleri daha düşüktür yani daha esnek bir yapıya sahip olurken birim deformasyonda daha hafif kuvvet uygularlar ve birim deaktivasyonda kaybettiği kuvvet daha az olur. Nikel titanyum tellerde şekil verilebilme özelliği mevcut değildir. Aynı miktardaki aktivasyon için beta-titanyum tel, nikel titanyum telden daha fazla kuvvet uygular (347).

Yapılan çalışmalarda, devamlı arklara göre bölümlü mekaniklerin daha fazla keser intrüzyonunu; daha az keser protruzyonu ve daha az molar-premolar ekstrüzyonu ile başarabileceği gösterilmiştir (13, 541).

2.6.1.8 J-hook Headgear

Tamamen hasta kooperasyonuna bağlı olan bu yöntem ile posterior dişler üzerinde herhangi yan etki (posterior dişlerde uzama ve eksen eğiminde değişiklik) oluşmaz, mandibular düzlem eğiminde bir değişim olmaz (130, 325). Uygulanan kuvvetin büyük olması ve hasta kooperasyonu (hasta takarken kuvvet uygulaması, çıkardığında kuvvetin kalkması sonucu jiggling oluşması) ile ilişkili olarak anterior dişlerdeki rezorpsiyonu arttırabileceği bildirilmiştir (130, 472). Tavsiye edilen kuvvet miktarı her bir tarafta 100 g'dır (217). J-hook headgear ve mini vidaların

uyguladıkları kuvvetlerin vektörel analizi yapıldığında, implantlardan direkt dikey olarak kuvvet uygulandığı için 100 g'lık intrüziv kuvvetin vertikal komponenti 90 g olarak hesaplanırken, bu miktar oksipital bölgeden destek alan J-hook grubunda 60 g olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak implant grubunda daha fazla intrüzyon görüldüğü bildirilmiştir (130).

2.6.2 Yan Etkiler ve Önlenmesi İçin Başvurulan Mekanikler

Klinik uygulamalarda yukarıda bahsedilen yöntemlerle kapanışın açılması kısmı olarak “saf intrüzyon” (direnç merkezinin superior hareketi), kısmi olarak “pseudo intrüzyon” (dişlerin eğimlerindeki değişiklik) ve kısmi olarak da “rölatif intrüzyon” (yan dişlerin ekstrüzyonu) ile elde edilir (182).

Konvansiyonel yöntemlerle, arklar posterior dişlere bağlı olduklarından kronları distale kökleri meziale devirmeye yönelik momentler ve ekstrüziv kuvvetler (intrüzyon kuvveti ile büyüklük olarak eşit fakat zıt yönde) oluşur (82, 87, 420, 467, 522, 525). Ekstrüzyon intrüzyondan daha kolay meydana geldiği için intrüziv kuvvet kaybı ile birlikte molarlarda ciddi derecede ekstrüzyon oluşur (134, 353). İntrüziv kuvvet tip-back bükümü ile sağlandığı için sagittal düzlemde ortaya çıkan momentler sonucu posterior üniteye kronlar distale kökler meziale devrilir (82, 415), oklüzal düzlem saat yönünde dikleşir. Frontal düzlemde ise bu dişlerin direnç merkezinin bukkalinde yer alan yardımcı tüpten uygulanan kuvvet nedeni ile lingual kron bukkal kök momenti doğar ve maksiller ark genişliğinde azalma görülür (79, 82, 84, 86, 87, 522, 525). Şenışık ve Türkkahraman (467)'ın mini vidalar ve CIA ile üst keserleri intruze ettikleri çalışmalarda iki grup arasındaki tek önemli fark; CIA grubunda molarlarda görülen kronun distale, kökün meziale devrilmesi ile meydana gelen ekstrüzyon hareketi olmuştur. Bu istenmeyen hareketleri sınırlandırmak için, intrüziv

kuvvetler hafif tutulur ve molarlara bazı apareyler eklenir. Bu apareyler; palatal ark, Nance apareyi gibi intraoral ankraj destekleyici üniteler (84, 130, 133, 134, 136, 325, 449) ve high-pull headgeardir (78, 87, 133, 134, 325, 522). Diğer önlemler kanin/1. Premolarlardan 2. Molarlara uzanan rijit ark teli (86, 87, 181, 449, 480), kortikal ankraj kullanılması (44) ve telin arkadan kitlenmesidir (13). Fakat bu tür aygıtlar bile yan etkileri tamamen ortadan kaldırarak mutlak ankraj sağlamayamamakta ve yan etki görülmemesi için uygulanan kuvvet miktarlarının belli sınırlar içinde tutulması gerekmektedir (136). Kuvvet arttıkça intrüzyon hızı artmadığından, kök rezorpsiyonu ve ankraj kaybı gibi yan etkiler ortaya çıktığından, intrüzyon için en düşük kuvvet önerilmiştir (78, 79, 82, 86, 87, 132).

Ankraj ünitesine olabildiğince fazla diş dahil edilmesi ve daha kalın teller kullanılması posterior etkilerin dengelenmesine yardımcı olur (86, 87, 347, 472). Molarların distale devrilmesi ve keser kronlarının protrüzyonunun önlenmesi için cinch-back yapılabilir. Fakat bu durumda tel braketler içinde serbestçe kayamayacağından, meziodistal kuvvetlerle beraber, ankraj ünitesinin direnç merkezinin etrafındaki momentlerde artış olur ve mezial kök hareketi ile birlikte ankraj kaybı meydana gelir (13, 87, 251, 415, 472). Molarlardaki tip-back'in dengelenmesi ve molarların dikleştirilmesi high-pull headgear kullanımı ile mümkündür. Posterior segmentin direnç merkezinin önünden geçen oksipital headgear ortaya çıkan kuvvetlere ve momentlere karşı ankraj ünitesini destekler (78, 79, 86, 87, 347, 420, 436, 480, 526). Linguale devrilmenin bir noktaya kadar kompanse edilebilmesi amacı ile molar tüpü ve keser braketleri içinden devamlı ark teli geçiyorsa bu telin posterior genişliği artırılabilir (472). Ankraj sağlama amaçlı 0.036 inch paslanmaz çelik telden bükülen ya da 0.032"x0.032 paslanmaz çelik tel ya

da TMA'dan prefabrike transpalatal ark da başvuru olan yöntemlerdendir (87, 472). Posterior dişlerin erupsiyonun engellenmesi için çenelik de tavsiye edilmiştir (87).

İntrüzyon en ekstruze olan diştten başlamalı ve sırası ile tüm keserler dahil edilmelidir (243). Keserler aynı seviyede değilken orta ve yan kesici dişler beraber seviyelenmeye çalışılırsa lateraller ekstruze olurken santrallerde az bir miktar intrüzyon görülür ve kökler birbirine yaklaşır (86, 87). Ayrıca lateral dişlerde önce uzama sonra tekrar gömülme hareketi, jiggling (gelgit) etkisi yaparak kök rezorpsiyonuna neden olur (353). Santral keserler genelde laterallerden daha aşağıdadırlar. Bu durumda sadece santrallere bağlanan başlangıç seksiyonel ark teli onları laterallerin hizasına kadar gömer. Bölümlü ark teli daha sonra 4 kesici dişi kapsayacak şekilde hazırlanarak intrüzyona devam edilir (181, 243).

İntrüzyon arkı, Ricketts'in utility arkında olduğu gibi tek tek keser braketlerine oturtulursa, bu dişlerin her biri kendi direnç merkezi çevresinde hareket ederek, ayrı ayrı büyüklüğü farklı momentlerin ve kuvvetlerin etkisi altında kalacaklarından oluşan sistemlerdeki kuvvet ve moment büyüklüklerini bilmemiz mümkün olmaz ve bu sistemlere "belirsiz sistemler" denir (347, 353, 420). İntrüzyon telinin tek nokta teması ile bağlanmasının yerine braketlere oturtulması anterior bölgede oluşan momentleri artırır (474). Oysa ki tek nokta teması ile kuvvet uygulandığında moment ve kuvvet olarak "belirli sistemler" oluşur ve meydana gelecek diş hareketi tahmin edilebilir (347, 353, 420).

2.6.3 İntrüzyon Arklarında Kullanılan Materyallerin Özellikleri

İntrüzyon sırasında devamlı kuvvet uygulayan, düşük yük-defleksiyon oranına sahip mekanizmaların kullanılması tavsiye edilmiştir (87). Mavi krom-kobalt teller (elgiloy), Ni-Ti ve TMA'ya göre en iyi şekil verilebilme ve en düşük akma

direncine sahipken, elastiklik modülleri SS tellere benzerdir yani birim defleksiyon başına uyguladıkları kuvvet daha fazladır (260, 261). 0.016x0.016 inch elgiloy teller 0.017x0.025 inch TMA utility ark ve Burstone intrüzyon arkından daha fazla kuvvet uygulamaktadır (474).

SS teller deaktivasyon sırasında hızla düşen kuvvet seviyelerine sahipken, süper elastik teller deaktivasyon sürecinin büyük bir kısmında sabit kuvvet uygularlar (540). TMA tellerin elastiklik modülleri SS tellerin %40'ı kadardır ve benzer kesit alan ve aktivasyon miktarları için SS ve elgiloy tellerin yaklaşık yarısı kadar kuvvet uygularlar (83, 229). Weiland (540), süperelastik tellerce uygulanan devamlı kuvvetlerin (sentalay tel kullanılmıştır) kesikli kuvvetlere (SS tel kullanılmıştır) göre daha hızlı diş hareketi meydana getirdiğini fakat çap, alan ve hacim bakımında rezorpsiyon lakünün devamlı kuvvet grubunda %140 daha fazla oluşunu istatistiksel olarak anlamlı bulmuş ve devamlı kuvvetin kökteki tamir mekanizmasını engelleyecek uzunlukta olmaması gerektiğini savunmuştur. Bu yüzden de devamlı kuvvetin, başlangıçta daha ağır olup hızla azalan kuvvete göre daha yıkıcı olduğunu bildirmişlerdir.

1980'lere kadar, intrüzyon arkı, yük-defleksiyon oranını düşürmek için molarların önünde heliks olan paslanmaz çelik telden yapılıyordu. 1980'lerde, beta titanyum teller, paslanmaz çelik tellerin yerine geçmiş ve titanyumun düşük sertliğine bağlı olarak heliks springi yapma gereği ortadan kalkmıştır. Preforme Ni-Ti teller ise (Connecticut İntrüzyon Arkı) 1998 yılında tanıtılmış olup, önceden aktive ve kalibre edilmiş bu tellerin 35-45 g (kuvvet molarlar ve keserler arasındaki mesafeye bağlı) kuvvet uyguladıkları bildirilmiştir (347).

NiTi (Connecticut İntrüzyon Arkı) tellerin; şekil hafızası, geri yaylanma, hafif ve devamlı kuvvet sağlayabilme, düşük yük-defleksiyon oranına sahip olarak zamanla daha ufak deaktivasyon miktarları gösterdiği ve böylece de reaktivasyon randevuları sayılarını azaltma gibi avantajlar taşıdığı belirtilmiştir (350).

2.7 İNTRÜZYON KUVVETİ İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER

2.7.1 Kuvvet Büyüklüğü

Diş ve çevre dokularının devamlılığının korunabilmesi ve kısa zamanda diş hareketi elde edilebilmesi optimum düzeyde kuvvet uygulanmasını gerektirir. Reitan (426, 428), çevre dokulardaki hücrel aktivitenin artırılması ve kök rezorpsiyonu riskinin azaltılması için ortodontik tedavide hafif kuvvetler kullanılmasını tavsiye etmiştir. İntrüzyon kuvveti kök apeksinde ufak bir alanda konsantre olduğundan, periodontal ligament (PDL) içinde optimum biyolojik reaksiyon için düşük kuvvetler uygulanmasının gerektiği bildirilmiştir (172). Costopoulos ve Nanda (114) ya göre, apeksteki periodontal ligamentin normal koruyucu rolünü bozan bir kritik sınır mevcuttur ve bu da 15 g'dır.

Kesicilerin intrüzyonunda, bu hareketi oluşturabilecek en düşük kuvvet kullanılmalıdır. Çünkü ağır kuvvetler intrüzyon hızını artırmayabilir, üstelik de kök rezorpsiyonunda artışa ve ankraj ünitesinde reaktif kuvvetler ve momentler olmak üzere önemli yan etkilere neden olurlar (86, 87, 132).

Owman-Moll ve ark. (384), çekilecek premolar dişlerin bukkal yöndeki hareketlerini ve kök rezorpsiyonlarını 50cN ve 100cN kuvvet gruplarında incelediklerinde 2 grup arasında hareket ve rezorpsiyon miktarı bakımından fark bulamamışlardır. Bunu ya bireysel varyasyonlara ya da ağır kuvvetin haftalık

aktivasyonuna bağı olarak indirekt kemik rezorpsiyonu meydana gelmesi ile diş hareketinin oluşmamasına bağlamışlardır.

Literatürde anterior intrüzyon için farklı kuvvet değerleri belirtilmiştir; maksiller keser dişler başına 20-25 g (436), santral ve lateraller için bir tarafta 50 g olmak üzere, 2 tarafta toplam 100 g (87, 133, 271, 314, 449, 528); her iki tarafta 30'ar g olacak şekilde orta hatta 60 g (136, 472); totalde 150 g(314, 472); toplamda 80 g (415); her yarım çenede 10-25 g arası totalde 20-50 g arası değişen kuvvet miktarı (172); her yarım çenede 100 g (217); dişin periodontal desteğine göre diş başına 10-20 g arası değişen kuvvetler (325, 522); 6 diş için totalde 100-150 g arası (106); diş başına 10-15 g kuvvet (541); diş başına 15 g (114) tavsiye edilen farklı kuvvet büyüklükleri olarak karşımıza çıkar.

2.7.2 Kuvvet Tipi

Diş hareketlerinde devamlı ya da aralıklı kuvvetler uygulamalarının diş rezorpsiyonu üzerinde etkisi araştırılmıştır. Kimi yazarlar intrüzyon için hafif ve devamlı kuvvetler önerirken (82, 83, 87, 436), kimi yazarlar (2, 540) da kesikli kuvvetleri tercih etmektedirler.

Dişlere uygulanan devamlı olmayan kuvvetlerin, devamlı kuvvetlere eşit miktarda diş hareketi oluşturduğu bildirilmiştir (365, 422, 428). Kesikli ve aralıklı kuvvetlerdeki dinlenme süreçlerinin destek dokulardaki hücre proliferasyonunu olumlu yönde etkilediği ve aparey aktive edildiğinde daha fazla doku değişikliği sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca dinlenme süreçlerinin; rezorpsiyon kavitelerinin ikincil sement ile tamirine olanak vererek, rezorpsiyonun daha fazla ilerlemesini durdurduğu açıklanmıştır. Kök rezorpsiyonu başladığında, büyük miktarlarda kuvvet uygulanmasına devam edildiği sürece rezorpsiyonun artacağı, bunun yerine hafif

kuvvetlerle devam etmenin ya da kuvvete ara verilmesinin rezorpsiyonu durduracağı vurgulanmıştır (180, 426).

Weiland (540), superelastik teller (devamlı kuvvet) ile aktive edilen dişlerin, çelik tellerle (kesikli kuvvet) aktive edilenlere göre önemli miktarda daha fazla hareket ettiğini bulmuştur. Rezorpsiyon lakünlerinin derinliğinin iki grup arasında fark göstermediği belirtilirken, lakünlerin çevre, alan ve hacimleri süperelastik teller grubunda %140 daha fazla bulunmuştur.

Kurol ve ark. (259) çekim endikasyonu konmuş üst premolar dişlere bukkal yönde her hafta 50 g kuvvet uygulamışlar ve devamlı kuvvetin kök rezorpsiyonu üzerindeki etkisini uzun kon yöntemi ile çektikleri periapikal röntgenlerde ve stereomikroskopik yöntemle incelemişlerdir. Kök rezorpsiyonlarının %53'ünün kökün apikal bölgesinde, %36'sını kökün servikal bölgesinde, %11 ise kökün orta bölgesinde olduğunu ve tüm rezorpsiyonların %47.2'sinin dentine ulaştığını belirlemişlerdir. Rezorpsiyonların derinliği istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde zamanla artmıştır.

Owman-Moll ve ark. (382) çekim endikasyonu konmuş üst premolar dişlerde devamlı ve kesikli kuvvetlerin; kök rezorpsiyonuna ve diş hareketi miktarına olan etkilerini 4. ve 7. haftada değerlendirmişlerdir. 4. haftada bu parametreler 2 grupta benzer değişiklikler gösterirken 7. haftada devamlı kuvvet grubunda daha fazla diş hareketi gözlemlenmiştir. Fakat bu çalışmanın metodolojisinde bazı soru işaretleri vardır, iki grupta da başlangıç kuvvetleri 50cN (51 g) iken deney sonunda iki grupta uygulanan kuvvet arasındaki fark sadece 6 cN (6 g)'dur ve devamlı kuvvet grubunda 4 hafta kuvvet uygulanırken kesikli kuvvet grubundaki dinlenme süreci sadece 1 hafta olarak bulunmuştur. Ayrıca araştırmacıların da belirttiği üzere gruplar küçük (8

kişilik) ve verilerin değişkenliği çok fazladır, bunlara ek olarak rezorpsiyon birçok bireysel varyasyonun etkisi altında olan bir durumdur. Araştırmacıların belirttiği üzere de 7 hafta kısa bir gözlem sürecidir. Maltha ve Dijkman (310) ise devamlı kuvvetler (günlük 24 saat) ile kesikli kuvvetleri (günlük 16 saat) ile karşılaştırdıklarında aralıklı kuvvetlerin daha az boyutta kök rezorpsiyonuna neden olduğunu açıklamışlardır.

Acar ve ark. (2) çekilecek premolara lastiklerle devamlı (günde 24 saat) ve kesikli (günde 12 saat) intrüziv kuvvetler uygulayıp, 9 haftanın sonundaki Scanning Electron Microscope (SEM) incelemelerinde; aralıklı kuvvet uygulanan grupta daha az rezorpsiyon gözlemlendiğini ve apikal rezorpsiyon şiddetinin de daha az olduğunu bildirmişlerdir. Rezorpsiyon kavitelerinin apikal üçlüye göre kök yüzeyinin orta ve servikal bölümünde daha geniş olduklarını bildirmişlerdir.

Elastik zincirlerin kuvvetlerini inceleyen çeşitli çalışmalar bu malzemelerin uzun süreler boyunca sabit bir kuvvet üretemediklerini belirtmişlerdir (17, 28, 118, 129). Elastik zincirlerin poliol ve diizosiyonatin kimyasal tepkimesi sonucu oluşan polyüretan materyallerden üretilirler (555). Her ne kadar ideal elastik materyaller, elastik limitler dışında esnetilmedikleri sürece orjinal konfigürasyonlarına dönseler de, ağız ortamında su, enzim, pH ve ısı değişikliklerinden dolayı ideal elastiklik özelliklerini ortaya koymazlar (129, 532)

Elastiklerin uyguladığı kuvvetler çok hızlı azalma göstermekte ve en fazla kuvvet kaybı ilk saatlerde olmaktadır. Elastiklerin ilk günde başlangıca göre kaybettikleri kuvvetler %30-75 arası değişmektedir (41, 56, 77, 118, 227, 236, 239, 532, 537, 555).

Buchmann ve ark. (77) 8 farklı üreticinin elastik zincirlerini karşılaştırmışlar ve 3M Unitek'in 1, 2, 8 saat ve 21 gün sonraki kayıplarını yaklaşık olarak %29, %43, %45 ve %60 olarak bildirmişlerdir. En yüksek kuvvet kaybını Dentarum marka elastik zincirde (21 gün sonunda %76) gözlemlerken,Ormco, Rocky Mountain ve American Orthodontics'te diğer markalara göre nispeten daha az kuvvet kaybı görüldüğünü bildirmişlerdir.

2.7.3 Kuvvetin Uygulanma Noktası

Intrüzyon mekaniklerinde, uygulanan kuvvetin dişin direnç merkezinin daha labialinden geçmesi ve braket-tel etkileşiminden doğan kuvvet çiftleri nedeni ile keser dişlerde öne doğru açılanma görülür (191, 415). Kuvvet direnç merkezinin ne kadar önünden geçerse meydana gelen flaring miktarı da o kadar artacaktır (87, 524, 528).

Kuvvetin uygulanma noktası ile kuvvet uygulanan dişlerin direnç merkezi arasındaki mesafe sonucu doğan momentin büyüklüğü, bu mesafenin kuvvet ile çarpımına eşittir. Bu durumda, eğer kök palatinal kortikal tabaka ile temasa geçerse kök rezorpsiyonu riski artar (208, 224, 271, 499).

Kuvvetin uygulanma noktasına bağlı olarak meydana gelebilecek hareketler şöyledir:

a) Lingual tipping ile birlikte intrüzyon: Eğer intrüziv kuvvet dikleşmiş bir keser dişe lingual apareylerden uygulanırsa ya da labial apareylerden dişin direnç merkezinin lingualinde kalacak şekilde ve ufak bir distal kuvvet ile birlikte uygulanırsa bu tip bir intrüzyon görülür (271, 472, 524, 528).

b) Labial flaring ile birlikte intrüzyon: Eğer intrüziv kuvvet direnç merkezinin önünden geçiyorsa intrüziv hareketle birlikte momente bağlı olarak kronu labiale kök apeksini linguale hareketlendirecek şekilde etki oluşturur. Flaring miktarı, kuvvetin büyüklüğü ile hareket çizgisinin dişin direnç merkezinden uzaklığının çarpımına eşit olan momentin büyüklüğüne bağlıdır (82, 87, 347, 524, 528). Retruze keserlerde istenilen bir harekettir.

c) Uzun aks değişmeden intrüzyon: Eğer intrüziv kuvvet direnç merkezinden uygulanırsa, dişler kütleli olarak intruze olur. Bu normal aksiyal eğime sahip ve normal overjetleri olan hastalarda istenen bir harekettir (82, 87, 271, 472, 524)

d) Uzun aks boyunca intrüzyon: Eğer intrüziv kuvvet ufak bir miktar retraksiyon kuvveti ile birlikte uygulanırsa, keser dişin aksı boyunca intrüzyon görüldüğünden bu hareket normal uzun aks ve çok fazla overjetleri olan hastalarda istenir (271, 472).

2.8 ANTERİÖR SEGMENTİN DİRENÇ MERKEZİ

Anterior 4 dişin direnç merkezi; bu dişleri çevreleyen kemiğin şekli, köklerin morfolojisi, her dişin pozisyonu ve periodontal ataşmanın yapısı, kemiğin nemi, canlı dokuların kuvvete fizyolojik reaksiyonu ve yaptırılacak hareketin cinsi gibi birçok faktörden etkilenir (315, 328, 528). Literatürde bir fikir birliği olmamakla birlikte, üst dört kesici dişin direnç merkezinin, yaklaşık olarak lateral keser dişlerin hemen distalinde olduğu (134, 424, 500, 509), orta sagittal düzlem üzerinde santral keserin labial alveolar kretinden oklüzal düzleme dik olan çizginin 6 mm apikal ve 4 mm posterior'unda yer aldığı (315), vertikal yönde alveolar kemik kreti ile lateral dişin apeksi arasındaki mesafenin ortasında bulunduğu (480), horizontal olarak lateral diş

braketin ortasından 10 mm distalde ve oklüzal düzleme dik konumlandığı gibi farklı görüşler bildirilmiştir (527, 528).

2.9 RELAPS

Derin kapanışın relapsının önlenmesinde önemli olan faktörler; anterior dental segmentin okluzyonu (47, 244, 348, 461, 468), dinlenme halindeki alt dudağın artmış baskısı ve yüksek dudak seviyesi (265-267), kassal adaptasyonu bozan tedavi mekanikleri olarak bildirilmiştir (40, 43, 69, 147, 349, 377, 420, 434, 476, 542, 558). Literatürde konvansiyonel yöntemlerle elde edilen keser intrüzyonunda, %17-60 arasında değişen oranlarda relaps bildirilmiştir (7, 57, 90, 154, 201, 448). Poulton (417), yetişkin hastalardaki ileri derecede örtülü kapanışın tedavisinin ortognatik cerrahi ile çözülmesini tavsiye etmiştir. Bu araştırmacı, 20 mm derin kapanışa sahip bir hastanın orthognatik cerrahi ile tedavisinin 3 yıllık takibinde herhangi geri dönüş olmadığını belirtmiştir. Bresonis ve Grewe (71), Sınıf I ve Sınıf III bireylerde, derin kapanışın tedavisi sonrası relaps gözlemlenmezken, sınıf II div 1 ve div 2 bireylerde sırası ile %16 ve %30 relaps saptamışlardır.

Keser dişlerin derin kapanışında, anterior dişlerin herhangi durdurucu engeli olmadığında erupsiyonlarına devam edecekleri ve bite'ı artıracakları bildirilmiştir (468). Bu yüzden, birbirlerinin ekstrüzyonunu engelleyebilmesi için tedavi sırasında maksiller ve mandibular dişler arasında 135°'lik bir açı oluşturulması ve bunun içinde üst keserlerin oklüzal düzlem ile 64°'lik, alt keserlerin ise 71°'lik açı ile konumlandırılmalarının gerektiği bildirilmiştir (461). Riedel (437), derin kapanış tedavisinin sonunda geniş bir interinsizal açı ile sonlanmasının derin kapanışın relapsı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Binda ve ark. (54) 5 yıl sonunda relaps görülen vakalarda interinsizal açının önemli derecede azaldığını belirtmiştir. Shudy

(460) ise mandibular keserlerin önemli derecede intruze edildiği vakalarda genellikle tekrar uzadıkları ve derin kapanışın relapsına neden oldukları için makalesini “mandibular keserleri intruze etmeyin” cümlesi ile sonlandırmıştır. Ludwig (298), derin kapanışın relapsının retansiyon sürecinin ilk bir ya da ikinci senesinde meydana geleceğini bildirmiştir.

Derin kapanışın ortodontik ve/veya ortopedik düzeltiminden sonra geri dönüşü mandibulanın ileri doğru kapanma rotasyonuna bağlanmıştır (62, 357). Wylie (558) dişler okluzyonda iken dikey boyut düşükse istirahat halinde de böyle olacağını belirtmiş ve bu bulguyu Brodie ve Thompson (76)’un çeneler arasındaki mesafenin yaşamın erken yıllarında belirlendiği ve bukkal dişlerin mevcut çeneler arası ilişki için normal sayılabilecek istirahat aralığı oranınca sürdüğü bilgisi ile entegre edip, derin kapanış olan vakalarda keser intrüzyonu dışındaki herhangi tedavi yönteminin prognozunun, kasların izin vermemesi nedeni ile şüpheli olacağını belirtmiştir. Benzer şekilde, molar ekstrüzyonu sonucu alt çenenin saat yönü rotasyonu kasların gerilmesine ve kas fizyolojisinde değişime yol açtığı ve yetişkinlerin nöroadaptasyon kapasitesi az olduğundan, yetişkinlerde dikey boyutun artırılmasının rezidiv riskini yükselteceği ifade edilmiştir (40, 69, 147, 321, 347, 349, 472, 476). Ayrıca “geç mandibular rotasyonel büyüme” olarak adlandırılan, küçük gonial açı ve kondil büyümesinin daha dikey yönde olmasıyla karakterize olan mandibulanın geç dönem anterior rotasyonel büyümesinin de relapsa katkısı olduğu bildirilmiştir (54, 210).

Shannon ve Nanda (468) alt çenede molar dikleşmesi, premolar ekstrüzyonu, keserlerin intrüzyonu ve flaring’i ile spee eğrisini düzleştirerek derin kapanışı açtıkları çalışmalarının 2 yıllık takibinde, derin kapanış ve keser çapraşıklığında geri dönüş olduğunu ve bununda spee eğrisindeki relaps ile önemli derecede korelasyon gösterdiğini, posterior bölgede herhangi önemli değişiklik gözlenmediğinden asıl

relaps kaynağının anterior bölge dentisyonu olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Al-Buraiki ve ark. (7)'nin hem molarların uzaması hem de rölatif keser intrüzyonu ile kapanışı açtıkları çalışmalarında, üst çenede keserlerin uzama miktarını molarlardan daha fazla bulurlarken, alt çenede tam tersini gözlemlemişlerdir.

Derin kapanış tedavisinden 10 yıl sonra bir değerlendirme yapan Simons ve Joosendeph (476)'e göre mandibular büyümenin olmaması ve/veya horizontal büyümenin devam etmesi ve de keser dişlerin olması gerekenden daha fazla protruze edilmesi relapsa neden olan en büyük faktörlerdir. Kinzel ve ark. (245) da relapsın en az 2/3'ünün protrüzyon kaybına bağlı olduğunu belirtmektedirler.

Lapatki ve ark. (267) normal keser ilişkisinde üst keserler üst dudağın etkisinde iken geri eğimli üst keserler yüksek alt dudak çizgisine bağlı olarak daha çok alt dudağın etkisindedir. Düzgün yapılı olan alt dudak konturu maksiller keserin insizal kenarına yaslanınca alt dudak kütlesinin büyük bir kısmı maksiller keserin ufak bir yüzeyine yük bindirir ki bu alan aynı zamanda keser dişlerde devrilme hareketinde en etkili olan bölgedir (265, 267). Bu gözlemler, çeşitli araştırmacıların (421, 503) alt dudağın dinlenme basıncının üst dudağınkinden yüksek olduğu bulgusu ile entegre edildiğinde alt dudağın relapstaki kritik rolü daha açık olarak karşımıza çıkmaktadır. Keserler üzerindeki alt dudağın tüm bu etkilerinden dolayı Lapatki ve ark. (265-267) derin kapanışlı bireylerde stabilite açısından üst keserlerin tork hareketiyle intruze edilmesini ve alt dudağın etkisinden bu yolla kurtarılmasını, ayrıca maksiller keser ile alt dudağın fizyolojik ilişkisinin sağlanmasının gerekliliğini savunmuşlardır. Fizyolojik ilişki konsepti ile kastedilen yüksek olmayan dorsal alt dudak seviyesi ve üst keserlerin alt dudak tarafından örtülenme miktarının en fazla 3 mm olmasıdır. şeklinde açıklanmıştır (265, 267).

Çekim yapılan vakalarda derin kapanışta anlamlı oranda tespit edilen relaps, tedavi sonrası çekim boşluklarındaki açılma eğilimine bağlı olarak keserlerin geriye yatabilecek yeri bulması ve yumuşak dokunun basıncı ile ilişkilendirilmiştir. (266).

Relapsın birçok farklı sebebi olmasına rağmen hem hekim hem araştırmacılar tarafından retansiyon sürecinde tercih edilen aygıt ön düz yüzeyli hawley olmuştur (7, 417, 472).

2.10 MINİVİDALAR

“Ortodontik ankraj” terimi anatomik bir ünite tarafından istenmeyen diş hareketi ve dişlerin yer değişimine karşı koyabilme derecesi olarak tanımlanabilir. Konvansiyonel ekstraoral (headgear, yüz maskesi) ya da intraoral (transpalatal ark, intermaksiller elastikler) yöntemler hasta kooperasyonuna bağlı olmaları ya da destek aldıkları bölgelerdeki yan etkileri nedeni ile dezavantajlara sahiptirler (153, 168, 352). Mutlak ankraj, dişleri hareket ettirmek için uygulanan kuvvetin sonucunda ankraj ünitesinde hiçbir hareket olmaması şeklinde tanımlanır (126). Konvansiyonel ortodontik ankraj aygıtlarının limitasyonları bu tanımlı doldurmaya yetmezken (116, 183), mutlak ankraj sadece kemik içine sabitlenmiş aygıtlarla mümkün olur. Bu aygıtlarda; miniplaklar, mini vidalar, palatal implantlar, onplantlar ve dental implantlardır (508).

Literatürde, mikroimplant, mikrovida implant, mini-implant, minidental implant, mini vida ve vida-tipli implant olmak üzere birçok farklı şekilde kullanılmışlardır. “Mini”, “minyatürün” bir kısaltmasıdır ve kendi benzer tipindekilere kıyasla daha ufak anlamına gelir. Diğer taraftan “mikro”, “mikroskobik” in kısaltılmışıdır ve magnifikasyon gerektiren, yalnızca mikroskobik tetkik ile ortaya çıkarılabilen ya da yapısı ancak mikroskobik teknik ile fark

edilebilen anlamına gelir. Sonuçta böyle bir yapının henüz günümüzdeki ortodontik mekaniklerle alakası olmadığını düşünürsek mini daha doğru bir seçim olacaktır. Vida ve implant arasında da farklar bulunmaktadır. Vida iki objeyi birbirine bağlamak için kullanılır. İmplantın orijinal görevi ise vücudun bir parçasının yerine yenisinin konması ya da büyütülmesi olmuştur. İmplant da vida gibi uzunluğu, çapı, yiv genişliği ve sayısı, kafa ve sonunun konfigürasyonu ile tanımlanır. Fakat vidaya kıyasla, boyunun çapına oranı nispeten daha azdır (110, 393). Bu yüzden bu çalışmada kullanılacak terminoloji mini vida olacaktır.

Mutlak ankraj amaçlı kemiğe sabit vidaların kullanılması fikri, 1945'te Gainsforth ve Higley (161)'in 6 köpekte kanin dişleri retrakte etmek için ramusa vitallium vida yerleştirmesine dayanır. Fakat bu uygulama, kullanılan metaller osseointegrasyona hiç olanak sağlamadığından, vidanın yerleştirildiği seansta 140-200 g'lık ciddi miktarda kuvvet uygulandığında enflamasyondan dolayı vida kaybı ile son bulmuştur (110, 386). 1969'da Branemark ve ark. (68) saf titanyum implantlar ile osseointegrasyon kavramını dişhekimliğine tanıtmışlardır. Turley ve ark. (510) 1980 yılında endosseus implantların ortodontik diş hareketinde kullanılabileceğini maymun deneylerinde göstermişlerdir. Literatürde geçici ankraj aygıtlarını kullanan ilk klinik rapor ise 1983 yılında yayınlanmıştır. Creekmore ve Eklund (116) anterior nazal spinanın altına yerleştirdikleri vitallium kemik vidasından, vida yerleşimini takiben 10 gün sonra elastikler ile kuvvet uygulayarak, derin overbite'ı olan hastanın kesici dişlerini intruze etmişlerdir. 1985 yılında Kokich ve ark. (252) da maksillanın protraksiyonu için süt dişini kasten ankiloza uğratıp mutlak ankraj oluşturmuşlardır.

Daha sonraki süreçlerde, ortodontik diş hareketi amaçlı iskeletsel ankraj elde etmek için dental implantlar (140, 439, 440), onplantlar (64) ve palatal implantlar

(539) gibi farklı yollar denenmiştir. 1997 yılında Kanomi (228), ilk kez ortodontik amaçlı 1.2 mm çap 7 mm uzunluktaki mini vida ile 6 mm'lik alt keser intrüzyonu elde etmiştir. 1998 yılında ise Costa ve ark. (113)'nın kullandıkları braket başlıklı mini vidadan sonra farklı dizaynlarda ve özelliklerde mini vidalar kullanıma sunulmuştur.

Mini vidalar yerleşim metodu açısından, drill-free ve self-drilling olmak üzere ikiye ayrılırlar. Self-drilling mini vidalar direkt olarak uygulanır, vida için herhangi yuva açılmaz. Avantajı; anguldruva, motor ve pilot yuva için cerrahi freze gerek duyulmaması, hemen yükleme yapılabilmesi, hekime yerleşim sırasında kök temasını hissetmesini sağlayabilecek daha iyi dokunma duyusuna olanak vermesidir (324, 351, 386). Self-tapping vida ise pilot bir yuva açıldıktan sonra yerleştirilmektedir. Lohr ve ark. (291)'na göre self-tapping vidalar kalın ve yoğun kortikal tabakaya sahip kemik için daha uygundur. Self-tapping mini vidaların yerleşeceği delik hazırlanırken irrigasyon ile çalışılmasının gerektiği ve pilot frezin çapının mini vidadan yaklaşık olarak %80 daha ince olması gerektiği bildirilmiştir (162, 303, 351).

Osteointegre implantlar ortodontisler için güvenilir ankraj kaynakları olmalarına rağmen, büyüklüklerinin fazla olması ve cerrahi girişimle yerleştirilebilmeleri kullanımlarını sınırlamıştır (110, 538). Mini vidaların avantajları ise; cerrahi işlem gerektirmemeleri, hasta konforu, hasta kooperasyonu gerektirmemesi, biyouyumlu olması, boyutları ve buna bağlı minimum anatomik limitasyon, hemen kuvvet uygulanabilmesi ve maliyetlerinin düşük olmasıdır (110, 433). Bununla birlikte literatürde kök travması, yumuşak doku irritasyonları, sinir zedelenmesi, kan damarlarına travma ve sinüs perforasyonu gibi çeşitli

komplikasyonlar da belirtilmiştir (234, 254). Bu yüzden mini vidaların yerleşim yeri çok iyi seçilmelidir.

Mini vidalar, paslanmaz çelik, saf titanyum ya da titanyum alaşımından üretilirler (392). Mini vidaların çapları 1.0-2.3 mm, uzunlukları ise 4-21 mm arası değişir (117, 433). Kullanılacak mini vidaların uzunluklarına karar verilirken, kemiğin derinliği, kalitesi, vidanın yerleşim açısı, transmukozal kalınlık ve komşu hayati yapılarla ilişkisi göz önünde bulundurulur (256, 324, 506). Mini vida çapının küçük olması yerleşim sırasında kök teması riskini minimuma indirirken, çapı 1.2 mm'nin altındaki vidalarda kırılmalarda artış gözlenmiştir (303). Genel olarak değerlendirildiğinde osteointegre vidalarda uygulanabilecek maksimum kuvvetin osteointegrasyonun miktarı ile orantılı olduğu, osteointegre olmayan vidalarda uygulanabilecek kuvvetin kemik ve vida arasındaki yüzey kontakt alanı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (110).

Mini vidaların yerleşimleri ufak bir miktar lokal anestezi ya da topikal anestezi sonrası yapılır. Topikal anestezi de selektif olarak yumuşak doku yüzeyleri (mukozal örtü ve periosteum) uyuşturulur. Kemiğe anestezi penatrasyonu olmadığından, yerleşim yerinin yakınındaki önemli anatomik yapıların hisli kalması vida yerleşimi sırasında hastanın hekime biofeedback vermesini sağlar (30, 263). Fakat, topikal anesteziğin çok fazla sürülmesi ve uzun süre doku üzerinde bırakılması absorbe edilen kimyasalın miktarını artırır ve bu da doku irritasyonlarına neden olur. Bu irritasyonlar topikal anesteziğin yüksek pH değerinden dolayı mukoz membranda meydana gelen kimyasal yanıklar şeklinde olabileceği gibi, bileşimin içindeki vazokonstriktörlerden kaynaklı epitelyum soyulması halinde de olabilir (29).

Mini vidalar indirekt ve direkt olarak iki çeşit ankraj sağlarlar. İndirekt ankraj olarak kullanıldıklarında barlarla ya da tellerle reaktif üniteye bağlanırlarken, direkt ankrajda ankraj ünitesi olarak reaktif kuvvetleri direkt kendileri karşılarlar (393).

Dental implantların aksine, ortodontik mini vidalara hemen yükleme yapılabilir ve çoğu yazar erken safhalarda hafif kuvvetlerin kullanımını tavsiye ederler (113, 122, 326, 372). Mini vidaların 500 g'a kadar kuvvete dayanabilecekleri gösterilmişse de (112), çalışmaların çoğunda 200 g ya da daha az kuvvet büyüklüğü kullanılır (433). Vidalara hemen ya da belli bir bekleme periodu sonrasında 200 g'a kadar kuvvet yüklemenin, mini vidanın stabilitesinde değişiklik yaratmadığı gözlemlendiğinden erken dönem yüklemenin mümkün olduğu belirtilmektedir (117).

Şu ana kadar mini vidalar, kesici dişlerin intrüzyonunda (130, 415, 467), molar intrüzyonunda (98, 399, 559), eğimli oklüzal düzlemin düzeltilmesinde (89, 199, 218), gömük dişlerin sürdürülmesinde (100, 241, 396), molar dikleştirilmesinde (273, 343, 481), en-masse retraksiyonda (288, 513, 514), intermaksiller fiksasyonda (242, 387, 506), distalizasyonda (246, 283, 391), mezializasyonda (166, 170, 263), hızlı üst çene genişletmesinde (274, 517, 552) kullanılmıştır.

Mini vidalar ile keser intrüzyonu çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Şenışık ve Türkkahraman (467) yan kesici ve kanin dişler arasına yerleştirdikleri mini vida grubu ile CIA grubunda intrüzyon miktarları arası fark gözlemezken, CIA grubunda molarlarda sagittal ve vertikal ankraj kaybı tespit etmişlerdir. Ohnishi ve ark. (373) anterior nazal spina'nın altına yerleştirdikleri mini vida ile devamlı arkta intrüzyon gerçekleştirdikleri vaka raporunda overbite'daki düzelmeyi 5.5 mm olarak bildirmişlerdir. Upadhyay ve ark. (512) lateral ve kanin dişler arasına yerleştirdikleri vidalarla, kanin dahil tüm anterior segmenti intrüze etmişler ve ankrajın %100

korunduğunu bildirmişlerdir. Deguchi ve ark. (130) orta ve yan keser dişler arasına yerleştirdikleri mini vida ile meydana gelen intrüzyonu, J-hook grubuna göre önemli derecede daha fazla bulurken, kök rezorpsiyonunu ise J-hook grubunda daha fazla bulmuşlardır. Kim ve ark. (243) ise santral dişlerin daha fazla uzamış olduğu Sınıf II div 2 vakalarında mini vidayı anterior nazal spina'nın altına yerleştirerek önce santral sonra tüm dört kesici diş gömerek bite'ı düzeltmişler ve 18°'lik kesici diş flaring'i gözlemlemişlerdir. Özsoy ve ark. (415)'da lateral ve kanin dişlerinin arasına yerleştirdikleri mini vida destekli intrüzyon ile utility arkı intrüzyonunu kıyaslamış ve mini vida grubunda istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla keser intrüzyonu bulurken, utility arkı grubunda molarların önemli derecede distale devrilme gösterdiğini belirtmişlerdir. Lin ve ark. (284) ise, üç bireyden oluşan vaka sunumlarında maksiller fazlalığa bağlı derin kapanış ve dişeti gülümsemesi olan vakalarda, keser intrüzyonu takiben kron uzatma operasyonu gerçekleştirmişlerdir. Bekler (39)'in araştırması ise, mini vidalar ile keser dişlerinin en fazla intrüzyonunu gerçekleştiren çalışmadır. Bu çalışmada, yan keser dişlerdeki rezorpsiyon miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tümen (511), orta ve yan kesici dişler arasına yerleştirilen mini vidalar ile CIA arkının etkinliğini karşılaştırdığı çalışmada, her iki grupta da önemli derecede intrüzyon gözlemlerken, CIA grubunda transpalatal ark kullanılmasına rağmen intrüzyon sonunda molar dişlerin açılanmasında değişiklik gözlemleyip, ikinci grupta kapanışın açılmasında bir miktar molar hareketinin de etkisini olduğunu bildirmiştir.

2.11 EKSTERNAL APİKAL KÖK REZORPSİYONU (EAKR)

Ortodontik tedavi sırasında meydana kök rezorpsiyonu başlangıç olarak kök sement tabakasına zarar veren periodontal ligament nekrozuna bağlı bir olaydır (411).

Apikal kök rezorpsiyonu kök yüzey alanını azaltarak, periodontal desteği ve relapsa karşı koyma gücünü düşürmektedir (437, 469). Fonksiyonel açıdan değerlendirildiğinde alveolar kret yüksekliğindeki azalma ve apikal kök rezorpsiyonu dişin desteğini azaltan faktörlerden (478, 567) iken, oluşturduğu yasal problemler (302, 334) nedeni ile de ortodontik komplikasyonlar arasında giderek artan bir öneme sahiptir.

Histolojik araştırmaların sonucu, muhtemelen devamlı kemik remodelasyonunun bir sonucu olarak belli miktar apikal kök rezorpsiyonun fizyolojik bir olay olabileceği fikrini verir (531). Fakat devamlı basıncın köklerin apikal üçlüsündeki rezorbe edici hücreleri stimule ederek kök kısalmasına neden olacağı bildirilmektedir (160).

Eksternal apikal kök rezorpsiyonun (EAKR) nedenleri hasta ile ilgili ve tedavi ile ilgili olanlar olarak ikiye ayrılır. Literatürde hasta ile ilgili faktörler içinde; genetik (1, 8, 9, 26, 186, 196, 358), yaş (194, 286, 300, 319, 322, 377, 428), cinsiyet (1, 31, 247, 322, 358, 483), vitalite (329, 330, 429, 483, 547), diş tipi (18, 186, 196, 287, 300, 322, 358, 363, 409, 451), yüz ve dentoalveolar yapı (330, 493), kötü alışkanlıklar (1, 195, 197, 287, 358, 368, 381), kök formu (1, 247, 278, 279, 322, 330, 358, 363, 451, 502) ve yoğun alveolar kemik (175, 341, 349, 426, 430, 499) , tedavi ile ilgili faktörler arasında; kuvvetin büyüklüğü (103, 192, 428, 431) ve tipi (2, 426), tedavi mekanikleri (10, 18, 63, 286, 329, 330, 363, 389, 499), kuvvetin yönü (1, 63, 114, 133, 189, 400, 478, 487, 520), tedavi süresi (1, 18, 21, 31, 135, 177, 219, 221, 259, 279, 322, 335, 363, 452, 465, 469, 478), apeksin kortikal kemik ile teması (177, 190, 208, 224, 341, 499) ve jigging (179, 489) bulunmaktadır.

Literatürde, kök rezorpsiyonunun ortodontik tedavi sırasında sıklıkla görüldüğü ve görülme oranının %18 ile %100 arası değiştiği rapor edilmiştir (18, 20, 21, 31, 72, 73, 114, 135, 141, 142, 159, 198, 221, 235, 258, 259, 279, 299-301, 307, 335, 339, 451, 452, 479, 487, 520). Bu yüzden literatürde her ne kadar farklı etiyolojik sebeplerle ilişkilendirmeye çalışılsa da, rezorpsiyonu belli mekaniklerden öte genel ortodontik tedavinin bir sonucu olarak değerlendiren araştırmacılar da vardır. Copeland ve Green (111)'in santral keser dişlerde sefalometrik yöntem kullanılarak saptadıkları ortalama kök rezorpsiyonu, tüm tedavi süresince minimum 1.1 mm, maksimum 7.35 mm olmak üzere ortalama 2.93 mm'dir. Ogaard (370), tedavi edilmiş ve edilmemiş 19 yaşındaki bireylerde yaptığı çalışmasında, ortodontik tedavi görmüş bireylerde önemli derecede marjinal kemik seviyesi ve kök uzunluğunun azalmış olduğunu saptamıştır. Tedavi edilmemiş grupta, bir ya da daha fazla bölgede kemik kaybı olan bireylerin oranı %23 iken, tedavi görmüş grupta bu oran %45'e çıkmıştır. Ortalama olarak tedavi grubundaki bireylerin santral ve lateral keser kökleri kontrol grubuna göre sırasıyla 0.98 mm ve 0.88 mm daha kısa bulunmuştur. Mirabella ve Artun (330) erişkin hastaların ortodontik tedavisi sonrasında gözlemlenen kök rezorpsiyonunu santral dişlerde ortalama 1.47 ± 1.40 mm, lateral dişlerde ise 1.63 ± 1.24 mm olarak bildirmiştir. Bu araştırmacılar (329) ortodontik tedavi görmüş yetişkin bireylerde tedavi öncesi ve sonrası uzun kon tekniği ile maksiller anterior dişlerdeki rezorpsiyonu inceledikleri çalışmalarında, 6 diş için ortalama rezorpsiyon miktarını 0.94 ± 0.88 mm ve en fazla rezorpsiyon gösteren dişlerdeki ortalama kısalmayı ise 2.39 ± 1.87 mm olarak belirtmişlerdir. Sameshima ve Sinclair (452) ise maksiller anterior dişlerin en fazla rezorpsiyon gösteren dişler olduğunu ve %25'inde 2 mm'den fazla rezorpsiyon görüldüğünü açıklamışlardır. Baumrind ve ark. (31) ortodontik tedavi sırasında sadece üst santral dişlerde meydana gelen

rezorpsiyonu periapikal röntgenlerde inceleyip ortalama kısılmayı 1.36 mm olarak vermişlerdir. Harris ve ark. (196) ise ortodontik tedavi sırasında üst orta kesici dişlerdeki kısılmayı ortalama olarak 2.3 mm olarak bildirmişlerdir. Lupi ve ark. (301), ortodontik tedavinin alveolar kemik seviyesi ve kök boyuna olan etkisini inceledikleri çalışmalarında her iki parametrenin de ortodontik tedaviden önemli oranda etkilendiğini bulmuşlardır. Rezorpsiyon gösteren keserlerin oranı %15'ten %73'e, orta ve ciddi seviyelerdeki kök rezorpsiyonlarının oranının %1'den %25'e, ciddi rezorpsiyonun (kökün 1/3'ünden fazlasının rezorpsiyona uğradığı) oranını ise %0'dan %2'ye yükseldiğini belirtmişlerdir. Alveolar kemik seviyelerinin 2-4 mm arası azaldığı hastaların oranı ise %19'dan %37'ye çıkmış ve bunların çoğunluğu anterior bölgede gözlemlenmiştir. Mavragani ve ark. (320), periapikal filmler üzerinde yürüttükleri çalışmalarında straight-wire teknikte kökteki kısılmayı maksiller santral dişler için %9.05, lateral dişler için ise %7 bulmuşlardır. Sameshima ve Sinclair (451)'in periapikaller üzerinde yürüttükleri çalışmada tüm ortodontik tedavi süresince görülen maksiller keser dişlerdeki rezorpsiyonun, vakaların %25'inde 2 mm'den fazla olduğu rapor edilmiştir. Smale ve ark (479), sabit tedavi başlangıcı ve ortalama 6.4 ay sonrasını standardize paralel yöntem ile karşılaştırdıkları çalışmalarında 4 keser dişteki rezorpsiyonun ortalamasını 0.53 mm, ortalama rezorpsiyonun maksimum değerini ise 2.7 mm olarak bildirilmiştir. Hastaların en az bir dişinde 1 mm ya da daha fazla rezorpsiyon olanlarının oranı %50.3, en az 1.5 mm olanların oranı %29.0, en az 2.0 mm olanların oranı %15.5 olarak bildirilirken en fazla rezorpsiyon gösteren dişteki miktar 4.4 mm olarak bulunmuştur. Hastaların %4.1'inde ortalama olarak 1.5 mm'lik bir kök rezorpsiyonu, %15.5'inin ise bir ya da daha fazla maksiller keser dişinde 2 mm'yi aşan rezorpsiyonlar tespit etmişlerdir. Artun ve ark. (21), paralel teknik ile tüm tedavi

süreci sonunda rezorpsiyon ortalamalarını değerlendirdikleri çalışmalarında, hastaların %16.5'inin 2 mm'den fazla, %5.2'sinin 3 mm'den fazla, %1.5'inin ise 4 mm'den fazla rezorpsiyon gösterdiğini ve ortalama maksimum rezorpsiyon değerinin 7.37 mm olduğunu bildirmişlerdir. En fazla etkilenen kesici dişler değerlendirildiğinde ise, %5.6'sı 4 mm'den fazla, %3.4'ü 5 mm'den fazla ve %0.7'sinin 6 mm'den fazla rezorpsiyon gösterdiğini ve maksimum değer 8.5 mm olduğunu bulmuşlardır. Kocadereli ve ark. (250) ortodontik tedavinin ilk 9 ayında meydana gelen rezorpsiyonu paralel teknik ile elde ettikleri periapikal filmlerde ortalama 0.8 mm olarak bildirirken, en yüksek değer bir vakada karşılaşılan 1.47 mm'dir. Jung ve Cho (221), tüm ortodontik tedavi boyunca dişlerde meydana gelen rezorpsiyonu panoramik röntgenler üzerinde değerlendirerek, dişlerin hepsinde rezorpsiyon görüldüğünü belirtip, ortalama 0.8 mm ile en fazla rezorpsiyonu maksiller santral dişlerde saptamışlardır ve bu rezorpsiyonların %27'si 1 mm'den çok olarak hesaplanmıştır. Lund ve ark. (300) ortodontik tedavi sırasında meydana gelen kök rezorpsiyonunu dental volumetrik tomografi (DVT) kullanarak, fakat gene 2-boyutlu olarak belirledikleri çalışmalarında ilk 6 aylık süreç ve tedavi sonunda değerlendirilmek üzere, 1 mm'yi geçen kök rezorpsiyonunu üst lateral dişlerin %56.3'ünde, santral keserlerin ise %41.4'ünde belirlemişlerdir. Üst keserlerin 4 mm'yi geçen rezorpsiyonlarına ise %2.6 oranında rastlanmıştır. Tüm hastaların %94'ünde en az bir dişte 1 mm'den fazla kök rezorpsiyonu gözlenirken %6.6'sında ise en az 1 dişte 4 mm'nin üzerinde rezorpsiyon saptanmıştır. Periapikal röntgenlerle farkedilemeyecek olan yüzey rezorpsiyonu ya da eğimli rezorpsiyon üst santral ve lateral keserlerin palatal yüzeyinde sırasıyla %15.1 ve %11.5 oranında bulunmuştur. Yüzeye bakılmaksızın değerlendirildiğinde ise tüm hastalar içinde en az 1 dişte bu

tip bir rezorpsiyon gözlenme oranı %57 iken, en az 4 dişte gözlenme oranı %11 olarak belirtilmiştir.

EAKR'nin en fazla maksiller keser dişlerde görüldüğü bildirilmiştir (9, 10, 18, 35, 63, 72, 106, 135, 159, 177, 186, 196, 205, 216, 224, 235, 279, 287, 300, 358, 409, 429, 451, 452, 469, 478). Kimi çalışmalar maksiller santral dişlerin daha fazla etkilendiğini (35, 196, 216, 358, 466, 469), kimi çalışmalar ise lateral dişlerin en fazla etkilendiğini bildirmektedir (10, 63, 205, 287, 300, 329, 330, 429, 451, 452, 479). Genel olarak, santral dişlerde görüldüğünü belirten çalışmalar bu durumu, santral dişlerin ilk kuvvet binen ve ağızda en fazla yer değiştiren dişler olmasıyla ilişkilendirirken, lateral dişlerde daha fazla görüldüğünü belirten çalışmalar ise bu durumu lateral köklerin ince ve sivri olmasına veya normal morfolojiye göre deviasyon göstermiş kök yapılarına bağlar. Openheim (376), üst keser dişlerde daha fazla rezorpsiyon görülme nedenini, bu dişlerin kök yapılarıyla, kemik ile olan ilişkileriyle ve periodontal membranlarının kuvveti birincil olarak apekse iletme eğiliminde olmaları ile açıklamıştır.

Bazı çalışmalar, belli bir miktar kök rezorpsiyonunun, muhtemelen aralıksız meydana gelen kemik remodelasyonuna karşı fizyolojik bir cevap olarak geliştiğini bildirmişlerdir (202, 531). Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde diagnostik radyografik tekniklerle kök rezorpsiyonunun saptanma oranı histolojik yöntemlere göre bariz olarak düşüklük göstermektedir. Araştırmalara göre, ortodontik olarak tedavi edilen vakaların 1/3'ünde 3 mm'den fazla ve %2-%5'inde ise orijinal kök uzunluğunun 1/3'ünden ya da 5 mm'den fazla olarak tanımlanan ciddi kök rezorpsiyonları görülmektedir (18, 224, 238, 301, 493). Sjolien ve Zachrisson (478) ise tedavi edilmiş ve edilmemiş hastalardan paralel teknik ile çekilen periapikal röntgenler üzerinde yaptıkları ölçümlerden, tedavi olan hastalarda ortalama 1.5 mm

daha fazla rezorpsiyon görüldüğünü saptamışlardır. Mohandesan ve ark. (335) sadece 12 aylık aktif ortodontik tedavi sürecinden sonra üst keserlerin tümünde rezorpsiyon görüldüğünü, üst santrallerin %74'ünde, laterallerin ise %82'sinde klinik olarak önemli miktarda (1 mm'den fazla) rezorpsiyon oluştuğunu bildirmişler ve bu dişler için ortalama kılma miktarını 1.67 ± 0.64 mm (santral diş kök uzunluğunun %10'u) ve 1.79 ± 0.66 mm (lateral diş kök uzunluğunun %11'i) olarak hesaplamışlardır. Linge ve Linge (287) ise her hastadaki en ciddi rezorpsiyon miktarını ortalama olarak 1.5 mm, genel olarak keser rezorpsiyonu ortalamasını ise 0.9 mm olarak saptamışlar ve hastaların %16.5'inde bir ya da daha fazla dişte 2.5 mm'den çok rezorpsiyon görüldüğünü bildirmişlerdir.

Bazı çalışmalar ortodontik kök rezorpsiyonun yaşla ve dişin maturasyonu ile birlikte arttığını belirtirken (146, 219, 286, 319, 320, 329, 375, 428), çeşitli araştırmacılar da rezorpsiyonun bu iki değişken ile ilişkisini bulamamışlardır (31, 176, 194, 221, 279, 322, 323, 330, 389, 451, 452, 466, 478). Genel olarak, yaşlı hastaların kök rezorpsiyonu tamiri yetisinin azalmış olduğuna inanılmıştır (219). Bununla birlikte kök formasyonu tamamlanmamış dişlerin rezorpsiyona daha dirençli olduğu bildirilmiştir (286, 319, 487). Reitan (428) histolojik çalışmasının bir sonucu olarak, kalsifiye olmamış predentine rezorpsiyon hücreleri saldırmadığı için apikal üçlü tamamen gelişmeden diş hareketi meydana gelirse kökün apikal kısmında bir yıkım olmayacağını belirtmiştir. Stenvik ve Mjör (487) ise, intrüzyon sonrası histolojik değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında apeksi açık olan dişlerin kapalı olanlara kıyasla, dolaşım bozuklukları ve vakualizasyon gibi daha az pulpal değişiklikler gösterdiklerini gözlemlemişler ve kökü açık dişlerde daha fazla biyolojik tolerans olduğunu vurgulamışlardır. Reitan (428), yaşla birlikte periodontal membranın daha az vasküler, aplastik, daha dar bir hal aldığını, kemiğin ise daha yoğun, daha

avasküler ve aplastik olduğunu, sementin genişlediğini ve bunların da rezorpsiyona daha yüksek yatkınlık meydana getirdiğini bildirmiştir. Aksine, kök yüzeyinde sementoid tabaka ve kalın bir preentin varlığında rezorpsiyonun apikal bölgenin gelişimini engellemesinin çok zor olduğunu bildirmiştir. Bu yüzden de preement ve preentinin koruyucu mekanizması olduğuna inanılır (219). Mirabella ve Artun (329), yetişkin hastalar üzerindeki yürüttükleri çalışmalarındaki rezorpsiyon miktarını, Linge ve Linge (287)'in adolesan grubu ile karşılaştırıp yetişkinlerin kök rezorpsiyonuna olan yatkınlıklarının daha fazla olmadığını fakat kendi gruplarında bir ya da daha fazla dişte 2.5 mm'den daha fazla rezorpsiyon gösteren hasta oranı %40 iken, bu oranın Linge ve Linge'in adolesan grubunda %16.5 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar (329), yetişkinlerdeki apikal kök rezorpsiyonunun adolesanlardan daha fazla değişkenlik gösterdiğini bu yüzden de yetişkinlerin daha büyük bir yüzdesinin daha ciddi şekilde etkilenebileceğini vurgulamışlardır.

Dişin angulasyonundaki değişikliğin rezorpsiyonla ilişkisi bulunmazken (322), Sınıf II elastikler ve dikdörtgen ark tellerinin rezorpsiyona neden olduğunu bildiren araştırmacılar olduğu gibi (286, 287, 330, 339), herhangi ilişki bulamayan çalışmalar da vardır (279, 452).

Yumuşak doku kaynaklı jiggling kuvvetleri ile bruksizim, kronik tırnak yeme, dil itimi gibi tekrarlayan karakterde kötü alışkanlıkların EAKR oluşturabileceği bildirilmiştir (195, 197, 287, 367, 489) Jiggling kuvvetlerini tedavi mekanikleri kapsamında değerlendirip, premolar çekimli vakalarda devamlı ve bölümlü arklarla çalışılan iki grubu değerlendiren Alexander (10), rezorpsiyon bakımından iki grup arasında bir fark bulamamıştır.

Tedavide uygulanan mekanikler incelendiğinde ise Begg tekniğinin edgewise tekniğe göre daha fazla rezorpsiyona neden olduğunu bulan çalışmalar (323) olduğu gibi tam tersi sonuçlar bildiren (38) ya da ikisi arasında fark bulamayan araştırmalar (35, 279, 309) da vardır. Begg tekniğine karşı olan araştırmacılar, dişlere önce tipping bunu takiben de tork hareketi yaptırılmasının ön dişlerde “gel-git etkisine” (round tripping) neden olduğunun üzerinde durmuşlardır (342, 400, 489, 499). Edgewise karşıtları ise ağız dışı aygıtların ve dikdörtgen ark tellerinin ağır kuvvetlerinin rezorpsiyon riskini artırdığını savunmuştur (38, 425). Beck ve Harris (35) ise 2 yöntemi karşılaştırdıkları çalışmalarında kök rezorpsiyonu açısından herhangi bir fark bulamamışlardır. Tweed, Edgewise ve Straightwire tekniklerini karşılaştıran Parker ve Harris (400) rezorpsiyonun, teknikten bağımsız fakat özellikle de intrüzyon ve tork hareketleri ile önemli derecede ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Speed ve Edgewise tekniği arasında (63), devamlı ve bölümlü arklar arasında (10) ve kendinden bağlamalı pasif braketler ile konvansiyonel braketler arasında (389) da fark bulunamamıştır. Leite ve ark. (276) ise kendinden bağlamalı ve konvansiyonel braketlerle meydana gelen kök rezorpsiyonunu DVT ile araştırmış ve her iki grupta da ilk 6 ayda meydana gelen kök rezorpsiyonu santral dişlerde 0.34 mm, lateraller de ise 0.43 mm olarak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Edgewise ve straight-wire teknik karşılaştırıldığında ise straight-wire’da daha az rezorpsiyon bulunmuş ve bu durum, straight-wire tekniğinde daha az büküm ihtiyacı olup apareylerin daha kontrollü olmasının diş hareketlerine yansımaları olarak açıklanmıştır (320). Mohandesan ve ark. (335) da straightwire ve edgewise teknikleri arasında bir fark gözlemleyememişlerdir. Motokawa ve ark. (339), her ne kadar Multi Edgewise Arch Wire (MEAW) ve straight-wire gruplarında rezorpsiyon prevalansı açısından fark olmasa da, ciddi kök rezorpsiyonu prevalansının

MEAW'da daha fazla olduğunu ve MEAW'da 6 aydan uzun tedavinin rezorpsiyonu artırdığını bulmuşlardır. Hareketli apareyler ile sabit apareyler karşılaştırıldığında ise sabit apareylerin kök üzerindeki etkisinin daha yıkıcı olduğu bulunmuştur (18, 286).

Overjetin arttığı ve keser dişlerin retraksiyonu ile ilgili olarak köklerin horizontal yönde yer değiştirdiği vakalarda da artmış kök rezorpsiyonu gözlemlenmiştir (35, 75, 135, 286, 287, 452).

Alta yatan sebebin, keser retraksiyonu gerekliliğinden dolayı kesici dişlerin sagittal yerdeğişimi mi yoksa artan tedavi süresi mi olduğu tam olarak belirlenememesine rağmen çekimli vakalarda daha fazla rezorpsiyon görüldüğü belirtilmiştir (21, 63, 219, 221, 323, 452, 469). Bazı çalışmalarda ise bu tür bir ilişki bulunamamıştır (31, 224, 322). Motokawa ve ark. (339)'nın, premolar çekimli ve çekimsiz gruplarında rezorpsiyon prevalansı açısından fark olmasa da, çekimli grupta ciddi kök rezorpsiyonu prevalansının daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Bazı çalışmalar tedavi süresinin eksternal apikal kök rezorpsiyonuna etkisi olduğunu belirtirken (18, 20, 21, 31, 75, 114, 135, 177, 194, 221, 250, 278-281, 322, 335, 389, 428, 452, 465, 470, 479, 487, 493, 531, 567), bazı araştırmacılar arada bir bağlantı olmadığını öne sürerler (21, 31, 35, 133, 159, 194, 205, 216, 286, 300, 314, 330, 409, 466, 533). Etkileşim bulunamamasının nedeni; tedavi süresinin her zaman kuvvetin uygulandığı “aktif” tedavi kavramı ile örtüşmediği, hastanın randevu kaçırarak tedavi süresini uzatabileceği, bazı hekimlerin randevular arası uzun periyotlar tercih etmesi ve böylelikle kuvvet miktarının az olduğu sürelerin daha fazla olabileceği ya da apareylerin dişlere daha az aktivasyonlu olarak yerleştirilmesi olarak açıklanmıştır (330, 465). Uzun tedavi süresinin; periodontal ligament üzerinde daha uzun süreli streslere, daha fazla hyalinizasyona, sıkışma bölgesinde daha fazla

rezorptif aktiviteye ve daha az tamir aktivitesine, böylece de kök üzerinde daha fazla hasara yol açacağı açıklanmıştır (73, 322, 335). Pandis ve ark. (389) da tedavi süresi uzadıkça kesintisiz devam eden kemik yapım-yıkım oranını rezorpsiyon ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca hastalar ne kadar uzun tedavi edilirse, muhtemelen dişlerin ve apekslerin de yer değiştirme miktarı fazla olacak denilmiş ve basınç kısmında daha fazla rezorptif aktivitenin olacağı belirtilmiştir (335).

Vital ve non-vital dişler arası herhangi fark bulunmayan araştırmacılar (375) varsa da, genel olarak, endodontik tedavi gören dişlerin kök rezorpsiyonuna karşı daha dirençli olduğu belirtilmektedir (329, 429, 483). Dentinin sertlik ve yoğunluğunda artış, dolayısıyla da kök rezorpsiyonuna karşı direnç bunun nedeni olarak bildirilmiştir (429). Her ne kadar tersini savunsa da Wickwire ve ark. (547)'nin çalışmasındaki dişlerin çoğu travmaya maruz kalmış dişlerdir ve geçirilmiş travma öyküsü de ortodontik tedavide kök rezorpsiyonuna sebep olan etkenler arasında yer almaktadır (286). Daha önce travmaya bağlı rezorpsiyon görülen dişlerin ortodontik olarak hareket ettirildiğinde rezorpsiyona daha hassas olduğu bilinmektedir (409). Ortodontik tedaviden sonra ortalama kök rezorpsiyonu travma hikayesi olan hastalarda 1.07 mm, travma görmemiş dişlerde ise 0.64 mm olarak belirlenmiştir (286).

Birçok çalışmada, tedavi süresince kök rezorpsiyonun cinsiyetler arasında fark göstermediği bulunmuştur (35, 63, 176, 219, 221, 224, 279, 287, 300, 322, 330, 370, 384, 389, 400, 451, 466, 478, 479). Bazı araştırmacılar ise kadınlarda (31, 247, 335, 358, 483) daha fazla rezorpsiyon görüldüğünü bildirirken, sadece iki çalışmada (31, 483) bu oran erkeklerde daha yüksek bulunmuştur.

Uygulanan kuvvet seviyesinin yüksek olmasının kök rezorpsiyonuna etkisi konusunda hemen hemen tüm araştırmacılar hemfikirdir (63, 95, 103, 114, 149, 150, 198, 428, 431). Sadece iki çalışmada (384, 385) uygulanan ağır kuvvetlerin daha fazla rezorpsiyona neden olmadığı belirtilmiştir.

Bazı çalışmalar ise ortodontik tedavi sırasında kök rezorpsiyonu ile gelişimsel anormal dental morfoloji arasında bir ilişki olduğunu iddia ederken (247, 279, 287, 320, 330, 358, 363, 375, 451, 479, 502), bazı çalışmalar da bu ilişki bulunamamıştır (275, 521). Özellikle pipet şekilli, dilasere ve sivri ya da künt köklerin daha fazla rezorpsiyon gösterdiği belirtilmektedir (177, 279, 322, 330, 358, 452, 493) Levander ve ark. (278), 3 aylık ortodontik tedavi sonrası keserlerdeki ortalama kök rezorpsiyonu 0.3 ± 0.3 mm (normal kök yapısı olan grupta 0.2 ± 0.2 mm, kökleri küt ya da pipet şekilli grupta ise 0.5 ± 0.4 mm), 6 ayın sonunda ortalama rezorpsiyonu ise 0.6 ± 0.5 mm (normal grupta 0.4 ± 0.4 mm, riskli grupta 0.8 ± 0.6 mm) olarak açıklamışlardır. Ancak hareket ettirilebilmeleri için daha fazla kuvvete ihtiyaç duyulması ve tip ya da torque hareketleri sırasında apeksin daha fazla yer değiştirmesi nedeni ile uzun köklerde daha fazla rezorpsiyon görüldüğünü savunan araştırmacılar da vardır (176, 279, 330).

Çeşitli çalışmalar, apeksin yer değiştirme miktarı ile rezorpsiyonun önemli derecede ilişkili olduğunu gösterirken (10, 31, 114, 133, 205, 314, 320, 330, 409, 452, 465, 469, 478, 533), kimi çalışmalar ise bir bağlantı bulamamıştır (133, 384, 409). Costopoulos ve Nanda (114), dişin kemik içinde katettiği mesafe arttıkça, osteoklastik aktivite de dahil olmak üzere dişin enflamatuvar olaylara yakın temasta olacağı süre uzayacağından bu durumun beklenen bir etkileşim olduğunu düşünmüşlerdir.

EAKR'nin ırklar arasında farklılık gösterdiğini bildiren çalışmalardan Sameshima ve ark. (451), Asya kökenli hastalarda, Hispanik ve Beyaz Irktan daha az rezorpsiyon gözlemlemişlerdir.

Genetik faktörlerin de EAKR'ya neden olduğu bildiren araştırmacıların yanında (8, 9, 186), tam tersini savunan araştırmacılar da vardır (466).

Genel olarak değerlendirildiğinde, ortodontik sebeplerle ortaya çıkan kök rezorpsiyonunda rezorpsiyon lakünleri asıl olarak basınç bölgesinde, nadiren de gerilim bölgesinde ortaya çıkar(165, 428, 447, 550). İntrüzyon hareketini (35, 106, 114, 189, 198, 314, 341, 400, 426, 466, 499) ve tork hareketini (1, 224, 400, 533), rezorpsiyona neden olan birincil etkenler arasında gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak tork hareketinin rezorpsiyon miktarını etkilemediğini ve genel ortodontik tedavide görülen rezorpsiyona benzer miktarlarda rezorpsiyon görüldüğünü belirten çalışmalar da bulunmaktadır (520). Han ve ark. (189) intrüziv hareketin ekstrüziv harekete göre 4 kat daha fazla rezorpsiyona neden olduğunu bildirirken, çeşitli çalışmalar intrüzyon ve kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki bulamamıştır (31, 133, 135, 224, 322). İntrüzyon hareketi değerlendirildiğinde, yapılan çeşitli çalışmalar ya kökün uca doğru incelen konik şekli ya da ortodontik kuvvetin aksial bileşeni ve hareketin yönü nedeniyle kuvvetin konik apikal bölgede yoğunlaşmasının rezorpsiyona yol açtığını belirtmişlerdir (35, 74, 150, 314, 376, 400, 444, 470). Kökün koronal ve orta üçlüsü aselüler sement ile kaplı iken, apikal üçlüdeki hücrel aktif sement sağlıklı bir damarlanmaya sahip olduğu için travma ve bunu takip eden vasküler stazda, özellikle periapikal sement daha kolay ufalanıp daha kolay yaralanır (31, 193). Bunlara ek olarak, apikal üçlüdeki sementin daha yumuşak olması, daha az Sharpey liflerinin varlığı da apikalde yoğunlaşan rezorpsiyonun nedenleri olarak düşünülmüştür (97, 150, 308).

2.12 GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ

Günümüze değin, kök rezorpsiyonun klinik değerlendirilmesinde panoramik (18, 219, 221, 224, 363, 389, 466, 502, 521), periapikal (31, 106, 247, 250, 275, 278, 286, 287, 301, 314, 319, 320, 322, 329, 330, 335, 339, 375, 384, 429, 451, 452, 478, 483, 493) ve sefalometrik filmler (9, 111, 176, 194, 196, 335, 400, 494) ve de dental volumetrik tomografi (DVT) (141, 276, 300, 307) kullanılmıştır.

Rezorpsiyonun tam olarak miktarı ancak histolojik, Scanning Electron Microscope (SEM) ve mikro-computed tomography (Mikro-BT) çalışmaları sonucu elde edilebilir fakat bu sonuçların elde edilmesi ancak in-vitro ortamlarda mümkündür (97, 142, 157, 192, 382, 549). Histolojik olarak değerlendirildiğinde ortodontik tedavi gören dişlerin %100'ünde kök rezorpsiyonunun görüldüğü fakat bu oranın intraoral, panoramik ya da sefalometrik yöntemlerle daha düşük çıktığı bildirilmiştir. Bunların nedeni olarak konvansiyonel röntgenlerde, klinik veri dahilinde önceki edinilmiş bilgilerin yorumuyla subjektif değerlendirmeler, projeksiyon açısındaki varyasyonlar, film densitesi, net olmayan radyografik bulgular, yalancı pozitif ve yalancı negatifler, eğitim ve deneyime bağlı olarak gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun düşüklüğü bildirilmiştir (432).

Sefalometrik filmlerde; keserlerde süperimpozisyonlar, çapraşıklığa bağlı apeks pozisyonu belirlemekteki zorluklar, kök apeksinde distorsiyonlar apikal kök rezorpsiyonu ölçümlerinde yanıltıcı sonuçlara neden olur (219, 270, 465).

Farklı magnifikasyon oranları nedenleri ile tedavi sonunda uzayan köklerin gözükmemesi, rezorpsiyon oranlarının az çıkması, kullanılan teknik ve hasta pozisyonu farklılıklarının görüntüyü etkilemesi, 3-boyutlu bir konsept olan kök rezorpsiyonun 2-boyuta indirgenmesi, özellikle ön bölgede kök apekslerinin fokal açıklık dışında

yer alabilmeleri, süperimpozisyonlar ve tekrarlanabilirliklerinin düşük olması nedeni ile kök rezorpsiyonu çalışmalarında panoramik filmleri yetersiz kılar (142, 300, 451, 466, 521).

Sameshima ve Asgarifar (450), panoramik filmlerde gözlemlenen kök rezorpsiyonunun periapikal filmlere göre yaklaşık %20 daha fazla çıktığını açıklamışlardır. Friedland (158), ortopantomogramlarda (OPG) herhangi bölgedeki magnifikasyon oranı bilinemeyeceğinden ortodontik tanıda yeterli doğruluğu vermeyeceğini bildirmiştir. Bu yüzden birçok araştırmacı panoramik filmlerdeki kök rezorpsiyon miktarlarını mm cinsinden vermek yerine kalitatif olarak aşamalara bölmeyi, şekildeki değişiklik ya da oran cinsinden vermeyi tercih eder (18, 309, 339, 429, 466). Milimetrik olarak hesaplamada oran-orantı yapılabilse bile procline keserlerin projeksiyonunda kronların kısalması apikal bölgenin uzun çıkmasına sebep olabileceği gibi (466), tedavi sırasında meydana gelen keserlerdeki angulasyon değişiklikleri görüntülerin uzunluk standardizasyonlarını engeller (18). Ayrıca, periapikal patolojinin belirlenmesinde OPG'nin tekrarlanabilirliğinin düşük olduğu da bildirilmiştir (442). Çeşitli araştırmacılar (441, 498), panoramik filmlerle teşhis konulabilse bile periapikal filmlerde daha detaylı görüntüler elde edilebileceğinden, daha az superimpozisyon ve distorsiyon varlığını belirtirler.

Periapikal filmlerin elde edilmesinin basit ve hızlı olması, ucuz bir diagnostik yöntem olması, hastanın aldığı radyasyon miktarının düşük olması klinik ortamlarda intraoral radyografiyi en sık tercih edilen yöntem yapmıştır. Araştırmacılar, apikal kök rezorpsiyonu miktarını belirlemede paralel teknikle çekilen periapikal filmlerin en güvenilir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (498). Fakat bu da diğer 2-boyutlu yöntemler gibi, 3-boyutlu objenin 2 boyuta sıkıştırılması, anatomik yapıların superimpozisyonları ve görüntülerin magnifikasyonları dezavantajlarını taşır (49).

Periapikal filmlerde kök rezorpsiyonun fark edilebilmesi için belli bir miktar rezorpsiyona gerek olmaktadır (16, 96, 142, 174). Oysa ki, erken aşamalarda tanı konduğu taktirde kök rezorpsiyonun prognozu daha olumlu olacağı belirtilmiştir (49, 255, 282).

Periapikal filmlerde kemik ve dişlerdeki defektin sadece meziodistal ve cranio-caudal olanları fark edilebilirken, bukkolingual yöndeki defektler 2-boyutlu görüntüdeki süperimpozisyonlar nedeni ile fark edilemez (16, 99, 174, 327, 331). Periapikal ve panoramik filmlerde sadece apikal bölgede kısımla gözlemlenebilirken, bukkal ve lingual kök yüzeylerinde orta ve servikal bölgedeki rezorpsiyonlar çok geniş değiller ise fark edilemeyebilir (189). İn-vivo olarak bildirilen en büyük sorunlardan bir tanesi de, birbirleri ile yeterli mesafesi olan güvenilir anatomik noktaların her iki röntgende de tam olarak görünmemesidir (432). Literatürde periapikal filmlerde projeksiyon hatalarına ya da anatomik nokta saptamadaki değişikliklere bağlı olarak kemik kaybının da meydana gelenden 0.19-3.99 mm daha az farkedildiği vurgulanmıştır (45, 67, 146, 336, 572). Mekanik aletler görüntüleme geometrisinde standardizasyon sağlayabilse de, dişin hareket ettiği durumlarda bu gereçler yetersiz kalmaktadır (432).

Dişlerde meydana gelen değişikliklerin periapikal yöntemlerle değerlendirmesinde son yıllarda dijital subtraction metodu kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemin başarısı projeksiyon açısına, radyografik densiteye ve kontrasta bağlı olup en büyük sorun hasta pozisyonlandırılmasındaki tekrarlanabilirliğin elde edilmesidir (432). Reukers ve ark. (432), açılanmadaki varyasyonun ya da ortodontik hareketin neden olduğu değişimin 10° rotasyon, 15° açılanma ve 25° inklinasyon farklılığı ile sınırlı olduğunda subtraction metodunun kabul edilebilir sonuçlar vereceğini bildirilmiştir (432).

DVT, ilk olarak 1982 yılında anjiyografi için geliştirilmiş olup (438), 1990ların sonunda diş hekimliğine girmiştir (19, 340). İmplant planlamasında (42, 163, 445, 557), gömük dişlerin tedavi planlamasında (36, 185, 204, 318, 366), travma cerrahisi, kist cerrahisi, ortognatik cerrahi gibi girişimlerde (5, 223, 290, 401), kök rezorpsiyonlarında (34, 276, 299, 300), periodontal defekt ölçümlerinde (128, 331, 560, 566), havayolu, greft, kemik hacmi gibi 3-boyutlu veri elde edilmesinde (23, 277, 344, 423), maksillofasial deformitelerde (139, 164, 226, 398), dental yaş tahmininde (313, 485, 562), sefalometrik analizlerde (105, 107, 151) ve temporomandibular eklemnin görüntülenmesinde (12, 24, 138, 316) kullanılmaktadır. Bilgisayarlı tomografi (BT) tarayıcılarının tümü, dönen metal bir ayak üzerinde x-ışını kaynağı ve detektörden oluşurlar. Metal ayağın dönüşü sırasında eş zamanlı olarak hastadan yansıyan x-ışınları reseptör tarafından algılanır. Bu “ham data” olarak kaydedilen veriler bilgisayar algoritması yardımı ile lateral sefalometrik radyografilere benzeyen kesitsel görüntülere dönüştürülür.

Görüntüsel elementlerine bilgisayarlı tomografilerde piksel ya da DVT’de voksel denir. X-ışını, geometrisine göre fan şeklinde (BT’de) ya da konik şekilli (DVT) olmak üzere ikiye ayrılırlar (546). BT’de x-ışını kaynağı yüksek-output’lu dönen anod jeneratörü iken, DVT’de kaynak dental panoramik cihazlara benzeyen düşük-enerjili sabit anot tübüdür. BT’de fan-şekilli ışın kaynaktan çıkar ve verileri toplayan dedektörler hastanın etrafında 360°’lik düzenle dizilmiştir (124). DVT teknolojisi ise görüntü elde edilmesi için, konik şekilli x-ışını kaynağı ile özel bir görüntü yoğunlaştırıcısına (image intensifier) sahip katı-durum sensörü (solid state sensor) ya da amorf silikon plakaya sahiptir (340). Konvansiyonel medikal BT aygıtları, hastayı bir seri aksial düzlem kesitleri şeklinde görüntülerken, DVT panoramik röntgen gibi tek bir rotasyon taraması yapar (124).

DVT kullanımının rutine girmesinde sakınca görmeyen araştırmacılar yanında (119, 141, 142, 300, 327, 521), yeterli olduğu sürece rutinde konvansiyonel teknikleri kullanmak gerektiğini bildiren , ancak 3-boyutlu görüntüye gerek duyulduğunda DVT tercihini uygun gören araştırmacılar da vardır (255, 296, 331, 475, 529). DVT kullanımında limitasyonlar da bulunmaktadır. DVT, kas yapıları ve atışmanlarını net olarak belirtme yetisine sahip değildir, bu durumlarda magnetik rezonans görüntüleme teknolojilerinin kullanılması gerekir. Ayrıca derinin gerçek renk dokusunu da yakalayamazlar, bu durumda fotoğraf kalitesindeki çözünürlük için görüntülerin 3. parti programlarla manipasyonu gerekir. Diğer bir kritik ise, bireyin 360° taraması için uzun zamana (30-40 sn) gerek duyulmasıdır. Hastanın hareketleri ya da istemsiz kas hareketleri görüntünün yakalanmasında bozukluklara neden olur (148, 289). Bu limitasyonlar stereofotogrametri ve lazer taramasını yüzey dokusu elde edilmesinde daha iyi alternatifler olarak karşımıza çıkarırlar (148). Konvansiyonel tomografiye göre, hızlı tarama zamanı, daha az artefakt oluşması, görüntü kalitesi, hasta başında görüntü elde edilmesi ve gerçek zamanlı analiz, tek taramada görüntü elde edebilmesi, radyasyon dozunun minimum olması gibi avantajları vardır (115, 119, 143, 184, 300, 327, 401, 402, 456, 463, 464, 491, 507). Konvansiyonel BT ile mandibulanın görüntülenmesi için literatürde belirtilen değerler 1320-3324 μSv , maksilla için ise 1031-1420 μSv arasındadır (109, 360, 455). DVT’de bu aralık 36.3-77.9 μSv olduğunda (109, 295, 304, 475) efektif radyasyon dozunun %97 oranında azaltıldığını söylemek mümkündür. Bu değerler yaklaşık olarak, panoramik film çalışmalarında elde edilen efektif dozun 2-8 katına (27, 109, 123, 171, 295, 297, 360, 475), sefalometrik film dozunun 3-14 katına (171, 297, 360, 475) ve tüm dentisyonun periapikal incelemesine denk gelmektedir (123, 171, 295, 297, 304, 490). Fakat unutulmamalıdır DVT ile maruz kalınan radyasyon,

cihazın teknik özelliklerine (mA, kV, ışınlama süresi ve tarzı, dedektör hassasiyeti), seçilen voxel büyüklüğüne ve incelemek istenen alanın büyüklüğüne bağlı olarak değişir (292, 294, 295, 300, 388). Benzer şekilde, periapikal incelemelerden maruz kalınan radyasyon miktarı da filmin hassasiyetine (digital olmadığı zaman) ve kullanılan kolimasyonun cinsine göre değişir. Hassas olmayan (D-speed) ve yuvarlak kolimasyona sahip intraoral filmler, hassas (E/F-speed) ve dikdörtgensel kolimasyona sahip digital filmlere göre çok daha fazla doz alınmasına neden olurlar (292). Distorsiyon olmaksızın ve tekrarlanabilir biçimde tek köklü görüntülerin elde edilebilmesi ve de alternatiflerine göre histolojik metotlara en yakın sonuçlar vermesi nedeni ile kök rezorpsiyonunun incelenmesinde DVT en geçerli yöntem olarak belirtilmiştir (300).

DVT ve diğer konvansiyonel radyografik yöntemler arasında lineer uyumu araştıran bir çok çalışma olmuştur. Köklerdeki rezorpsiyon, kanal obtürasyon miktarları, in-vitro 2 nokta arası mesafe, periodontal defekt ölçümleri lineer olarak incelenmiştir. Kuru kafalar ya da fantom maketlerde fiziksel yöntem ve DVT kullanılarak yapılan lineer ölçümler arasındaki farkların ortalaması literatürde 0.05-0.26 mm arasındadır (249, 293, 299, 327, 332, 410, 488). İn-vitro olarak mandibular keserlerin bukkal yüzeylerinde servikal, orta ve apikal üçlüde farklı çap ve derinliklerde kaviterler hazırlayan da Silveira ve ark. (119) bilgisayarlı tomografinin bunları saptamada yüksek hassasiyet ve mükemmel spesifiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Mengel ve ark. (327), domuz ve kadavra mandibulaları üzerinde periodontal defekt yaratıp bunları periapikal, panoramik, BT ve DVT kullanarak ölçüp, altın standart olarak histolojik kesit ile karşılaştırmışlardır. Oluşturdukları periodontal defektler (dehisens, fenestrasyon, furkasyon defekti, 2 ve 3 duvarlı kemik defektleri) intraoral ve panoramik röntgenlerde net ve açık olmayacak şekilde sadece

cranio-caudal ve meziodistal olarak belirlenebilirken, BT ve DVT’de tüm yönlerde açık ve net olarak belirlenmiştir. Periapikal ve panoramik röntgenlerde marker olarak kullanılan güta perkalarda distorsiyon olurken, BT ve DVT’de herhangi distorsiyon görülmemiştir. Lineer ölçümlerde ise, histolojik kesitler ile görüntüler arasında farklar bulunmuştur (BT ile 0.16 ± 0.10 mm, DVT ile 0.19 ± 0.11 mm, periapikal ile 0.33 ± 0.18 mm, panoramik röntgen ile 1.07 ± 0.62 mm). Görüntü kalitesinin direkt olarak değerlendirilmesinde de tüm araştırmacılar DVT taramalarını tüm parametrelerde (kontrast, parlaklık, distorsiyon, overlay, netlik ve odaklama) en iyi görüntü sağlayıcısı olarak nitelendirmişlerdir. Periodontal defektlerin 3 boyutta da distorsiyon olmadan, birebir ve net olarak sadece BT’de değil DVT’de de belirlenebileceği ve görüntü kalitesinin daha üstün olduğu bildirilmiştir (327).

Periodontal defekt ve marjinal kemik yüksekliğinin ya da kök rezorpsiyonlarının belirlenmesinde DVT’nin geçerliliğini araştıran çeşitli çalışmalar ile diğer röntgen tekniklerini inceleyen araştırmalar; DVT’nin distorsiyon olmaksızın gerçek ölçümleri yansıttığını, periapikal ve panoramik röntgenlerde ise kalitenin düşerek deviasyonların arttığını ve korelasyonun daha düşük bulunduğunu ve bu röntgenlerin bukkal ve lingual bölge defektlerini gösteremediğini açıklamışlardır (49, 99, 119, 133, 174, 184, 299, 327, 331, 432, 543).

Ortodontik tedaviye bağlı meydana gelen kök rezorpsiyonlarını panoramik ve DVT görüntüleri üzerinde karşılaştıran Dudic ve ark. (141) ise, DVT’ye göre panoramik röntgenlerde istatistiksel olarak önemli olacak şekilde kök rezorpsiyonunun daha az görüldüğünü belirtmişlerdir.

Literatürde periapikal röntgenlerin diagnostik özelliklerinin farklı horizontal açılardan 2 ya da 3 adet periapikal röntgen çekimi ile artırılabilirliği bildirilmiştir

(50, 545). Bernardens ve ark (49), premolar dişlerin lingual yüzeylerinde 0.3 mm çap-0.15 mm derinlikte ve 0.6 mm çap-0.30 mm derinlikte kaviteler açmışlar ve bunların DVT ile ve Clark horizontal tüp kaydırma metodu ile mezial, distal ve ortoradial açılardan periapikal görüntülerini elde ederek 2 metot arası farkı karşılaştırmışlardır. Farklı açılardan periapikal röntgen elde etmelerine rağmen intraoral radyografilerin perforasyonların yaklaşık %40'ını saptayamadığını, %50'sini ise net olmadan belirleyebildiğini bildirmişlerdir. Buna karşın DVT ile rezorptif alanların %100'ü tam netlik ile belirlenebilmiştir. Periapikal röntgenlerde; 0.3 mm çaptaki alanların %48'i fark edilmezken, 0.6 mm'de bu oran %31'e düşmüştür.

Dudic ve ark. (142) periapikaller ile dişlerin %55'inde rezorpsiyon var olarak nitelendirdikleri oranın Mikro-BT ile %86 olduğunu, Laux ve ark. (269) ise periapikallerde %19 olan bu rakamın histolojik olarak değerlendirildiğinde %81 olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve ark. (536) premolar dişlerin DVT ile in-vivo volumetrik değerlendirmelerinin, dişler çekildikten sonra Mikro-BT ile görüntülerinin in-vitro volumetrik değerlendirmeleri arasında aynı doğruluk olduğunu ve DVT metodunun stabilite ve tekrarlanabilirliğinin güvenilir ve tatmin edici olduğunu bildirmişlerdir.

BÖLÜM III

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 GEREÇ

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvurmuş, 20 kız 11 erkek, toplam 31 birey üzerinde yürütüldü. Çalışmaya dahil edilen bireyler aşağıdaki kriterlere göre seçildi:

1. Overbite miktarının en az 5 mm olması
2. Molar dişlerde Angle Sınıf I ya da Sınıf II kapanış ilişkisi
3. İskeletsel olarak Sınıf I ya da Sınıf II anomalinin bulunması
4. SN-GoGn açısının $\geq 32^\circ$ olması
5. El-bilek filmlerine göre geç pubertal dönem ya da erişkin dönemde olması
6. Üst ön bölge çapraşıklığının 5 mm'yi geçmemesi
7. Üst kesici dişlerin fonksiyonel oklüzal düzlemin altına doğru uzaması
8. İstirahat halinde üst kesici dişlerin üst dudaktan en az 5 mm sarkmış olması
9. Üst keserlerin retruziv konumda bulunması
10. Üst kesici dişlerde travma veya kanal tedavisi bulunmaması
11. Periodontal sağlık ve ağız hijyenin iyi olması
12. Dişeti gülümsemesi varlığının gingival hiperplaziye veya hipertrofiye bağlı olmaması

Tedaviye başlanmadan önce hastalar ve velilerine tedavi hakkında detaylı bilgi verilip, bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı. Bu çalışmada uygulanacak işlemler, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu'nun 08.07.2010 tarih ve 10-5.1/13 sayılı kararı ile onaylandı.

Araştırmaya dahil edilen, mini vida desteğiyle üst kesici dişlerinin intrüze edilmesi planlanan 31 bireyden, randomize olarak iki grup oluşturuldu. Mini vidaların üst lateral ve kanin dişlerin arasına yerleştirildiği 15 bireyden (10 kız, 5 erkek) oluşan 1. Grubun yaş ortalaması 19.13 ± 3.91 olup, mini vidaların 2. Premolar-1. Molar diş arası yerleştirildiği 16 kişilik (10 kız, 6 erkek) 2. Grubun yaş ortalaması ise 19 ± 3.48 olarak belirlendi.

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Sabit Ortodontik Apareylerin Uygulanması

Rutin başlangıç kayıtları alındıktan sonra (lateral sefalometrik, panoramik, el-bilek filmi, alçı modeller ve ağız içi ve dışı fotoğraflar), üst 4 kesici dişe slot boyutu 0.018x0.025 inch olan Roth braketler (GAC, USA) yerleştirildi. Sırasıyla 0.014, 0.016, 0.016x0.022 inch NiTi teller ile bu dişler seviyelendikten sonra, ön 4 diş 8 ligatürü ile blok haline getirilerek 0.017x0.025 inch paslanmaz çelik tel lateral dişin braketinden yaklaşık 3 mm distalde sonlanacak şekilde slotlara yerleştirildi. Telin distal ucu tel ile dik açı yapacak şekilde oklüzal yönde kıvrıldı. Hastanın bulunduğu gruba göre mini vidalar, sağ ve sol yarım çenelerde üst lateral-kanin diş arasına veya 2. Premolar ile 1. Molar dişlerin arasına yerleştirildi. Kuvvet uygulama noktası olarak her iki grupta da lateral diş braketlerinin yaklaşık 3 mm uzağı seçildi.

3.2.2 İntrüzyon Öncesi ve Sonrası Kayıtların Elde Edilmesi

Çelik tel aşamasına geçildiğinde yani intrüzyondan hemen önce ve intrüzyondan hemen sonra sefalometrik filmler, periapikal röntgenler ve dental volumetrik tomografi görüntüleri alındı.

3.2.2.1 Sefalometrik Filmlerin Elde Edilmesi

Hastaların lateral sefalometrik görüntüleri, fakültemiz bünyesinde bulunan Cranex D (Soredex Corporation, Helsinki, Finland) panoramik görüntüleme cihazı ile 73 kVp'de 10 mA ve 17.0 sn ışınlama parametreleri temel alınarak gerçekleştirildi. Lateral sefalometrik görüntüleme sırasında obje-ışın kaynağı mesafesi 152 cm, orta oksal düzlem-film kaseti mesafesi 13 cm olarak standardize edildi. Lateral sefalometrik filmler bireyin Frankfurt horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde, dişler oklüzyonda ve dudaklar istirahat konumunda elde edildi. Filmlerin analizleri Dolphin Imaging System 11.0 (Dolphin Imaging, California, USA) yazılımı ile yapıldı, program içinde bulunmayan ölçümler ise asetat kağıdı üzerinde gerçekleştirildi.

Çalışmada kullanılan sefalometrik noktalar şunlardır (Şekil 1):

1. Sella (S): Sella tursikanın orta noktası
2. Nasion (N): Fronto-nazal suturun en ön noktası
3. Spina nazalis anterior (ANS): Maksilla'nın lateral sefalometrik filmdeki en ileri noktası
4. Spina nazalis posterior (PNS): Maksilla'nın lateral sefalometrik filmdeki en arka noktası

5. Subspinal nokta (A): Spina nazalis anterior'un altındaki kemik içbükeyliğinin en derin noktası

6. Supramental nokta (B): Mandibular simfizde infradental ve pogonion arasındaki alveolar yapı üzerindeki en derin nokta

7. Menton (Me): Mandibular simfizin en alt noktasıdır

8. Gonion (Go): Mandibular ramusun arka ve korpusun alt kenarına çizilen teğetlerin oluşturduğu açının açısı ortayının mandibula üzerindeki izdüşümüdür.

9. Gnathion (Gn): Mandibular simfizin en ön ve en alt noktasıdır

10. Pogonion (Pg): Mandibular simfizin en ön noktasıdır

11. Üst orta kesici dişin insizal kenarı (Is): En protrüziv konumdaki üst orta kesici dişin insizal kenarı

12. Üst orta kesici dişin kök ucu (Ap I): En protrüziv üst orta kesici dişin apeksi

13. Üst 1. molar (ms): Üst birinci büyük azı dişinin mezibukkal tüberkül tepesi

14. Alt orta kesici dişin insizal kenarı (Ii): En protrüziv alt orta kesici dişin insizal kenarı

15. Alt orta kesici dişin kök ucu (Ap I): En öndeki alt orta kesici dişin apeksi.

16. Subnazal (Sn): Burun alt sınırının üst dudak dış konturu ile birleştiği nokta

17. Labiale superius (Ls): Üst dudak mukozasının üst kenarının orta hat ile kesiştiği nokta

18. Stomion (St): Üst dudak en alt noktası ile alt dudak en üst noktasının bileşim yeri

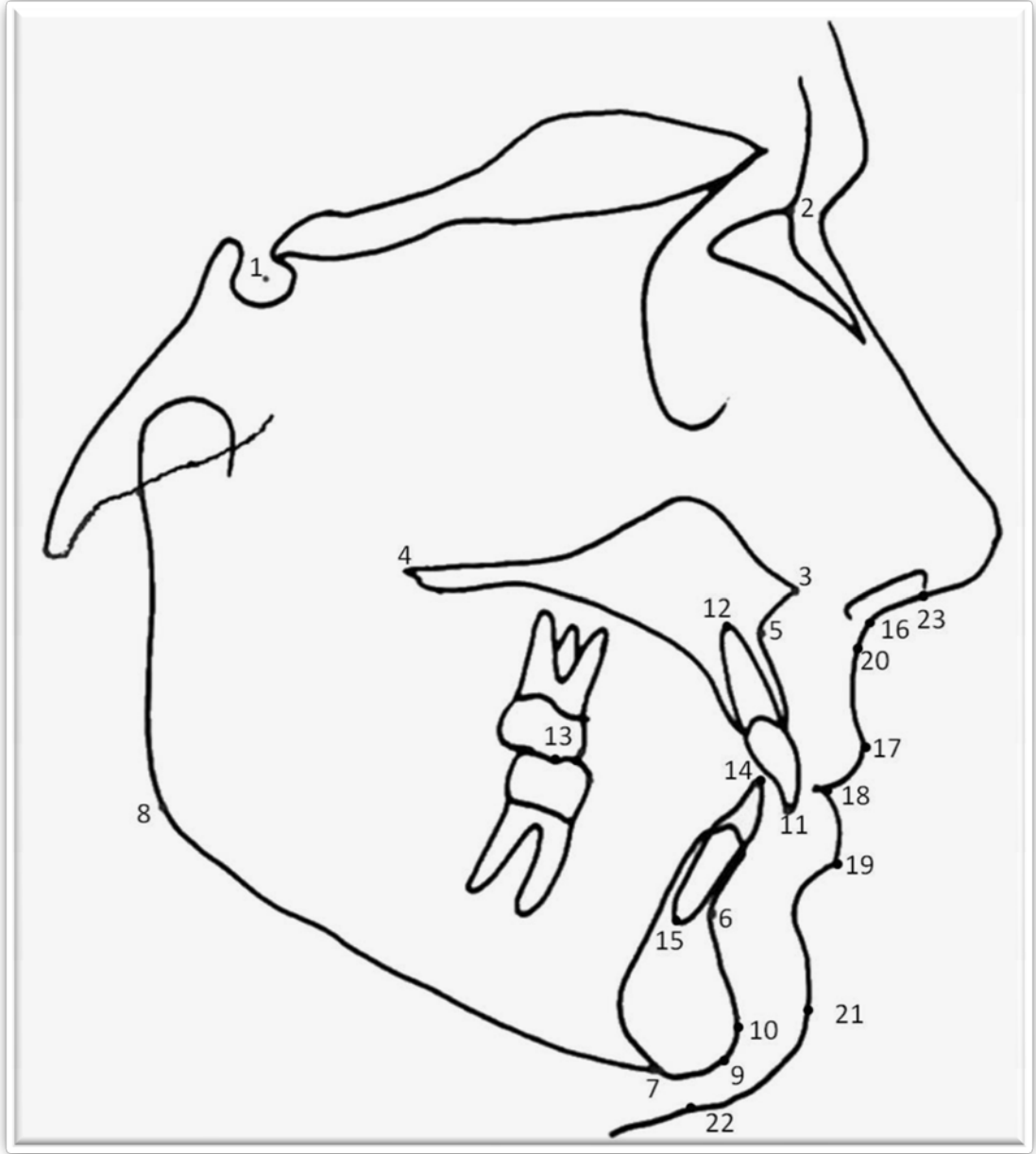
19. Labiale inferius (Li): Alt dudak mukozasının alt kenarının orta hat ile kesiştiği nokta

20. Yumuşak doku subspinal nokta (A'): Subspinal noktanın yumuşak doku üzerindeki izdüşümüdür

21. Yumuşak doku pogonion (Pg'): Yumuşak doku üzerinde alt çene ucunun en ileri noktasıdır

22. Yumuşak doku menton (Me'): Yumuşak doku üzerinde alt çene ucunun en alt noktasıdır

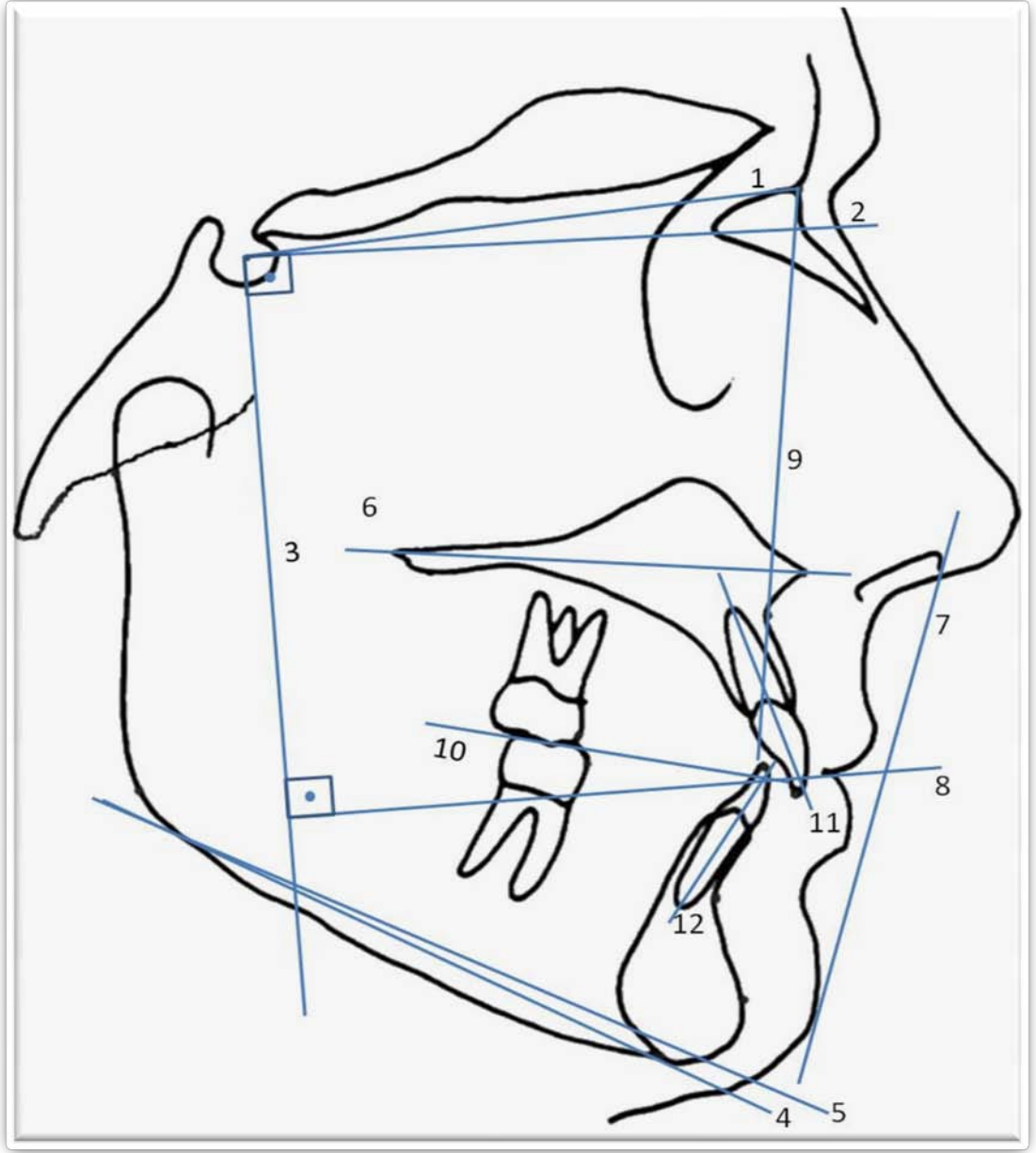
23. Steiner S noktası: Burun ucu ve subnazal nokta arasındaki S şeklindeki kıvrımın orta noktası



Şekil 1: Sefalometrik film üzerinde kullanılan noktalar

Çalışmada kullanılan sefalometrik düzlemler (Şekil 2):

1. Sella Nasion düzlemi (SN): Sella ve nasion noktaları arasındaki düzlem
2. X düzlemi: SN düzlemi ile S noktası üzerinde kesişen ve bu düzlemin 7 derece altından çizilen düzlem
3. Y düzlemi: S noktasından geçen ve X düzlemine dik olan düzlem
4. Gonion Menton düzlemi (Go-Me): Gonion ve menton noktalarından geçen düzlem
5. Gonion Gnathion düzlemi (Go-Gn): Gonion ve gnathion noktalarından geçen düzlem
6. Palatal düzlem: Anterior nazal spina (ANS) ve posterior nazal spina (PNS) noktalarından geçen düzlem
7. S-hattı: S noktası ve Pg' noktalarından geçen düzlem
8. Z- düzlemi: Stomion noktasından Y eksenine dik olarak çizilen düzlem
9. NA düzlemi: N ve A noktaları arasına çizilen düzlem
10. Oklüzal Düzlem (OD): Üst ve alt orta keser dişin kapanışının orta noktası ile üst ve alt birinci büyük azı diş kapanışının orta noktasından geçen düzlem
11. Üst kesici ekseni: Is ile ApI noktasını birleştiren doğru
12. Alt kesici ekseni: Ii ile ApI noktasını birleştiren doğru



Şekil 2: Sefalometrik filmler üzerinde kullanılan düzlemler

Sefalometrik film üzerinde yapılan iskeletsel ve dental doğrusal ölçümler (Şekil 3):

1. $A \perp X$: A noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. A noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

2. $A \perp Y$: A noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. A noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

3. $B \perp X$: B noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. B noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

4. $B \perp Y$: B noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. B noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

5. $ANS \perp X$: ANS noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. ANS noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

6. $ANS \perp Y$: ANS noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. ANS noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

7. $PNS \perp X$: PNS noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. PNS noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

8. $PNS \perp Y$: PNS noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. PNS noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

9. $Pog \perp X$: Pog noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Pog noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

10. $Pog \perp Y$: Pog noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Pog noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

11. $Me \perp X$: Me noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Me noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

12. $Me \perp Y$: Me noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Me noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

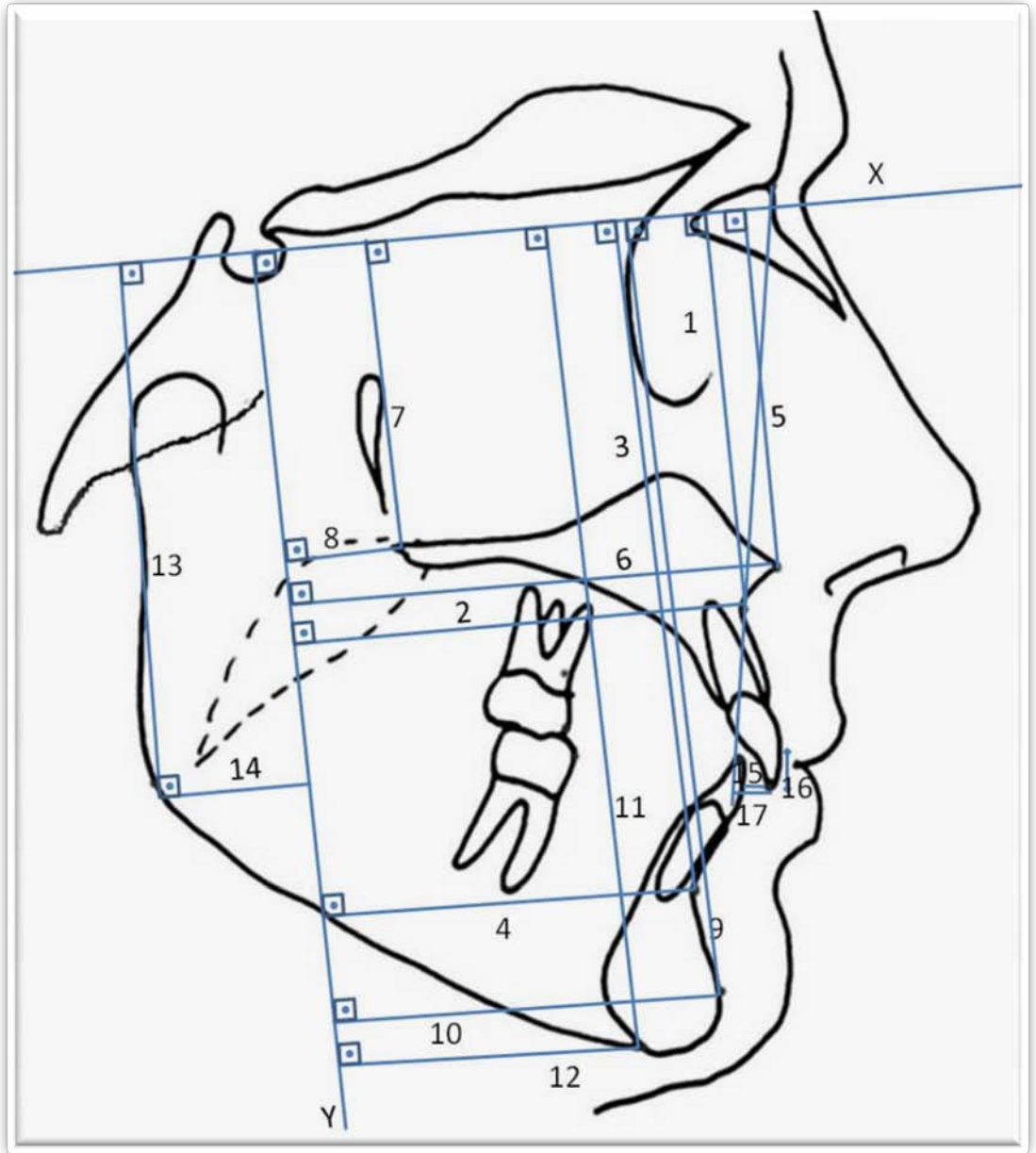
13. $Go \perp X$: Go noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Go noktasının vertikal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

14. $Go \perp Y$: Go noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır. Go noktasının horizontal yöndeki hareketinin değerlendirilmesinde kullanılır.

15. Overjet: Üst en ileri keser dişin insizal kenarı ile alt en ileri keser dişin vestibül yüzeyi arasında kalan sagittal yöndeki mesafedir

16. Overbite: Üst ve alt en ileri keser dişlerin insizal kenarları arasındaki dik yön kapanış fazlalığıdır

17. $\perp$ -NA uzaklığı: Üst keser dişin kesici kenarının NA doğrusuna olan dik mesafesidir



Şekil 3: Sefalometrik filmlerde yapılan doğrusal iskeletsel ve dişsel ölçümler

Sefalometrik film üzerinde yapılan yumuşak doku doğrusal ölçümleri (Şekil 4):

1. $Sn \perp X$ uzaklığı: Subnasale noktasının X düzlemine dik uzaklığıdır.
2. $Sn \perp Y$ uzaklığı: Subnasale noktasının Y düzlemine dik uzaklığıdır.
3. $A' \perp X$: Yumuşak doku üzerindeki A' noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

4. $A' \perp Y$: Yumuşak doku üzerindeki A' noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

5. $B' \perp X$: Yumuşak doku üzerindeki B' noktası ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

6. $B' \perp Y$: Yumuşak doku üzerindeki B' noktası ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

7. $Pog' \perp X$ uzaklığı: Yumuşak doku pogonion noktasının ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

8. $Pog' \perp Y$ uzaklığı: Yumuşak doku pogonion noktasının ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

9. $Ls \perp X$: Üst dudak ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

10. $Ls \perp Y$: Üst dudak ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

11. $Ls-S$: Üst dudak ile S hattı arasındaki dik mesafe

12. $Li \perp X$: Alt dudak ile X düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

13. $Li \perp Y$: Alt dudak ile Y düzlemi arasındaki dik uzaklıktır.

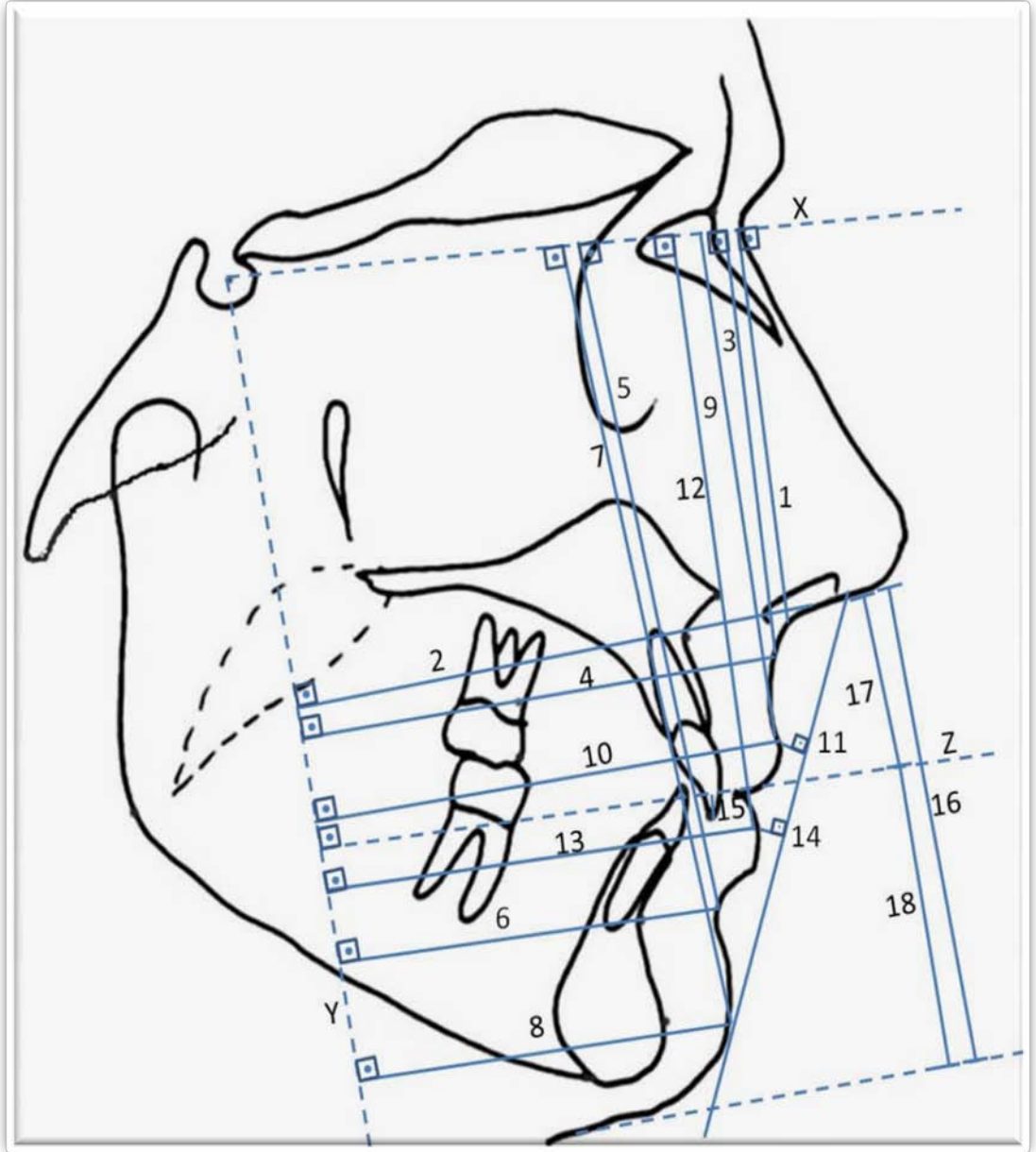
14. $Li-S$: Alt dudak ile S hattı arasındaki dik uzaklıktır.

15. $I \perp Z$: Üst orta keser diş kesici kenarı ile Z düzlemi arasındaki uzaklıktır.

16. $Sn \perp Me$: Subnasale ve yumuşak doku menton noktalarından çizilen ve X düzlem eksenine paralel geçen düzlemler arasındaki mesafedir.

17. Sn-St: Subnasale ve stomion noktalarından X düzlem eksenine paralel olarak çizilen düzlemler arasındaki mesafedir.

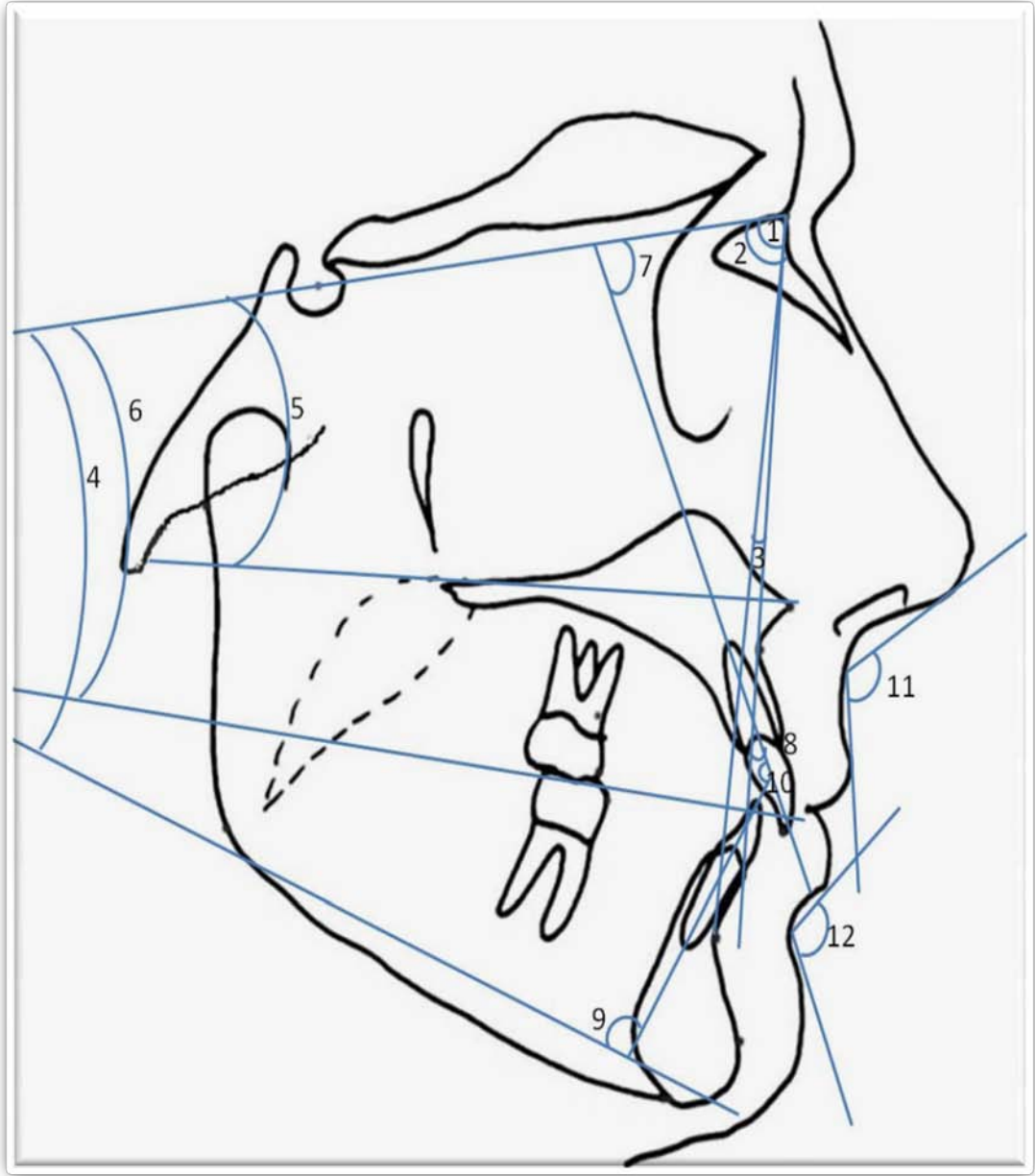
18. St-Me': Stomion ve yumuşak doku menton noktalarından X düzlem eksenine paralel olarak çizilen düzlemler arasındaki mesafedir.



Şekil 4: Sefalometrik filmlerde ölçülen yumuşak doku doğrusal ölçümleri

Sefalometrik filmler üzerinde yapılan iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku açısal ölçümler (şekil 5):

1. SNA: Sella, Nasion ve A noktaları arasında Nasion’da oluşan aı
2. SNB: Sella, Nasion ve B noktaları arasında Nasion’da oluşan aı
3. ANB: A, Nasion ve B noktaları arasında Nasion’da oluşan aı
4. SN-GoGn: SN düzleminin Go-Gn düzlemi ile yaptığı açı
5. SN-PD: SN düzleminin palatal düzlemi ile yaptığı açı
6. SN-OD: SN düzleminin oklüzal düzlem ile yaptığı açı
7. 1-SN: st kesici dişin uzun ekseni ile SN düzlemi arasında açıklığı ne bakan aı
8. 1-NA: st kesici dişin uzun ekseni ile NA düzlemi arasındaki açı
9. IMPA: Alt kesici dişin ekseni ile Go-Me düzlemi arasındaki açı
10. Interinsizal Aı: Alt ve st kesici eksenleri arasındaki açı
11. Nasolabial Aı: Burun alt kenarından geçen teğet ile st dudak ve subnasal bölgeden geçen teğet arasındaki açı
12. Labiamental Aı: Alt dudaktan geçen teğet ile yumuşak doku pogonionun en çıkıntılı noktasından geçen teğet arasındaki açı



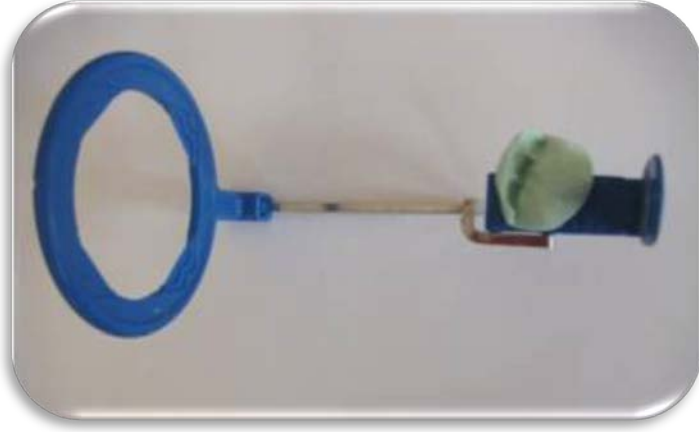
Şekil 5: Sefalometrik filmlerdeki iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku açısal ölçümleri

3.2.2.2 Periapikal Röntgenlerin Elde Edilmesi

Dijital periapikal görüntüler, Digora® fosfor plakları ve plak tutucu kullanılarak 1,5 mm Al filtrasyonu olan Gendex 60 KvP ve 7 mA Oralix DC radyografik cihazında (Gendex Dental Systems, Milan, İtalya) 0.16 saniye ışınlama süresi ile elde edildi. Uzun kon tekniği kullanılarak ışınlanan Digora® plakları, ışınlamayı takiben zaman kaybetmeden Digora® Optime (Soredex Corporation, Helsinki, Finland)

tarayıcı yardımıyla tarandı ve elde edilen görüntüler sisteme ait “Digora for Windows” yazılımı kullanılarak dijital ortama aktarıldı.

İntrüzyon öncesi ve sonrası alınan görüntülerde benzer açılanma ve magnifikasyon elde edilmesi için plak tutucunun ön kısmında, Speedex Putty Optosil (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland) ölçü maddesi ve Speedex Activator’dan (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland) santral dişin insizal kenarının yerleşebileceği oluğun olduğu bir kalıp oluşturuldu (Resim 1). Ayrıca her ışınlamada hastanın çenelerinin kapanışını standardize etmek amacıyla posterior bölgede alt ve üst çenede üçer dişi kapsayacak şekilde Speedex Putty Optosil ve Speedex Activator kullanılarak ısırma kaydı alındı ve tüm dijital periapikal görüntüler bu iki ısırma kaydı rehberliğinde elde edildi (Resim 2). Bunlara ek olarak, magnifikasyona bağlı ölçüm hatalarını minimize etmek ve dişin gerçek boyunu hesaplayabilmek amacı ile fosfor plak üzerine yaklaşık 1 cm uzunluğunda düz paslanmaz çelik tel kesilerek yapıştırıldı. Telin görüntüsü, telin gerçek boyutu (dijital kumpas ile virgülden sonra 2 basamak hassaslığında) ve dişin görüntüsü üzerinden oran-orantı yolu ile dişin gerçek boyu hesaplandı. Aynı düzde bir çenedeki lateral ve santral dişler bir periapikal röntgen üzerinde incelendi. Kökteki rezorpsiyon miktarının elde edilmesi, net olmayan mine-sement sınırını belirlemede doğabilecek sapmalardan dolayı, kök uzunluğu üzerinden değil de dişin total uzunluğu üzerinden yapıldı. Çekilen dijital röntgenler üzerindeki ölçümler ImageJ (Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA) yazılımı ile dişin uzun aksı üzerinde insizal kenar-apikal uç mesafesi üzerinde ve telin uzunluğu ölçülerek yapıldı.



Resim 1: Periapikal röntgenlerin elde edilmesinde kullanılan film tutucu

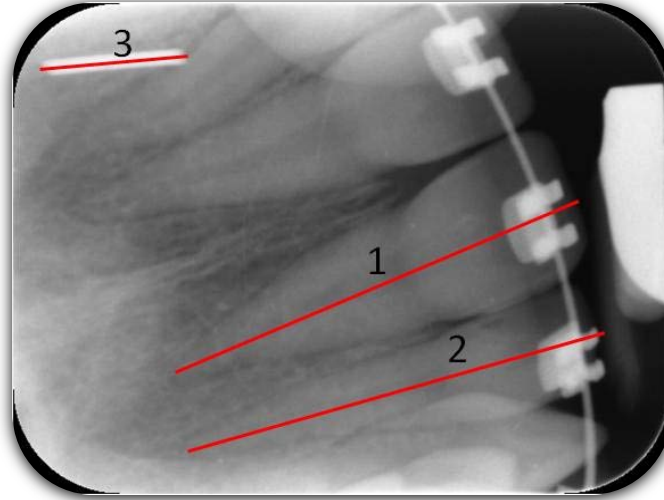


Resim 2: Posterior dişleri içeren ısırma kaydı

Periapikal röntgenler üzerinde yapılan ölçümler (Resim 3):

1. Sağ 1 uzunluk: Üst sağ orta keser dişin uzun aksı üzerinde ölçülen uzunluğu.
2. Sağ 2 uzunluk: Üst sağ yan keser dişin uzun aksı üzerinde ölçülen uzunluğu.
3. Telin görüntüsünün uzunluğu

Bu ölçümler sol orta kesici ve yan kesici dişler için de tekrar edilmiştir.



Resim 3: Periapikal röntgen üzerinde yapılan ölçümler

3.2.2.3 Dental Volumetrik Tomografi (DVT) Verilerinin Elde Edilmesi

3-boyutlu dental volümetrik tomografi (DVT) görüntüleri Özel CTG İzmir Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'nde bulunan SkyView (Myray, Cefla Dental Group, Imola Italy) DVT cihazı ile elde edildi. Tez çalışmalarının başladığı dönemde şehrimizde başka DVT cihazı olmadığı ve bu cihazın 360°'lik rotasyon yapan programlarının görüntülenme sahası 9 inch olduğu için, görüntüleme alanı 9 inch olarak seçildi ve 360°'lik tarama protokolü ile tarama süresi 30.0 saniye, ışınlama süresi ise 10.7 sn (90kVp, 10 mA, kesintili emisyon) olarak görüntüleme gerçekleştirildi. Elde edilen görüntülerin izotropik voksel boyutları 0.33 mm olarak kaydedildi. Elde edilen kesitler, 0.05 mm kalınlığında DICOM (digital imaging and communications in medicine) formantında cihaza ait SkyView Software (Myray, Cefla Dental Group, Imola Italy) yazılımı kullanılarak kaydedildi. Lineer ve açısal ölçümler ile 3 boyutlu rekonstrüksiyonda Simplant Pro 2011 (version 14; Materialise, Leuven, Belgium) yazılımı, diş uzunluğunun hesaplanmasında ise cihazın üretici firması tarafından hazırlanmış olan SkyView (Myray, Cefla Dental

Group, Imola Italy) yazılımı kullanıldı. Ölçümler, virgülden sonra 2 basamak hassasiyetinde gerçekleştirildi. İntrüzyon sonucu gelişebilecek rezorpsiyon miktarı; hem dişin total uzunluğunun önce ve sonrası arasındaki fark alınarak, hem de eğimli rezorpsiyon meydana gelmiş ise direkt rezorbe olan lineer uzunluğun rezorbe olmayan yüzeye göre farkı ölçülerek hesaplandı. Yapılan ölçümlerde rezorpsiyon miktarı periapikal ölçümlerle birebir karşılaştırma yapılabilmesi açısından tüm diş uzunluğu üzerinden hesaplandı.

DVT görüntüleri üzerinde kullanılan noktalar (Şekil 6):

1. Spina nazalis anterior (ANS): Maksilla'nın sagital düzlemde en ileri noktasıdır.

2. Spina nazalis posterior (PNS): Maksilla'nın sagital düzlemde filmde en arka noktasıdır.

3. Subspinal nokta (A): Spina nazalis anterior'un altındaki kemik içbükeyliğinin en derin noktası

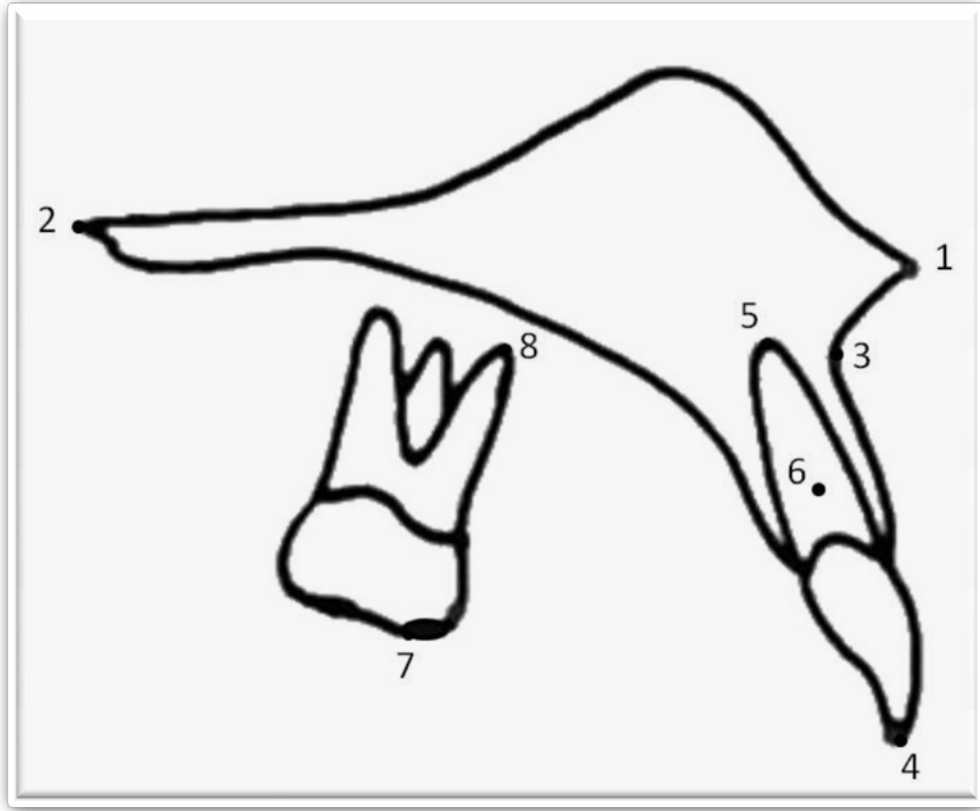
4. 1 insizal kenarı (Is): Orta keser dişin insizal kenarıdır

5. 1 kök ucu (ApI): Orta keser dişin apikalidir.

6. Cr₁: Üst santral dişin direnç merkezidir. Orta keser dişin kök uzunluğunun (apikalinden servikal krete olan mesafe) alveol kret tepesinden itibaren 1/3'ünde yer alır.

7. 6 meziobukkal tüberkül tepesi (Ms 6): Üst birinci büyük azı dişinin meziobukkal tüberkül tepesidir

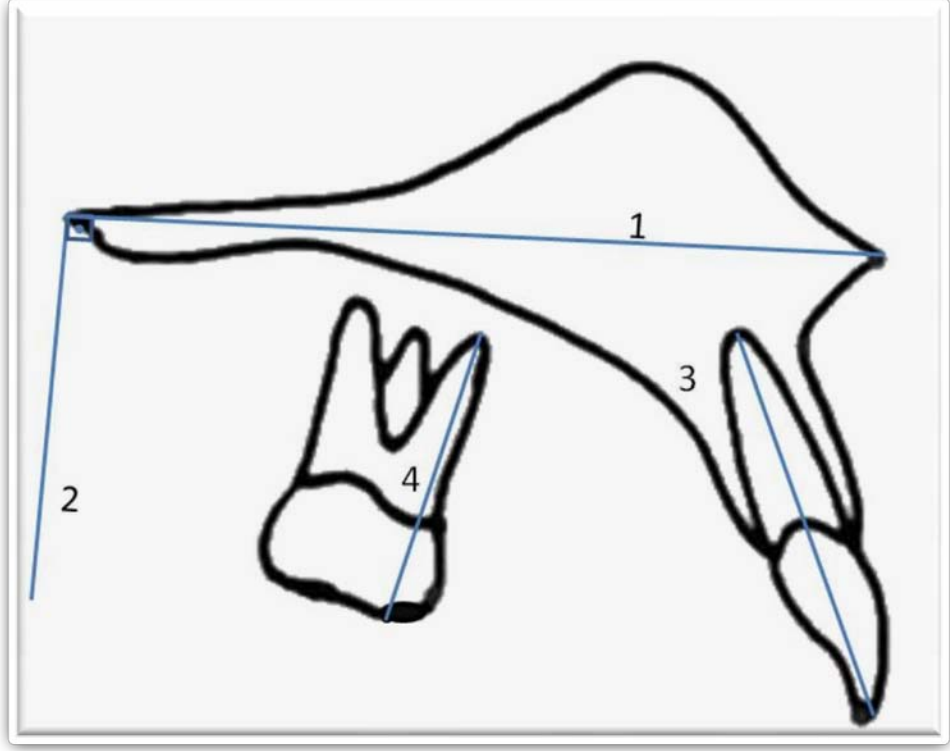
8. 6 kök ucu (Ap 6): Üst birinci büyük azı dişinin mezial kökünün apikalidir.



Şekil 6: DVT görüntülerinde kullanılan noktalar

DVT görüntüleri üzerinde belirlenen düzlemler (Şekil 7):

1. Palatal Düzlem (PD): ANS ve PNS noktalarından geçen düzlem
2. T Düzlemi: PNS noktasından geçip palatal düzleme dik olan düzlem
3. 1 uzun aksı: Is ve ApI noktalarını birleştiren düzlem.
4. 6 uzun aksı: Ms6 ile Ap6 noktalarından geçen düzlem



Şekil 7: DVT görüntülerinde kullanılan düzlemler

DVT görüntüleri üzerinde yapılan doğrusal ve açısal ölçümler (Şekil 8):

1. Sağ $\underline{1}$ uzunluk: Üst sağ orta keser dişin uzun aksı üzerinde ölçülen uzunluğu.

Aynı ölçüm sağ yan kesici, sol orta kesici ve sol yan kesici dişler için de tekrarlanmıştır.

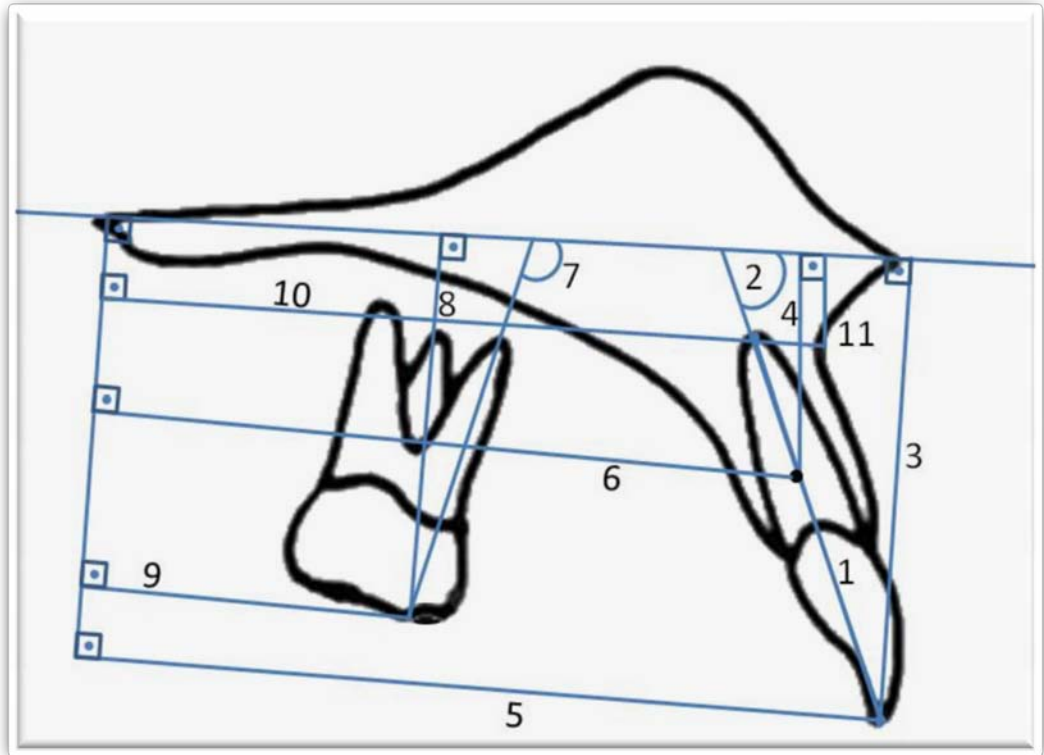
2. $\underline{1}$ -PD: Üst orta keser dişin uzun eksenin palatal düzlem ile yaptığı açıdır.

3. $\underline{1} \perp$ PD uzaklık: Üst orta keser dişin kesici kenarının palatal düzleme olan dik mesafesidir.

4. $Cr_1 \perp$ PD: Üst orta keser dişin direnç merkezinin palatal düzleme olan dik uzaklığı

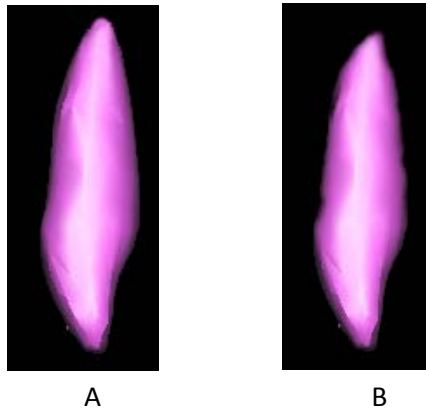
5. $\underline{1}$ -T: Üst orta keser dişin T düzlemine olan dik uzaklığı

6. $Cr_1 \perp T$: Üst orta keser dişin direnç merkezinin T düzlemine olan dik uzaklığı
7. $\angle PD$: Üst 1. büyük azı dişin meziobukkal tüberkülü ve mezial kökün apikalinden geçen doğrunun palatal düzlem ile yaptığı açı
8. $\angle PD$: Üst 1. büyük azı dişin meziobukkal tüberkülü ile palatal düzlem arasındaki dik mesafe
9. $\angle T$: Üst 1. Molar dişin meziobukkal tüberkülünün T düzlemine olan uzaklığı
10. $A \perp T$: A noktasının T düzlemine olan dik uzaklığıdır.
11. $A \perp PD$: A noktası ile PD arası dik uzaklıktır.



Şekil 8: DVT görüntüleri üzerindeki doğrusal ve açısal ölçümler

Dental volümetrik tomografide kemiklere ait densite değerleri grilik değeri cinsinden değil de, görüntülerdeki yoğunluğun relatif yorumu ile sağlanmaktadır. Bireyler arasında, dişlerin ve çevre dokuların densiteleri değiştiğinden, hacim ölçümleri sırasında tek bir sınır değerin seçilerek segmentasyon yapılması farklı bireylerde farklı dokuların istenmeden yokedilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle her dişin minimum densiteye ait sınır değeri her bireyin ihtiyacına göre ayarlandı. Böylece maksimum değer hiç değiştirilmeyip 3071’de tutuldu minimum değer ise 774’ten başlatıldı. Sınır densite değerleri belirlenirken tam ve bozulmamış diş konturlarının olmasına ve çevre dokuların elimine edilmesine dikkat edildi. Gerektiğinde manuel segmentasyon ile segmentasyon menüsündeki “multiple slice edit” seçeneği kullanılarak sadece dişler segmente edildi. Hacim hesaplanmasında, Simplant Pro 11 yazılımında bulunan “calculate 3D” seçeneği kullanıldı ve görüntü kalitesi için de “maximum” seçeneği tercih edildi. Dişin üç boyutlu rekonstrüksiyonunu takiben (Şekil 9), sadece kökte meydana gelen hacim değişikliğinin hesaplanabilmesi için dişler mine-sement sınırından ayrılıp, kron hacimleri ölçümlere dahil edilmedi. DVT ölçümlerinde de anlatıldığı üzere sağ ve sol santral ve lateral tüm kesici dişlerin hacimleri ölçüldü.



Şekil 9: Santral dişe ait intrüzyon öncesi (A) ve sonrası (B) volumetrik rekonstrüksiyon

3.2.3 Mini Vidaların Yerleşimi ve İntrüzyon Mekanizmasının Uygulanması

Mini vidaların yerleşim yerine göre oluşturulan birinci grupta, lateral ve kanin dişler arasına 1.4 mm çap 6 mm uzunluktaki self-drilling NeoAnchor Plus (Anchor Plus Los Angeles, CA 90010 USA) mini vidaları (Şekil 10) kullanıldı. Bu vidalar serbest dişetine, Depblue (Steven's Pharmacy, Costa Mesa, CA) topikal anestezi tatbikinden 10 dakika sonra, oklüzal düzlem ile yaklaşık olarak 30°-40° açılı olacak şekilde yerleştirildi. Self-drilling olan vidalar için herhangi pilot frezleme yapılmadı, flep kaldırılmadı. Sadece ilk giriş noktası, kemik üzerinden kaymaması için sond yardımı ile çentik açılarak işaretlendi. Aynı seansta, mini vidanın başından ark teline lateral diş braketinin yaklaşık 3 mm distalinde olacak şekilde, kesikli kuvvet uygulayan Continuous Chain (3M Unitek/ESPE, St Paul, Minn) ile sağ ve sol tarafta 40'ar g'lık kuvvet uygulandı (Resim 4). Hastalar 4 hafta aralıklarla kontrole çağrıldı. Her randevuda kuvvet yenilendi, vidanın stabilitesi ve vida çevresi yumuşak doku sağlığı kontrol edildi.



Şekil 10: NeoAnchor Plus mini vida



Resim 4: 1. Grupta uygulanan intrüziv mekanik

İkinci grupta yararlanılan mini vidalar, ikinci premolar ve birinci molar dişler arasına yerleştirildi. Bu bölgedeki interradiküler mesafenin daha fazla oluşu ve uygulanan mekaniğin sol tarafta oluşturacağı saat yönü tersindeki momentin vida stabilitesine olan dezavantajı minimuma indirmesi bakımından, NeoAnchor Plus mini vidanın çapı 1.6 mm uzunluğu ise 7 mm olarak tercih edildi. Yerleştirme prosedürü ilk grup ile aynı idi.

Bu grupta uygulanan intrüzyon mekaniği, Burstone (82, 86)'ın segmental ark felsefesinde yer alan yöntemlerden olan 3 parçalı intrüzyon arkının modifikasyonudur. 3 parçalı intrüzyon arkında, kuvvet uygulayan intrüziv ark molar banttaki tüpe yerleştirilirken, bu çalışmada mini vidanın başında bulunan delikten geçirildi. Kuvvet beta-titanium (TMA) teller ile uygulandı. 0.032 inch TMA ark telinin (TMA,Ormco, Orange, CA), mini vidanın başındaki delikten geçecek kısmı deliğin çapı doğrultusunda inceltildi, fakat keserlerdeki protrüzyonu engellememesi açısından tel ile vidanın deliği arasında sıkışma sağlanmadı. Kuvvet miktarı ilk grupta olduğu gibi sağ ve sol tarafta 40'ar g olacak şekilde ayarlandı. Kuvvet

uygulayacak uç çengel şeklinde bükölüp, uygulama noktası ilk grup ile aynı olacak şekilde ön diş braketlerinin slotlarına oturan 0.017x0.025 inch paslanmaz çelik tele tek nokta teması ile uygulandı (Resim 5). 1. Grupta olduğu gibi hastalar 4 hafta aralıklarla kontrole çağrıldı. Her randevuda kuvvet yenilendi, vidanın stabilitesi ve vida çevresi yumuşak doku sağlığı kontrol edildi.



Resim 5: 2. Grupta uygulanan intrüziv mekanik

İntrüzyon ile ilgili parametrelerin gözlemlendiği süre, standardizasyon açısından her iki grupta da 4 ay ile sınırlandı. İntrüzyon sonu kayıtları alındıktan sonra daha fazla intrüzyon gereken bireylerde aynı mekanikler ile devam edildi.

Her gruba ait birer olgunun intrüzyon öncesi ve sonrası intraoral fotoğrafları (Resim 6-9):



A



B



C



D



E

Resim 6: 1. Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti uygulanması öncesi istirahat halinde (A), maksimum gülümsemede (B) üst keser görünüşleri. Aynı hastanın intraoral cephe (C) ve yan (D, E) oklüzal görüntüleri.



A



B



C



D



E

Resim 7: 1. Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti sonrası istirahat halinde (A), maksimum gülümsemede (B) üst keser görünimleri. Aynı hastanın intraoral cephe (C) ve yan (D, E) oklüzal görüntüleri.



A



B



C



D



E

Resim 8: 2. Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti uygulanması öncesi istirahat halinde (A), maksimum gülümsemede (B) üst keser görünüşleri. Aynı hastanın intraoral cephe (C) ve yan (D, E) oklüzal görüntüleri.



A



B



C



D



E

Resim 9: 2. Gruptaki bir hastanın intrüzyon kuvveti sonrası istirahat halinde (A), maksimum gülümsemede (B) üst keser görünimleri. Aynı hastanın intraoral cephe (C) ve yan (D, E) oklüzal görüntüleri.

3.2.4 İstatistiksel Yöntem ve Metot Hatası

1. ve 2. Gruplardan elde edilen veriler E.Ü. Fen Fakültesi İstatistik Bölümü'nde, SPSS Version 16.0 for Windows programı ile değerlendirildi.

Grup içi intrüzyon öncesi-sonrası farkların değerlendirilmesinde Wilcoxon testi, gruplar arası farkların değerlendirilmesinde Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Ölçümlerde meydana gelecek hataları belirlemek amacı ile, hastaların intrüzyon öncesi ve sonrası sefalometrik film, periapikal film ve DVT kayıtlarından rastgele 10'ar adet seçilip, ölçümler tekrarlandı. Her bir parametre için metot hatasını hesaplamak amacı ile Dahlberg (120) formülü kullanıldı. İki ölçüm arasındaki farkların karesi alınarak ve aşağıdaki formüle yerleştirilerek standart metot hataları hesaplandı.

$$Sm = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n \times 2}}$$

Sm: Standart metot hatası

d: birinci ve ikinci ölçüm arasındaki fark

n: ikinci defa ölçüm yapılan lateral sefalometrik radyografi sayısı

Ayrıca her parametre için metot hatası belirlendikten sonra gerçek metot hatasının %95'lik alt ve üst güvenlik sınırları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$Sm^2 / (x^2 \cdot 0.975 / n) < \delta m^2 < Sm^2 / (x^2 \cdot 0.025 / n)$$

δ^2 = gerçek metot hatası

x^2 : n serbestlik derecesinde ki-kare (n=20)

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1 Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Lateral sefalometri, periapikal ve DVT parametreleri için hesaplanan metot hatası, alt ve üst sınır değerleri Tablo 1’de verildi.

Tablo 1: Metot Hatası ve gerçek metot hatasının %95’lik güvenlik sınırları

Sm: Metot Hatası

As: Alt Güvenlik Sınırı

Üs: Üst Güvenlik Sınırı

	Ölçümler	Sm	As	Üs
Sefalometrik dişsel ve iskeletsel	<u>1</u> - NA uzaklık (mm)	0.80	0.6	1.15
	overjet	0.20	0.17	0.31
	overbite	0.22	0.18	0.30
	interinsizal açı (derece)	0.24	0.21	0.53
	<u>1</u> - SN açı (derece)	0.70	0.5	0.53
	<u>1</u> - NA açı (derece)	0.78	0.62	1.05
	IMPA (derece)	0.63	0.47	0.93
	A-X uzaklık (mm)	0.58	0.25	0.79
	B-X uzaklık (mm)	0.52	0.25	0.87
	ANS-X uzaklık (mm)	0.43	0.23	0.77
	PNS-X uzaklık (mm)	0.46	0.16	0.79
	Pog-X uzaklık (mm)	0.58	0.29	0.85
	Me-X uzaklık (mm)	0.63	0.48	0.97
	Go-X uzaklık (mm)	0.65	0.45	1.01
	A-Y uzaklık (mm)	0.69	0.51	1.05
	B-Y uzaklık (mm)	0.71	0.52	1.07
	ANS-Y uzaklık (mm)	0.72	0.55	1.05
	PNS-Y uzaklık (mm)	0.70	0.48	1.08
	Pog-Y uzaklık (mm)	0.69	0.53	1.01
	Me-Y uzaklık (mm)	0.74	0.54	1.02
	Go-Y uzaklık (mm)	0.82	0.70	1.19
	SNA açı (derece)	0.22	0.17	0.33
	SNB açı (derece)	0.24	0.19	0.34
	ANB açı (derece)	0.25	0.17	0.31
	SNGoGn açı (derece)	0.32	0.25	0.48
	SN-OD açı (derece)	0.34	0.24	0.49
	SN-PD açı (derece)	0.24	0.16	0.31

Sefalometrik yumuşak doku	Sn-X uzaklık (mm)	0.60	0.45	0.91
	A'-X uzaklık (mm)	0.62	0.47	0.94
	Ls-X uzaklık (mm)	0.59	0.45	0.31
	Li-X uzaklık (mm)	0.57	0.43	0.81
	B'-X uzaklık (mm)	0.48	0.38	0.71
	Pog'-X uzaklık (mm)	0.53	0.39	0.73
	Sn-Y uzaklık (mm)	0.50	0.39	0.74
	A'-Y uzaklık (mm)	0.45	0.34	0.65
	Ls-Y uzaklık (mm)	0.52	0.41	0.76
	Li-Y uzaklık (mm)	0.49	0.38	0.71
	B'-Y uzaklık (mm)	0.52	0.39	0.73
	Pog'-Y uzaklık (mm)	0.63	0.47	0.91
	Sn-Me ¹ uzaklık (mm)	0.73	0.56	1.04
	Sn-St uzaklık (mm)	0.78	0.62	1.06
	St-Me uzaklık (mm)	0.71	0.61	1.03
	Ls-S uzaklık (mm)	0.76	0.64	1.10
	Li-S uzaklık (mm)	0.73	0.59	1.08
	<u>1</u> -Z uzaklık (mm)	0.65	0.51	1.02
	Nazolabial açı (derece)	0.72	0.61	1.07
	Mentolabial açı (derece)	0.77	0.62	1.01
Periapikal	sol santral uzunluk (mm)	0.51	0.40	0.91
	sol lateral uzunluk (mm)	0.49	0.38	0.69
	sağ santral uzunluk (mm)	0.50	0.38	0.70
	sağ lateral uzunluk (mm)	0.55	0.42	0.81
Dental volümetrik tomografi	sol santral uzunluk (mm)	0.11	0.08	0.15
	sol lateral uzunluk (mm)	0.18	0.13	0.24
	sağ santral uzunluk (mm)	0.15	0.12	0.23
	sağ lateral uzunluk (mm)	0.20	0.16	0.40
	<u>1</u> -PD açı (derece)	0.48	0.30	0.66
	Cr ₁ mesafe (mm)	0.50	0.39	0.75
	sol santral hacim (mm ³)	1.19	0.50	1.72
	sol lateral hacim (mm ³)	1.23	0.97	1.84
	sağ santral hacim (mm ³)	1.09	0.91	1.71
	sağ lateral hacim (mm ³)	1.34	0.02	1.95
	<u>1</u> -PD uzaklık (mm)	0.22	0.17	0.28
	<u>6</u> - T uzaklık (mm)	0.26	0.18	0.40
	<u>6</u> -PD açı (derece)	0.28	0.18	0.41
	<u>6</u> -T uzaklık (mm)	0.41	0.32	0,56
	<u>1</u> - PD uzaklık (mm)	0.20	0.11	0.46
	Cr ₁ -T uzaklık (mm)	0.28	0.19	0.39
	A-T uzaklık (mm)	0.27	0.19	0.38
	A-PD uzaklık (mm)	0.33	0.28	0.44

4.2 Tanımlayıcı İstatistiksel Değerler

Sefalometrik dişsel ve iskeletsel parametrelerin intrüzyon öncesi ve sonrasına ait ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SD) Tablo 2’de görülmektedir.

Sefalometrik yumuşak doku parametrelerinin, intrüzyon öncesi ve sonrasına ait ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SD) Tablo 3’te yer almaktadır.

Periapikal ölçümlerin, intrüzyon öncesi ve sonrasına ait ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SD) Tablo 4’te görülmektedir.

DVT ölçümlerin, intrüzyon öncesi ve sonrasına ait ortalamaları (X) ve standart sapmaları (SD) değerleri ise Tablo 5’te görülmektedir.

Tablo 2: Sefalometrik dişsel ve iskeletsel ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri

	1.Grup				2. Grup			
	İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası		İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
1- NA uzaklık (mm)	0.30	0.60	2.53	0.68	0.50	0.63	4.81	0.65
Overjet	2.92	0.31	5.03	0.39	2.69	0.31	7.22	0.37
Overbite	6.83	0.46	3.40	0.34	7.50	0.45	4.50	0.45
interinsizal açı (derece)	145.43	2.83	139.27	2.86	146.22	1.77	135.44	1.86
1- SN açı (derece)	93.60	1.97	99.20	2.23	90.03	1.94	102.09	2.05
1- NA açı (derece)	14.93	1.00	19.77	1.04	11.00	1.40	20.88	1.52
IMPA (derece)	93.27	2.10	94.23	2.16	93.18	1.28	94.09	1.25
A-X uzaklık (mm)	54.70	1.09	54.53	1.22	55.78	1.04	55.78	1.07
B-X uzaklık (mm)	92.53	2.04	92.40	1.96	93.16	2.11	13.56	2.18
ANS-X uzaklık (mm)	49.50	1.23	49.97	1.25	49.25	1.02	49.31	1.02
PNS-X uzaklık (mm)	48.40	1.05	48.43	1.05	48.50	1.06	48.66	1.12
Pog-X uzaklık (mm)	111.43	2.52	111.77	2.55	110.66	1.67	110.78	1.77
Me-X uzaklık (mm)	118.13	2.43	118.00	2.36	118.41	1.68	118.47	1.72
Go-X uzaklık (mm)	85.73	1.94	85.63	1.90	85.44	1.51	85.56	1.58
B-Y uzaklık (mm)	65.90	1.61	66.33	1.73	64.66	1.82	64.78	1.91
A-Y uzaklık (mm)	74.23	2.32	73.75	3.02	76.16	2.49	75.20	3.77
ANS-Y uzaklık (mm)	81.03	1.53	81.03	1.48	79.97	1.31	79.91	1.28
PNS-Y uzaklık (mm)	24.00	0.64	23.80	0.75	23.84	0.81	23.78	0.76
Pog-Y uzaklık (mm)	68.33	1.65	68.40	1.65	67.94	2.52	67.88	2.50
Me-Y uzaklık (mm)	59.57	1.99	59.77	2.04	60.47	2.78	60.44	2.77
Go-Y uzaklık (mm)	-7.90	1.38	-7.87	1.34	-13.22	1.00	-13.28	0.98
SNA açı (derece)	82.50	0.84	82.30	0.92	79.34	0.45	78.69	0.49
SNB açı (derece)	77.50	1.01	77.53	0.99	75.44	0.51	75.56	0.47
ANB açı (derece)	5.00	0.55	4.77	0.53	3.91	0.38	3.13	0.42
SNGoGn açı (derece)	34.13	0.57	34.17	0.54	34.59	0.81	34.69	0.76
SN-OD açı (derece)	14.73	0.86	12.70	0.77	18.22	0.90	16.22	0.81
SN-PD açı (derece)	9.10	0.41	9.20	0.45	9.06	0.77	9.15	0.77

Tablo 3: Sefalometrik yumuşak doku ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri

	1.Grup				2. Grup			
	İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası		İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
Sn-X uzaklık (mm)	46.73	1.14	46.54	1.14	45.87	97.00	45.97	0.89
A'-X uzaklık (mm)	51.11	0.92	51.08	1.12	49.28	1.26	48.77	1.26
Ls-X uzaklık (mm)	59.58	1.42	60.28	1.40	58.44	1.39	58.38	1.42
Li-X uzaklık (mm)	73.16	1.12	73.66	1.25	73.71	1.20	73.62	1.17
B'-X uzaklık (mm)	80.20	1.04	80.08	1.08	79.52	1.43	79.41	1.62
Pog'-X uzaklık (mm)	96.05	1.44	96.27	1.67	54.00	2.08	93.83	1.96
Sn-Y uzaklık (mm)	81.85	1.24	82.38	1.35	76.12	1.02	77.08	1.08
A'-Y uzaklık (mm)	80.16	1.20	80.90	1.15	74.95	1.05	76.44	0.91
Ls-Y uzaklık (mm)	82.32	1.31	82.84	1.31	76.81	1.14	77.81	1.00
Li-Y uzaklık (mm)	77.89	1.36	78.23	1.18	72.06	1.21	73.35	1.06
B ¹ -Y uzaklık (mm)	69.19	1.47	69.80	1.29	65.82	1.83	66.63	1.35
Pog ¹ -Y uzaklık (mm)	72.36	1.90	72.86	1.87	68.80	1.72	70.06	1.33
Sn-Me ¹ uzaklık (mm)	64.28	1.26	64.66	1.30	63.26	2.04	63.60	1.88
Sn-St uzaklık (mm)	20.31	0.45	19.95	0.51	20.95	0.71	20.56	0.63
St-Me uzaklık (mm)	43.46	1.06	43.88	1.15	40.00	1.11	40.41	0.95
Ls-S uzaklık (mm)	-1.12	0.45	-0.62	0.55	-2.47	0.35	-0.43	0.55
Li-S uzaklık (mm)	-1.30	0.51	-0.62	0.50	-1.87	0.36	-0.77	0.53
<u>1</u> -Z uzaklık (mm)	7.07	0.30	3.95	0.14	7.47	0.28	4.99	0.15
Nazolabial açı (derece)	121.11	1.53	121.64	1.47	118.43	1.67	115.88	1.60
Mentolabial açı (derece)	100.70	2.37	100.29	2.31	95.32	2.63	95.22	2.59

Tablo 4: Periapikal ölçümlerin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri

	1.Grup				2. Grup			
	İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası		İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
sol santral uzunluk (mm)	24.17	4.42	23.44	3.39	24.36	3.79	23.84	3.54
sol lateral uzunluk (mm)	22.76	3.80	22.22	3.43	23.01	4.35	22.54	4.00
sağ santral uzunluk (mm)	24.19	3.15	23.47	3.37	24.43	4.02	23.89	4.76
sağ lateral uzunluk (mm)	22.69	4.01	22.09	3.90	23.11	3.34	22.61	3.87

Tablo 5: Dental volümetrik tomografi tanımlayıcı istatistiksel bilgileri

	1.Grup				2. Grup			
	İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası		İntrüzyon Öncesi		İntrüzyon Sonrası	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
sol santral uzunluk (mm)	23.51	4.37	22.32	0.40	23.69	4.02	22.87	0.42
sol lateral uzunluk (mm)	22.10	3.40	21.25	0.45	22.36	3.15	21.64	0.37
sağ santral uzunluk (mm)	23.55	4.11	22.47	0.39	23.80	4.21	22.97	0.41
sağ lateral uzunluk (mm)	22.04	3.20	21.12	0.43	22.44	3.63	21.74	0.37
$\underline{1}$ -PD aç (derece)	97.77	6.32	103.96	6.51	97.08	6.27	111.85	6.48
Cr ₁ mesafe (mm)	16.34	2.09	13.85	1.98	16.61	2.41	15.06	1.47
sol santral hacim (mm ³)	290.85	26.25	269.57	19.13	253.46	19.37	241.23	16.53
sol lateral hacim (mm ³)	226.15	13.41	213.61	14.04	202.63	20.01	194.30	17.18
sağ santral hacim (mm ³)	265.99	21.41	246.67	17.15	281.95	21.64	266.86	18.60
sağ lateral hacim (mm ³)	212.52	17.52	199.86	15.49	231.82	17.90	222.07	18.01
$\underline{1}$ -T uzaklık (mm)	47.16	0.73	51.02	0.77	46.89	0.78	53.15	0.81
$\underline{6}$ - T uzaklık (mm)	21.66	0.72	21.87	0.70	21.91	0.63	21.79	0.61
$\underline{6}$ -PD uzaklık (mm)	19.64	1.21	20.12	2.75	20.47	1.93	20.28	2.10
$\underline{6}$ -PD aç (derece)	93.68	1.60	93.27	1.58	95.94	1.96	95.91	1.95
$\underline{1}$ - PD uzaklık (mm)	27.75	3.33	24.91	4.12	28.71	3.59	26.57	3.60
Cr ₁ -T uzaklık (mm)	44.31	3.62	43.66	3.18	46.24	3.16	44.70	2.89
A-T uzaklık (mm)	52.43	4.89	52.09	4.84	52.28	3.99	51.45	4.27
A-PD uzaklık (mm)	9.43	3.17	9.21	2.99	10.54	2.86	10.98	3.41

4.3 Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmalar

4.3.1 Dişsel ve İskeletsel Sefalometrik Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her bir parametrenin intrüzyon öncesi - sonrası farkına ilişkin; ortalama (X), standart sapma (SD) ve p değerleri ile intrüzyon öncesi - sonrası farkların gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin p değerleri Tablo 6'da görülmektedir.

$\underline{1}$ -NA uzaklığı ($p \leq 0.001$), overjet ($p \leq 0.001$), overbite ($p \leq 0.001$), interinsizal açı ($p \leq 0.001$), $\underline{1}$ -SN ($p \leq 0.001$), 1-NA ($p \leq 0.001$), IMPA (1. Grupta $p \leq 0.05$, 2. Grupta $p \leq 0.001$), ve SN-OD ($p \leq 0.001$) dişsel ölçümlerindeki değişiklikler istatistiksel olarak önemlidir. Üst ve alt kesicilerin öne doğru eğimleri ve overjet artmış, overbite ve kesiciler arası açı azalmış, oklüzal düzlem saat yönü tersi rotasyona uğramıştır. İki grubun karşılaştırılmasında overbite, IMPA ve SN-OD ölçümlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmezken, üst kesici eğimi ($\underline{1}$ -SN ve $\underline{1}$ -NA açıları, $\underline{1}$ -NA uzaklığı) ile overjet'teki artışlar ve kesiciler arası açıda azalma, 2. Grupta önemli olarak daha fazla bulunmuştur ($p \leq 0.001$).

İskeletsel ölçümlerden A-Y uzaklığı 2. Grupta önemli olarak azalmış, A noktasının bu geri hareketi bakımından gruplar arası fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Tablo 6: Sefalometrik dişsel ve iskeletsel ölçümlerin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

	1.Grup			2. Grup			GRUPLAR ARASI FARK
	X	SD	p	X	SD	p	p
<u>1</u> - NA uzaklık (mm)	2.23	0.86	0.001***	4.31	0.60	0.000***	0.000***
overjet	2.11	1.06	0.001***	4.53	1.12	0.000***	0.001***
overbite	-3.43	0.59	0.001***	-3.00	0.68	0.000***	0.097
interinsizal açı (derece)	-6.17	1.40	0.001***	-10.78	2.79	0.000***	0.000***
<u>1</u> - SN açı (derece)	5.60	1.76	0.001***	12.06	2.23	0.000***	0.000***
<u>1</u> - NA açı (derece)	4.83	1.18	0.001***	9.53	3.13	0.000***	0.000***
IMPA (derece)	0.97	1.37	0.016*	0.91	1.07	0.000***	0.716
A-X uzaklık (mm)	-0.17	1.56	0.622	-0.00	1.03	0.796	0.733
B-X uzaklık (mm)	-0.13	0.69	0.431	0.41	1.53	0.336	0.257
ANS-X uzaklık (mm)	-0.03	0.52	0.851	0.06	0.51	0.603	0.396
PNS-X uzaklık (mm)	0.03	0.52	0.748	0.16	0.54	0.260	0.452
Pog-X uzaklık (mm)	0.33	0.92	0.178	0.13	0.76	0.394	0.513
Me-X uzaklık (mm)	-0.13	0.90	0.442	0.06	0.57	0.671	0.612
Go-X uzaklık (mm)	-0.10	0.99	0.749	0.13	0.85	0.560	0.522
A-Y uzaklık (mm)	-0.48	0.90	0.427	-0.83	0.53	0.009**	0.037*
B-Y uzaklık (mm)	0.43	1.37	0.263	0.13	0.53	0.357	0.916
ANS-Y uzaklık (mm)	-0.00	0.82	0.850	-0.06	0.51	0.603	0.709
PNS-Y uzaklık (mm)	-0.20	1.03	0.467	-0.06	0.51	0.603	0.588
Pog-Y uzaklık (mm)	0.07	0.56	0.623	-0.06	0.51	0.603	0.555
Me-Y uzaklık (mm)	0.20	0.68	0.189	-0.03	0.59	0.855	0.365
Go-Y uzaklık (mm)	0.03	0.61	0.855	-0.06	0.36	0.480	0.572
SNA açı (derece)	-0.20	0.62	0.223	-0.66	0.51	0.001***	0.030*
SNB açı (derece)	0.03	0.30	0.655	-0.13	0.47	0.271	0.673
ANB açı (derece)	-0.23	0.65	0.158	-0.78	0.61	0.001***	0.026*
SNGoGn açı (derece)	0.03	0.13	0.564	0.09	0.46	0.429	0.488
SN-OD açı (derece)	-2.02	1.25	0.001***	-2.00	0.15	0.001***	0.645
SN-PD açı (derece)	0.10	0.34	0.257	0.19	0.58	1.00	0.520

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

4.3.2 Yumuşak Doku Sefalometrik Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her bir parametrenin intrüzyon öncesi - sonrası farkına ilişkin; ortalama (X), standart sapma (SD) ve p değerleri ile intrüzyon öncesi - sonrası farkların gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin p değerleri Tablo 7’de görülmektedir.

İkinci grupta üst dudağın Y düzlemine ($p \leq 0.05$) ve S düzlemine olan uzaklığında ($p \leq 0.001$), Sn-St uzaklığında ($p \leq 0.05$) ve nazolabial açıda ($p \leq 0.001$) istatistiksel olarak önemli değişiklikler olmuştur. Sn-St ve Ls-Y uzaklıkları bakımından gruplar arası fark istatistiksel olarak önemsiz iken, Ls-S uzaklığı ve nazolabial açı bakımından gruplar arası fark önemlidir ($p \leq 0.001$).

Her iki grupta 1-Z uzaklığı önemli olarak azalırken ($p \leq 0.001$), gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur.

Tablo 7: Sefalometrik yumuşak doku ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

	1.Grup			2. Grup			GRUPLAR ARASI FARK
	X	SD	p	X	SD	p	p
Sn-X uzaklık (mm)	-0.19	0.95	0.600	0.01	1.45	0.535	0.649
A'-X uzaklık (mm)	-0.03	1.31	0.861	-0.51	1.47	0.266	0.251
Ls-X uzaklık (mm)	0.70	2.79	0.551	-0.06	1.58	1.00	0.580
Li-X uzaklık (mm)	0.30	3.12	1.00	-0.09	0.12	0.609	0.968
B'-X uzaklık (mm)	-0.12	1.32	0.814	-0.10	1.89	0.836	0.984
Pog'-X uzaklık (mm)	0.21	2.01	0.638	-0.17	2.11	0.816	0.477
Sn-Y uzaklık (mm)	0.53	1.36	0.152	0.96	2.34	0.147	0.782
A'-Y uzaklık (mm)	0.74	1.52	0.133	1.50	1.59	0.300	0.323
Ls-Y uzaklık (mm)	0.52	1.51	0.177	1.00	0.41	0.014*	0.514
Li-Y uzaklık (mm)	0.34	1.43	0.363	1.29	3.11	0.690	0.374
B'-Y uzaklık (mm)	0.61	1.37	0.116	0.81	3.49	0.623	0.441
Pog'-Y uzaklık (mm)	0.51	1.00	0.074	1.26	3.12	0.069	0.721
Sn-Me' uzaklık (mm)	0.38	1.33	0.173	0.34	1.22	0.326	0.828
Sn-St uzaklık (mm)	-0.36	0.81	0.074	-0.39	0.71	0.035*	0.691
St-Me uzaklık (mm)	0.42	1.39	0.294	0.42	1.14	0.023	0.953
Ls-S uzaklık (mm)	-0.49	0.82	0.280	-2.03	2.22	0.001***	0.001***
Li-S uzaklık (mm)	0.68	0.90	0.334	1.10	1.28	0.079*	0.243
1-Z uzaklık (mm)	-3.12	0.80	0.001***	-2.48	0.68	0.000***	0.060
Nazolabial açı (derece)	-0.53	0.78	0.297	-2.53	0.64	0.000***	0.001***
Mentolabial açı (derece)	-0.41	1.03	0.201	-0.38	0.98	0.717	0.489

* p≤0.05, ** p≤0.01, *** p≤0.001

4.3.3 Periapikal Röntgen Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her bir parametrenin intrüzyon öncesi - sonrası farkına ilişkin; ortalama (X), standart sapma (SD) ve p değerleri ile intrüzyon öncesi - sonrası farkların gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin p değerleri Tablo 8’de görülmektedir.

Her iki grupta, santral ve lateral kesici dişlerin uzunluğunda istatistiksel olarak önemli azalma saptanmıştır ($p \leq 0.001$). Bu dişlerin uzunluğundaki azalma, 1.gruba kıyasla 2. Grupta daha az gerçekleşmiştir ($p \leq 0.001$ ve $p \leq 0.05$).

Tablo 8: Periapikal röntgen ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

	1.Grup			2. Grup			GRUPLAR ARASI FARK
	X	SD	p	X	SD	p	p
sol santral uzunluk (mm)	-0.73	0.47	0.001***	-0.52	0.38	0.000***	0.009***
sol lateral uzunluk (mm)	-0.54	0.32	0.001***	-0.47	0.30	0.000***	0.038*
sağ santral uzunluk (mm)	-0.72	0.49	0.001***	-0.54	0.40	0.000***	0.046*
sağ lateral uzunluk (mm)	-0.60	0.40	0.001***	-0.50	0.37	0.000***	0.041*

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

4.3.4 Dental Volumetrik Tomografi Bulguların Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her bir parametrenin intrüzyon öncesi - sonrası farkına ilişkin; ortalama ($\bar{X}$), standart sapma (SD) ve p değerleri ile intrüzyon öncesi - sonrası farkların gruplar arası karşılaştırmasına ilişkin p değerleri Tablo 9’da görülmektedir.

Her iki grupta, kesici dişlerin uzunlukları ve hacimlerinde, $\bar{1}$ - PD açısında, $Cr_{\bar{1}}$ -PD mesafesinde, $\bar{1}$ -T ve $\bar{1}$ -PD uzaklıklarında istatistiksel olarak önemli değişiklikler bulunmuştur ($p \leq 0.001$). $Cr_{\bar{1}}$ -T mesafesi gruplar arasındaki fark anlamlı olacak şekilde 2. Grupta daha fazla azalmıştır. Kesici dişlerin uzunlukları ve hacimleri azalmış, eğimleri ($\bar{1}$ - PD açısı ve $\bar{1}$ -T uzaklığı) artmıştır. A noktasının geri hareketi (A-T uzaklığı) 2. Grupta önemli olarak azalmış ve gruplar arası fark önemli çıkmıştır.

Her iki grup karşılaştırıldığında, kesici dişlerin uzunlukları ve hacimlerindeki azalmalar 1. Grupta, kesici eğimlerindeki artış ise 2. Grupta önemli olarak daha fazla bulunmuştur.

Kesici dişlerin direnç merkezinden ölçülen gerçek intrüzyon miktarı ($Cr_{\bar{1}}$ mesafesi) ortalama olarak 1. Grupta 2.48 mm., 2. Grupta 1.55 mm olarak belirlenmiştir. İntrüzyon miktarı 1.grupta, 2. gruba kıyasla önemli olarak daha fazla bulunmuştur ($p \leq 0.001$). Kesici dişlerin kesici ucundan ölçülen intrüzyon miktarı da ($\bar{1}$ -PD uzaklığı), 1.grupta, 2. Gruba kıyasla önemli olarak daha fazladır ($p \leq 0.001$).

Tablo 9: Dental volumetrik tomografi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırması

	1.Grup			2. Grup			GRUPLAR ARASI FARK
	X	SD	p	X	SD	p	p
sol santral uzunluk (mm)	-1.19	0.46	0.001***	-0.82	0.32	0.000***	0.010**
sol lateral uzunluk (mm)	-0.85	0.38	0.001***	-0.72	0.30	0.000***	0.040*
sağ santral uzunluk (mm)	-1.08	0.50	0.001***	-0.83	0.32	0.000***	0.025*
sağ lateral uzunluk (mm)	-0.92	0.39	0.001***	-0.70	0.30	0.000***	0.039*
<u>1</u> -PD aç (derece)	6.19	0.75	0.001***	14.77	0.88	0.000***	0.000***
Cr ₁ -PD uzaklık (mm)	-2.48	0.51	0.001***	-1.55	0.63	0.000***	0.001***
sol santral hacim (mm ³)	-19.32	5.94	0.001***	-12.23	3.16	0.000***	0.033*
sol lateral hacim (mm ³)	-12.66	3.23	0.001***	-8.33	2.31	0.000***	0.023*
sağ santral hacim (mm ³)	-21.28	6.50	0.001***	-15.09	3.64	0.000***	0.011*
sağ lateral hacim (mm ³)	-12.54	4.42	0.001***	-9.75	3.30	0.000***	0.037*
<u>1</u> -T uzaklık (mm)	3.86	0.52	0.001***	6.26	0.46	0.000***	0.000***
<u>6</u> -T uzaklık (mm)	0.21	0.33	0.573	-0.12	0.28	0.593	0.270
<u>6</u> - PD uzaklık (mm)	0.18	0.36	0.283	-0.19	0.44	0.312	0.354
<u>6</u> -PD aç (derece)	-0.41	1.56	0.150	-0.03	0.12	0.505	0.984
<u>1</u> -PD uzaklık (mm)	-2.80	0.32	0.001***	-2.15	0.27	0.000***	0.000***
Cr ₁ -T uzaklığı (mm)	-0.65	0.43	0.021*	-1.54	0.39	0.001***	0.039*
A-T uzaklık (mm)	-0.10	0.34	0.257	-0.83	0.22	0.000***	0.000***
A-PD uzaklık (mm)	-0.22	0.41	0.326	0.44	0.34	0.276	0.36

* p≤0.05, ** p≤0.01, *** p≤0.001

4.3.5 Periapikal Röntgen ve Dental Volumetrik Tomografi Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Her bir grupta periapikal röntgen cihazı ve DVT ile elde edilen görüntülerden ölçülen kesici diş uzunlukları arasındaki farkın ortalama (X), standart sapma (SD) ve p değerleri Tablo 10’da verilmiştir.

Hem 1. hem de 2. Grupta DVT görüntüleri üzerinde hesaplanan kesici diş uzunluklarının intrüzyon öncesi - sonrası farkları (kök rezorpsiyon miktarları), periapikal filmler üzerinden hesaplanan farklardan istatistiksel olarak fazla bulunmuştur ($p \leq 0.001$).

Tablo 10: Periapikal Röntgen ve Dental volumetrik tomografi ölçümlerinin karşılaştırılması

	1.Grup			2. Grup		
	X	SD	p	X	SD	p
sol santral uzunluk (mm)	-0.46	0.13	0.001***	-0.30	0.14	0.000***
sol lateral uzunluk (mm)	-0.31	0.12	0.001***	-0.25	0.14	0.000***
sağ santral uzunluk (mm)	-0.36	0.15	0.001***	-0.30	0.16	0.000***
sağ lateral uzunluk (mm)	-0.32	0.18	0.001***	-0.20	0.15	0.000***

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

BÖLÜM V

TARTIŞMA

Güncel ortodontik kavramlarda estetik hedef alınarak tedaviye başlanmasının gerekliliği, üst dudağa göre üst keserlerin konumunun değerlendirilmesini zorunlu kılar (569, 570). Keser görünümünde meydana gelen değişiklikler, dudakların elastikiyetine, kas tonusunda meydana gelen kayba ve üst dudağın yerçekimi etkisi altında kalmasına bağlı olarak yaşla birlikte azalma gösterir. 30 yaşında 3 mm'lik bir keser görünümü uygun iken, 60 yaşında bu 1 mm'ye düşer (137, 530, 570). Bu yüzden yetişkinler ve yaşlılarda konuşma esnasında zaman zaman üst keserler, devamlı olarak ise alt keserler gözüktür (569). Çeşitli araştırmacılar keser intrüzyonunun gülümseme arkında düzleşmeye neden olacağını ve gülümsemenin çekiciliğini yitirerek yapay bir hal alacağı bildirmiştir (285, 453, 568). Hulsey (209), ortodontik olarak tedavi gören hastaların gülümseme çizgisinin tedavi görmemiş hastalara göre daha düz bulurken, Ackerman ve ark. (3) tedavi edilen hastaların %32'sinde düzleşmiş gülümseme çizgisi saptamışlar ve tedavi edilmemiş grupta bunu sadece %5 olarak belirlemişlerdir. Bu yüzden çalışmamızda overbite'ı tamamen düzeltecek ya da overcorrection yapacak şekilde kesici intrüzyonu yerine, üst keserlerin üst dudakla istirahat, fonksiyon ve gülümseme sırasındaki ilişkisine göre intrüzyon miktarı ayarlandı. Gerekliyse derin kapanışın düzeltilmesine alt keser intrüzyonu ile devam edildi. Bu nedenle, intrüzyon sonunda hiçbir hastada artmış dişeti gülümsemesi mevcut değildi. Keserler uygun konuma getirildikten sonra hala devam eden düşük oranlardaki dişeti gülümsemesi olsaydı, lokal gingivektomi ya da cerrahi kron uzatma operasyonu tercih edilebilirdi (570). Hastalarımızda molar ekstrüzyonu ile tedavi düşünülmemesinin sebebi ise, dik yön boyutu artışının nöromusküler adaptasyon gerektirmesi ve bunun da yetişkin

hastalarda zayıf olması nedeni ile derin kapanışın relaps ile sonuçlanabileceğidir (69, 321, 347, 349).

Lin ve ark. (284), Ohnishi ve ark. (373) ve Deguchi ve ark. (130)'nın çalışmalarında, tedavinin seviyeleme ve düzenleme safhasında tüm dişler birlikte seviyelenmiştir. Devamlı ark üzerinde böyle bir teknik izlendiğinde ister istemez diğer dişlerde yan etkiler oluşacaktır. Ekstrüzyon, intrüzyondan daha kolay olduğu için komşu dişlerde ve molarlarda uzama görülebilecektir (82, 87, 353). Bu yan etkiler, önce seviyeleme yapıp daha sonra mini vida desteği ile keserlerin gömüldüğü bir çalışmada Upadhyay ve ark. (512)'inca da belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, keser intrüzyonu ya devamlı arklar ya da bölümlü ark üzerinden intrüzyon şeklinde iki yöntemle yapılmaktadır. İntrüze edilecek dişler kendi aralarında bir grup oluşturup sadece bu dişlere kuvvet uygulanması bölümlü arkla intrüzyon (243, 414, 415, 467, 512), tek bir arkı tüm dişlerden geçirip bu arka kuvvet uygulanması devamlı arklar üzerinde intrüzyon şeklinde karşımıza çıkmaktadır (373, 512). İntrüzyonun, molarlara uzanan tek bir ark teli üzerinden yapılmasıyla telin anterior kısmı yukarı doğru hareket ederken, posterior bölgesinde de tam tersi bir hareket izlenmesi muhtemeldir. Bu yüzden kanımızca eğer molarlara kadar uzanan tek bir tel üzerinde intrüzyon yapılacaksa Deguchi ve ark. (130)'nın uyguladığı gibi teli zemberekler ile bölümlendirerek posterior dişler üzerinde yan etkilerin oluşması önlenabilir. Şenışık ve Türkkahraman (467) ise 0.016 inch pasif SS tel ile seviyeleme yapmaksızın intrüzyon gerçekleştirmişlerdir. Ancak genel uygulama, keser intrüzyonu sırasında stabilize edici, rijit dikdörtgen ark tellerinin kullanılmasıdır. Rijit olmayan ark telleri kullanıldığında intrüze edilen dişlerin direnç merkezleri birbirine yaklaşacak şekilde eksen eğimlerinde değişiklikler olur ve daha fazla kontrolsüz hareket ve protrüzyon

meydana gelir(87). Diğer mini vida destekli keser intrüzyonu çalışmalarında (130, 243, 284, 373, 414, 415, 495, 512) da intrüzyonun rijit ark telleri üzerinde gerçekleştirilmesi tercih edilmiştir. Bu sebeplerden, çalışma gruplarımızda intrüzyona geçilmeden önce anterior dört keser diş seviyelendi ve stabilize edici rijit ark tellerine geçildi. Seviyelemeyi sadece ön dişlerle sınırlı tutmak istememizin nedeni devamlı arklar ile meydana gelebilecek uzamaları engellemektir. Ayrıca bölümlü arklarla seviyelenme yapılabilse de bu tercih edilmedi. Çünkü posterior dişlere herhangi mekanik uygulanmayacağından, oral hijyen bakımını güçleştiren ve plak retansiyonuna neden olan aygıtların yerleştirilmemesinin hem hasta hem de hekime avantaj sağlayacağı düşünüldü. İntrüzyon gruplarımızda dişler önemli miktarda retruziv olduğu için seviyeleme sırasında meydana gelen protrüzyonlar bizim için sorun oluşturmadı. Santral ve lateral keser dişler arasındaki seviye farkı seviyeleme ve daha sonraki intrüzyon aşamasında büyük jiggling hareketlerine neden olacak şekilde ise, bu bireyler çalışma grubuna dahil edilmedi. Bu durumda, önce fazla uzamış orta keser dişlerin intrüze edilmesi ve bu dişler uzamış yan kesici dişlerle aynı seviyeye geldikten sonra, tüm keser segmentin intrüzyonu tavsiye edilmiştir (87, 243). Başlangıç kayıtları tam intrüzyona geçmeden önce alındığı için gruplarda seviyeleme sırasında oluşan herhangi protrüzyon ya da konum değişikliği sonuçlarımızı etkilemedi.

Araştırmacılara göre (93, 200), self-drilling vidalardaki vida-kemik teması self-tapping vidalara göre daha üstündür. Kim ve ark. (240) da self-drilling vidaların daha iyi stabilite gösterdiğini ve yivlerinin arasında kemik yoğunluğunun daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Florvaag ve ark. (156) yerleştirme torkunu göz önüne alarak self-drilling vidaların primer stabilitesinin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitli araştırmacılar, pilot frezle yiv açılırken ortaya çıkan ısının mini vidanın

stabilitesini etkileyebileceğini bildirmişlerdir (173, 351). Vidaların şekli incelendiğinde ise, Yano ve ark. (232) hem hemen yükleme hem de iyileşme sürecini takiben yapılan yükleme gruplarında, konik vidaların silindirik vidalara göre daha fazla kemik-mini vida teması sergilediğini saptamışlardır. Florvaag ve ark. (156) konik dizaynlı mini vidaların silindirik olanlara göre önemli oranda daha fazla primer stabilite sağladığını bulmuşlardır. Primer stabilite erken dönem kuvvet uygulanmasında anahtar noktadır (553). Çünkü mini vida yerleşiminden hemen sonra ankraj tamamen mekanik olarak sağlanır, osteointegrasyonla sağlanan ikincil stabilite ancak birkaç hafta sonra elde edilir (156). Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda, konik şekilli ve self-drilling mini vidalar kullanılmıştır.

Literatür incelendiğinde kullanılan mini vidaların çaplarının 1.0 mm-2.3 mm, uzunluklarının ise 4-21 mm arası değiştiği görülmektedir (117, 433). Mini vidaların uzunluklarına karar verilirken, kemiğin derinliği kalitesi, vidanın yerleşim açısı, transmukozal kalınlık ve komşu önemli yapılarla ilişkisi göz önünde bulundurulur (117, 256, 324, 506). Mini vidanın uzunluk ve çapının büyümesi yerleşim sırasında kök hasarı riskini artırır (102). Yapılan çalışmalar, mini vidaların kök yüzeyi ile teması sonucu oluşan hasarın vida uzaklaştırıldıktan sonra iyileşme gösterdiğini belirtmektedir (22, 222, 306). Fakat yine de mini vidaların kök ile teması ya da kök ile çok yakın komşuluk göstermesinin vida başarısızlığında çok önemli bir faktör olduğu bildirilmektedir (101, 257). Matheus ve ark. (14) yaptıkları sistematik değerlendirmede, hasar dentin ve ya da sementle sınırlı olduğu ve enflamatuar infiltrasyon ya da pulpal invazyon olmadığı sürece iyileşme ve periodontal yapının tamirinin tam olduğunu, fakat pulpada perforasyon varsa; bunun ankiloz, kemik dejenerasyonu ve kök rezorpsiyonu ile sonuçlanabileceğini veya iyileşmenin de mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, ön bölgede kökler arası mesafe biraz daha dar olduğundan 1.4 mm çap 6 mm uzunlukta mini vidalar; posterior bölgede ise 2. Premolar ve 1. Molar dişler arası interradyiküler alanın nispeten daha geniş olması ve kaldırma kolunun meydana getireceği saat-yönü tersindeki momentin vida stabilitesini etkileme riskine karşı, 1.6 mm çapında 7 mm uzunluğunda mini vidalar tercih edildi. Mini vidaların yerleştirilecekleri bölgenin uyuşturulması için lokal anestezi yerine topikal anestezi jel kullanıldı. Bunun nedeni hem hastaların enjeksiyona karşı olan anksiyetesine maruz kalmamak hem de çeşitli araştırmacıların da tavsiyesi üzerine kemik ve diş dokularını uyuşturmaktan ziyade sadece mukoza örtüsü ve periostu uyuşturabilecek ve böylece çevre anatomik dokulara zarar verme riskine karşı hastadan biofeedback sağlanmasının hedeflenmiş olmasıdır (29, 263, 458).

Park ve ark. (395) başarı oranlarında çok fazla farklılık olmasa da minividaların kemik yüzeyine dik yerleştirilmesi yerine geniş açı (140° - 150°) ile yerleştirilmesini tavsiye etmiş, böylece hem köke zarar verme riskinin azalacağını hem de kortikal kemik ile vidanın temasının artırılarak stabilitenin artacağını belirtmişlerdir. Kyung ve ark. (263) maksillada mini vidaların dişlerin uzun aksı ile 30° - 40° açılı olacak şekilde, Carano ve ark. (89) 30° - 45° açı ile yerleştirilmesini önermişlerdir. Özellikle bukkal alveolar sırt ince ve linguale eğimli ise, vidanın kayma riski vardır, mini vidanın ucu kemiğe saplanıp yerleşim esnasında kemikte stresler oluşturduğu için kortikalin yüzeyel tabakası zayıflayabilir, mini vidanın üst kısmı daha az kemik kontakına sahip olacağından yivli bölüm kemik tarafından desteklenmeden açıkta kalabilir. Tüm bu sebeplerden dolayı açılardırma çok fazla olmamalıdır (351). Bizim gruplarımızda da mini vidalar Kyung ve ark. (263)'nın önerdiği şekilde dişlerin uzun aksı ile 30° - 40° açı yapacak şekilde yerleştirildi.

Keser intrüzyonu için başvurulacak mekaniklerde farklı konumlardaki vidalardan destek alınmıştır. Mini vidaları lateral ve kanin diş arası konumlandıran çalışmalarda (284, 414, 415, 467, 512) avantajlar; anterior bölgede mini vida yerleşimi için en geniş interradiküler bölgenin burada olması (145, 152, 272) ve kuvvetin uygulanma noktasının keser segmentin direnç merkezinden geçmesidir (82, 134, 424, 500). Diğer mini vida yerleşim konumları; lateral ve santral dişler arası interradiküler bölge (130, 284, 495, 511) ve ANS'nin altıdır (243, 373). Taner ve ark. (495)'nin çalışması hariç diğer çalışmalarda kuvvet mini vidadan dikey olarak uygulanmıştır, yani vida konumu öne doğru kaydıka anterior segmentin direnç merkezinin daha önünden kuvvet uygulanmıştır (134, 424, 500, 509, 528). Bu da vidanın konumu daha anterior'a kaydıka daha fazla flaring'e neden olacağı anlamına gelmektedir (82, 87, 271, 347, 472). Orta keser dişler arasına mini vida yerleştirilebilse de bu yöntemin dezavantajı, interradiküler bölge dar olduğu için vidanın apekslerden daha yukarı konumlandırma gerektirmesi ve frenilum kesilerek yerleştirilmesi yani cerrahi işlemi takiben de iyileşme perioduna gerek duyulmasıdır. Oysa ki literatürde (46, 104, 305, 311, 548) mini vidaların yapışık dişetinde bulunduğu daha iyi bir prognoz sergileyip, başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Keratinize olmayan dokuya mini vida yerleşimi sonucunda yumuşak doku ve has bağlantılarının hareketi uzun dönemde mini vida başarısızlığı ile sonuçlanan mini vidanın mikrojiggling'ine neden olabilir, enflamasyon görülebilir ve/veya mukoza hipertrofisi mini vidayı örtüleyebilir (30). Bu durumda ya yerleştirilirken mini vidanın başına bir iyileşme başlığı (203) veya ikinci bir operasyon ve abutment (373) uygulanması ya da vida yumuşak doku altında bırakılacaksa vida başına yerleştirilecek tel ligatürden kuvvet uygulaması (130, 324) ile intraoral ortam ve vida bağlantısı sağlanabilir. Ayrıca VAS skorlaması yöntemi ile mini vida yerleşimi

sonrası ağrıyı araştıran Kuroda ve ark. (256) insizyon ya da flep cerrahisi uygulamadan yerleştirilen mini vidalarda hem ağrının uzunluğunun hem de şiddetinin daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Sadece tek bir vakada (284) mini vida 2. premolar ve 1. molar dişler arasına konumlandırılmış ve 0.015x0.025” TMA ark teli ile intrüziv kuvvet uygulanmıştır. Bu bölgenin avantajı bukkal bölgede en geniş interradyiküler mesafeye sahip olunmasıdır (145, 152, 272, 394, 397, 413, 458).

Araştırmacıların mini vidaların non-keratinize mukoza yerine keratinize gingivaya yerleştirilmesi tavsiyesine (30, 104, 303, 324) 2. grubumuzda uyulurken, 1. Grupta lateral ve kanin dişler arası interradyiküler mesafenin nispeten kısıtlı olması ve intrüzyon ile köklerin vida ile temasa geçebilme riski ya da vidanın repozisyonun gerekmesi ihtimaline karşı, 1. Grupta vida hareketli dişetine yerleştirilmiş ve hastalardan azami hijyen istenmiştir.

İntikali harekette anahtar nokta olan direnç merkezinden kuvvet uygulama konsepti gereğince, keser segmentin direnç merkezi lateral ve kanin dişler arasında olduğundan bizim çalışmamızda da her iki grupta kuvvet laterallerin distalinden uygulanmıştır. Vida konumu olarak 1. Grupta daha fazla vertikal komponente sahip olan anterior konumlu mini vidadan, 2. Grupta ise dikey komponenti daha az yatay komponenti daha fazla olan 2. premolar ve 1. molar dişler arasındaki vidadan kaldıraç kolu yardımı ile kuvvet uygulanmıştır. 2. Gruptaki teknik Burstone (82, 86, 87)’in 3 parçalı intrüzyon arkının mini vidadan destek alan modifikasyonudur. Posterior mini vidadan direkt mekanik uygulamak yerine indirekt ankraj mekaniği de kurgulanabilirdi. Fakat Papadopoulos ve ark. (392) direkt mekaniklerle ankraj elde edilmesinin indirekt mekaniklerle ankraj korunmasına nazaran daha etkili olduğunu bildirmiştir. Bu yüzden çalışmamızda indirekt ankraj metotlarının kullanılması yerine direkt ankraj yöntemi tercih edilmiştir.

Her iki grupta da vidalardan kuvvet uygulaması, vidanın yerleştirildiği seans yapılmıştır. Hayvan çalışmaları (131, 232, 240) hemen yüklemenin başarılı olduğunu gösterirken, Manni ve ark. (311) da 132 hastaya yerleştirilen 300 mini vida üzerinde yaptıkları çalışmada, hemen yüklemenin geç yüklemeye göre daha stabil sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Şengül (492) ise tez çalışmasında hemen yükleme yapılan vidaları, 2 ay sonra yükleme yapılan vidalarla aynı oranda başarılı bulmuştur. Çeşitli araştırmacılar (326, 439, 443) hemen yüklemenin implantın/mini-implant etrafındaki alveolar kemik ossifikasyonunu artırdığını göstermiştir (443). Melsen ve Costa (326) ise mini vidaların hemen yüklenebileceğini ve kemik densitesi ve mini vida stabilitesinin zamanla artacağını bildirmişlerdir. Her ne kadar çeşitli araştırmacılar (113, 326, 372) ortodontik kuvvetlerle mini vidaların hemen yüklenmesinde başlangıçta hafif kuvvetlerin kullanılmasını tavsiye etseler de, intrüzyonda uyguladığımız kuvvetler hafif olduğu için tüm süreç boyunca kuvvet miktarı sabit tutulmuştur. Bulgularımız ortodontik kuvvetlerle hemen yükleme yapmanın herhangi komplikasyona yol açmayacağını belirten araştırmacılarla (311, 326, 372, 395) paralellik göstermektedir.

Intrüzyonda uygulanacak mekaniklere karar verilirken, bu mekaniklerin uyguladıkları kuvvetin özellikleri dikkate alınmalıdır. Beta-titanyum tellerin elastiklik modüllerinin (yük-defleksiyon oranı) paslanmaz çelik tellerden daha düşük olması ve böylelikle heliks bükümüne ihtiyaç duyulmaması, benzer aktivasyonlarda paslanmaz çelik tellerden yaklaşık %50 oranında düşük kuvvet uygulamaları, şekil verilebilme özelliklerinin nikel titanyum tellerden üstün olması ve kesikli kuvvet uygulaması gibi avantajları vardır. Bu nedenle çalışmamızda TMA ile kuvvet uygulanması tercih edilmiştir (70, 81, 83, 347, 353, 474).

Kuvvet uygulaması kesildiğinde ya da belli bir seviyenin altına düştüğünde rezorbe olan kökte tamir işlemlerinin başladığı (383, 427, 447), kesikli kuvvetlerin devamlı kuvvetlere göre daha az kök rezorpsiyonu yarattığı (2, 310, 426, 540) ve düşük devamlı kuvvetlerin dokularının bütünlüğünü koruduğunu (150) göz önüne alındığında NiTi kapalı yaylar ile mini vida destekli keser intrüzyonu gerçekleştiren çalışmaların (243, 414, 415, 467, 495, 511) aksine TMA teller ve elastik zincir tercih edilmiştir. Upadhyay ve ark. (512)'da mini vida ile keser intrüzyonu yaptıkları çalışmalarında elastik zincir kullanmayı tercih etmişlerdir. Lin ve ark. (284) vaka sunumlarında 2 bireyde elastik zincir, 1 bireyde ise TMA tel tercih etmişlerdir ki bu da Burstone (79)'ın intrüzyon vakalarında yüksek elastik limiti ve düşük elastiklik modülü olan tel kullanılması tavsiyesi ile paralellik gösterir.

Elastik zincirlerin ve TMA ark tellerinin uyguladıkları kuvvetlerdeki azalma oranları çeşitli çalışmalarda değişen oranlarda bildirilmiştir. Klinik olarak ortodontik elastiklerin devamlı sabit kuvvet uygulayamaması ve ilk saatlerden-ilk birkaç güne kadar kuvvette hızlı düşüş gösterip daha sonraki günlerde bu düşüşün daha az miktarda da olsa azalarak devam etmesi nedeni ile elastiklerle uygulanan kuvvetin istenen miktardan daha fazla olması tavsiye edilmiş ya da kısa bir süre sonra istenen kuvvetten daha düşük bir seviyede bir kuvvetin göze alınması gerektiği vurgulanmıştır (56). da Silva ve ark (118), farklı markaların sıkı elastik zincirlerini kuru ortamda araştırdıkları çalışmalarında en fazla kuvvet kaybının Unitek markasında olduğunu, 30 dakika içinde kuvvet kaybının %13, 7, 14 ve 21 günlerdeki kuvvet kayıplarının ise sırasıyla %39, %44 ve %47 olduğunu açıklamışlardır. Sekiz farklı üreticinin elastik zincirlerini karşılaştıran Buchmann ve ark.(77) 3M Unitek marka elastik zincirin 1, 2, 8 saat ve 21 gün sonraki kuvvet kayıplarını yaklaşık olarak %29, %43, % 45 ve %60 olarak bildirmişlerdir, Unitek marka elastik zincirin

kuvvet oranlarında görülen düşüşler önemli ölçülerde olduğu için bizim çalışmamızda Unitek marka elastik zincir tercih edildi.

Çalışmamız sırasında klinik olarak gözlemlerimiz dahilinde, 4 haftanın sonunda TMA telin ve elastik zincirin pasif olmasının rezorptif aktiviteyi yavaşlattığı düşünülmektedir (540). Deguchi ve ark. (130) ise mini vidalardan tel ligatür ile kuvvet uygulayıp, kuvvetin sadece ilk birkaç gün aktif olduğunu ve geriye kalan süreçte köklerin dinlenme ve tamir periodunda oldukları için daha az miktarda rezorpsiyon görüldüğünü bildirmişlerdir.

Intrüzyon için bildirilen en ağır kuvvetler 80-120 g arasındadır. Ancak intrüzyon hareketinde kuvvet kök apeksinde ufak bir alanda yoğunlaştığı ve ağır kuvvetlerin intrüzyon hızını arttırmayıp aksine kök rezorpsiyonu ve dişlerde yan etkiler meydana getirdiği için (86, 87, 132, 172) araştırmamızda ağır kuvvetlerden kaçınıldı. Sağ ve sol tarafta 40'ar g olarak uygulanan kuvvet miktarı diğer mini vida ile intrüzyon yapılan çalışmalarla (284, 373, 414, 415, 467, 495, 511, 512) da paralellik göstermektedir.

Çoğu çalışma vidalardaki başarı oranını %80'in üzerinde bulurken, bildirilen başarı oranları %0-%100 arası değişmektedir (433). Şenışık ve Türkkahraman (467)'ün çalışmalarında 3 vidada gevşeme yaşanmıştır, fakat o çalışmada kullanılan vidanın çapı 1.3 mm uzunluğu ise 5 mm'dir ve vidanın başına yakın sıklaşan yivler yoktur. Polat-Özsoy ve ark. (414)'nın çalışmasında 1.2 mm çap ve 6 mm uzunluktaki mini vidaların kullanılmış, 1 mini vidanın lateral diş köküne yakın olmasına, 2 mini vidanın ise post-operatif enfeksiyon ve mobilitateye bağlı olarak, yeniden yerleştirildikleri bildirilmiştir. Costa ve ark. (113) vidalamanın tersi yönünde bir moment yaratıldığında mini vidaların gevşeyebileceğini belirtmiştir. Kuroda ve ark.

(256) ise intrüziv hareketlerdeki vida başarısızlığının diğer hareketlere göre istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda, sadece 2. Gruptaki bir hastanın sol tarafında vidanın stabilitesinde sorun yaşanmıştır. Yeni vida eski yerleşim noktasının yaklaşık 2 mm üstünde olacak şekilde yeniden konumlandırılmıştır. Özellikle de 2. Grup hastalarda mekaniğin uyguladığı saat yönünün tersindeki momente rağmen herhangi bir sorunla karşılaşılmasının nedeni, kuvvetin 40 g ile sınırlı olması ve NeoAnchor Plus vidaların son 1.5 mm'sinde sıklaşan ekstra yivlerin stabiliteyi artırması olabilir. Diğer bir etken ise 2. Premolar-1. Molar arasına yerleştirilen vidaların çapının anterior pozisyonlu vidalar gibi 1.4 mm değil 1.6 mm olması yani daha geniş çapa sahip olmalarıdır.

Ankraj olarak dişsel ünitelerin kullanılması yerine bir iskeletsel ankraj metodu olan mini vidalardan destek alınması molar diş pozisyonlarında (ekstrüzyon ve/veya tipping) herhangi anlamlı değişiklik olmamasına neden olmuştur. Bu bulgularımız mini vida ile keser intrüzyonu yapıp vertikal ve sagittal ankrajın korunduğu diğer çalışmalarla(130, 243, 373, 414, 415, 467, 511, 512) da uyumludur. Konvansiyonel yöntemlerle ya molarlarda uzama ya da devrilmeye eksen eğimlerinde değişiklik olmakta (7, 15, 191, 207, 377, 415, 467, 541), ya da ankrajı destekleyici intraoral ve ekstraoral aygıtlara ihtiyaç duyulmaktadır (82, 87, 114, 130, 133, 325, 350, 561).

Burstone(87) gerçek intrüzyonu dişin direnç merkezinin referans düzlemine göre apikal yöndeki hareketi olarak tanımlamıştır. İntrüzyon miktarının hesaplanmasında, farklı çalışmalarda dişlerin kök uçları (146, 377) ya da kesici kenarları (130, 322) kullanılmıştır. Fakat bu noktaların dikey yöndeki konumunun protrüzyon-retrüzyon gibi diş hareketlerinden etkilenmesi ve kök rezorpsiyonu sonucunda apeksin yerinin değişmesine bağlı olarak yanıltıcı sonuçlar çıkması nedeni ile, intrüzyon miktarının net olarak belirlenmesinde en sağlıklı sonucun,

dişlerin eksen eğimlerinde meydana gelen değişimden bağımsız ve uzun aks üzerinde yer alan yani direnç merkez olarak adlandırılan noktanın dik yöndeki hareketinin değerlendirilmesi ile elde edilebileceği bildirilmiştir (191, 245, 359, 414, 415). Kesici kenarın röper alınması, flaring nedeni ile kesici kenarın öne hareketi sonucu dik yöndeki pozisyonunu değiştireceğinden hesaplanan intrüzyonu elde edilenden daha fazla verirken, kök rezorpsiyonu sonucu apeks daha oklüzal yönde konumlanacağından bu durumda da hesaplanan rezorpsiyon gerçekte elde edilenden daha az olacaktır (377). Matematiksel-fiziksel modellerle (85, 564), sonlu elemanlar analizi modelleriyle (92, 416, 457) ya da kadavralarda (406, 407, 416, 527, 528) dişlerin direnç merkezleri saptanmaya çalışılmıştır. Fakat periodontal ligament ölümünden sonra yapısal olarak değiştiği için her ne kadar silikon ile bu durum kompanse edilmeye çalışılmış ise de silikon in-vivo gerçek periodontal ligament özellikleri ile uyumlu olmadığı için sonuçlar tartışmaya açık bulunmuştur (85, 527, 564, 565). Dişlerin direnç merkezi; alveolar kemik kalınlığı ve yüksekliği (85, 473, 497, 564), özellikle palatal kemik yüksekliği (564, 565), periodontal ligament desteği (527, 564) ve genişliği (473), kök morfolojisi (416, 424, 457, 473, 497, 509), kron eğim açısı (473), farklı dentofasial bileşenlerin uzaysal ilişkisinin bir sonucu (527) olarak birçok faktörün etkileşiminin neticesinde ortaya çıkar. Normal periodontal doku şartlarında tek köklü dişin direnç merkezinin; alveolar kret ve apeks arasındaki mesafenin 2/3'ünde (187), alveolar kretten kök uzunluğunun 1/3'ü kadar apikalinde (85, 415), insizal kenar apeks arası mesafenin yarısında (206, 541), dentin-mine bileşimine denk gelen ve maksiller keser dişin insizal kenarının 13 mm yukarısında (245), alveol kret-kök apeksi uzaklığının alveol kretten ölçülmek üzere %40 mesafesinde (191), apeks-palatal alveol kret mesafesinin 2/3 apekse yakın konumunda (191), apekten ölçüldüğünde kök uzunluğunun %77 mesafesinde (473),

apeksten ölçüldüğünde kök uzunluğunun %45'inde (364), apekten ölçüldüğünde kök mesafesinin %76'sında (496), koronoapikal alveolar yüksekliğin %43 mesafesinde (416), alveol kret-apeks kök mesafesinin 2/5'inde (85), insizal kenar-kök ucu mesafenin 2/3'ünde (133) yer aldığı şeklinde bir çok farklı görüş belirtilmiştir. Aslında tüm bu noktalar arasında ufak düzeylerde milimetrik farklar vardır ve tüm bu noktalar dişin uzun aksının üzerinde bulunduğu için herhangi birinin seçilmesinin diğer noktalara göre yapılan ölçüm sonuçlarından çok fazla fark yaratmayacağını düşünmekteyiz. Önemli olan intrüziv hareket dışındaki protrüzyon-retrüzyon gibi dişin pozisyonel değişikliklerinden etkilenmeyen, rezorpsiyon sonucu yeri değişmeyecek olan ve radyografilerde belirlenmesinde sorun yaşanmayacak noktanın saptanmasıdır. Ayrıca diğer keser intrüzyonu çalışmalarında (39, 114, 415, 467) da kullanılan bir noktanın tercih edilmesi, yöntemlerimizin diğer yöntemlerle kıyaslanması açısından bize avantaj sağlayacağından Burstone (85) tarafından belirlenen direnç merkezinin kullanılması tercih edilmiştir. Bu yüzden, intrüzyon öncesine ait görüntülerde sağ santral dişin uzun aksı üzerinde direnç merkezi belirlenip, bu noktanın kesici kenardan mesafesi ölçülüp, bitiş görüntüsünde yine uzun aks üzerinde kesici kenardan aynı mesafede direnç merkezinin elde edilmesi sağlanmış ve ölçümler bu noktadan yürütülmüştür. Tüm ön segmentin direnç merkezi yerine maksiller keser dişin direnç merkezinin seçilmesinin nedeni, yerinin belirlenmesindeki kolaylık ve ölçümlerde yüksek tekrarlanabilirliktir (523, 524). Zaten tüm intrüzyon çalışmalarında intrüzyon miktarı tüm anterior segment üzerinden değil de tek diş üzerinden yapılan ölçümler ile saptanmıştır.

Elde edilen gerçek intrüzyonun değerlendirilmesinde referans olarak palatal düzlem kullanılmıştır. Maksilla'nın vertikal büyümesi, hesaplanan intrüzyon miktarını gerçekte elde edilenden daha az gösterebilir, bu nedenle büyümenin bitmesi

ya da maksiller rotasyonun göz önünde bulundurularak ona göre hesaplanması gerekir (359). Implant metodu ile maxillanın büyümesini inceleyen çalışmalarda maxillanın yer değiştirmesinin kızlarda 15 erkeklerde ise 18 yaşında sona erdiği, 12.5 yaştan sonra ise minimum olduğunu belirtmiştir (58, 213). Palatal düzlem ile SN arasındaki açının ANS ve PNS noktalarının X düzlemine göre uzaklıklarının herhangi önemli istatistiksel değişim göstermeyişi palatal düzlemde sonuçlarımızı etkileyecek bir değişim olmadığını ortaya koymuştur.

Birçok kesici intrüzyonu çalışması olsa da bulgularımız, intrüzyonun hemen öncesi ve sonrasında kayıtların alındığı ve intrüzyonun direnç merkezinden ölçüldüğü çalışmaların bulguları ile tartışılmıştır. Bir grupta lateral ve kanin dişler arasındaki mini vidalardan nikel-titanyum kapalı yaylar, diğer grupta CIA ile intrüziv kuvvet uygulayan Şenışık ve Türkkahraman (467), ortalama 7 ay sonunda mini vida grubunda 2.20 mm (intrüzyon hızı 0.34 mm/ay), CIA grubunda ise 2.47 mm (intrüzyon hızı 0.31 mm/ay) intrüzyon elde etmişler ve aradaki farkı anlamlı bulmamışlardır. Polat-Özsoy ve ark. (415) 6.6 ayda lateral-kanin arası konumlu mini vidadan NiTi yay ile 1.75 mm (intrüzyon hızı 0.27 mm/ay), utility ark ile ise 0.86 mm intrüzyon bildirirken, Bekler (39) kapalı NiTi yaylar ile 3.66 ayda 3.03 mm'lik (intrüzyon hızı 0.83 mm/ay) intrüzyon elde etmişlerdir. Tümen (511), 6 ay sonunda direnç merkezinin apikal yöndeki hareketini CIA grubunda 1.90 mm (intrüzyon hızı 0.32 mm/ay), mini vida grubunda 3.70 mm (intrüzyon hızı 0.62 mm/ay) olarak bulmuştur. Diğer mini vida destekli kesici intrüzyonu çalışmalarında ölçümler direnç merkezlerinden yapılmadığı ya da intrüzyondan hemen önceki ve sonraki veriler değerlendirilmediği için sonuçların standardize olarak karşılaştırılması mümkün değildir.

Sadece konvansiyonel yöntemlerle gerçek intrüzyonu irdeleyen çalışmalar da mevcuttur. Weiland ve ark. (541) intrüzyon süresini belirtmedikleri sadece tedavi süresini belirttikleri çalışmalarında, Burstone'ın segmental ark mekaniği ile SN düzlemine göre üst keserlerin direnç merkezinde istatistiksel olarak anlamlı olan 1.50 mm'lik intrüzyon, devamlı ark grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan 0.26 mm'lik bir intrüzyon hesaplamışlardır ve iki yöntem arasındaki farkı önemli bulmuşlardır. Kinzel ve ark. (245) ise tedavi süresince sabit yöntemlerle, direnç merkezinin 1.14 mm intrüzyonunu elde etmişlerdir. Hans ve ark. (191) ise headgear/tandem mekanikleri ile 1.88 mm'lik, bionatör ile ise 0.88 mm'lik keser intrüzyonu elde etmişlerdir. Costopoulos ve Nanda (114), Burstone-tipi intrüzyon arkı ile 4.6 ayda 1.9 mm intrüzyon (intrüzyon hızı 0.41 mm/ay) bildirmişlerdir. Hor (207) CIA grubunda 9.5 ayda 0.92 mm intrüzyon (intrüzyon hızı 0.1 mm/ay), utility ark grubunda ise 7.1 ayda 0.58 mm intrüzyon (intrüzyon hızı 0.08 mm/ay) hesaplamışlardır. Yakup (561), gözlem süresi 4 ay olan tezinde, base ark grubunda 2,13 mm (intrüzyon hızı 0.53 mm/ay) utility ark grubunda ise 1.86 mm (intrüzyon hızı 0.47 mm/ay) intrüzyon elde etmiştir. van Steenberg ve ark. (522)'nin çalışmasında ise TMA base ark'la yapılan intrüzyonun hızı 0.15 mm/ay olarak belirtilmiştir. Fakat bu çalışmadaki bireyler 9-14 yaş arası olup, palatal düzlemde tedavi sırasında meydana gelebilecek rotasyon için herhangi ayarlama yapılmamıştır. Dermaut ve Munck (133) ise Bustone'ın base arkı ile ortalama olarak 29 haftada direnç merkezinin 3.6 mm intrüziv hareketini (intrüzyon hızı 0.49 mm/ay) saptamışlardır. Ancak bu çalışmada yaş sınırları 11-37 gibi geniş bir aralıktadır ve sadece 3 hasta 20 yaşın üzerinde olup, palatal düzlem rotasyonu için herhangi düzeltme uygulanmamıştır. deVincenzo ve Winn (136) ortalama yaşın 11 yıl 7 ay olduğu kadın çalışma gruplarında intrüzyon süresini belirtmemişler fakat direnç

merkezinin palatal düzlem referans alındığında 2 mm'lik intrüziv hareketini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da, referans düzleminin olası rotasyonuna göre düzeltmeye gidilmemiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde vida desteğinde yapılan intrüzyon hızının, konvansiyonel yöntemlerle yapılan intrüzyona göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda 4 ayda elde edilen intrüzyon miktarı ilk grupta 2.48 mm (intrüzyon hızı 0.62 mm/ay), ikinci grupta ise 1.55 mm (intrüzyon hızı 0.39 mm/ay) olup iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ng ve ark. (359)'nın meta-analizinde büyümesi bitmiş bireylerde rutin olarak elde edilebilen intrüzyon miktarı üst kesiciler için 1.5 mm olarak bildirilmiştir. Bu veri 2. grubumuz ile benzerken, 1. Grupta elde ettiğimiz intrüzyon miktarından yaklaşık 1 mm daha azdır. Her iki gruptaki intrüzyon hızımız, Bekler (39)'in tez çalışmasına göre daha düşükken, Şenışık-Türkkahraman (467) ve Polat-Özsoy (415)'un değerlerinden daha fazladır. 1. Grubumuzun intrüzyon hızı Tümen (511) çalışmasındaki ile benzerken, 2. Gruptaki hızımız daha düşüktür.

Keser intrüzyonu uygulanacak vakalarda, tedavi süresinin kontrolünün özellikle önemli olduğu vurgulanmıştır (322). Bu görüşü, tedavi süresi arttıkça rezorpsiyonun arttığını belirten (18, 20, 21, 31, 75, 114, 135, 177, 194, 221, 250, 278-281, 322, 335, 389, 428, 452, 465, 470, 479, 487, 493, 531, 567) ve uzun süreli intrüzyonun eksternal kök rezorpsiyonuna neden olarak kök uzunluğunda kısalma meydana getirdiğini belirten çalışmalar ile destekleyebiliriz (133, 198, 487). Sonuçta süre olarak değerlendirildiğinde her iki mini vida destekli intrüzyon grubumuzda konvansiyonel yöntemlerden daha hızlı olarak keser dişlerin intrüze edildiği ve bu hızın Bekler (39)'in tezi hariç diğer tüm mini vida destekli keser intrüzyonu çalışmalarından daha fazla olduğu görülmektedir.

Polat-Özsoy ve ark. (415)'nin çalışmasında ise mini vida ve utility ark gruplarında sırası ile 2.07 ve 3.85 mm, Bekler (39)'in çalışmasında ise 1.30 mm insizal kenar protrüzyonu gözlemlenmiştir. Tümen (511)'in tez çalışmasında ise mini vida grubunda kesici kenar protrüzyonu 5.90 mm, CIA grubunda 2.28 mm olup, meydana gelen farklar önemli çıkmıştır. Hor (207)'un çalışmasında, CIA grubunda 4.73 mm, utility ark grubunda ise 3.92 mm kesici kenar protrüzyonu meydana gelmiş, bu farklar grup içi ve gruplar arası değerlendirmede önemli bulunmuştur. Yukarıdaki çalışmalarda olduğu gibi kesici kenarın, T-düzlemine olan uzaklığındaki artış her iki grubumuzda da önemli çıkarken, 1. Grupta bu miktar 3.86 mm, 2. Grupta ise 6.26 mm hesaplanmış ve gruplar arası fark anlamlı çıkmıştır. Bu bulgularımız CIA ve mini vida gruplarında 2.33 ve 2.80 mm'lik kesici kenarın geri hareketini bildiren Şenışık ve Türkkahraman (467)'in çalışması ile uyuşmamaktadır.

Şenışık ve Türkkahraman (467)'in çalışmasında üst kesicilerin palatal düzlem ile yaptığı açı mini vidaların yan keser-kanin arasına konumlandırıldığı grupta 8.10° , CIA grubunda ise 4.87° artış göstermiştir. Aynı konumlu mini vidalardan intrüzyon gerçekleştiren Polat-Özsoy ve ark. (415)'nin çalışma grubunda ise bu değerler mini vida grubunda 3.85° , CTA grubunda ise 13.55° 'dir. Bekler (39)'in lateral-kanin diş arası konumlu mini vida destekli intrüzyon çalışmasında, NA doğrusuna göre üst kesicilerin eğimi 8.40° artış göstermiştir. Mini vidaları daha anteriora yani orta-yan keser dişler arasına konumlandırıldığı Tümen (511)'in çalışmasında üst kesicilerin palatal düzlem ile yaptığı açı mini vida grubunda 17.16° , CIA grubunda 13.31° artmıştır. Gruplarda tedavi süresince meydana gelen bu değişiklik önemli bulunurken, gruplar arası fark da anlamlı çıkmıştır. Mini vidayı orta ve yan keser arasına yerleştiren ve devamlı arklarla çalışan Degushi ve ark.(130) ise, mini vida grubunda kesicilerde 6.2° protrüzyon, J-hook grubunda ise 8.5° retrüzyon

bulmuşlardır. J-hook grubundaki retruzyonun sebebi bu mekaniğin oksipital bölgeden destek alıp, kuvvetin dentomaksiller kompleksin direnç merkezinden geçmesi dolayısıyla da anterior segmentin direnç merkezinin posteriorunda konumlanmasıdır. ANS altına yerleştirdikleri mini vidadan önce orta keser dişleri daha sonra da tüm keser dişleri segmental olarak intruze eden Kim ve ark. (243)'nın çalışmasında, Frankfurt Horizontal düzleme göre keser açıları meydana gelen artış 18° olarak belirlenmiştir. Görüldüğü üzere mini vida konumu sagittal düzlemde öne kaydıkça görülen flaring miktarı artmaktadır. Bunun nedeni uygulanan kuvvetin sagittal düzlemde direnç merkezinin önünde kalmasıdır. Ayrıca kuvvet kemik içindeki direnç merkezi noktasından uygulanamadığından ve mecburen dişle bağlantısı kron seviyesinde ark teli olduğundan bir miktar labial tipping görülmesi doğaldır. Diğer mini vida ile intrüzyon çalışmalarında kayıtlar tedavi başı ve tedavi sonu alındığı için sadece intrüzyonla meydana gelen değişiklikler tartışılmamıştır.

Bu çalışmadaki anterior mini vida grubunda palatal düzleme göre meydana gelen değişim 6.19° , NA düzlemine göre değişim 4.84° posterior mini vida grubunda ise palatal düzleme göre meydana gelen değişim 14.77° , NA düzlemine göre ise 9.54° 'dir. İlk gruptaki değerimiz, yan keser ve kanin dişler arasına yerleştirilen mini vidadan destek alınarak keser intrüzyonu gerçekleştiren araştırmacıların (415, 467) belirttiği değerler arasında iken, 2. grubumuzda meydana gelen flaring miktarı mini vidanın ANS altına yerleştirildiği iki çalışma (243, 373) hariç diğer tüm flaring miktarlarından daha fazladır. Bunun nedeni kaldırıcı kolu ile uygulanan intrüziv kuvvetin yatay bileşeninin 1. Gruptan daha büyük olmasıdır. Amasyalı ve ark. (15)'nin araştırması, Hor (207)'un ve Yakup (561)'un tez çalışmaları hariç tüm araştırmacılar ölçümlerini intrüzyon sonu değil de tedavi sonunda aldıklarından değerlerimizi diğer çalışmalarla karşılaştırmamız mümkün olmamıştır. Amasyalı ve

ark. (15) utility arkı ve CIA arkında palatal düzleme ve NA doğrusuna göre meydana gelen açı değişikliklerini sırası ile 2.40° ile 3.10° ve 7.50° ile 6.80° bulmuşlardır. İki grup arası fark önemsiz çıkmıştır. Mini vida gruplarına göre az miktardaki meydana gelen flaring arkların arkadan kilitlenmesi ile sağlanmış olabilir, fakat metot kısmında buna dair bir bilgi verilmemiştir. Hor (207)'un tezinde ise palatal düzleme göre CIA grubunda 20° , utility ark grubunda ise 16° 'lik açı değişiminin nedeni de intrüzyon arklarının cinch-back yapılmayıp, keser dişlerin flaring'ine izin verilmiş olmasıdır. Yakup (561) ise arkadan kitlenen utility ark ve base ark gruplarında keserlerin flaring miktarlarını 6.45° ve 7.65° bulmuş ve iki grup arası fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. van Steenberg ve ark. (524)'nın çalışmasında, palatal düzleme göre $\pm 2^{\circ}$ norm değerlerinde keser eksen eğimleri gösteren hastalarda intrüzyon arkı lateral dişlerin hemen distalinden bağlanmış, molar tüpün arkasından kilitlenmemiş ve $8.74 \pm 3.71^{\circ}$ 'lik flaring elde edilmiştir. Bizim sonuçlarımız da, kuvvetin çoğunlukla dikey komponentten oluştuğu ilk grupta bu verilerle paralelken, Burstone'ın 3-parçalı intrüzyon arkının modifikasyonu olan ikinci grubumuzda herhangi arkadan kitleme yapılmadığı için bu değerlerden fazla fakat arkadan kitleme yapılmayan konvansiyonel ark mekanikleri ile benzerdir.

Kökte horizontal yönde meydana gelen hareketin değerlendirmesinde, apikal bölgede meydana gelen rezorpsiyonlar ölçümleri etkileyeceğinden apeks yerine dişin direnç merkezi kullanılmıştır. Şenışık ve Türkkahraman (467), mini vida gruplarında ve CIA gruplarında, sırası ile bu noktanın 2.47 ve 2.20 mm önemli retruziv hareketini gözlemlerken, gruplar arası fark anlamlı çıkmamıştır. Tümen (511)'in çalışmasında mini vida grubunda 0.08 mm önemli çıkmayan retruziv hareket izlenirken, CIA grubunda 2.77 mm'lik önemli bir retruzyon meydana gelmiş fakat gruplar arası fark anlamlı çıkmamıştır. Hor (207)'un çalışmasında CIA grubunda

2.04 mm'lik önemli retrüzyon, utility ark grubunda ise 0.47 mm'lik önemsiz retrüzyon gözlemlenirken gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur. Direnç merkezi, T-düzlemine göre 1. Grubumuzda 0.85 mm 2. Grubumuzda ise 1.84 mm geriye gitmiştir ve hem grup içi meydana gelen değişim hem de gruplar arası fark önemli çıkmıştır.

Şenışık ve Türkkahraman (467), A noktasının bir miktar posterior yönde hareketini gözlemlerken bu değerler anlamlı çıkmamıştır. Polat-Özsoy ve ark. (415)'nin çalışmasında A noktasının horizontal yöndeki hareketi mm. olarak değerlendirilmezken, SNA açısında implant grubunda 0.60° , utility ark grubunda ise 0.77° azalma olmuş ve gruplar arası fark önemsiz çıkmıştır. Bekler (39) A noktasının 0.15 mm anterior yönde hareketini gözlemlerken, bunun SNA açısına yansıması 0.04° 'lik bir artış şeklinde olmuş ve meydana gelen değişim kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamsız bulunmuştur. Tümen (511) A noktasının, CIA grubunda önemsiz olan 0.02 mm, mini vida grubunda ise yine önemsiz olan 0.10 mm ileriye hareketini tespit etmiştir ve iki grup arası fark anlamlı çıkmamıştır. Bunun SNA açısına yansıması ise mini vida grubunda 0.35° , CIA grubunda ise 0.38° azalma şeklinde olmuş ve gruplar arası fark önemli çıkmıştır. Deguchi ve ark. (130)'nin çalışmasında A noktasının horizontal yöndeki hareketi değerlendirilmezken, mini vida grubunda SNA açısında 0.3° , J-hook grubunda ise 1° azalma saptanmış ve gruplar arası fark anlamsız çıkmıştır. Tüm bu verilere zıt olarak Kim ve ark. (243) tek olguluk vaka sunumlarında, ANS'nin altına yerleştirdikleri mini vida destekli intrüzyonda SNA açısı 2° artmıştır. Konvansiyonel yöntemlerle intrüzyonda ise Amasyalı ve ark. (15) utility ark ve CIA gruplarının her ikisinde de SNA açısında 0.20° azalma bildirmişlerdir. Hor (207), A noktasının geriye hareketini, CIA ve utility ark grubunda sırası ile 3.26 mm ve 0.93 mm bulmuştur. Bu verilerin intrüzyon

başı ve sonu değişimleri önemli çıkmazken gruplar arası fark da anlamlı bulunmamıştır. Araştırmacı (207) SNA açısında utility ark grubunda 1.36° artış elde ederken, CIA grubunda $1,31^{\circ}$ azalma saptamıştır. Yakup (561) da A noktasının lineer hareketini değerlendirmeyip meydana gelen konum değişikliğini SNA açında üzerinden verdiği tez çalışmasında, utility ark ve base arkı gruplarında bu açıda sırası ile 0.15° ve 0.4° azalma saptayıp hem grupların kendi içinde meydana gelen değişimi hem de gruplar arası değişimi önemsiz bulmuştur.

A noktasındaki değişikliklerin büyümeden etkilendiği kadar ortodontik tedavi sırasındaki dentoalveolar remodelasyondan da etkilendiği bildirilmiştir ve böylece hem iskeletsel hem de dental değişimlerin A noktasının konumunda etkili olduğu belirtilmiştir (6, 248). Abdwani ve ark. (6) üst keserlerin 10° inklinasyon değişiminin A noktasının horizontal düzlemde 0.4 mm hareketine neden olacağını bildirmişlerdir. Fakat keser intrüzyonu sonucunda A noktasının konum değişikliği ve SNA açısındaki azalmanın önemli bulunmamasının nedeni, açı değişiminin kökteki tork hareketinden çok kronun labial yönde hareketi olabilir. Bizim verilerimiz de bu bulgularla paralellik göstermektedir. A noktasının 1. Grubumuzda 0.34 mm önemsiz, 2. Grubumuzda ise 0.83 mm önemli posterior hareketi oluşmuş ve iki grup arası fark anlamlı çıkmıştır. Gruplar arası farkın nedeni olarak, 2. Grupta intrüziv kuvvetin yatay bileşeninin kökleri daha fazla içeri alması ve A noktasının bu hareketi takip etmesi olarak açıklanabilir. Bununla uyumlu olarak SNA açısındaki azalma ilk grupta önemsiz, ikinci grupta önemli çıkarken gruplar arası fark da önemli bulunmuştur.

Kinzel ve ark. (245) intrüzyon sırasında meydana gelen protrüzyonun, intrüzyon sonrası relapsta en önemli faktör olduğu bildirilmiş ve kapanışı açmada kök torkuyla birlikte intrüzyon hareketinin, kron protrüzyonuyla birlikte meydana

gelen intrüzyondan ya da sadece protrüzyondan daha stabil olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda bu oranın belirlenmesinde keser dişin kesici kenarındaki horizontal hareket miktarının, apikal bölgedeki rezorpsiyonların, sonuçları etkileyebileceği düşünülerek dişin direnç merkezindeki horizontal hareket miktarına oranı alınmıştır. Bizim çalışmamızdaki tork/tip oranı değerlendirildiğinde 1. Grupta bu değer %22.02, 2. Grupta ise %29.39 olduğunu görmekteyiz, bu yüzden 2. Grupta uyguladığımız mekanik relaps açısından değerlendirildiğinde daha olumlu bir prognoz sergileyebilir.

Mini vida destekli üst keser intrüzyonu uygulanan bazı çalışmalarda (243, 467) mandibular kesici dişlerde anlamlı derece protrüzyon görülmüştür. Polat-Özsoy ve ark.'nın (415) çalışmasında da alt keserlerde bir miktar protrüzyon olmuş fakat bu önemli seviyeye ulaşmamıştır. Hor (207), üst keser intrüzyonunu takiben, alt keserlerde istatistiksel olarak önemli protrüzyon ve bu protrüzyona bağlı önemli çıkmayan kesici kenarın apikale hareketini saptamıştır. Bizim çalışmamızda ise Polat-Özsoy ve ark. (415) ile uyumlu olarak alt keser dişlerdeki protrüzyon anlamlı çıkmamıştır.

Mini vida destekli intrüzyon çalışmalarında olduğu gibi (39, 415, 467, 511) bizim çalışmamızda da B noktasının hareketi ve dik yön boyutlarını veren açılarda değişiklik olmamıştır. Bu durum, daha önce de değinildiği üzere molar konumlarında bir değişikliğin olmaması ile ilgilidir.

Üst kesicilerin intrüzyonu sonunda 2. Grupta üst dudağın daha yukarı ve önde konumlandığı ve nazolabial açının daraldığı saptanmıştır. Bu bulgularımızın ikinci grupta daha fazla bulunan üst kesicilerin protrüzyon ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Ancak ikinci grupta Ls-Y uzaklığı ile üst dudak uzunluğundaki (Sn-

St) azalma önemli bulunmasına rağmen gruplar arasındaki fark istatistiksel öneme ulaşamamıştır. Üst kesici dişin insizal kenarının stomion noktasından sarkma miktarı her iki grupta önemli olarak azalmıştır. Buna rağmen hastalarda en az 3 mm keser görünümü korunmuştur. Bunun nedeni doğal gülümseme ya da konuşma sırasında üst keserlerin görünmesinin genç ve dinamik bir görünüm ile ilişkilendirilmesidir. Tersine yerçekiminin etkisi ve dudak tonusundaki azalamaya bağlı olarak yumuşak dokulardaki sarkma sonucu üst dudağın daha fazla üst keser dişleri örtmesi ise yaşlı bir görünüm verecektir (337, 353, 505). Üst dudak ile ilgili bulgularımız, Bekler (39), Tümen (511), Hor (207), Amasyalı ve ark. (15)'nın çalışmaları ile desteklenirken, üst dudağın konumunda önemsiz değişiklikler bildiren bazı çalışmalar (415, 467) ile uyuşmamaktadır.

Bazı araştırmacılar kesici intrüzyonu ile birlikte alt dudak protrüzyonundan (207, 511) bahsederken, çalışmamızda alt dudağın konumunda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuç diğer çalışmalar (15, 39, 415, 467) ile uyumludur.

Daha önce de belirtildiği üzere, konvansiyonel radyografilerde standardizasyon zorluğu hem aynı çalışmanın içinde önceki ve sonraki verilerin kıyaslanmasında, hem de çalışmalar arası verilerin kıyaslanmasında geçerliliği düşürmektedir. Şu ana kadar intrüzyon öncesi-sonrası görüntülerle rezorpsiyonu değerlendiren çalışmalarda, standardizasyona bir miktar da olsa ulaşılabilmesi için farklı yöntemler denenmiştir. Linge ve Linge (286), mine-sement sınırından ölçtükleri kronların uzunluk oranından (radyolojik magnifikasyonları elde ederek), intrüzyon öncesi ve sonrası kök uzunluklarını hesaplamışlardır. Bu metot, mine-sement sınırının doğru saptanmasına bağlıdır. Fakat mine-sement sınırı gözlemcinin yorumuna bağlı olarak çok değişebilir. Ayrıca dişin etrafını çevresel olarak sararken farklı yüksekliklerde olduğu için x-ışınının açılanmasındaki herhangi değişiklik bu sınırın farklı

görüntülenmesine neden olur (114, 451). Bu çalışmalarda sıklıkla diş uzunluğu daha büyük olarak hesaplanır ve tahmin edilen kök rezorpsiyonu, gerçek rezorpsiyondan daha az çıkar ve sonuçlar daha fazla varyasyon gösterir (329, 451). Costopoulos ve Nanda (114) 0.030 inch'lik paslanmaz çelik teli, rezorpsiyonunu ölçecekleri dişin uzun aksına paralel olacak şekilde ayarlayıp krona akrilik blok ile sabitlemişler, dişin flaring miktarından etkilenmeyerek başlangıç ve bitiş periapikallerinde aynı paralellikte olmasına özen göstermişlerdir. Böylece tel için geçerli olan magnifikasyonun diş için de aynı olmasından yola çıkarak, telin uzama ya da kısalma oranı köke uyarlanarak rezorpsiyon miktarı hesaplanmıştır (114). Bu yöntemde telin dişe paralelliğinin sağlanana kadar özel lateral periapikal çekimi gerekmektedir. Bu yöntem, her diş için uygulanması zahmetli ve her defasında paralellik sağlandığından emin olununcaya kadar röntgen çekimi yapılmasına bağlı radyasyon alımında artış, 3 boyutlu bir olgunun 2 boyuta indirgenmesi gibi dezavantajlarından dolayı çalışmamızda tercih edilmemiştir. Benzer şekilde standardizasyon için ayrı ayrı her keser dişin braket slotuna bükülen ve diğer ucunun ısıtılıp plastik film tutucunun içine yerleştirildiği bireysel jig'ler de hazırlanabilir. Ancak her diş için ayrı jig bükümünün pratik olmaması ve her hasta için ayrı film tutucu kullanılmasının kaynak israfına neden olacağı için bu metot da tercih edilmemiştir. Melsen ve ark.(325) çalışmalarındaki 30 hastanın 6'sında bireysel jig yöntemini kullanmış fakat zaman kaybı ve masraf artışına sebep olmasından dolayı diğer hastalarda bu tekniği terk etmişlerdir. Mirabella ve Artun (329) ise yetişkin hastalarda kök rezorpsiyonunu inceledikleri çalışmalarında, standardize uzun kon tekniğinin Linge ve Linge (287)'in yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Linge ve Linge'in yönteminin standardize metoda göre rezorpsiyon miktarını daha az gösterdiğini ve tedavi sonunda kökü uzamış dişlerin sayısının daha fazla olduğunu, diş kronunu röper alarak bir

hesaplama yapıldığında örneğin krondaki bir abrazyona bağlı kısalmayı daha az gösterdiğini bildirerek, standardize kon tekniğinin rezorpsiyonu değerlendirmedeki geçerliliğinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli araştırmacılar da periapikal yöntemle yeteri kadar objektif ve net mm'lik sonuçlar elde etmek mümkün olmayacağından, görüntülerin yorumlanmasında daha subjektif yöntemlere yönelmişlerdir. DeShilelds (135), rezorpsiyon sınıflamasını 5 kategoriye bölmüş ve bunları kontür değişimi, kısalma ya da küntleşme ve oransal ayrımlar üzerine inşa etmiştir. Newmann (358) 4'e ayırdığı rezorpsiyon miktarını "rezopsiyonu yok, sorgulanabilir, kesin var ama ciddi değil, ciddi kısalma" var şeklinde yorumlamıştır. Sharpe ve ark. (469), hafif küntleşme, $\frac{1}{4}$ 'e kadar orta derecede küntleşme ve $\frac{1}{4}$ 'ten de fazla aşırı küntleşme olarak rezorpsiyonu sınıflamışlardır. Malmgren ve ark. (309) ise, düzensiz kontur, 2 mm'den az (minör rezorpsiyon), 2 mm'den fazla kökün $\frac{1}{3}$ 'ünden az (ciddi rezorpsiyon) ve orijinal uzunluğun $\frac{1}{3}$ 'ünü geçen rezorpsiyon (aşırı rezorpsiyon) olarak gruplandırmıştır. Bu tekniklerin avantajı klinik ile ilişkili bir sınır değer belirlemesi ve günlük pratikte uygulanmasının kolay olmasıdır. Fakat Makedonas ve ark. (307) DVT ile kök rezorpsiyonunu araştırdıkları çalışmalarında "düzensiz kontur" olarak adlandırılan görüntünün tedavi başlamadan önceki görüntülerde bile var olduğunu, bu yüzden bu tekniği kullanmanın tedavi ile meydana gelen rezorpsiyonu olduğundan daha fazla göstereceğini bildirmişlerdir. Diğer yandan kontur düzensizliğinin muhtemelen klinik açıdan hiçbir önemi olmadığını belirtmişlerdir. Diğer kök rezorpsiyon çalışmaları ya bu metotları kullanmış, ya varolan sınıflamaları az bir miktar modifiye etmiş ya da milimetrik olarak rezorpsiyon miktarını veya yüzde olarak kısalmayı vermişlerdir.

Genel olarak kök rezorpsiyonu birçok farklı araştırmacı tarafında farklı intraoral ve ekstraoral radyografi yöntemleri ile araştırılmıştır. Sameshima ve Asgarifar (450), panoramik filmlerde kök şekli ve mine-sement sınırı ayrımının daha zor yapıldığını, periapikal filmlerin panoramiklere göre daha az magnifikasyon ve distorsiyon sergilediğini vurgulayıp, yüksek geçerlilik oranlarına ihtiyaç duyulduğunda periapikal filmlerin tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Gher ve Richardson (169) periapikal filmlerdeki boyutların gerçek boyutlardan 0.3 mm sapma gösterdiğini, panoramik filmlerde bu büyütme oranının 0.4-1.7 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir (169). Buna rağmen periapikal filmlerin tercih edildiği radyolojik çalışmalarda karşılaştırma zordur çünkü tekniklerin standardizasyonu ile ilgili, zamanla ilgili ve diş hareketiyle ilgili değişkenler çok fazladır (72, 301, 322).

Periapikal filmler her ne kadar kök rezorpsiyonunu belirlemede en güvenilir yöntem olarak tercih edilmişlerse de, 3-boyutlu anatominin 2-boyutlu periapikal görüntüye sıkıştırılmasının rezorpsiyon kavitelerinin boyutlarının olduğundan daha küçük olarak belirlenmesine yol açacağı (402) oysa 3-boyutlu görüntüleme teknikleri ile kök rezorpsiyon defektlerinin daha doğru ve erken saptanacağı bildirilmiştir (124). Katona (231) dişin, kök ile kronu arasındaki açığa ve rotasyon merkezi etrafında dönmesi ile meydana gelen açı değişikliğine ve landmark tanımlanmasındaki belirsizliklere bağlı şu ana kadar öne sürülen hiçbir algoritmanın rezorpsiyon miktarını tam olarak veremeyeceğini göstermiş ve periapikal filmlerin bu amaç için uygun olmadığını belirtip 3-boyutlu bir fenomeni tanımlamak için hiçbir 2-boyutlu yöntemin yeterli olmadığını vurgulamıştır. Kök rezorpsiyonu uzunluk kaybından öte hacimsel bir kayıp olduğu için 3-boyutlu hacim değerlendirmeleri ile kök rezorpsiyonunu tanımlamanın 2-boyutlu kalitatif ve

kantitatif değerlere göre çok daha doğru sonuçlar vereceği bildirilmiştir (97, 432, 536). Bu yüzden çalışmamızda intrüzyon ile meydana gelen değişikliklerin DVT ile incelenmesine karar verilmiştir.

Literatürde ortodontik tedavi sırasındaki kök rezorpsiyonunu DVT ile inceleyen çalışmalar (141, 276, 299, 300) mevcuttur. Ancak en fazla kök rezorpsiyonuna neden olup en riskli hareket olarak değerlendirilen intrüzyonda, kök rezorpsiyonunun 3-boyutlu incelemesi yapılmamıştır. Bu yüzden çalışmamız; intrüzyon sırasında kökte meydana gelen değişikleri, diş hekimliği görüntüleme sistemleri içinde altın standart olarak kabul edilen DVT ile volumetrik olarak inceleyen ve bu verileri standardize paralel periapikal röntgenler ile karşılaştıran ilk çalışmadır. Liedke ve ark (282), eksternal apikal kök rezorpsiyonunu farklı voksel boyutları (0.2, 0.3, 0.4 mm) ile saptamaya yönelik çalışmalarında,  voksel boyutunda sensitivite ve spesifite açısından görüntülerin benzer olduğunu fakat olabilirlik oranının 0.2 ve 0.3 voksel boyutlarında daha yüksek olmasından dolayı bu iki parametrede rezorpsiyonun daha doğru tanımlanacağını belirtmişlerdir. Bu yüzden de aynı diagnostik performansı sağlayıp hastayı daha az x-ışınına maruz bırakan 0.3 mm’lik voksel çözünürlüğün seçilmesini tavsiye etmişlerdir. Bizim alışmamızda da kullanılan voksel boyutu 0.3 mm’dir.

Dudic ve ark. (141)’nın ortodontik tedavi bitimine yakın kök rezorpsiyonunu OPG ve DVT ile karşılaştırmalı değerlendirdikleri çalışmalarında, her ne kadar milimetrik ölçüm yapılmayıp kök şekli üzerinden kalitatif rezorpsiyon miktarı belirlense de, 2 metod arasında istatistiksel olarak önemli farklar saptamışlardır. Toplam 275 diş incelemesinde; OPG ile 145 dişte rezorpsiyon olmadığını belirtirken bu sayı DVT ile değerlendirmede 80’e düşmüştür. OPG görüntülerinde 92 dişte, DVT’de ise 128 dişte hafif rezorpsiyonlar görülmüştür. Orta derecede rezorpsiyon

ise OPG görüntülerinin 21'inde, DVT görüntülerinin ise 48'inde saptanmıştır. Ciddi rezorpsiyon herhangi OPG'de belirlenmezken, DVT'de 2 dişte görülmüştür. Sonuç olarak OPG kök rezorpsiyonunun belirlenmesinde yetersiz kalmakta ve DVT'ye göre çok daha düşük sonuçlar vermektedir. DVT'de rezorpsiyon görülen diş oranı %69 iken, OPG'de bu oran %44'tür yani arada %25'lik bir fark vardır. Bu fark en belirgin olarak maksiller keser dişlerde ortaya çıkmıştır. da Silveira (119)'nın çalışmasında, konvansiyonel BT ile apikal üçlüdeki kavitelerin saptanması (%72.7), orta (%97.7) ve servikal (%97.7) üçlüdeki rezorpsiyonların saptanmasından daha düşük oranlar sergilemiştir. Fakat apikal bölgedeki lezyonların boyutu küçükten ortaya ve geniş doğru arttıkça saptanma oranları da %28.6 dan %86.66 ya ve %100'e çıkmıştır. Sonuçlarını Nance ve ark. (345) çalışmaları ile karşılaştırdıklarında, konvansiyonel radyografide yalancı negatifler %51.9 iken, BT'de bu oranın %11 olduğunu, BT'de hiçbir yalancı pozitif olmazken konvansiyonel radyografide %15.3 görüntüde rezorpsiyon varmış gibi görüntü sergilenmiştir. Sherrard ve ark (471). in-vitro olarak dişlerin gerçek boyutları ile farklı voksellerle (0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm) elde edilen DVT görüntüleri ve periapikal görüntüleri karşılaştırdıkları çalışmalarında periapikal ölçümlerin kök uzunluğunu ortalama 2.59 mm (1.1 mm-4.1 mm) daha kısa gösterdiğini, DVT ve gerçek boyut arasındaki farkın ise her 3 voksel boyutunda da 0.3 mm'den az olduğunu bildirmişlerdir. Periapikal röntgenler dişin uzunluğunu 0.54 mm fazla gösterirken (0-1.09 mm) , DVT ölçüm değerleri gerçek boyuta göre -0.09 mm ile +0.12 mm farklılık göstermiştir. Periapikal röntgenlerde, kökün daha kısa çıkmasının nedeni, görüntülerde gerçek mine-sement sınırının (cementoenamel junction; CEJ) belirlenmesindeki güçlük olarak bildirilmiştir. Çoğu dişte mezial ve distalde CEJ'de konkavite olduğundan ve bu ideal horizontal açılanma ile birlikte bile net olarak çıkmadığından, kök uzunluğunun belirlenmesinde kullanılan CEJ

devamlı olarak olduğundan daha apikal olarak görüntülenmiş ve bu da kök uzunluğunun kısa olarak hesaplanmasına yol açmıştır (471). Bu yüzden rezorpsiyonun standart olarak karşılaştırılabilmesi için DVT görüntüleri ve periapikal görüntülerde kök uzunluğu değil tüm dişin uzunluğu kullanılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi periapikal görüntülerde elde edilen tüm diş boyutundaki uzama, kök boyutundaki kısalmaya göre daha az bulunduğu için, çalışmamızda periapikal röntgen ve DVT’de karşılaştırmalı olarak rezorpsiyon miktarının hesaplanmasında tüm dişin uzunluğunun kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışmamızda üst kesici dişlerde gözlemlenen rezorpsiyon miktarı hem periapikal hem de DVT yöntemi ile değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Her tip diş hareketi rezorpsiyona neden olsa da, intrüzyon apekte daha fazla strese neden olarak kökte daha çok kısalmaya sebebiyet verir (444). Han ve ark. (189) çekim uygulanacak premolarlar üzerinde 8 haftalık devamlı intrüziv/ekstrüziv kuvvet uyguladıkları ve SEM ile değerlendirdikleri dişlerdeki rezorpsiyonu, intrüzyon grubunda ekstrüzyon grubuna göre 4 kat daha fazla bulmuşlardır. Ayrıca ekstrüze edilen dişlerdeki rezorpsiyon kavimleri yüzeysel ve sadece apikal foramene yakın iken intrüzyon grubunda çok daha derin, geniş ve kök yüzeyinde daha yaygın (orta ve servikal üçlüde) bulunmuş ve de apikal konturda kayıplar bildirilmiştir. Harris ve ark. (192) ise premolarlara 25 g ve 225 g’lık devamlı intrüziv kuvvet uyguladıkları çalışma gruplarında; kontrol grubuna göre rezorpsiyon kraterlerinin hacimlerini sırası ile 2 ve 4 kat daha fazla bulmuşlardır. İntrüzyon ve kök rezorpsiyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar olsa da bunlardan bazıları (114, 133, 322) kayıtlarını intrüzyon başı ve sonu almak yerine tedavi başı ve sonu olarak aldıkları için verilerimizi karşılaştırmamız mümkün olmamıştır.

Costopoulos ve Nanda (114), Burstone Base Arkı ile 60 g kuvvet uygulayarak 4 ayda direnç merkezinin 1.9 mm'lik intrüziv hareketini gerçekleştirdikleri çalışmalarında özel bir jig yardımıyla aldıkları lateral periapikal röntgenler üzerinde, santral dişte görülen rezorpsiyonu 0.6 mm olarak ölçmüşlerdir ve rezorpsiyon ile intrüzyon arasında düşük korelasyon bulmuşlardır. Paralel kon tekniği ile elde ettikleri periapikal röntgenlerde kök rezorpsiyonunu inceleyen Dermaut ve Munch (133) Burstone segmental arkı ile 3.6 mm intrüzyon hareketi sonucu meydana gelen kök rezorpsiyonunu 2.5 mm (%18) olarak bildirmişlerdir. Rezorpsiyon ile intrüzyon miktarı arasında korelasyon çok az çıkarken, rezorpsiyon ile intrüzyon süresi arasında bir korelasyon bulamamışlardır. Santral ve lateral dişler arasında rezorpsiyon miktarı bakımından bir fark çıkmamıştır. Yakup (561), base ark grubunda (4 ayda 2.13 mm intrüzyon) rezorpsiyonu 0.71 mm, utility ark grubunda (4 ayda 1.86 mm intrüzyon) ise 0.87 mm bulmuş ve iki grup arası farkın önemli olmadığını belirtmiştir. Hor (207) ise, CIA (9.5 ayda 0.92 mm'lik intrüzyon) ve utility ark (7.1 ayda 0.58 mm'lik intrüzyon) ile meydana gelen rezorpsiyon miktarını, bilgisayar ortamına aktarılan periapikal filmlerin görüntüleri üzerinden uzunluk (piksel) ve alan (piksel²) cinsinden hesaplanmıştır. Araştırmacı (207) her iki grupta da meydana gelen rezorpsiyonu önemli bulurken, 2 grup arasındaki farkı anlamlı bulmamıştır. Bu çalışmada (207) her ne kadar kök yüzey alanı hesaplanırsa da, bu ölçüm periapikal görüntü üzerinden yürütüldüğü için 2- boyutlu bir görüntü 3-boyuta adapte edilmiş ve rezorpsiyonun uniform olduğu farzedilmiştir.

Mini vida destekli kesici intrüzyonu sonucunda meydana gelen kök rezorpsiyonunu periapikal filmler ile inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Degushi ve ark. (130) santral ve lateral dişler arasında yerleştirdikleri mini vida ve J-hook çalışma gruplarında palatal düzleme göre kesici kenarın sırası ile 3.6 mm ve 1.1 mm

intrüzyonunda 0.8 mm ve 1.2 mm kök rezorpsiyonu bulmuşlardır. J- hook grubunda daha fazla olan rezorpsiyonu hastaların J-hook headgear'i gece takıp tüm gün boyunca çıkardıkları süreçlerde olan jigging hareketine bağlamışlardır. Kuvvetin ligatür teli ile uygulandığı implant grubunda, kuvvetin uygulandıktan sonraki sadece birkaç gün içinde aktif olduğunu ve devamlı kuvvet uygulanmayıp kesikli kuvvet uygulanmasına bağlı olarak kökte daha uzun dinlenme periyotlarının daha az rezorpsiyonla sonuçlandığını belirtmişlerdir. Bekler (39) ise keser dişlerde intrüzyon sonunda meydana gelen rezorpsiyonu önemli bulup lateral dişlerdeki rezorpsiyonu santrallere göre daha fazla bulmuştur. Çalışmamız, intrüzyonla kökte meydana gelen kısalmayı in-vivo olarak DVT ve periapikal görüntüler üzerinde karşılaştırmalı olarak inceleyen ilk çalışmadır. Bulgularımıza göre, intrüzyon sonrasında hem periapikal röntgenlerde (birinci grupta: sol santral 0.73 mm, sol lateral 0.54 mm, sağ santral 0.72 mm, sağ lateral 0.60 mm; ikinci grupta sol santral 0.52 mm, sol lateral 0.47 mm, sağ santral 0.54 mm, sağ lateral 0.50 mm) ve hem de DVT görüntülerinde (birinci grupta: sol santral 1.19 mm, sol lateral 0.85 mm, sağ santral 1,08 mm, sağ lateral 0.92 mm; ikinci grupta sol santral 0.82 mm, sol lateral 0.72 mm, sağ santral 0.83 mm, sağ lateral 0.70 mm) gözlemlenen rezorpsiyon miktarı tüm üst kesici dişlerde önemli çıkmıştır. Şu ana kadar herhangi bir çalışma kesici dişlerin intrüzyonu sırasında meydana gelen kök rezorpsiyonunu DVT ile araştırmadığı için sadece periapikal röntgen bulgularımızın diğer çalışmalarla karşılaştırılması mümkün olmuştur. Çalışmamızda, periapikal röntgenler üzerinden ölçtüğümüz kök rezorpsiyonu miktarlarımızın Deguchi ve ark. (130)'nın değerleri ile benzerken, konvansiyonel yöntemlerle intrüzyonu inceleyen çalışmalardan azdır (130, 133, 322, 325, 561). Kesikli ve aralıklı kuvvetlerdeki dinlenme süreçlerinin destek dokulardaki hücre proliferasyonu sağlayarak rezorpsiyon kavitelerinin ikincil sement ile tamirine

olanak verdiđi ve rezorpsiyonun daha fazla ilerlemesinin durdurulduđu belirtilmiřtir (426). Kuvvet uygulaması kesildiđinde ya da belli bir seviyenin altına dūřtūđunde rezorbe olan kōkte tamir iřlemlerinin bařladıđı (383, 427, 447), kesikli kuvvetlerin devamlı kuvvetlere gōre daha az kōk rezorpsiyonu yarattıđı (2, 310, 426, 540) bildirilmesine rađmen, rezorpsiyon miktarlarımız mini vidadan destek alan kapalı yaylar ile intrūzyon gerēekleřtiren Bekler (39) ve Tūmen (511)'in ēalıřmalarından fazladır.

DVT ōlēūmlerimizin fazla ēıkması ve bu iki yōntem arasındaki farkın da aslında aynı olan rezorpsiyon miktarı iēin istatistiksel olarak anlamlı olacak řekilde farklı sonuēlar vermesinin kanımızca birkaç sebebi vardır. Periapikal filmlerde diřlerin uzunluklarının fazla ēıkmasının nedeni x-iřınları fotonlarının bir miktar diverjan olması ve diř ile film arasında belli bir mesafe olmasıdır (471). Ayrıca diř hiēbir zaman gōrūntū reseptōrū ile aynı dūzlemde olmadıđı iēin ortalama olarak %5-6 arası magnifikasyon gōrūldūđu belirtilmiřtir (268). Bunlara ek olarak, periapikal filmlerde kemik ve diřlerdeki defektin sadece meziodistal ve cranio-caudal olanları fark edilebilirken, 2-boyutlu gōrūntūdeki sūperimpozisyonlar nedeniyle bukkolingual yōndeki defektler ile orta ve servikal bōlgelerdeki rezorsiyonların ēok geniř olmadıkları sūrece fark edilememesini sōyleyebiliriz (16, 99, 174, 189, 327, 331).

Rutin ortodontik tedavi sonucu kōklerdeki rezorpsiyonu DVT ile inceleyen Lund ve ark. (300), ūst keserlerin palatal ve/veya bukkal yūzeylerinde eđimli rezorpsiyon saptamıřlardır. Bizim de DVT gōrūntülerimizde dikkatimizi ēeken, muhtemelen kōkūn palatinal hareketi nedeniyle keser kōklerinin palatinal yūzeylerinde eđimli rezorpsiyonun varlıđıdır. Bōylece palatinaldeki rezorptif alanın bukkaldeki kōk yapısına sūperimpozisyonu nedeni ile bu periapikal filmlerde fark edilmeyebilir. 3-boyutlu anatominin 2-boyutlu gōrūntūye sıkıřtırılması nedeniyle

densite dalgalanmaları (noise) oluşur ki bu da rezorpsiyon kavitesinin boyutlarının olduğundan daha küçük olarak değerlendirilmesine yok açar (401). Ayrıca Andreasen ve ark. (16) küçük (çap 0.6 mm, derinlik 0.3 mm) orta (çap 1.2 mm derinlik 0.6 mm) ve büyük (çap 1.8 mm derinlik 0.9 mm) kavitelerin standardize periapikal röntgenlerdeki görünebilirliğini inceledikleri çalışmalarında, küçük kavitelerin hiçbir zaman görülmediğini, orta kavitelerin %54'ünün, büyük kavitelerin ise %8'inin periapikal röntgenlerde görülemediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde premolarların lingualinde yapay olarak açılan rezorpsiyon kavitelerinin fark edilebilmelerini in-vitro olarak araştıran bir çalışmada (49), 0.3 mm çap-0.15 mm derinlikteki kavitelerde bu oran %7 iken, DVT'de kavitelerin %100'ünün net olarak saptanabildiği açıklanmıştır (49). Patel ve ark. (402) ise, intraoral röntgen ile internal rezorpsiyon ve eksternal servikal rezorpsiyonunun endodontik tanısının doğru konabilmesinde ROC Az değerlerini 0.780 ve 0.830 olarak belirtirken, DVT'de her iki rezorpsiyon türü için de değer 1.000 bulunmuş ve buna bağlı olarak da DVT ile doğru tedavi seçeneği prevalansının anlamlı olarak daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Kuvvetin uygulanmasından 10-35 gün sonra rezorpsiyon lakünlerinin ortaya çıkacağı (198, 428, 447), ortodontik tedavi sırasında meydana gelen kök rezorpsiyonlarının ancak 7 haftadan sonra histolojik olarak tanımlanabileceği (379) ve periapikal röntgenlerle rezorpsiyonların güvenli bir biçimde tanımlanmasının ancak 5-6 ay sonra mümkün olacağı belirtilmiştir (278). Kurol ve ark (259). ise bukkal yönde kuvvet uygulayıp uzun kon tekniği ve stereomikroskopik yöntemle 7 hafta boyunca kök rezorpsiyonunu inceledikleri çalışmalarında, 7 hafta sonunda bile periapikal filmlerde herhangi rezorpsiyon gözlemlenmezken, stereomikroskopik yöntemde tüm dişlerde değişen oranlarda ve bazılarında pulpaya kadar uzanan

rezorpsiyonlar gözlemlemişlerdir. Diğer çalışmalara göre daha fazla çıkan kök rezorpsiyonunun nedeni rezorpsiyonun 6 aydan önce konvansiyonel röntgenlerle belirlenememesi olarak vurgulanırken, bilgisayarlı tomografik yöntemin daha yararlı olacağı fakat masraf ve radyasyon yüzünden bu yöneme baş vurulmadığı rapor edilmiştir (415). Sameshima ve Asgarifar (450) da kök rezorpsiyonu ve morfolojisini OPG ve periapikal röntgenlerde karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında, her tekniğin kendine göre avantaj ve dezavantajlarını tartışıp en sonunda tomografi kullanımını tavsiye etmişlerdir. Bu çalışmalar göz önüne alındığında periapikal röntgenlerde daha az olarak hesaplanan rezorpsiyon nedeni açıklığa kavuşmaktadır.

Kökün kortikal tabaka ile temasının önemli olmadığını, rezorpsiyonun kortikal tabakanın basıncından öte, diş hareketinin miktarı ile ilgili olduğunu belirten çalışmalar (330, 534) olduğu gibi, kökün kortikal tabaka ile yakın ilişkisinin kök rezorpsiyonuna neden olduğunu bildiren çalışmalar da vardır (177, 190, 208, 224, 341, 499). Horiuchi ve ark. (208) kortikal tabakaya kökün yakın olmasının, maksiller alveolar kemik genişliğinin az olmasının, kök ve kronun lingualize konumda olması ve diş ekstrüzyonunun kök rezorpsiyonu ile yakın ilişkide olduğunu belirtmiştir. 1. ve 2. Grup rezorpsiyon açısından değerlendirildiğinde ilk grubumuzda önemli derecede daha fazla kök rezorpsiyonu ile karşılaşmıştır. Bunun nedeni ilk gruptaki istatistiksel olarak anlamlı bulunan daha fazla intrüzyon olabilir. Diğer bir olasılık ise 2. Grubumuzda kuvvetin vertikal vektörle birlikte büyük horizontal vektörünün kökü daha fazla spongios tabaka içine yönlendirmesi olarak da düşünülebilir.

Orta ve yan kesici dişler rezorpsiyon açısından karşılaştırıldığında, her iki grupta da orta kesici dişlerdeki kısılmanın daha fazla olduğu görülmektedir. Literatür incelendiğinde intrüzyon hareketi sırasında meydana gelen rezorpsiyonu orta ve yan kesici dişlerde ayrı ayrı ve karşılaştırmalı olarak inceleyen iki mini vida

çalışması ve konvansiyonel yöntemlerle yapılan iki intrüzyon çalışması bulunmaktadır. Konvansiyonel yöntemlerle meydana gelen rezorpsiyonu değerlendiren Dermaut ve De Munck (133) orta ve yan kesici dişler arasında fark bulamazken, deVincenzo ve Winn (136) bizim bulgularımızla benzer olarak santral dişlerde daha fazla rezorpsiyon gözlemlemişlerdir. Mini vida destekli keser intrüzyonunu değerlendiren Bekler (39) ve Tümen (511) lateral dişlerde meydana gelen rezorpsiyonu daha fazla bulmuştur. Bulgularımız, rutin ortodontik tedavi süresince orta kesici dişlerdeki rezorpsiyonu daha fazla bulan araştırmacıların (35, 196, 216, 358, 466, 469) sonuçları ile uyumlu iken, yan kesici dişlerde daha fazla rezorpsiyon bildiren çalışmalarla (10, 63, 205, 287, 300, 329, 330, 429, 451, 452, 479) uyuşmamaktadır. Rezorpsiyonun, santral dişlerde görüldüğünü belirten çalışmalar bu durumu, santral dişlerin ilk kuvvet binen ve ağızda en fazla yer değiştiren dişler olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Lateral dişlerde daha fazla görüldüğünü belirten çalışmalar ise bu durumu lateral köklerin ince ve sivri olmasına veya normol morfolojiye göre deviasyon göstermiş kök yapılarına bağlamışlardır. Ayrıca santrallerin kök hacimleri lateral dişlerden daha fazla olduğu için santrallerin periodontal ligament boşluğu içinde yer değiştirmeye daha fazla direnç göstermeleri, tellerin kısıtlı sertliği ve braket ile tel arasındaki oynama nedeniyle lateral-santral keserler arasında telde torsiyon meydana gelerek özellikle de santral keserlerde tork kaybı sonucu orta kesici dişlerin, yan kesici dişlerden daha az kuvvetle yüklenmeleri ve laterallere hekim tarafından planlanandan daha fazla kuvvet uygulaması gibi nedenlerle lateral kesicilerde daha fazla rezorpsiyon olacağı bildirilmiştir (424, 447).

Liu ve ark. (289)'nın çalışmasında çekim endikasyonu konmuş premolar dişler çekilmeden önce hastalardan 0.292 mm voksel boyutunda DVT görüntüleri elde edilmiş, çekimden sonra su-yer değiştirmesi yöntemi ile saptadıkları dişlerin gerçek

hacimleri, DVT verilerinin rekonstrüksiyonu sonucu çıkan verilerle karşılaştırılmıştır. Her ne kadar iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıksa da gözlemciler olması gereken volumden ortalama olarak %0.82 daha fazla hacim hesaplamışlardır (sapmaların miktarı -%4-%7'dir). Wang ve ark.(536) çekim endikasyonu konmuş premolar dişlerden alınan DVT görüntülerinin hacim rekonstrüksiyonunu çekimden sonraki mikro-BT görüntüleri ile karşılaştırmıştır. İki yöntem arası fark sadece 2 mm³ çıkmış ve Mikro-BT ve DVT arası uyumun iyi olduğu ve DVT stabilite ve tekrarlanabilirliğinin dişlerin hacim saptanmasında yeterli olduğu belirtilmiş ve kök rezorpsiyonunun elde edilmesinde net 3-boyutlu ölçümlerin 2-boyutlu uzunluk ölçümlerinden daha üstün güce sahip olduğunu bildirmişlerdir. Maret ve ark. (312) çocuk kadavra mandibulalarındaki diş jermlerinin DVT ve Mikro-BT ile hesaplanan hacimlerinin benzer olduğunu, keser ve kanin dişlerinde önemli farklar çıksa da farklar çok ufak olduğu için klinik önemlerinin olmadığını bildirilmiştir. Bu farkların daha çok dişin ince olduğu, servikal bölge ya da hala gelişmekte olan mineye yakın yerlerde oluştuğunu bildirmişlerdir. 3-boyutlu yüzey rekonstrüksiyonunda ise hiçbir geometrik deviasyon olmadığını vurgulamışlardır. Bu üç çalışmada belirtilen sapma miktarlarının, herhangi konvansiyonel yöntemle bildirilenden daha az oluşu, DVT ile kök rezorpsiyonu miktarının hesaplanmasının güvenilir olacağını düşündürmüştür. Ayrıca volumetrik rekonstrüksiyon hesaplarında deviasyona neden olan krondaki ince mine sınırları, dişler mine-sement sınırından ayrılarak rekonstrükte edildiği için çalışmamızı etkilememiştir.

Çalışmamızda periapikal röntgenlerde meydana gelen kök uzunluğu kaybını bu dişlerin ortalama kök uzunlukları ile orantıladığımızda (356); 1. Grupta santral dişlerde %5.57, lateral dişlerde %4.38, ikinci grupta ise santral dişlerde %4.08,

lateral dişlerde ise %3.73'lük rezorpsiyona bağlı lineer kayıp olduğu gözlemlenirken, volumetrik değerlendirmenin sonucuna göre ise 1. Grupta rezorpsiyona bağlı ortalama kök hacmi kaybının santallerde %7.29, lateraller %5.61, 2. Grupta santrallerde %5.09, laterallerde %4.16 olduğu hesaplanmıştır. Gruplarımızda, kök hacminde meydana gelen değişimin kök uzunluğunda meydana gelen değişimden daha fazla olduğu görülmektedir. Bizce bunun nedeni rezorpsiyon kavitelerinin sadece apikal bölgedeki değil kökün tüm yüzeylerinde dağılım göstermesi olabilir. Han ve ark. (189)'nın çalışmasında intrüzyon ve ekstrüzyon hareketleri sonrasındaki rezorpsiyon kaviteleri incelenmiş ve ekstrüzyon grubunda sadece apikal foramene yakın bölgede rezorpsiyon kavitelerine rastlanırken intrüzyon grubunda çok daha derin, geniş ve kök yüzeyinde daha yaygın rezorpsiyon saptanmıştır. Han ve ark. (189) da dahil olmak üzere bazı çalışmalar (149, 150, 192, 262) intruze edilen dişlerin genel olarak apikal bölgelerinde, daha geniş ve dentine kadar uzanan daha derin rezorpsiyon kavitelerinin saptandığını belirtirken, Acar ve ark. (2)'nin yaptığı çalışmada rezorpsiyon kavitelerinin orta ve servikal üçlüde genişleme eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca unutulmamalıdır ki mekanik kuvvetler aynı olmasına rağmen eksternal apikal kök rezorpsiyonunun gösterdiği farklılık hastanın biomekanik ya da fizyolojik arka planındaki farklılıklara bağlı olabilir (35, 286, 287, 427, 446).

X-ışınlarının DNA'da mutasyonu tetikleyerek kanser riskini artırmasından dolayı (94) DVT yönteminde tartışılması gereken diğer bir konu da maruz kalınan radyasyon miktarıdır. DVT ile hastaya ulaşan radyasyonunun panoramik film çalışmalarında elde edilen efektif dozun 2-8 katına (27, 109, 123, 171, 295, 297, 360, 475), sefalometrik film dozunun 3-14 katına (171, 297, 360, 475) ve tüm dentisyonun periapikal incelemesine denk geldiği belirtilse de (123, 171, 295, 297,

304, 490), bu miktarın cihazın teknik özelliklerine (mA, kV, ışınlama süresi ve tarzı, dedektör hassasiyeti), görüntünün voksel boyutuna ve görüntüleme alanın boyutlarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (292, 294, 295, 300, 388). Kiefer ve ark. (237)'nın çalışmasında; full-ağız-incelemede analog ve digital radyasyon miktarları 78 μ Sv ve 41 μ Sv, panoramik röntgende ise 54 μ Sv ve 45 μ Sv olarak belirtilmiştir. Bu çalışma dahilinde 9 inch'lik görüntüleme alanı kullanılarak gerçekleştirilen DVT çekimlerinde hastaya ulaşan radyasyon dozunun, firmanın cihaz parametreleri yazılımında yaklaşık olarak 56 μ Sv olduğu bildirilmektedir. Böylece çalışmamızda kullanılan parametreler ile elde edilen efektif radyasyon dozunun bir dijital panoramik görüntü ile alınan dozun bir miktar üstünde olduğu görülmektedir. DVT'den alınan radyasyonu günlük yaşamımızdaki miktarlarla kıyaslayacak olursak; atmosferden yayılan kozmik radyasyon, dünyanın kabuğu kaynaklı kaya ve topraktan gamma radyasyonu, yiyeceklerden aldığımız radyasyon gibi gün içinde doğal arka plandan çeşitli radyasyonlara maruz kalmaktayız. Amerika'da yaşayan bireylerin günlük maruz kaldıkları arka plan radyasyonunun 8.5 μ Sv (535), İngiltere'de 5.5 μ Sv olduğu (544), Paris-Tokyo arası gidiş dönüş uçuşunda maruz kalınan kozmik radyasyonun efektif dozunun 139 μ Sv olduğu (65, 66) göz önüne alındığında, DVT çekimleri sırasında hastaların aldığı radyasyon dozunun üç boyuta dair kazanılan bilgiler de düşünüldüğünde oldukça düşük olduğu ortadadır.

Çoğu rezorpsiyonun klinik olarak bir önemi olmadığı, ancak çok ciddi ise dişin ömrünü tehdit ettiği belirtilmiştir (219). Killiany (238) literatür taraması sonucunda, ortodontik tedavi sonucunda değişen oranlarda rezorpsiyon görüldüğünü fakat bu rezorpsiyonlardan hiçbirinin diş kaybına ve diş sağlığının bozulmasına yol açacak kadar büyük olmadığını bu yüzden ortodontik tedaviden elde edilecek faydalar

karşısında böyle bir uzlaşma yapılabileceğini belirtmiştir. Bu açıdan kök rezorpsiyonunu; dişin ömrünü azaltan bir etken değil, kök yüzey alanını azaltarak, periodontal desteğin azalmasına (478, 567) ve relapsa karşı koyma gücünün düşmesine (437, 469) sebep olan bir faktör olarak değerlendirmek klinik bakımından daha değerli olacaktır. Shape ve ark. (469) en az 10 yıl sonra relaps olan ve olmayan bireyleri değerlendirdikleri çalışmalarında relaps görülenlerde anlamlı şekilde daha fazla kök rezorpsiyonu ve krestal kemik kaybı izlendiğini bildirmişlerdir. Fonksiyonel açıdan değerlendirildiğinde apikal kök rezorpsiyonu, dişin desteğini azaltan faktörlerden (478, 567) iken oluşturduğu yasal problemler (302, 334) nedeniyle de ortodontik komplikasyonlar arasında giderek artan bir öneme sahiptir.

Ortodontik tedaviye ikincil olarak meydana gelen eksternal apikal kök rezorpsiyonu ile ilgili olarak, kuvvet uzaklaştırıldıktan sonra reparative sürecin başladığı, rezorpsiyonun durduğu ve açığa çıkan dentinin sement kılıfı ile kaplandığı bildirilir (160, 259, 383, 425, 428, 429, 447, 534). Ciddiyet derecesi ne olursa olsun, ortodontik tedavinin neden olduğu kök rezorpsiyonu genellikle tedavi bittikten sonra devam etmez ve yüksek derecede rezorbe olan dişler bile uzun seneler fonksiyonda kalırlar (111, 220, 280, 286, 383, 429, 531, 533). Tedavi sonlandırıldıktan sonra, keskin kenarlar yumuşatılır ve remodelasyona uğrar, periodontal membran genişliği normale döner (429). Owman-Moll ve Kurol (383), çekim endikasyonlu premolar dişlere kuvvet uygulayıp, kuvveti kestikten sonraki farklı retansiyon süreçleri içinde rezorpsiyonlardaki tamiri incelemişlerdir. Çalışmalarında 2 haftalık dinlenme süreci sonunda kök rezorpsiyonlarının %38'inde iyileşme sürecine girildiği, 6. ve 7. haftalardan sonra da bu oranın %82'ye çıktığını saptamışlardır. Benzer şekilde, rezorpsiyon bölgelerinde zaman geçtikçe artan iyileşme oranları farklı çalışmalarda da gösterilmiştir. (264, 369). Başlangıçtaki yavaş tamir safhasında aselüler sement,

daha sonraki hızla tamir safhasında ise selüler sement depozisyonu ile kökte iyileşme meydana geldiği belirtilmiştir (380). VonderAhe (533), retrospektif çalışmalarında, vakaların %28'inde kök uzunluğunun $\frac{1}{4}$ 'ünden fazlasında kayıp olduğunu belirtmiş fakat retansiyon süreci sonrasında sadece 2 (%3.5) vakada kök morfolojisinde değişiklik gözlemiş ve bunu kısalmadan çok remodelasyon olarak adlandırmayı tercih etmiştir. Sadece bir vakada klinik mobilite rapor edilirken bu miktar az ve klinik olarak önemsiz olarak tanımlanmıştır. Bazı durumlarda ise rezorpsiyonun dişin aşırı hareketliliğine ve en sonunda da diş kaybına yol açabilecekleri belirtilmiştir (55). Jacobson (214) ise, aşırı derecede kökleri kısalmış dişlerin çiğneme fonksiyonuna bağlı kuvvetlere direnmede yeterliliklerinin soru işareti olduğunu, fonksiyonel streslerin apikal rezorpsiyonun devamına yol açabileceğini bildirmiştir. Remington (429), hafif ve orta derecelerde (hafif kütleşme ile kök uzunluğunun $\frac{1}{4}$ miktarını geçmeyecek derecede rezorpsiyon) kök rezorpsiyonunun klinik öneminin olmadığını vurgulamış ve en ciddi olarak etkilenen dişlerin bile ortodontik tedaviden yıllar sonra hizmet verdiğini açıklamıştır. Phillips (409), 2 mm'lik bir apikal kaybın kök yüzeyini %6-9 arasında düşürdüğünü bildirirken, 4 mm ve 6 mm kayıplarda sırası ile %18-22 ve %28-38'lik bir azalma olduğunu bildirmiştir. Kaley ve Phillips (224), diş sağlığı açısından kökün hafif kütleşme göstermesinin önemli olmadığını asıl önemli olanın orta (kökün $\frac{1}{3}$ 'üne kadar) ve ciddi (kökün $\frac{1}{3}$ 'ünden fazla rezorpsiyon gözlemlendiği) seviyelerdeki rezorpsiyon olduğunu, ayrıca ortodontik tedavi sonucu orta ve ciddi derecelerde görülen rezorpsiyonu santral keserlerde %47, lateraller ise %40 olarak bildirirken, Lupi ve ark. (301)'nin çalışmasında bu oran %30 ve %26 olarak açıklanmıştır.

Periodontist tarafından vertikal kemik kaybının olduğu kök-kron oranı düşük bir dişe nasıl muamele ediliyorsa kök rezorpsiyonu olan dişlere de öyle yaklaşılır

(280). Birçok araştırmacı, apikal kök rezorpsiyonun neden olduğu kısılma miktarındansa, marjinal kemik yıkımına bağlı marjinal ataşman seviyesindeki kaybın daha zararlı olduğunu belirtir (32, 205, 409, 412, 478). Bunun nedeni, apikal bölgeye göre krestal bölgede çok daha fazla olan periodontal fibrillerdir. Periodontal ataşmanın büyük bir çoğunluğu kökün krete yakın 2/3'ünde konumlandığı için, apikal bölgede 1/3'e kadar görülen rezorpsiyonun dişin mobilitesine ve kaybına yol açmayacağı bildirilmiştir (301). Kalkwaf (225) ise periodontal destek açısından değerlendirildiğinde 3 mm'lik apikal kök rezorpsiyonunun 1 mm'lik krestal kemik rezorpsiyonuna denk olduğunu ve apikal bölgedeki kök kayıplarının periodontal destek açısından değerlendirildiğinde minor role sahip olduğunu bildirmiştir. Kök rezorpsiyonu ve kemik kaybının eş zamanlı oluşabileceğini fakat birbirlerine mutlaka eşlik eden kavramlar olmadığı da belirtilmiştir (301, 370). Sonuç olarak, Ortodontik tedavi süresince görülen rezorpsiyonlara rağmen araştırmacılar, çoğu rezorpsiyon miktarının klinik olarak önemsiz olduğunu ve ortodontik tedaviden sağlanan estetik ve fonksiyonel fayda ile kök rezorpsiyonundan doğan zararın kıyaslanamayacağı konusunda hemfikir olmuşlardır (35, 63, 72, 73, 194, 301, 429, 478). Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda, bu çalışmada klinik olarak önemli olmayan ufak boyutlarda tespit edilen kök rezorpsiyonunun, tedavi bittikten sonraki süreçte bir miktar remodele olabileceği de göz önüne alındığında, bir sorun oluşturmayacağını düşünmekteyiz.

BÖLÜM VI

SONUÇ

İki farklı bölgeye yerleştirilen (1. Grupta lateral ve kanin dişler arasına, 2. Grupta 2. Premolar ve 1. Molar dişler arasına) mini vidalar ile gerçekleştirilen üst kesici dişlerin intrüzyonu sonucunda meydana gelen iskeletsel, dental, yumuşak doku değişikliklerinin ve kesici intrüzyonun yan etkileri olarak ortaya çıkan kök rezorpsiyonunun boyutlarının araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar şunlardır:

- Her iki grupta üst kesicilerin öne doğru eğimleri ve overjet artmış, overbite ve kesiciler arası açı azalmış, oklüzal düzlem saat yönü tersine rotasyona uğramıştır.
- Overbite, IMPA ve SN-OD ölçümleri bakımından iki grup arasında önemli farklar gözlenmezken, $\angle$ -SN ve $\angle$ -NA açıları, $\angle$ -NA uzaklığı, overjet'teki artışlar ve kesiciler arası açıdaki azalma 2. Grupta daha fazla olmuş ve gruplar arası fark önemli bulunmuştur.
- 2. Grupta A noktasının önemli geri hareketi olmuş ve gruplar arası fark da önemli çıkmıştır.
- 2. Grupta üst dudak daha önde (Ls-Y uzaklığı ve Ls-S uzaklığında artış) ve yukarıda (Sn-St) konumlanmıştır. Ancak Ls-Y ve Sn-St uzaklığı bakımından gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır.
- Gruplar arası fark önemli olacak şekilde, Nazolabial açı 2. Grupta önemli olarak azalmıştır.
- Her iki grupta üst kesici dişin insizal kenarının Stomion noktasından sarkma miktarı önemli olarak azalmıştır.

- DVT ölçümlerine göre her iki grupta kesici dişlerin eğimi artmıştır. $\underline{1}$ -PD açısında 1. Grupta 6.2° . 2. Grupta 14.8° ; $\underline{1}$ -T uzaklığında 1. Grupta 3.9 mm, 2. Grupta 6.3 mm anlamlı artışlar olmuştur. 2. Grupta daha fazla olan üst kesici protruzyonu nedeniyle gruplar arası fark önemli çıkmıştır.
- Direnç merkezlerinden ölçülen intrüzyon miktarları 1.grupta 2.48 mm., 2. Grupta 1.55 mm olarak belirlenmiştir. İntrüzyon miktarı 1.grupta, 2. gruba kıyasla önemli olarak daha fazla bulunmuştur. Kesici dişlerin kesici ucundan ölçülen intrüzyon miktarı da ($\underline{1}$ -PD uzaklığı), 1.grupta, 2. Gruba kıyasla önemli olarak daha fazladır.
- DVT ölçümlerine göre kesici dişlerin uzunlukları ve hacimleri azalmıştır. Uzunluk olarak kök rezorpsiyon miktarları: 1. Grupta, sol santral 1.19 mm, sol lateral 0.85 mm, sağ santral 1,08 mm, sağ lateral 0.92 mm; 2. Grupta sol santral 0.82 mm, sol lateral 0.72 mm, sağ santral 0.83 mm, sağ lateral 0.70 mm iken hacim olarak 1. Grupta, sol santralde 17.32 mm^3 , sol lateralde 11.32 mm^3 , sağ santralde 20.28 mm^3 , sağ lateralde 12.45 mm^3 ; 2. Grupta ise sol santralde 13.45 mm^3 , sol lateralde 8.42 mm^3 , sağ santralde 16.09 mm^3 , sağ lateralde ise 9.35 mm^3 'lük bir rezorpsiyon bulunmuştur. Rezorpsiyon miktarları hem lineer hem de hacim ölçümlerinde 1. Grupta, 2. Gruba göre önemli olacak şekilde fazla çıkmıştır.
- DVT görüntüleri üzerinde hesaplanan kök rezorpsiyon miktarları, periapikal film üzerinden hesaplanandan önemli olarak daha fazla bulunmuştur.

BÖLÜM VII

ÖZET

MINİ VİDA DESTEKLİ KESER İNTRÜZYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, lateral ve kanin dişler arasına yerleştirilen mini vidalardan elastik zincirle keser intrüzyonu gerçekleştirilen hasta grubu ile 2. Premolar ve 1. Molar dişler arasına yerleştirilen minividadan destek alan beta-titanyum telden kaldıraç koluyla kesici intrüzyonu gerçekleştirilen hasta grubunun dişsel, iskeletsel, yumuşak doku verilerini karşılaştırmaktır. Ayrıca intrüzyon sonucu meydana gelebilecek kök rezorpsiyonunu periapikal filmler ve dental volumetrik tomografiler ile belirleyip, bu iki görüntüleme yönteminin etkinliğinin kıyaslamasını yapabilmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, dişsel Sınıf I ya da Sınıf II malokluzyona sahip, overbite miktarının en az 5 mm olduğu, normal ya da artmış dik yön boyutlarına sahip 20 kız 11 erkek, toplam 31 birey üzerinde yürütüldü. Bireyler rastgele olarak 2 gruba ayrıldı. Keser dişlere yapılan seviyelemenin ardından, 1. Grupta lateral ve kanin dişler arasına yerleştirilen mini vidalardan elastik zincir ile, 2. Grupta 2. Premolar ve 1. Molar dişler arasına yerleştirilen mini vidalardan destek alan beta-titanyum telden kaldıraç kolu ile intrüzyon kuvveti uygulandı. İntrüzyon süresi 4 ay olarak uygulandı. İntrüzyondan hemen önce ve intrüzyondan hemen sonra alınan lateral sefalometrik ve periapikal filmler ile dental volumetrik tomografi görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler istatistiksel olarak değerlendirildi. Grup içi değerlendirmede Wilcoxin, gruplar arası karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Bulgular: Her iki grupta da üst kesicilerin öne doğru eğimleri ve overjet artmış, overbite azalmıştır. Overbite'daki azalma iki grup için de benzer iken, üst keser dişlerin protrüzyonu 2. Grupta daha fazla olmuş ve gruplar arası fark önemli çıkmıştır. Direnç merkezinden ölçülen intrüzyon miktarları, 1. Grupta 2.48 mm 2. Grupta 1.55 mm'dir, bu hareket 1. Grupta, 2. Gruba göre önemli derecede fazla bulunmuştur. Üst dudağın önce hareketi 1. Gruba göre önemli derecede fazla bulunurken, nazolabial açıdaki azalma 2. Grupta önemli derecede daha fazla bulunmuştur. Her iki grupta da önemli derecede kök rezorpsiyonu gözlemlenirken, uzunluk ve hacimdeki azalma 1. Grupta önemli derecede daha fazla çıkmıştır.

Sonuç: Her iki mekanik de kapanışın açılmasında etkili olup, kesici dişlerin intrüzyonu protrüzyon ile birlikte gerçekleşmiştir. Ancak, 1.Grupta direnç merkezinden ölçülen intrüzyon miktarı, 2. Grupta ise kesici protrüzyonu, gruplar arası fark anlamlı çıkacak şekilde daha fazla bulunmuştur. İntrüzyon sonucu, 1. Grupta daha fazla olacak şekilde her iki grupta kök rezorpsiyonu olmuştur.

SUMMARY

EVALUATION OF MINI SCREW SUPPORTED INCISOR INTRUSION

Aim: The purpose of this study is to compare the dentoalveolar, skeletal and soft tissue effects of mini screw supported incisor intrusion placed between lateral-canines utilizing chain elastics, and between 2nd premolars and 1st molars utilizing a TMA lever arm. Additionally, comparative determination of root resorption on periapical films and cone beam computed tomography (CBCT) as a consequence of intrusion and efficacy of these to imaging systems is to be evaluated.

Material and method: This study comprised 31 individuals (20 girls, 11 boys) presenting with CI I or CI II malocclusion, normal or hyperdivergent skeletal pattern and at least 5 mm of overbite. Patients randomly allocated to two groups. After leveling and aligning of the upper incisors, either the intrusive forces were applied with chain elastics from the mini screws placed between lateral and canines or with TMA lever arm was utilized from the mini screws located between the 2nd premolars and 1st molars. Intrusion duration was 4 months. The data obtained from the lateral cephalometric films, periapical roentgens and CBCT was analyzed statistically. Wilcoxon signed rank test was used for intragroup evaluation, while Mann-Whitney U test was utilized.

Results: The forward inclination of the upper incisor and overjet increased and the overbite decreased. Despite the similar amount of overbite decreases in both groups, 2nd group showed more protrusion and intergroup difference was significant. The intrusion amount measured from the center of resistance was 2.48 mm in 1st group and 1.55 mm in the 2nd group. The protrusion of the upper lip and the decrease in the nasolabial angle was greater in the 2nd group. Even though both of the groups

displayed significant resorption processes, the 1st group showed more decrease in length and volume.

Conclusion: Though both of the mechanics were efficient in opening the bite, intrusion of the incisors was accompanied by some protrusive movement also. The intrusion of the center of resistance in the 1st Group was significantly greater compared to the 2nd group while amount of protrusion in the 2nd group was significantly more than the 1st group. Even though the resorption was apparent in both groups, 1st group displayed significantly more loss in terms of length and volume.

BÖLÜM VIII

KAYNAKLAR

1. Abuabara A. (2007). Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy, *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 12:E610-3
2. Acar A., Canyurek U., Kocaaga M., Erverdi N. (1999). Continuous vs. discontinuous force application and root resorption, *The Angle orthodontist*, 69:159-63; discussion 63-4
3. Ackerman J.L., Ackerman M.B., Brensinger C.M., Landis J.R. (1998). A morphometric analysis of the posed smile, *Clin Orthod Res*. 1:2-11
4. Ackerman M.B., Ackerman J.L. (2002). Smile analysis and design in the digital era, *J Clin Orthod*, 36:221-36
5. Ahmad M., Jenny J., Downie M. (2012). Application of cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery, *Aust Dent J*, 57 Suppl 1:82-94
6. Al-Abdwani R., Moles D.R., Noar J.H. (2009). Change of incisor inclination effects on points A and B, *The Angle orthodontist*, 79:462-7
7. Al-Buraiki H., Sadowsky C., Schneider B. (2005). The effectiveness and long-term stability of overbite correction with incisor intrusion mechanics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127:47-55
8. Al-Qawasmi R.A., Hartsfield J.K., Jr. Everett E.T., Flury L., Liu L., Foroud T.M., Macri J.V., Roberts W.E. (2003). Genetic predisposition to external apical root resorption, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123:242-52
9. Al-Qawasmi R.A., Hartsfield J.K., Jr. Everett E.T., Flury L., Liu L., Foroud T.M., Macri J.V., Roberts W.E. (2003). Genetic predisposition to external apical root resorption in orthodontic patients: linkage of chromosome-18 marker, *J Dent Res*, 82:356-60

10. Alexander S.A. (1996). Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:321-4
11. Alexander T.A., Gibbs C.H., Thompson W.J. (1984). Investigation of chewing patterns in deep-bite malocclusions before and after orthodontic treatment, *American journal of orthodontics*, 85:21-7
12. Alkhader M., Kuribayashi A., Ohbayashi N., Nakamura S., Kurabayashi T. (2010). Usefulness of cone beam computed tomography in temporomandibular joints with soft tissue pathology, *Dentomaxillofac Radiol*, 39:343-8
13. AlQabandi A.K., Sadowsky C., BeGole E.A. (1999). A comparison of the effects of rectangular and round arch wires in leveling the curve of Spee, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116:522-9
14. Alves M.Jr., Baratieri C., Mattos C.T., Araujo M.T., Maia L.C. (2012). Root repair after contact with mini-implants: systematic review of the literature, *Eur J Orthod*, [Epub ahead of print]
15. Amasyalı M., Sağdıç D., Ölmez H., Akın E., Karaçay Ş. (2005). Intrusive effects of the connecticut intrusion arch and the utility intrusion arch, *Turk J Med Sci*, 35:407-15
16. Andreasen F.M., Sewerin I., Mandel U., Andreasen J.O. (1987). Radiographic assessment of simulated root resorption cavities, *Endod Dent Traumatol*, 3:21-7
17. Andreasen G.F., Bishara S. (1970). Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces, *The Angle orthodontist*, 40:151-8
18. Apajalahti S., Peltola J.S. (2007). Apical root resorption after orthodontic treatment -- a retrospective study, *Eur J Orthod*, 29:408-12

19. Arai Y., Tammisalo E., Iwai K., Hashimoto K., Shinoda K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*, 28:245-8
20. Artun J., Smale I., Behbehani F., Doppel D., Van't Hof M., Kuijpers-Jagtman A.M. (2005). Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy, *The Angle orthodontist*, 75:919-26
21. Artun J., Van 't Hullenaar R., Doppel D., Kuijpers-Jagtman A.M. (2009). Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:448-55
22. Asscherickx K., Vannet B.V., Wehrbein H., Sabzevar M.M. (2005). Root repair after injury from mini-screw, *Clin Oral Implants Res*, 16:575-8
23. Baciut M., Hedesiu M., Bran S., Jacobs R., Nackaerts O., Baciut G. (2012). Pre- and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography compared with panoramic radiographs, *Clin Oral Implants Res*, [Epub ahead of print]
24. Barghan S., Tetradis S., Mallya S. (2012). Application of cone beam computed tomography for assessment of the temporomandibular joints, *Aust Dent J*, 57 Suppl 1:109-18
25. Barton K.A. (1972). Overbite changes in the Begg and edgewise techniques. *American journal of orthodontics*, 62:48-55
26. Bastos Lages E.M., Drummond A.F., Pretti H., Costa F.O., Lages E.J., Gontijo A.I., Miranda Cota L.O., Brito R.B. Jr. (2009). Association of functional gene polymorphism IL-1beta in patients with external apical root resorption, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:542-6

27. Batista W.O., Navarro M.V., Maia A.F. (2012). Effective Doses in Panoramic Images from Conventional and Cbct Equipment, *Radiat Prot Dosimetry*, 151:67-75
28. Baty D.L., Storie D.J., von Fraunhofer J.A. (1994). Synthetic elastomeric chains: a literature review, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 105:536-42
29. Baumgaertel S. (2009). Compound topical anesthetics in orthodontics: putting the facts into perspective, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:556-7
30. Baumgaertel S., Razavi M.R., Hans M.G. (2008). Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:621-7
31. Baumrind S., Korn E.L., Boyd R.L. (1996). Apical root resorption in orthodontically treated adults, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:311-20
32. Baxter D.H. (1967). The effect of orthodontic treatment on alveolar bone adjacent to the cemento-enamel junction, *The Angle orthodontist*, 37:35-47
33. Baydas B., Yavuz I., Atasarl N., Ceylan I., Dagsuyu I.M. (2004). Investigation of the changes in the positions of upper and lower incisors, overjet, overbite, and irregularity index in subjects with different depths of curve of Spee, *The Angle orthodontist*, 74:349-55
34. Baysal A., Karadede I., Hekimoglu S., Ucar F., Ozer T., Veli I., Uysal T. (2012). Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography, *The Angle orthodontist*, 82:488-94
35. Beck B.W., Harris E.F. (1994). Apical root resorption in orthodontically treated subjects: analysis of edgewise and light wire mechanics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 105:350-61

36. Becker A., Chaushu S., Casap-Caspi N. (2010). Cone-beam computed tomography and the orthosurgical management of impacted teeth, J Am Dent Assoc, 141 Suppl 3:14S-8S
37. Beckmann S.H., Kuitert R.B., Prahl-Andersen B., Segner D., The R.P., Tuinzing D.B. (1998). Alveolar and skeletal dimensions associated with overbite, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 113:443-52
38. Begg, P.R., Kesling, P.C. (1977). Begg orthodontic theory and technique, 3d Edition, Saunders, Philadelphia
39. Bekler, Z. (2008). Mikro-implant ankrajı ile üst keser intruzyonunun ortodontik bölgeye etkisi, Doktora tezi, Ankara
40. Bell W.H., Jacobs J.D., Legan H.L. (1984). Treatment of Class II deep bite by orthodontic and surgical means, American journal of orthodontics, 85:1-20
41. Bell W.R. (1951). A study of applied force as related to the use of elastics and coil springs, The Angle orthodontist, 21:151-4
42. Benavides E., Rios H.F., Ganz S.D., An C.H., Resnik R., Reardon G.T., Feldman S.J., Mah J.K., Hatcher D., Kim M.J., Sohn D.S., Palti A., Perel M.L., Judy K.W., Misch C.E., Wang H.L. (2012). Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: the International Congress of Oral Implantologists consensus report, Implant Dent. 21:78-86
43. Bench R.W., Gugino C.F., Hilgers J.J. (1977). Bioprogressive therapy. Part 2, J Clin Orthod, 11:661-71, 74-82 contd
44. Bench R.W., Gugino C.F., Hilgers J.J. (1978). Bioprogressive therapy. Part 7, J Clin Orthod, 12:192-207
45. Benn D.K. (1990). A review of the reliability of radiographic measurements in estimating alveolar bone changes, J Clin Periodontol, 17:14-21

46. Berens A., Wiechmann D., Dempf R. (2006). Mini- and micro-screws for temporary skeletal anchorage in orthodontic therapy, *J Orofac Orthop* 67:450-8
47. Berg R. (1983). Stability of deep overbite correction, *Eur J Orthod*,5:75-83.
48. Bergersen E.O. (1988). A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age, *The Angle orthodontist* 58:237-56
49. Bernardes R.A., de Paulo R.S., Pereira L.O., Duarte M.A., Ordinola-Zapata R., de Azevedo J.R. (2012). Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions, *Dent Traumatol*, 28:268-72
50. Bernier-Rodriguez J.A., Sidow S.J., Joyce A.P., McNally K., McPherson J.C., 3rd (2008) Radiographic interpretation of experimental lesions in radicular tooth structure of human maxillary anterior teeth, *J Endod*, 34:1466-9
51. Bernstein R.L., Preston C.B., Lampasso J. (2007). Leveling the curve of Spee with a continuous archwire technique: a long term cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 131:363-71
52. Betzenberger D., Ruf S., Pancherz H. (1999). The compensatory mechanism in high-angle malocclusions: a comparison of subjects in the mixed and permanent dentition, *The Angle orthodontist*, 69:27-32
53. Bhalajhi S.I. (2003). *Orthodontics: Art and Science*. 3rd Edition, Arya (Medi) Publishing House, New Delhi
54. Binda S.K., Kuijpers-Jagtman A.M., Maertens J.K., van 't Hof M.A. (1994). A long-term cephalometric evaluation of treated Class II division 2 malocclusions, *Eur J Orthod*. 16:301-8
55. Bishara S.E. (2001). *Textbook of orthodontics*, Saunders, Iowa City.

56. Bishara S.E., Andreasen G.F. (1970). A comparison of time related forces between plastic elastiks and latex elastics, *The Angle orthodontist*, 40:319-28
57. Bishara S.E., Chadha J.M., Potter R.B. (1973). Stability of intercanine width, overbite, and overjet correction, *American journal of orthodontics*, 63:588-95
58. Bjork A., Skieller V. (1977). Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method, *Br J Orthod*, 4:53-64
59. Bjork A., Skieller V. (1983). Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years, *Eur J Orthod*, 5:1-46
60. Bjornaas T., Rygh P., Boe O.E. (1994). Severe overjet and overbite reduced alveolar bone height in 19-year-old men, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 106:139-45
61. Björk A. (1953). Variability and age changes in overjet and overbite. *American journal of orthodontics*, 39:779-801
62. Björk A. (1969). Prediction of mandibular growth rotation. *American journal of orthodontics*, 55:585-99
63. Blake M., Woodside D.G., Pharoah M.J. (1995). A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108:76-84
64. Block M.S., Hoffman D.R. (1995). A new device for absolute anchorage for orthodontics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107:251-8
65. Bottollier-Depois J.F., Chau Q., Bouisset P., Kerlau G., Plawinski L., Lebaron-Jacobs L. (2003). Assessing exposure to cosmic radiation on board aircraft. *Adv Space Res*, 32:59-66

66. Bottollier-Depois J.F., Trompier F., Clairand I., Spurny F., Bartlett D., Beck P., Lewis B., Lindborg L., O'Sullivan D., Roos H., Tommasino L. (2004). Exposure of aircraft crew to cosmic radiation: on-board intercomparison of various dosimeters. *Radiat Prot Dosimetry*, 110:411-5
67. Bragger U. (2005). Radiographic parameters: biological significance and clinical use, *Periodontol 2000*, 39:73-90
68. Branemark P.I., Adell R., Breine U., Hansson B.O., Lindstrom J., Ohlsson A. (1969). Intra-osseous anchorage of dental prostheses I. Experimental studies, *Scand J Plast Reconstr Surg*, 3:81-100
69. Braun S. (2002). Biomechanical considerations in the management of the vertical dimension, *Semin Orthod*, 8:149-54
70. Braun S., Sjursen R.C. Jr., Legan H.L. (1997). Variable modulus orthodontics advanced through an auxiliary archwire attachment, *The Angle orthodontist*, 67:219-22.
71. Bresonis W.L., Grewe J.M. (1974). Treatment and posttreatment changes in orthodontic cases: overbite and overjet, *The Angle orthodontist*, 44:295-9
72. Brezniak N., Wasserstein A. (1993). Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103:62-6
73. Brezniak N., Wasserstein A. (1993). Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103:138-46
74. Brezniak N., Wasserstein A. (2002). Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects, *The Angle orthodontist*, 72:175-9

75. Brin I., Tulloch J.F., Koroluk L., Philips C. (2003). External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124:151-6
76. Brodie A.G., Thompson J.R. (1942). Factors in the Position of the Mandible. *Journal of American Dental Association*, 29:925
77. Buchmann N., Senn C., Ball J., Brauchli L. (2012). Influence of initial strain on the force decay of currently available elastic chains over time, *The Angle orthodontist*, 82:529-35
78. Burstone C.J. (1962). Rationale of the segmented arch, *American journal of orthodontics*, 48:805-22
79. Burstone C.J. (1966). The mechanics of the segmented arch techniques, *The Angle orthodontist*, 36:99-120
80. Burstone C.J. (1967). Lip posture and its significance in treatment planning, *American journal of orthodontics*, 53:262-84
81. Burstone C.J. (1981). Variable-modulus orthodontics, *American journal of orthodontics*, 80:1-16
82. Burstone C.J. (2001). Biomechanics of Deep Overbite Correction, *Semin Orthod*, 7:26-33
83. Burstone C.J., Goldberg A.J. (1980). Beta titanium: a new orthodontic alloy. *American journal of orthodontics*, 77:121-32
84. Burstone C.J., Manhartberger C. (1988). Precision lingual arches. Passive applications, *J Clin Orthod*, 22:444-51
85. Burstone C.J., Pryputniewicz R.J. (1980). Holographic determination of centers of rotation produced by orthodontic forces. *American journal of orthodontics*, 77:396-409

86. Burstone C.J., Van Steenberg E., Hanley K.J. (1995). Modern edgewise mechanics and the segmented arch technique, Farmington, Connecticut.
87. Burstone C.R. (1977). Deep overbite correction by intrusion, American journal of orthodontics, 72:1-22
88. Canut J.A., Arias S. (1999). A long-term evaluation of treated Class II division 2 malocclusions: a retrospective study model analysis, Eur J Orthod, 21:377-86
89. Carano A., Velo S., Incorvati C., Poggio P. (2004). Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone; Prog Orthod, 5:212-35
90. Carcara S., Preston C.B., Jureyda O. (2001). The relationship between the curve of spee, relapse, and the Alexander discipline, Semin Orthod, 7:90-9
91. Carlson D.S., McNamara J.A., Moyers R.E., Ribbens K.A. (1978). Growth and Development, Muscle adaptation in the craniofacial region: proceedings of a sponsored symposium honoring Professor Robert E. Moyers, held February 24 and 25, 1978, in Ann Arbor, Michigan.
92. Cattaneo P.M., Dalstra M., Melsen B. (2008). Moment-to-force ratio, center of rotation, and force level: a finite element study predicting their interdependency for simulated orthodontic loading regimens, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 133:681-9
93. Cehreli S., Arman-Ozgirpici A. (2012). Primary stability and histomorphometric bone-implant contact of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 141:187-95
94. Cerqueira E.M., Meireles J.R., Lopes M.A., Junqueira V.C., Gomes-Filho I.S., Trindade S., Machado-Santelli G.M. (2008). Genotoxic effects of X-rays on

- keratinized mucosa cells during panoramic dental radiography, *Dentomaxillofac Radiol*, 37:398-403
95. Chan E., Darendeliler M.A. (2005). 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*, 127:186-95
 96. Chan E.K., Darendeliler M.A. (2004). Exploring the third dimension in root resorption, *Orthod Craniofac Res*, 7:64-70
 97. Chan E.K., Darendeliler M.A., Petocz P., Jones A.S. (2004). A new method for volumetric measurement of orthodontically induced root resorption craters, *Eur J Oral Sci*, 112:134-9
 98. Chang Y.J., Lee H.S, Chun Y.S. (2004). Microscrew anchorage for molar intrusion, *J Clin Orthod*, 38:325-30
 99. Chapnick L. (1989). External root resorption: an experimental radiographic evaluation, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 67:578-82
 100. Chaushu S., Becker A., Chaushu G. (2008). Lingual orthodontic treatment and absolute anchorage to correct an impacted maxillary canine in an adult, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134:811-9
 101. Chen Y.H., Chang H.H., Chen Y.J., Lee D., Chiang H.H., Yao C.C. (2008). Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study. *Clin Oral Implants Res*, 19:99-106
 102. Chen Y.J., Chang H.H., Huang C.Y., Hung H.C., Lai E.H., Yao C.C. (2007). A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res*, 18:768-75
 103. Cheng L.L., Turk T., Elekdag-Turk S., Jones A.S., Yu Y., Darendeliler M.A. (2010). Repair of root resorption 4 and 8 weeks after application of continuous

- light and heavy forces on premolars for 4 weeks: a histology study, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 138:727-34
104. Cheng S.J., Tseng I.Y., Lee J.J., Kok S.H. (2004). A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 19:100-6.
 105. Chien P.C., Parks E.T., Eraso F., Hartsfield J.K., Roberts W.E., Ofner S. (2009). Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo, *Dentomaxillofac Radiol*, 38:262-73
 106. Chiqueto K., Martins D.R., Janson G. (2008). Effects of accentuated and reversed curve of Spee on apical root resorption, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:261-8
 107. Chung R.R., Lagravere M.O., Flores-Mir C., Heo G., Carey J.P., Major P.W. (2009). A comparative analysis of angular cephalometric values between CBCT generated lateral cephalograms versus digitized conventional lateral cephalograms, *Int Orthod*, 7:308-21
 108. Clifford P.M., Orr J.F., Burden D.J. (1999). The effects of increasing the reverse curve of Spee in a lower archwire examined using a dynamic photo-elastic gelatine model, *Eur J Orthod*, 21:213-22
 109. Cohnen M., Kemper J., Mobes O., Pawelzik J., Modder U. (2002). Radiation dose in dental radiology, *Eur Radiol*, 12:634-7
 110. Cope J.B. (2005). Temporary Anchorage Devices in Orthodontics: A Paradigm Shift, *Semin Orthod*, 11:3-8

111. Copeland S., Green L.J. (1986). Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment, *American journal of orthodontics*, 89:51-5
112. Cornelis M.A., Scheffler N.R., De Clerck H.J., Tulloch J.F., Behets C.N. (2007). Systematic review of the experimental use of temporary skeletal anchorage devices in orthodontics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131(4 Suppl):52-8
113. Costa A., Raffainl M., Melsen B. (1998). Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report, *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 13:201-9
114. Costopoulos G., Nanda R. (1996). An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 109:543-8
115. Cotton T.P., Geisler T.M., Holden D.T., Schwartz S.A., Schindler W.G. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography, *J Endod*, 33:1121-32
116. Creekmore T.D., Eklund M.K. (1983). The possibility of skeletal anchorage, *J Clin Orthod*, 17:266-9
117. Crismani A.G., Bertl M.H., Celar A.G., Bantleon H.P., Burstone C.J. (2010). Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:108-13
118. da Silva D.L., Kochenborger C., Marchioro E.M. (2009). Force degradation in orthodontic elastic chains, *Revista Odonto Ciência* 24:274-8
119. da Silveira H.L., Silveira H.E., Liedke G.S., Lermen C.A., Dos Santos R.B., de Figueiredo J.A. (2007). Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro, *Dentomaxillofac Radiol*, 36(7):393-6

120. Dahlberg G. (1940). Statistical methods for medical and biological students, G. Allen & Unwin Ltd.: London,.
121. Dake M.L., Sinclair P.M. (1989). A comparison of the Ricketts and Tweed-type arch leveling techniques, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 95:72-8
122. Dalstra M., Cattaneo P.M., Melsen B. (2004). Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage, Orthodontics, 1:53-62
123. Danforth R.A., Clark D.E. (2000). Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 89:236-43
124. Danforth R.A., Dus I., Mah J. (2003). 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension, J Calif Dent Assoc, 31:817-23
125. Darendeliler N., Dincer M., Soylu R. (2004). The biomechanical relationship between incisor and condylar guidances in deep bite and normal cases, J Oral Rehabil, 31:430-7
126. Daskalogiannakis J. (2000). Glossory of Orthodontic Terms, Quintessence Publishing Co.: Leipzig.
127. Davidovitch M., Rebellato J. (1995). Two-couple orthodontic appliance systems utility arches: a two-couple intrusion arch, Semin Orthod, 1:25-30
128. de Faria Vasconcelos K., Evangelista K.M., Rodrigues C.D., Estrela C., de Sousa T.O., Silva M.A. (2012). Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography, Dentomaxillofac Radiol, 41:64-9
129. De Genova D.C., McInnes-Ledoux P., Weinberg R., Shaye R. (1985). Force degradation of orthodontic elastomeric chains--a product comparison study. American journal of orthodontics, 87:377-84

130. Deguchi T., Murakami T., Kuroda S., Yabuuchi T., Kamioka H., Takano-Yamamoto T. (2008). Comparison of the intrusion effects on the maxillary incisors between implant anchorage and J-hook headgear, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:654-60
131. Deguchi T., Takano-Yamamoto T., Kanomi R., Hartsfield J.K. Jr., Roberts W.E., Garetto L.P. (2003). The use of small titanium screws for orthodontic anchorage, *J Dent Res*, 82:377-81
132. Dellinger E.L. (1967). A histologic and cephalometric investigation of premolar intrusion in the *Macaca speciosa* monkey, *American journal of orthodontics*, 53:325-55
133. Dermaut L.R., De Munck A. (1986). Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 90:321-6
134. Dermaut L.R., Vanden Bulcke M.M. (1986). Evaluation of intrusive mechanics of the type "segmented arch" on a macerated human skull using the laser reflection technique and holographic interferometry, *American journal of orthodontics*, 89:251-63
135. DeShields R.W. (1969). A study of root resorption in treated Class II, Division I malocclusions, *The Angle orthodontist*, 39:231-45
136. DeVincenzo J.P., Winn M.W. (1987). Maxillary incisor intrusion and facial growth, *The Angle orthodontist*, 57:279-89
137. Dong J.K., Jin T.H., Cho H.W., Oh S.C. (1999). The esthetics of the smile: a review of some recent studies, *Int J Prosthodont*, 12:9-19

138. dos Anjos Pontual M.L., Freire J.S., Barbosa J.M., Frazao M.A., dos Anjos Pontual A. (2012). Evaluation of bone changes in the temporomandibular joint using cone beam CT, *Dentomaxillofac Radiol*, 41:24-9
139. dos Santos Neto P., dos Santos L., Coletta R.D., Laranjeira A.L., de Oliveira Santos C.C., Bonan P.R., Martelli-Junior H. (2011). Imaging evaluation of the gingival fibromatosis and dental abnormalities syndrome, *Dentomaxillofac Radiol*, 40:236-43
140. Douglass J.B., Killiany D.M. (1987). Dental implants used as orthodontic anchorage, *J Oral Implantol*, 13:28-38
141. Dudic A., Giannopoulou C., Leuzinger M., Kiliaridis S. (2009). Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:434-7
142. Dudic A., Giannopoulou C., Martinez M., Montet X., Kiliaridis S. (2008). Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption, *Eur J Oral Sci*, 116:467-72
143. Durack C., Patel S., Davies J., Wilson R., Mannocci F. (2011). Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption, *Int Endod J*, 44:136-47
144. Ebehart B.B., Kuflinac M.M., Baker I.M. (1987). The relationship between bite depth and incisor angular change, *The Angle Orthodontist*, 60:55-8
145. Echarri P., Kim T., Favero L., Kim H. (2007). *Orthodontics and microimplants*, Ripano Pub., Madrid

146. Eickholz P., Hausmann E. (2000). Accuracy of radiographic assessment of interproximal bone loss in intrabony defects using linear measurements, *Eur J Oral Sci*, 108:70-3
147. Engel G., Cornforth G., Damerell J.M., Gordon J., Levy P., McAlpine J., Otto R., Walters R., Chaconas S. (1980). Treatment of deep-bite cases, *American journal of orthodontics*, 77:1-13
148. English J.D., Peltomaki T., Pham-Litschel K. (2008). *Mosby's Orthodontic Review - E-Book*, Elsevier Health Sciences
149. Faltin R.M., Arana-Chavez V.E., Faltin K., Sander F.G., Wichelhaus A. (1998). Root resorptions in upper first premolars after application of continuous intrusive forces. Intra-individual study, *J Orofac Orthop*, 59:208-19
150. Faltin R.M., Faltin K., Sander F.G., Arana-Chavez V.E. (2001). Ultrastructure of cementum and periodontal ligament after continuous intrusion in humans: a transmission electron microscopy study, *Eur J Orthod*, 23:35-49
151. Farman A.G., Scarfe W.C. (2006). Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:257-65
152. Fayed M.M., Pazera P., Katsaros C. (2010). Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography, *The Angle orthodontist*, 80:939-51
153. Feldmann I., Bondemark L. (2008). Anchorage capacity of osseointegrated and conventional anchorage systems: a randomized controlled trial, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:339 e19-28

154. Fidler B.C., Årtun J., Joondeph D.R., Little R.M. (1995). Long-term stability of Angle Class II, Division 1 malocclusions with successful occlusal results at end of active treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107:276-85
155. Fleming H.B. (1961). An investigation of the vertical overbite during the eruption of the permanent dentition, *Angle Orthodontist*, 31:53-62
156. Florvaag B., Kneuertz P., Lazar F., Koebke J., Zoller J.E., Braumann B., Mischkowski R.A. (2010). Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An in-vitro study, *J Orofac Orthop*, 71:53-67
157. Foo M., Jones A., Darendeliler M.A. (2007). Physical properties of root cementum: Part 9. Effect of systemic fluoride intake on root resorption in rats, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:34-43
158. Friedland B. (1998). Clinical radiological issues in orthodontic practice, *Semin Orthod*, 4:64-78
159. Fritz U., Diedrich P., Wiechmann D. (2003). Apical root resorption after lingual orthodontic therapy, *J Orofac Orthop*, 64:434-42
160. Fuss Z., Tsesis I., Lin S. (2003). Root resorption--diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors, *Dent Traumatol*, 19:175-82
161. Gainsforth B.L., Higley L.B. (1945). A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone, *American journal of orthodontics and oral surgery*, 31:406-17
162. Gantous A., Phillips J.H. (1995). The effects of varying pilot hole size on the holding power of miniscrews and microscrews, *Plast Reconstr Surg*.95:1165-9
163. Ganz S.D. (2011). Cone beam computed tomography-assisted treatment planning concepts, *Dent Clin North Am*, 55:515-36

164. Garib D.G., Yatabe M.S., Ozawa T.O., da Silva Filho O.G. (2012). Alveolar bone morphology in patients with bilateral complete cleft lip and palate in the mixed dentition: cone beam computed tomography evaluation, *Cleft Palate Craniofac J*, 49:208-14
165. Gaudet E.L.Jr. (1970). Tissue changes in the monkey following root torque with the Begg technique, *American journal of orthodontics*, 58:164-78
166. Ge Y.S., Liu J., Chen L., Han J.L., Guo X. (2012). Dentofacial effects of two facemask therapies for maxillary protraction miniscrew implants versus rapid maxillary expanders, *The Angle orthodontist*, [Epub ahead of print]
167. Geron S., Atalia W. (2005). Influence of sex on the perception of oral and smile esthetics with different gingival display and incisal plane inclination, *The Angle orthodontist*, 75:778-84
168. Geron S., Shpack N., Kandos S., Davidovitch M., Vardimon A.D. (2003). Anchorage loss--a multifactorial response, *The Angle orthodontist*, 73(6):730-7
169. Gher M.E., Richardson A.C. (1995). The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement, *Int J Periodontics Restorative Dent*, 15:268-83
170. Giancotti A., Greco M., Mampieri G., Arcuri C. (2004). The use of titanium miniscrews for molar protraction in extraction treatment, *Prog Orthod*, 5:236-47
171. Gibbs S.J. (2000). Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 90:538-45
172. Gjessing P. (1992). Controlled retraction of maxillary incisors, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101:120-31

173. Goelzer J.G., Avelar R.L., de Oliveira R.B., Hubler R., Silveira R.L., Machado R.A. (2010). Self-drilling and self-tapping screws: an ultrastructural study, *J Craniofac Surg*.21(2):513-5
174. Goldberg F, De Silvio A, Dreyer C (1998) Radiographic assessment of simulated external root resorption cavities in maxillary incisors. *Endod Dent Traumatol*, 14:133-6
175. Goldie R.S., King G.J. (1984). Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats, *American journal of orthodontics*, 85:424-30
176. Goldin B. (1989). Labial root torque: effect on the maxilla and incisor root apex, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95:208-19
177. Goldson L., Henrikson C.O. (1975). Root resorption during Begg treatment; a longitudinal roentgenologic study, *American journal of orthodontics*, 68:55-66
178. Goldstein R.E., Belinfante L., Nahai F. (1997). *Change your smile*, 3rd Edition, Quintessence Pub., Chicago
179. Goz G., Rakosi T. (1989). Apical root resorption during orthodontic treatment, *Fortschr Kieferorthop*, 50:196-206
180. Graber T.M. (1972). *Orthodontics: Principles and Practice*, 3rd Edition, Saunders Pub., Philadelphia
181. Graber T.M., Vanarsdall R.L., Vig K.W.L. (2005). *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 4 Edition, Mosby Pub., St.Louis
182. Gracco A., Gemelli S., Lombardo L., Siciliani G. (2011). Upper incisor intrusion: an anatomical analysis via CBCT, *Int Orthod*, 9:210-23
183. Gray J.B., Steen M.E., King G.J., Clark A.E. (1983). Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage, *American journal of orthodontics*, 83:311-7

184. Grimard B.A., Hoidal M.J., Mills M.P., Mellonig J.T., Nummikoski P.V., Mealey B.L. (2009). Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy, *J Periodontol*, 80:48-55
185. Guerrero M.E., Shahbazian M., Elsiena Bekkering G., Nackaerts O., Jacobs R., Horner K. (2011). The diagnostic efficacy of cone beam CT for impacted teeth and associated features: a systematic review, *J Oral Rehabil*, 38:208-16
186. Gulden N., Eggermann T., Zerres K., Beer M., Meinelt A., Diedrich P. (2009). Interleukin-1 polymorphisms in relation to external apical root resorption (EARR), *J Orofac Orthop*, 70:20-38
187. Haack D.C., Weinstein S. (1963). Geometry and mechanics as related to tooth movement studied by means of two-dimensional model, *J Am Dent Assoc*, 66:157-64
188. Halazonetis D.J. (1998). Ideal arch force systems: a center-of-resistance perspective, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:256-64
189. Han G., Huang S., Von den Hoff J.W., Zeng X., Kuijpers-Jagtman A.M. (2005). Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study, *The Angle orthodontist*, 75:912-8
190. Handelman C.S. (1996). The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae, *The Angle orthodontist*, 66:95-109; discussion -10
191. Hans M.G., Kishiyama C., Parker S.H., Wolf G.R., Noachtar R. (1994). Cephalometric evaluation of two treatment strategies for deep overbite correction. *The Angle orthodontist*, 64:265-74; discussion 75-6

192. Harris D.A., Jones A.S., Darendeliler M.A. (2006). 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*, 130:639-47
193. Harris E.F. (2000). Root resorption during orthodontic therapy, *Semin Orthod*, 6:183-94
194. Harris E.F., Baker W.C. (1990). Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98:463-9
195. Harris E.F., Butler M.L. (1992). Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101:112-9
196. Harris E.F., Kineret S.E., Tolley E.A. (1997). A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 111:301-9
197. Harris E.F., Robinson Q.C., Woods M.A. (1993). An analysis of causes of apical root resorption in patients not treated orthodontically, *Quintessence Int*, 24:417-28
198. Harry M.R., Sims M.R. (1982). Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study, *The Angle orthodontist*, 52:235-58
199. Hashimoto T., Fukunaga T., Kuroda S., Sakai Y., Yamashiro T., Takano-Yamamoto T. (2009). Mandibular deviation and canted maxillary occlusal plane treated with miniscrews and intraoral vertical ramus osteotomy:

- functional and morphologic changes, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:868-77
200. Heidemann W., Terheyden H., Gerlach K.L. (2001). Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws, *J Craniomaxillofac Surg*, 29:69-74
201. Hellekant M., Lagerstrom L., Glerup A. (1989). Overbite and overjet correction in a Class II, division 1 sample treated with Edgewise therapy, *Eur J Orthod*, 11:91-106
202. Henry J.L., Weinmann J.P. (1951). The pattern of resorption and repair of human cementum, *J Am Dent Assoc*, 42:270-90
203. Herman R., Cope J.B. (2005). Miniscrew implants: IMTEC Mini Ortho Implants, *Semin Orthod*, 11:32-9
204. Hofmann E., Medelnik J., Fink M., Lell M., Hirschfelder U. (2011). Three-dimensional volume tomographic study of the imaging accuracy of impacted teeth: MSCT and CBCT comparison--an in vitro study, *Eur J Orthod*, [Epub ahead of print]
205. Hollender L., Ronnerman A., Thilander B. (1980). Root resorption, marginal bone support and clinical crown length in orthodontically treated patients, *Eur J Orthod*, 2:197-205
206. Hong R.K., Hong H.P., Koh H.S. (2001). Effect of reverse curve mushroom archwire on lower incisors in adult patients: a prospective study, *The Angle orthodontist*, 71:425-32
207. Hor A.B. (2005). Sınıf II Bölüm 2 Anomalili Erişkinlerde Üst Kesici Dişlerin İntrüzyonunun Dentofasial Yapılara Etkisinin İncelenmesi, Doktora tezi, Samsun

208. Horiuchi A., Hotokezaka H., Kobayashi K. (1998). Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:311-8
209. Hulsey C.M. (1970). An esthetic evaluation of lip-teeth relationships present in the smile, *American journal of orthodontics*, 57:132-44
210. Hultgren B.W., Isaacson R.J., Erdman A.G., Worms F.W., Rekow E.D. (1980). Growth contributions to class II corrections based on models of mandibular morphology, *American journal of orthodontics*, 78:310-20
211. Hunt O., Johnston C., Hepper P., Burden D., Stevenson M. (2002). The influence of maxillary gingival exposure on dental attractiveness ratings, *Eur J Orthod*, 24:199-204
212. Isaacson J.R., Isaacson R.J., Speidel T.M., Worms F.W. (1971). Extreme Variation in Vertical Facial Growth and Associated Variation in Skeletal and Dental Relations, *The Angle orthodontist*, 41:219-29
213. Iseri H., Solow B. (1990). Growth displacement of the maxilla in girls studied by the implant method, *Eur J Orthod*, 12:389-98
214. Jacobson O. (1952). Clinical significance of root resorption *Am Journal of Orthodontics*, 12:687-96
215. Jameson W.S. (2002). Dynesthetic and dentogenic concept revisited, *J Esthet Restor Dent*, 14:139-48
216. Janson G.R., De Luca Canto G., Martins D.R., Henriques J.F., De Freitas M.R. (2000). A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 118:262-73

217. Janzen E.K. (1977). A balanced smile--a most important treatment objective, *American journal of orthodontics*, 72:359-72
218. Jeon Y.J., Kim Y.H., Son W.S., Hans M.G. (2006). Correction of a canted occlusal plane with miniscrews in a patient with facial asymmetry, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:244-52
219. Jiang R.P., McDonald J.P., Fu M.K. (2010). Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors, *Eur J Orthod*, 32:693-7
220. Jonsson A., Malmgren O., Levander E. (2007). Long-term follow-up of tooth mobility in maxillary incisors with orthodontically induced apical root resorption, *Eur J Orthod*, 29:482-7
221. Jung Y.H., Cho B.H. (2011). External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors, *Imaging Sci Dent*, 41:17-21
222. Kadioglu O., Buyukyilmaz T., Zachrisson B.U., Maino B.G. (2008). Contact damage to root surfaces of premolars touching miniscrews during orthodontic treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134:353-60
223. Kaeppler G. (2010). Applications of cone beam computed tomography in dental and oral medicine, *Int J Comput Dent*, 13:203-19
224. Kaley J., Phillips C. (1991). Factors related to root resorption in edgewise practice, *The Angle orthodontist*, 61:125-32
225. Kalkwarf K.L., Krejci R.F., Pao Y.C. (1986). Effect of apical root resorption on periodontal support, *J Prosthet Dent*, 56:317-9
226. Kamel S.G., Kau C.H., Wong M.E., Kennedy J.W., English J.D. (2009). The role of Cone beam CT in the evaluation and management of a family with Gardner's syndrome, *J Craniomaxillofac Surg*, 37:461-8

227. Kanchana P., Godfrey K. (2000). Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 118:280-7
228. Kanomi R. (1997). Mini-implant for orthodontic anchorage, *J Clin Orthod*, 31:763-7
229. Kapila S., Sachdeva R. (1989). Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:100-9
230. Karlsen A.T. (1994). Craniofacial characteristics in children with Angle Class II div. 2 malocclusion combined with extreme deep bite, *The Angle orthodontist*, 64:123-30
231. Katona T.R. (2006). Flaws in root resorption assessment algorithms: role of tooth shape, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:698 e19-27
232. Yano S, Motoyoshi M, Uemura M, Ono A, Shimizu N. (2006). Tapered orthodontic miniscrews induce bone-screw cohesion following immediate loading, *Eur J Orthod*, 28:541-6
233. Keeling S.D., Gibbs C., Hall M.B., Lupkiewicz S. (1989). Internal derangement of the TMJ: changes associated with mandibular repositioning and orthodontic therapy, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:363-74
234. Keim R.G. (2007). Miniscrew complications, *J Clin Orthod*, 41:719-20
235. Kennedy D.B., Joondeph D.R., Osterberg S.K., Little R.M. (1983). The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support, *American journal of orthodontics*, 84:183-90
236. Kersey M.L., Glover K.E., Heo G., Raboud D., Major P.W. (2003). A comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics, *The Angle orthodontist*, 73:181-6

237. Kiefer H., Lambrecht J.T., Roth J. (2004). Dose exposure from analog and digital full mouth radiography and panoramic radiography. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 114:687-93
238. Killiany D.M. (1999). Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature, *Semin Orthod*, 5:128-33
239. Killiany D.M., Duplessis J. (1985). Relaxation of elastomeric chains, *J Clin Orthod*, 19:592-3
240. Kim J.W., Ahn S.J., Chang Y.I. (2005). Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128:190-4
241. Kim J.W., Park J.Y., Baek S.H., Kim T.W., Chang Y.I. (2010). Forced eruption of an impacted third molar using a bracket-head miniscrew, *J Clin Orthod*, 44:313-8
242. Kim S.H., Kook Y.A., Lee W., Kim I., Chung K.R. (2009). Two-component mini-implant as an efficient tool for orthognathic patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:110-7
243. Kim T.W., Kim H., Lee S.J. (2006). Correction of deep overbite and gummy smile by using a mini-implant with a segmented wire in a growing Class II Division 2 patient, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:676-85
244. Kim T.W., Little R.M. (1999). Postretention assessment of deep overbite correction in Class II Division 2 malocclusion, *The Angle orthodontist*, 69:175-86.
245. Kinzel J., Aberschek P., Mischak I., Droschl H. (2002). Study of the extent of torque, protrusion and intrusion of the incisors in the context of Class II, division 2 treatment in adults, *J Orofac Orthop*. 63:283-99

246. Kinzinger G.S., Gulden N., Yildizhan F., Diedrich P.R. (2009). Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:578-86
247. Kjaer I. (1995). Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment, *Eur J Orthod*, 17:25-34
248. Knight H. (1988). The effects of three methods of orthodontic appliance therapy on some commonly used cephalometric angular variables, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 93:237-44
249. Kobayashi K., Shimoda S., Nakagawa Y., Yamamoto A. (2004). Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography, *Int J Oral Maxillofac Implants*, 19:228-31
250. Kocadereli I., Yesil T.N., Veske P.S., Uysal S. (2011). Apical root resorption: a prospective radiographic study of maxillary incisors, *Eur J Dent*, 5:318-23
251. Koenig H.A., Burstone C.J. (1989). Force systems from an ideal arch--large deflection considerations, *The Angle orthodontist*, 59:11-6
252. Kokich V.G., Shapiro P.A., Oswald R., Koskinen-Moffett L., Clarren S.K. (1985). Ankylosed teeth as abutments for maxillary protraction: a case report, *American journal of orthodontics*, 88:303-7
253. Kokich V.O., Kokich V.G., Kiyak H.A. (2006). Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: asymmetric and symmetric situations, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:141-51
254. Kravitz N.D., Kusnoto B. (2007). Risks and complications of orthodontic miniscrews, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131(4 Suppl):S43-51

255. Kumar V., Gossett L., Blattner A., Iwasaki L.R., Williams K., Nickel J.C. (2011). Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139:e533-41
256. Kuroda S., Sugawara Y., Deguchi T., Kyung H.M., Takano-Yamamoto T. (2007). Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:9-15
257. Kuroda S, Yamada K., Deguchi T., Hashimoto T., Kyung H.M., Takano-Yamamoto T. (2007). Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131(4 Suppl):S68-73
258. Kurol J., Owman-Moll P. (1998). Hyalinization and root resorption during early orthodontic tooth movement in adolescents, *The Angle orthodontist*, 68:161-5
259. Kurol J., Owman-Moll P., Lundgren D. (1996). Time-related root resorption after application of a controlled continuous orthodontic force, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:303-10
260. Kusy R.P. (1983). On the use of nomograms to determine the elastic property ratios of orthodontic arch wires, *American journal of orthodontics*, 83:374-81
261. Kusy R.P., Mims L., Whitley J.Q. (2001). Mechanical characteristics of various tempers of as-received cobalt-chromium archwires, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:274-91
262. Küçükkeleş N., Okar I. (1994). Root resorption and pulpal changes due to intrusive force, *Journal of Marmara University Dental Faculty*, 2:404-8
263. Kyung H.M., Park H.S., Bae S.M., Sung J.H., Kim I.B. (2003). Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage, *J Clin Orthod*, 37:321-8

264. Langford S.R., Sims M.R. (1982). Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *American journal of orthodontics*, 81:108-15
265. Lapatki B.G., Baustert D., Schulte-Monting J., Frucht S., Jonas I.E. (2006). Lip-to-incisor relationship and postorthodontic long-term stability of cover-bite treatment, *The Angle orthodontist*, 76:942-9
266. Lapatki B.G., Klatt A., Schulte-Monting J., Stein S., Jonas I.E. (2004). A retrospective cephalometric study for the quantitative assessment of relapse factors in cover-bite treatment, *J Orofac Orthop*, 65:475-88
267. Lapatki B.G., Mager A.S., Schulte-Moenting J., Jonas I.E. (2002). The importance of the level of the lip line and resting lip pressure in Class II, Division 2 malocclusion, *J Dent Res*, 81:323-8
268. Larheim T.A., Eggen S. (1979). Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring film, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 48:374-8
269. Laux M., Abbott P.V., Pajarola G., Nair P.N. (2000). Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment, *Int Endod J*, 33:483-93
270. Leach H.A., Ireland A.J., Whaites E.J. (2001). Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics, *Br Dent J*. 190:16-22
271. Lee J.S. (2007). *Applications of orthodontic mini implants*, Quintessence Pub., Chicago
272. Lee K.J., Joo E., Kim K.D., Lee J.S., Park Y.C., Yu H.S. (2009). Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:486-94

273. Lee K.J., Park Y.C., Hwang W.S., Seong E.H. (2007). Uprighting mandibular second molars with direct miniscrew anchorage, *J Clin Orthod*, 41:627-35
274. Lee K.J., Park Y.C., Park J.Y., Hwang W.S. (2010). Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:830-9
275. Lee R.Y., Artun J., Alonzo T.A. (1999). Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116:187-95
276. Leite V., Conti A.C., Navarro R., Almeida M., Oltramari-Navarro P., Almeida R. (2012). Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone-beam computed tomography, *The Angle orthodontist*, [Epub ahead of print]
277. Lenza M.G., Lenza M.M., Dalstra M., Melsen B., Cattaneo P.M. (2010). An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study, *Orthod Craniofac Res*, 13:96-105
278. Levander E., Bajka R., Malmgren O. (1998). Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors, *Eur J Orthod*, 20:57-63
279. Levander E., Malmgren O. (1988). Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors, *Eur J Orthod*, 10:30-8
280. Levander E., Malmgren O. (2000). Long-term follow-up of maxillary incisors with severe apical root resorption, *Eur J Orthod*, 22:85-92
281. Levander E., Malmgren O., Stenback K. (1998). Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors, *Eur J Orthod*, 20:427-34

282. Liedke G.S., da Silveira H.E., da Silveira H.L., Dutra V., de Figueiredo J.A. (2009). Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption, *J Endod*, 35:233-5
283. Lim J.K., Jeon H.J., Kim J.H. (2011). Molar distalization with a miniscrew-anchored sliding jig, *J Clin Orthod*, 45:368-77
284. Lin J.C., Yeh C.L., Liou E.J., Bowman S.J. (2008). Treatment of skeletal-origin gummy smiles with miniscrew anchorage, *J Clin Orthod*, 42:285-96
285. Lindauer S.J., Lewis S.M., Shroff B. (2005). Overbite Correction and Smile Aesthetics. *Semin Orthod*, 11:62-6
286. Linge B.O., Linge L. (1983) Apical root resorption in upper anterior teeth, *Eur J Orthod*, 5:173-83
287. Linge L., Linge B.O. (1991). Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 99:35-43
288. Liou E.J., Chang P.M. (2010). Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:207-12
289. Liu Y., Olszewski R., Alexandroni E.S., Enciso R., Xu T., Mah J.K. (2010). The validity of in vivo tooth volume determinations from cone-beam computed tomography, *The Angle orthodontist*, 80:160-6
290. Lloyd T.E., Drage N.A., Cronin A.J. (2011). The role of cone beam computed tomography in the management of unfavourable fractures following sagittal split mandibular osteotomy, *J Orthod* 38:48-54

291. Lohr J., Gellrich N.C., Buscher P., Wahl D., Rahn B.A. (2000). Comparative in vitro studies of self-boring and self-tapping screws. Histomorphological and physical-technical studies of bone layers. Mund Kiefer Gesichtschir, 4:159-63
292. Lorenzoni D.C., Bolognese A.M., Garib D.G., Guedes F.R., Sant'anna E.F. (2012). Cone-beam computed tomography and radiographs in dentistry: aspects related to radiation dose, Int J Dent, [Epub ahead of print]
293. Loubele M., Maes F., Schutyser F., Marchal G., Jacobs R., Suetens P. (2006). Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 102:225-34
294. Ludlow J.B. (2008). Regarding "Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose", Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,106:627-8; author reply 8-9
295. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., Brooks S.L. (2003). Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit, Dentomaxillofac Radiol, 32:229-34
296. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., Brooks S.L., Howerton W.B. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT, Dentomaxillofac Radiol, 35:219-26
297. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., White S.C. (2008). Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation, J Am Dent Assoc, 139:1237-43
298. Ludwig M.K. (1966). An analysis of anterior overbite relationship changes during and following orthodontic treatment, The Angle orthodontist, 36:204-10

299. Lund H., Grondahl K., Grondahl H.G. (2010). Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment, *The Angle orthodontist*, 80:466-73
300. Lund H., Grondahl K., Hansen K., Grondahl H.G. (2011). Apical root resorption during orthodontic treatment, *The Angle orthodontist*, 82:480-7
301. Lupi J.E., Handelman C.S., Sadowsky C. (1996). Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 109:28-37
302. Machen D.E. (1989). Legal aspects of orthodontic practice: risk management concepts. Diagnosis, root resorption, and progress monitoring, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95:267-8
303. Mah J., Bergstrand F. (2005). Temporary anchorage devices: a status report, *J Clin Orthod*, 39:132-6
304. Mah J.K., Danforth R.A., Bumann A., Hatcher D. (2003). Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:508-13
305. Maino B.G., Mura P., Bednar J. (2005). Miniscrew implants: the spider screw anchorage system, *Semin Orthod*, 11:40-6
306. Maino B.G., Weiland F., Attanasi A., Zachrisson B.U., Buyukyilmaz T. (2007). Root damage and repair after contact with miniscrews, *J Clin Orthod*. 41:762-6.
307. Makedonas D., Lund H., Grondahl K., Hansen K. (2011). Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months of orthodontic treatment with fixed appliance and the relation to risk factors, *The Angle orthodontist*, 82:196-201

308. Malek S., Darendeliler M.A., Swain M.V. (2001). Physical properties of root cementum: Part I. A new method for 3-dimensional evaluation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:198-208
309. Malmgren O., Goldson L., Hill C., Orwin A., Petrini L., Lundberg M. (1982). Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth, *American journal of orthodontics*, 82:487-91
310. Maltha J.C., Dijkman G.E.H.M. (1996). Discontinuous forces cause less extensive root resorption than continuous forces, *Eur J Orthod*, 18:420
311. Manni A., Cozzani M., Tamborrino F., De Rinaldis S., Menini A. (2011). Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews, *Eur J Orthod*, 33:388-95
312. Maret D., Molinier F., Braga J., Peters O.A., Telmon N., Treil J., Inglese J.M., Cossie A., Kahn J.L., Sixou M. (2010). Accuracy of 3D reconstructions based on cone beam computed tomography, *J Dent Res*, 89:1465-9
313. Maret D., Peters O.A., Dedouit F., Telmon N., Sixou M. (2011). Cone-Beam Computed Tomography: a useful tool for dental age estimation? *Med Hypotheses*, 76:700-2
314. Martins D.R., Tibola D., Janson G., Torres Maria F.R. (2011). Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption, *Eur J Orthod*, 34:170-5
315. Matsui S., Caputo A.A., Chaconas S.J., Kiyomura H. (2000). Center of resistance of anterior arch segment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 118:171-

316. Matsumoto K., Sato T., Iwanari S., Kameoka S., Oki H., Komiyama K., Honda K. (2012). The use of arthrography in the diagnosis of temporomandibular joint synovial chondromatosis, *Dentomaxillofac Radiol*, [Epub ahead of print]
317. Maulik C., Nanda R. (2007). Dynamic smile analysis in young adults, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132:307-15
318. Maverna R., Gracco A. (2007). Different diagnostic tools for the localization of impacted maxillary canines: clinical considerations, *Prog Orthod*, 8:28-44
319. Mavragani M., Boe O.E., Wisth P.J., Selvig K.A. (2002). Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature teeth, *Eur J Orthod*, 24:91-7
320. Mavragani M., Vergari A., Selliseth N.J., Boe O.E., Wisth P.L. (2000). A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique, *Eur J Orthod*, 22:665-74
321. McDowell E.H., Baker I.M. (1991). The skeletodental adaptations in deep bite correction, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 100:370-5
322. McFadden W.M., Engstrom C., Engstrom H., Anholm J.M. (1989). A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:390-6
323. McNab S., Battistutta D., Taverne A., Symons A.L. (2000). External apical root resorption following orthodontic treatment, *The Angle orthodontist*, 70:227-32
324. Melsen B. (2005). Mini-implants: Where are we?, *J Clin Orthod*, 39:539-47
325. Melsen B., Agerbaek N., Markenstam G. (1989). Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:232-41

326. Melsen B., Costa A. (2000). Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage, *Clin Orthod Res*, 3:23-8
327. Mengel R., Candir M., Shiratori K., Flores-de-Jacoby L. (2005). Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles, *J Periodontol*, 76:665-73
328. Meyer B.N., Chen J., Katona T.R. (2010). Does the center of resistance depend on the direction of tooth movement, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:354-61
329. Mirabella A.D., Artun J. (1995). Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients, *Eur J Orthod*, 17:93-9
330. Mirabella A.D., Artun J. (1995). Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108:48-55
331. Misch K.A., Yi E.S., Sarment D.P. (2006). Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements, *J Periodontol*, 77:1261-6
332. Mischkowski R.A., Pulsfort R., Ritter L., Neugebauer J., Brochhagen H.G., Keeve E., Zoller J.E. (2007). Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104:551-9
333. Mitchell D.L., Stewart W.L. (1973). Documented leveling of the lower arch using metallic implants for reference, *American journal of orthodontics*, 63:526-32
334. Mizrahi E. (2010). Risk management in clinical practice. Part 7. Dento-legal aspects of orthodontic practice, *Br Dent J*, 209:381-90

335. Mohandesan H., Ravanmehr H., Valaei N. (2007). A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment, *Eur J Orthod*, 29:134-9
336. Mol A. (2004) Imaging methods in periodontology, *Periodontol* 2000, 34:34-48.
337. Morley J. (1999). The role of cosmetic dentistry in restoring a youthful appearance, *J Am Dent Assoc*, 130:1166-72
338. Morley J., Eubank J. (2001). Macroesthetic elements of smile design, *J Am Dent Assoc*, 132:39-45
339. Motokawa M., Sasamoto T., Kaku M., Kawata T., Matsuda Y., Terao A., Tanne K. (2011). Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors, *The European Journal of Orthodontics*, 34:350-6
340. Mozzo P., Procacci C., Tacconi A., Martini P.T., Andreis I.A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results, *Eur Radiol*, 8:1558-64
341. Mulie R.M., Hoeve A.T. (1976). The limitations of tooth movement within the symphysis, studied with laminagraphy and standardized occlusal films, *J Clin Orthod*, 10:882-93
342. Mullenbauer B (1987) Towards paradigmless orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.92(5):437-44.
343. Musilli M., Marsico M., Romanucci A., Grampone F. (2010). Molar uprighting with mini screws: comparison among different systems and relative biomechanical analysis, *Prog Orthod*, 11:166-73

344. Naitoh M., Hirukawa A., Katsumata A., Ariji E. (2010). Prospective study to estimate mandibular cancellous bone density using large-volume cone-beam computed tomography, *Clin Oral Implants Res*, 21:1309-13
345. Nance R.S., Tyndall D., Levin L.G., Trope M. (2000). Diagnosis of external root resorption using TACT (tuned-aperture computed tomography), *Endod Dent Traumatol*, 16:24-8
346. Nanda R. (1981) The differential diagnosis and treatment of excessive overbite, *Dent Clin North Am*, 25:69-84
347. Nanda R. (2005). Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics, Elsevier Saunders Pub., Philadelphia
348. Nanda R., Burstone C.J. (1993). Retention and stability in orthodontics, W.B. Saunders Pub., Philadelphia
349. Nanda R., Kapila S. (2010). Current Therapy in Orthodontics. 1 Edition, Mosby Pub., Missouri.
350. Nanda R., Marzban R., Kuhlberg A. (1998). The Connecticut Intrusion Arch, *J Clin Orthod*, 32:708-15
351. Nanda R., Uribe F.A. (2008). Temporary anchorage devices in orthodontics, Elsevier Mosby Pub., London.
352. Nanda R.S., Kierl M.J. (1992). Prediction of cooperation in orthodontic treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 102:15-21
353. Nanda R.S., Tosun Y.S. (2010). Biomechanics in Orthodontics: Principles and Practice, Quintessence Pub., London.
354. Nasry H.A., Barclay S.C. (2006). Periodontal lesions associated with deep traumatic overbite, *Br Dent J*, 200:557-61

355. Naumann S.A., Behrents R.G., Buschang P.H. (2000). Vertical components of overbite change: a mathematical model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117:486-95
356. Nelson S.J., Ash M.M. (2010). *Wheeler's dental anatomy, physiology, and occlusion*, 9th Edition, Saunders Elsevier Pub., London
357. Nemeth R.B., Isaacson R.J. (1974). Vertical anterior relapse, *American journal of orthodontics*, 65:565-85
358. Newman W.G. (1975). Possible etiological factors in external root resorption, *American journal of orthodontics*, 67:522-39
359. Ng J., Major P.W., Heo G., Flores-Mir C. (2005). True incisor intrusion attained during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128:212-9
360. Ngan D.C., Kharbanda O.P., Geenty J.P., Darendeliler M.A. (2003). Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs, *Aust Orthod J*, 19:67-75
361. Ngom P.I., Diagne F., Benoist H.M., Thiam F. (2006). Intraarch and interarch relationships of the anterior teeth and periodontal conditions, *The Angle orthodontist*, 76:236-42
362. Nielsen I.L. (1991). Vertical malocclusions: etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment, *The Angle orthodontist*, 61:247-60
363. Nigul K., Jagomagi T. (2006). Factors related to apical root resorption of maxillary incisors in orthodontic patients, *Stomatologija*, 8:76-9
364. Nikolai R.J. (1974). Periodontal ligament reaction and displacements of a maxillary central incisor subjected to transverse crown loading, *J Biomech* 7:93-9

365. Oates J.C., Moore R.N., Caputo A.A. (1978). Pulsating forces in orthodontic treatment, *American journal of orthodontics*, 74:577-86
366. Oberoi S., Knueppel S. (2011). Three-dimensional assessment of impacted canines and root resorption using cone beam computed tomography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, [Epub ahead of print]
367. Odenrick L., Brattstrom V. (1983). The effect of nailbiting on root resorption during orthodontic treatment, *Eur J Orthod*, 5:185-8
368. Odenrick L., Brattstrom V. (1985). Nailbiting: frequency and association with root resorption during orthodontic treatment, *Br J Orthod*, 12:78-81
369. Odenrick L., Karlander E.L., Pierce A., Kretschmar U. (1991). Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion, *Eur J Orthod*, 13:264-70
370. Ogaard B. (1988). Marginal bone support and tooth lengths in 19-year-olds following orthodontic treatment, *Eur J Orthod*, 10:180-6
371. Ogawa T., Koyano K., Suetsugu T. (1997). The influence of anterior guidance and condylar guidance on mandibular protrusive movement, *J Oral Rehabil*, 24:303-9
372. Ohashi E., Pecho O.E., Moron M., Lagravere M.O. (2006). Implant vs screw loading protocols in orthodontics, *The Angle orthodontist*, 76:721-7
373. Ohnishi H., Yagi T., Yasuda Y., Takada K. (2005). A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case, *The Angle orthodontist*, 75:444-52
374. Okeson J.P. (1989). *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*, Mosby Pub., St.Louis

375. Oliveira A.G., Consolara A., Junqueira J.L.C., Martins- Ortiz M.F., Franzolin S.O.B. (2011). Analysis of predictors of root resorption in orthodontic treatment, *Journal of Dentistry and Oral Hygiene*, 3:46-52
376. Oppenheim A. (1936). Biologic orthodontic therapy and reality: part III, *Angle Orthodontist*, 6:69-116
377. Otto R.L., Anholm J.M., Engel G.A. (1980). A comparative analysis of intrusion of incisor teeth achieved in adults and children according to facial type, *American journal of orthodontics*, 77:437-46
378. Owen A.H. (1984). Orthodontic/orthopedic treatment of craniomandibular pain dysfunction. Part 2: posterior condylar displacement, *J Craniomandibular Pract*, 2:333-49
379. Owman-Moll P. (1995). Orthodontic tooth movement and root resorption with special reference to force magnitude and duration. A clinical and histological investigation in adolescents, *Swed Dent J*, Suppl.105:1-45
380. Owman-Moll P., Kurol J. (1998). The early reparative process of orthodontically induced root resorption in adolescents--location and type of tissue, *Eur J Orthod*, 20:727-32
381. Owman-Moll P., Kurol J. (2000). Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor, *Eur J Orthod*, 22:657-63
382. Owman-Moll P., Kurol J., Lundgren D. (1995). Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption, *The Angle orthodontist*, 65:395-401
383. Owman-Moll P., Kurol J., Lundgren D. (1995). Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents, *The Angle orthodontist*, 65:403-8

384. Owman-Moll P., Kurol J., Lundgren D. (1996). Effects of a doubled orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorptions. An inter-individual study in adolescents, *Eur J Orthod*, 18:141-50
385. Owman-Moll P., Kurol J., Lundgren D. (1996). 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*, 18:287-94
386. Paik C.H. (2009). *Orthodontic miniscrew implant*, Mosby/Elsevier Pub., New York.
387. Paik C.H., Woo Y.J., Kim J., Park J.U. (2002). Use of miniscrews for intermaxillary fixation of lingual-orthodontic surgical patients, *J Clin Orthod*, 36:132-6
388. Palomo J.M., Rao P.S., Hans M.G. (2008). Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105:773-82
389. Pandis N., Nasika M., Polychronopoulou A., Eliades T. (2008). External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134:646-51
390. Pandis N., Polychronopoulou A., Sifakakis I., Makou M., Eliades T. (2010). Effects of levelling of the curve of Spee on the proclination of mandibular incisors and expansion of dental arches: a prospective clinical trial, *Aust Orthod J*, 26:61-5
391. Papadopoulos M.A. (2008). Orthodontic treatment of Class II malocclusion with miniscrew implants, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134:604e1-16

392. Papadopoulos M.A., Papageorgiou S.N., Zogakis I.P. (2011). Clinical effectiveness of orthodontic miniscrew implants: a meta-analysis, *J Dent Res*. 90:969-76
393. Papadopoulos M.A., Tarawneh F. (2007). The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 103:e6-15.
394. Park H.S., Hwangbo E.S., Kwon T.G. (2010). Proper mesiodistal angles for microimplant placement assessed with 3-dimensional computed tomography images, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137:200-6
395. Park H.S., Jeong S.H., Kwon O.W. (2006). Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:18-25
396. Park H.S., Kwon O.W., Sung J.H. (2004). Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines, *J Clin Orthod*, 38:297-302
397. Park J., Cho H.J. (2009). Three-dimensional evaluation of interradicular spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of microimplants in adults, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:314 e1-12
398. Park J.H., Tai K., Sato Y., Nishiyama A., Shin J.W. (2012). A case of klippel-feil and turner syndromes, *Pediatr Dent*, 34:35-9
399. Park Y.C., Lee H.A., Choi N.C., Kim D.H. (2008). Open bite correction by intrusion of posterior teeth with miniscrews, *The Angle orthodontist*, 78:699-710
400. Parker R.J., Harris E.F. (1998). Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:677-83

401. Patel S., Dawood A. (2007). The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions, *Int Endod J*, 40:730-7
402. Patel S., Dawood A., Wilson R., Horner K., Mannocci F. (2009). The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation, *Int Endod J*, 42:831-8
403. Peck S., Peck L., Kataja M. (1992). The gingival smile line, *The Angle orthodontist*, 62:91-100
404. Peck S., Peck L., Kataja M. (1992). Some vertical lineaments of lip position, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101:519-24
405. Peck S., Peck L., Kataja M. (1998). Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws, *The Angle orthodontist*, 68:9-20
406. Pedersen E., Andersen K., Melsen B. (1991). Tooth displacement analysed on human autopsy material by means of a strain gauge technique, *Eur J Orthod*, 13:65-74
407. Pedersen E., Isidor F., Gjessing P., Andersen K. (1991). Location of centres of resistance for maxillary anterior teeth measured on human autopsy material, *Eur J Orthod*, 13:452-8
408. Perry H.T. (1975). Mandibular function: an orthodontic responsibility, *American journal of orthodontics*, 67:316-23
409. Phillips J.R. (1955). Apical root resorption under orthodontic therapy, *Angle Orthodontist*, 25:1-12

410. Pinsky H.M., Dyda S., Pinsky R.W., Misch K.A., Sarment D.P. (2006). Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT, *Dentomaxillofac Radiol*, 35:410-6
411. Pizzo G., Licata M.E., Guiglia R., Giuliana G. (2007). Root resorption and orthodontic treatment, Review of the literature, *Minerva Stomatol*, 56:31-44.
412. Plets J.H., Isaacson R.J., Speidel T.M., Worms F.W. (1974). Maxillary central incisor root length in orthodontically treated and untreated patients, *The Angle orthodontist*, 44:43-7
413. Poggio P.M., Incorvati C., Velo S., Carano A. (2006). "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch, *The Angle orthodontist*, 76:191-7
414. Polat-Ozsoy O., Arman-Ozcirpici A., Veziroglu F. (2009). Miniscrews for upper incisor intrusion, *Eur J Orthod*, 31:412-6
415. Polat-Ozsoy O., Arman-Ozcirpici A., Veziroglu F., Cetinsahin A. (2011). Comparison of the intrusive effects of miniscrews and utility arches, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139:526-32
416. Poppe M., Bourauel C., Jager A. (2002). Determination of the elasticity parameters of the human periodontal ligament and the location of the center of resistance of single-rooted teeth a study of autopsy specimens and their conversion into finite element models, *J Orofac Orthop*, 63:358-70
417. Poulton D.R. (1989). Correction of extreme deep overbite with orthodontics and orthognathic surgery, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:275-80
418. Prakash P., Margolis H.I. (1952). Dento-craniofacial relations in varying degrees of overbite, *American journal of orthodontics*, 38:657-73

419. Preston C.B., Maggard M.B., Lampasso J., Chalabi O. (2008). Long-term effectiveness of the continuous and the sectional archwire techniques in leveling the curve of Spee, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:550-5
420. Proffit W.R., Fields H.W., Sarver D.M. (2007). *Contemporary orthodontics*, 4 Edition, Mosby Elsevier Pub., London
421. Proffit W.R., McGlone R.E., Barrett M.J. (1975). Lip and tongue pressures related to dental arch and oral cavity size in Australian aborigines, *J Dent Res*, 54:1161-72
422. Proffit W.R., Sellers K.T. (1986). The effect of intermittent forces on eruption of the rabbit incisor, *J Dent Res*, 65:118-22
423. Quereshy F.A., Barnum G., Demko C., Horan M., Palomo J.M., Baur D.A., Jannuzzi J. (2012). Use of cone beam computed tomography to volumetrically assess alveolar cleft defects--preliminary results, *J Oral Maxillofac Surg*, 70:188-91
424. Reimann S., Keilig L., Jager A., Bourauel C. (2007). Biomechanical finite-element investigation of the position of the centre of resistance of the upper incisors, *Eur J Orthod*, 29:219-24
425. Reitan K. (1960). Tissue behavior during orthodontic tooth movement, *American journal of orthodontics*, 46:881-900
426. Reitan K. (1964). Effects of force magnitude and direction of tooth movement, *Angle orthodontist*, 34:244-55
427. Reitan K. (1967). Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment, *American journal of orthodontics*, 53:721-45

428. Reitan K. (1974). Initial tissue behavior during apical root resorption, *The Angle orthodontist*, 44:68-82
429. Remington D.N., Joondeph D.R., Artun J., Riedel R.A., Chapko M.K. (1989). Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:43-6
430. Remmelnick H.J. (1984). The effect of anteroposterior incisor repositioning on the root and cortical plate: a follow-up study, *J Clin Orthod*, 18:42-9
431. Ren Y., Maltha J.C., Kuijpers-Jagtman A.M. (2003). Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review, *The Angle orthodontist*, 73:86-92
432. Reukers E., Sanderink G., Kuijpers-Jagtman A.M., van't Hof M. (1998). Assessment of apical root resorption using digital reconstruction, *Dentomaxillofac Radiol*, 27:25-9
433. Reynders R., Ronchi L., Bipat S. (2009). Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135:564 e1-19
434. Ricketts R.M. (1971). Facial and denture changes during orthodontic treatment as analyzed from the temporomandibular joint, *J Maxillofac Orthop*, 4:26-8
435. Ricketts R.M. (1976). Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part I, *American journal of orthodontics*, 70:241-68
436. Ricketts R.M. (1976). Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part II, *American journal of orthodontics*, 70:359-97
437. Riedel R.A. (1960). A review of the retention problem, *The Angle orthodontist*, 30:179-99

438. Robb R.A. (1982). The Dynamic Spatial Reconstructor: An X-Ray Video-Fluoroscopic CT Scanner for Dynamic Volume Imaging of Moving Organs, *IEEE Trans Med Imaging*, 1:22-33.
439. Roberts W.E., Helm F.R., Marshall K.J., Gongloff R.K. (1989). Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage, *The Angle orthodontist*, 59:247-56
440. Roberts W.E., Marshall K.J., Mozsary P.G. (1990). Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site, *The Angle orthodontist*, 60:135-52
441. Rohlin M., Kullendorff B., Ahlqwist M., Henrikson C.O., Hollender L., Stenstrom B. (1989). Comparison between panoramic and periapical radiography in the diagnosis of periapical bone lesions, *Dentomaxillofac Radiol*, 18:151-5
442. Rohlin M., Kullendorff B., Ahlqwist M., Stenstrom B. (1991). Observer performance in the assessment of periapical pathology: a comparison of panoramic with periapical radiography, *Dentomaxillofac Radiol*, 20:127-31
443. Romanos G.E., Toh C.G., Siar C.H., Swaminathan D. (2002). Histologic and histomorphometric evaluation of peri-implant bone subjected to immediate loading: an experimental study with *Macaca fascicularis*, *Int J Oral Maxillofac Implants*, 17:44-51
444. Rudolph D.J., Willes P.M.G., Sameshima G.T. (2001). A finite element model of apical force distribution from orthodontic tooth movement, *The Angle orthodontist*, 71:127-31

445. Rugani P., Kirnbauer B., Arnetzl G.V., Jakse N. (2009). Cone beam computerized tomography: basics for digital planning in oral surgery and implantology, *Int J Comput Dent*, 12:131-45
446. Rygh P. (1974). Elimination of hyalinized periodontal tissues associated with orthodontic tooth movement, *Scand J Dent Res*, 82:57-73
447. Rygh P. (1977). Orthodontic root resorption studied by electron microscopy, *The Angle orthodontist*, 47:1-16
448. Sadowsky C., Schneider B.J., BeGole E.A., Tahir E. (1994). Long-term stability after orthodontic treatment: nonextraction with prolonged retention, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 106:243-9
449. Sadowsky C., Sellke T. (2000). Management of overbite by controlling incisor and molar movements, *Semin Orthod*, 6:43-9
450. Sameshima G.T., Asgarifar K.O. (2001). Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films, *The Angle orthodontist*, 71:185-9
451. Sameshima G.T., Sinclair P.M. (2001). Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:505-10
452. Sameshima G.T., Sinclair P.M. (2001). Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:511-5
453. Sarver D.M. (2001). The importance of incisor positioning in the esthetic smile: the smile arc, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:98-111
454. Sassouni V. (1971). *Orthodontic in Dental Practice*. 2 Edition, Mosby Pub., St Louis, Missouri.

455. Scaf G., Lurie A.G., Mosier K.M., Kantor M.L., Ramsby G.R., Freedman M.L. (1997). Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 83:41-8
456. Scarfe W.C., Farman A.G., Sukovic P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice, *J Can Dent Assoc*, 72:75-80
457. Schneider J., Geiger M., Sander F.G. (2002). Numerical experiments on long-time orthodontic tooth movement, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121:257-65
458. Schnelle M.A., Beck F.M., Jaynes R.M., Huja S.S. (2004). A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews, *The Angle orthodontist*, 74:832-7
459. Schudy F.F. (1964) Vertical growth versus antero-posterior growth as related to function, *Angle Orthodontist*, 34:75-93
460. Schudy F.F. (1966). The association of anatomical entities as applied to clinical orthodontics, *The Angle orthodontist*, 36:190-203
461. Schudy F.F. (1966). Cant of the occlusal plane and axial inclination of teeth, *Angle Orthodontist*, 33:69-82
462. Schudy F.F. (1968). The control of vertical overbite in clinical orthodontics, *The Angle orthodontist*, 38:19-39
463. Schulze D., Heiland M., Blake F., Rother U., Schmelzle R. (2005). Evaluation of quality of reformatted images from two cone-beam computed tomographic systems, *J Craniomaxillofac Surg* 33:19-23
464. Schulze D., Heiland M., Thurmann H., Adam G. (2004.) Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography, *Dentomaxillofac Radiol*, 33:83-6.

465. Segal G.R., Schiffman P.H., Tuncay O.C. (2004). Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption, *Orthod Craniofac Res*, 7:71-8
466. Sehr K., Bock N.C., Serbesis C., Honemann M., Ruf S. (2011). Severe external apical root resorption--local cause or genetic predisposition? *J Orofac Orthop*, 72:321-31
467. Senisik N.E., Turkkahraman H. (2012). Treatment effects of intrusion arches and mini-implant systems in deepbite patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 141:723-33
468. Shannon K.R., Nanda R.S. (2004). Changes in the curve of Spee with treatment and at 2 years posttreatment, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125:589-96
469. Sharpe W., Reed B., Subtelny J.D., Polson A. (1987). Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 91:252-8
470. Shaw A.M., Sameshima G.T., Vu H.V. (2004). Mechanical stress generated by orthodontic forces on apical root cementum: a finite element model, *Orthod Craniofac Res*, 7:98-107
471. Sherrard J.F., Rossouw P.E., Benson B.W., Carrillo R., Buschang P.H. (2010). Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137(4 Suppl):S100-8
472. Shroff B., Yoon W.M., Lindauer S.J., Burstone C.J. (1997). Simultaneous intrusion and retraction using a three-piece base arch, *The Angle orthodontist*, 67:455-61

473. Sia S., Koga Y., Yoshida N. (2007). Determining the center of resistance of maxillary anterior teeth subjected to retraction forces in sliding mechanics. An in vivo study, *The Angle orthodontist*, 77:999-1003
474. Sifakakis I., Pandis N., Makou M., Eliades T., Bourauel C. (2010). A comparative assessment of the forces and moments generated with various maxillary incisor intrusion biomechanics, *Eur J Orthod*, 32:159-64
475. Silva M.A., Wolf U., Heinicke F., Bumann A., Visser H., Hirsch E. (2008). Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:640e1-5
476. Simons M.E., Joondeph D.R. (1973). Change in overbite: a ten-year postretention study, *American journal of orthodontics*, 64:349-67
477. Sinclair P.M., Little R.M. (1983). Maturation of untreated normal occlusions, *American journal of orthodontics*, 83:114-23
478. Sjolien T., Zachrisson B.U. (1973). Periodontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons, *American journal of orthodontics*, 64:28-37
479. Smale I., Artun J., Behbehani F., Doppel D., van't Hof M., Kuijpers-Jagtman A.M. (2005). Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128:57-67
480. Smith R.J., Burstone C.J. (1984). Mechanics of tooth movement, *American journal of orthodontics*, 85:294-307
481. Sohn B.W., Choi J.H., Jung S.N., Lim K.S. (2007). Uprighting mesially impacted second molars with miniscrew anchorage, *J Clin Orthod*, 41:94-7
482. Sonnesen L., Svensson P. (2008). Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with a deep bite, *Eur J Orthod*, 30:621-9

483. Spurrier S.W., Hall S.H., Joondeph D.R., Shapiro P.A., Riedel R.A. (1990). A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 97:130-4
484. Sreedhar C., Baratam S. (2009). Deep Overbite- A Review, *Annals and Essences of Dentistry*, 1:8-25.
485. Star H., Thevissen P., Jacobs R., Fieuws S., Solheim T., Willems G. (2011). Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth, *J Forensic Sci*, 56Suppl1:S77-82
486. Steadman S.R. (1949). Predetermining the overbite and overjet, *Angle Orthodontist*, 19:101-5
487. Stenvik A., Mjor I. (1970). Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusionA histologic study of the initial changes, *American Journal of Orthodontics*, 57:370-85
488. Stratemann S.A., Huang J.C., Maki K., Miller A.J., Hatcher D.C. (2008). Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures, *Dentomaxillofac Radiol*, 37:80-93
489. Stuteville O.H. (1938). Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries, *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 24:103-19
490. Sukovic P. (2003). Cone beam computed tomography in craniofacial imaging, *Orthod Craniofac Res*, 6Suppl1:31-6
491. Swennen G.R., Schutyser F. (2006). Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:410-6

492. Tahtalı Şengül, A.N. (2010). Mini vida destekli molar distalizasyonunda vidanın stabilitesinin incelenmesi, Doktora tezi, İzmir
493. Taithongchai R., Sookkorn K., Killiany D.M. (1996). Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:296-302
494. Taner T., Ciger S., Sencift Y. (1999). Evaluation of apical root resorption following extraction therapy in subjects with Class I and Class II malocclusions, *Eur J Orthod*, 21:491-6
495. Taner T., Kamacı S., Giray B. (2007). Mini-screw Application For Gummy Smile Correction, *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 31:44-51
496. Tanne K., Koenig H.A., Burstone C.J. (1988). Moment to force ratios and the center of rotation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94:426-31
497. Tanne K., Nagataki T., Inoue Y., Sakuda M., Burstone C.J. (1991). Patterns of initial tooth displacements associated with various root lengths and alveolar bone heights, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 100:66-71
498. Taylor T.S., Ackerman R.J.Jr., Hardman P.K. (1988). Exposure reduction and image quality in orthodontic radiology: a review of the literature, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 93:68-77
499. Ten Hoeve A., Mulie R.M. (1976). The effect of anteropostero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy, *J Clin Orthod*, 10:804-22
500. Ten Hoeve A., Mulie R.M., Brandt S. (1977). Technique modifications to achieve intrusion of the maxillary anterior segment, *J Clin Orthod*, 11:174-85

501. Thompson J.R. (1972). Differentiation of functional and structural dental malocclusion and its implication to treatment, *The Angle orthodontist*, 42:252-62
502. Thongudomporn U., Freer T.J. (1998). Anomalous dental morphology and root resorption during orthodontic treatment: a pilot study, *Aust Orthod J*, 15:162-7
503. Thuer U., Sieber R., Ingervall B. (1999). Cheek and tongue pressures in the molar areas and the atmospheric pressure in the palatal vault in young adults, *Eur J Orthod*, 21:299-309
504. Tjan A.H., Miller G.D., The J.G. (1984). Some esthetic factors in a smile, *J Prosthet Dent*, 51:24-8
505. Toreskog S. (2002). Mechanical intrusion of maxillary incisors: a treatment strategy to be abandoned, *world journal of orthodontics*, 3:308-14
506. Tseng Y.C., Hsieh C.H., Chen C.H., Shen Y.S., Huang I.Y., Chen C.M. (2006). The application of mini-implants for orthodontic anchorage, *Int J Oral Maxillofac Surg*, 35:704-7
507. Tsiklakis K., Donta C., Gavala S., Karayianni K., Kamenopoulou V., Hourdakakis C.J. (2005). Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT, *Eur J Radiol*, 56:413-7
508. Tsui W.K., Chua H.D., Cheung L.K. (2012). Bone anchor systems for orthodontic application: a systematic review, *Int J Oral Maxillofac Surg*, [Epub ahead of print]
509. Turk T., Elekdag-Turk S., Dincer M. (2005). Clinical evaluation of the centre of resistance of the upper incisors during retraction, *Eur J Orthod*, 27:196-201

510. Turley P.K., Shapiro P.A., Moffett B.C. (1980). The loading of bioglass-coated aluminium oxide implants to produce sutural expansion of the maxillary complex in the pigtail monkey (*Macaca nemestrina*), *Arch Oral Biol.*25:459-69
511. Tümen D. (2011). Farklı yöntemlerle yapılan üst keser intruzyonunda sefalometrik değişiklerin karşılaştırılması,Doktora tezi, Diyarbakır
512. Upadhyay M., Nagaraj K., Yadav S., Saxena R. (2008). Mini-implants for en masse intrusion of maxillary anterior teeth in a severe Class II division 2 malocclusion, *J Orthod*, 35:79-89
513. Upadhyay M., Yadav S., Nanda R. (2010). Vertical-dimension control during en-masse retraction with mini-implant anchorage, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138:96-108
514. Upadhyay M., Yadav S., Patil S. (2008). Mini-implant anchorage for en-masse retraction of maxillary anterior teeth: a clinical cephalometric study, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134:803-10
515. Uribe F., Nanda R. (2003). Treatment of Class II, Division 2 malocclusion in adults: biomechanical considerations, *J Clin Orthod*, 37:599-606
516. Ustun K., Sari Z., Orucoglu H., Duran I., Hakki S.S. (2008). Severe gingival recession caused by traumatic occlusion and mucogingival stress: a case report, *Eur J Dent*, 2:127-33
517. Vachiramon A., Urata M., Kyung H.M., Yamashita D.D., Yen S.L. (2009). Clinical applications of orthodontic microimplant anchorage in craniofacial patients, *Cleft Palate Craniofac J*, 46:136-46
518. Vaden J.L., Pearson L.E. (2002). Diagnosis of the vertical dimension, *Semin Orthod*, 8:120-9

519. van Gastel J., Quirynen M., Teughels W., Carels C. (2007). The relationships between malocclusion, fixed orthodontic appliances and periodontal disease. A review of the literature, *Aust Orthod J*, 23:121-9
520. van Loenen M., Dermaut L.R., Degrieck J., De Pauw G.A. (2007). Apical root resorption of upper incisors during the torquing stage of the tip-edge technique, *Eur J Orthod*, 29:583-8
521. Van Parys K., Aartman I.H., Kuitert R., Zentner A. (2011). Relationship between dental anomalies and orthodontic root resorption of upper incisors, *Eur J Orthod*, [Epub ahead of print]
522. van Steenberghe E., Burstone C.J., Prahl-Andersen B., Aartman I.H. (2004). The role of a high pull headgear in counteracting side effects from intrusion of the maxillary anterior segment, *The Angle orthodontist*, 74:480-6
523. van Steenberghe E., Burstone C.J., Prahl-Andersen B., Aartman I.H. (2005). The influence of force magnitude on intrusion of the maxillary segment, *The Angle orthodontist*, 75:723-9
524. van Steenberghe E., Burstone C.J., Prahl-Andersen B., Aartman I.H. (2005). The relation between the point of force application and flaring of the anterior segment, *The Angle orthodontist*, 75:730-5
525. van Steenberghe E., Burstone C.J., Prahl-Andersen B., Aartman I.H. (2006). Influence of buccal segment size on prevention of side effects from incisor intrusion, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129:658-65
526. van Steenberghe E., Nanda R. (1995). Biomechanics of orthodontic correction of dental asymmetries, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107:618-24

527. Vanden Bulcke M.M., Burstone C.J., Sachdeva R.C., Dermaut L.R. (1987).
Location of the centers of resistance for anterior teeth during retraction using
the laser reflection technique, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 91:375-84
528. Vanden Bulcke M.M., Dermaut L.R., Sachdeva R.C., Burstone C.J. (1986).
The center of resistance of anterior teeth during intrusion using the laser
reflection technique and holographic interferometry, *Am J Orthod Dentofacial
Orthop*, 90:211-20
529. Vandenberghe B., Jacobs R., Yang J. (2007). Diagnostic validity (or acuity) of
2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown, *Oral
Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104:395-401
530. Vig R.G., Brundo G.C. (1978). The kinetics of anterior tooth display, *J
Prosthet Dent*, 39:502-4
531. Vlaskalic V., Boyd R.L., Baumrind S. (1998). Etiology and sequelae of root
resorption, *Semin Orthod*, 4:124-31
532. von Fraunhofer J.A., Coffelt M.T., Orbell G.M. (1992). The effects of artificial
saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic
properties of orthodontic chains, *The Angle orthodontist*, 62:265-74
533. VonderAhe G. (1973). Postretention status of maxillary incisors with root-end
resorption, *The Angle orthodontist*, 43:247-55
534. Wainwright W.M. (1973). Faciolingual tooth movement: its influence on the
root and cortical plate, *American journal of orthodontics*, 64:278-302
535. Wall B.F. (2009). Ionising radiation exposure of the population of the United
States: NCRP Report No. 160, *Radiat Prot Dosimetry*, 136:136-8

536. Wang Y., He S., Yu L., Li J., Chen S. (2011). Accuracy of volumetric measurement of teeth in vivo based on cone beam computer tomography, *Orthod Craniofac Res*, 14:206-12
537. Ware A.L. (1971). Some properties of plastic modules used for tooth movement, *Aust Orthod J*, 2:200-2
538. Wehrbein H., Feifel H., Diedrich P. (1999). Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: A prospective study, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116:678-86
539. Wehrbein H., Glatzmaier J., Mundwiller U., Diedrich P. (1996). The Orthosystem--a new implant system for orthodontic anchorage in the palate, *J Orofac Orthop*, 57:142-53
540. Weiland F. (2003). Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption, *Eur J Orthod*, 25:335-42
541. Weiland F.J., Bantleon H.P., Droschl H. (1996). Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling techniques in adult patients--a clinical study, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:647-52
542. Weinberg H., Kronman J.H. (1966). Orthodontic influence upon anterior facial height, *Angle Orthod*, 36:80-8
543. Westphalen V.P., Gomes de Moraes I., Westphalen F.H., Martins W.D., Souza P.H. (2004). Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study, *Dentomaxillofac Radiol*, 33:233-5
544. Whaites E. (2007). *Essentials of dental radiography and radiology*, 4th Edition, Churchill Livingstone Pub., New York.

545. White S.C., Atchison K.A., Hewlett E.R., Flack V.F. (1995). Efficacy of FDA guidelines for prescribing radiographs to detect dental and intraosseous conditions, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 80:108-14
546. White S.C., Pharoah M.J. (2008). *Oral Radiology - E-Book: Principles and Interpretation*, Elsevier Health Sciences, Missouri
547. Wickwire N.A., Mc Neil M.H., Norton L.A., Duell R.C. (1974). The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth, *The Angle orthodontist*, 44:235-42
548. Wiechmann D., Meyer U., Buchter A. (2007). Success rate of mini- and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study, *Clin Oral Implants Res*, 18:263-7
549. Wierzbicki T., El-Bialy T., Aldaghreer S., Li G., Doschak M. (2009). Analysis of orthodontically induced root resorption using micro-computed tomography (Micro-CT), *The Angle orthodontist*, 79:91-6
550. Williams S. (1984). A histomorphometric study of orthodontically induced root resorption, *Eur J Orthod*, 6:35-47
551. Williams S., Melsen B. (1982). The interplay between sagittal and vertical growth factors. An implant study of activator treatment, *American journal of orthodontics*, 81:327-32
552. Wilmes B., Nienkemper M., Drescher D. (2010). Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax, *World journal of orthodontics*, 11:323-30
553. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. (2006). Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants, *J Orofac Orthop*, 67:162-74

554. Wolfson A. (1938). Deep bites in adults: Illustrating the value of orthodontic treatment preliminary to prosthetic restorations, American journal of orthodontics, 24:120-8
555. Wong A.K. (1976). Orthodontic elastic materials, The Angle orthodontist, 46:196-205
556. Woods M. (1986). A reassessment of space requirements for lower arch leveling, J Clin Orthod, 20:770-8
557. Worthington P., Rubenstein J., Hatcher D.C. (2010). The role of cone-beam computed tomography in the planning and placement of implants, J Am Dent Assoc, 141Suppl3:19S-24
558. Wylie W.L. (1944). Overbite and vertical facial dimensions in terms of muscle balance, Angle orthodontist, 14:13-7
559. Xun C., Zeng X., Wang X. (2007). Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment, The Angle orthodontist, 77:47-56
560. Yagci A., Veli I., Uysal T., Ucar F.I., Ozer T., Enhos S. (2012). Dehiscence and fenestration in skeletal Class I, II, and III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography, The Angle orthodontist, 82:67-74
561. Yakup E. (1998). Burstone ve Ricketts Utility Tipi Intruziyon Arklarının Örtülü Kapanış Olgularındaki Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora tezi, İzmir.
562. Yang F., Jacobs R., Willems G. (2006). Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT, Forensic Sci Int, 159Suppl1:S78-83
563. Yared K.F., Zenobio E.G., Pacheco W. (2006). Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults, Am J Orthod Dentofacial Orthop, 130:6 e1-8

564. Yoshida N., Jost-Brinkmann P.G., Koga Y., Mimaki N., Kobayashi K. (2001). Experimental evaluation of initial tooth displacement, center of resistance, and center of rotation under the influence of an orthodontic force, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:190-7
565. Yoshida N., Koga Y., Mimaki N., Kobayashi K. (2001). In vivo determination of the centres of resistance of maxillary anterior teeth subjected to retraction forces, *Eur J Orthod*, 23:529-34
566. Yoshioka T., Kikuchi I., Adorno C.G., Suda H. (2011). Periapical bone defects of root filled teeth with persistent lesions evaluated by cone-beam computed tomography, *Int Endod J*, 44:245-52
567. Zachrisson B.U. (1976). Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment, *American journal of orthodontics*, 69:285-300
568. Zachrisson B.U. (1998). Esthetic factors involved in anterior tooth display and the smile: vertical dimension, *J Clin Orthod*, 32:432-45
569. Zachrisson B.U. (2002). Ask an Expert Mechanical Intrusion of Maxillary Incisors, *World Journal of Orthodontics*, 4:358-63
570. Zachrisson B.U. (2007). Facial esthetics: guide to tooth positioning and maxillary incisor display, *World Journal of Orthodontics*, 8:308-14
571. Zimmer B., Seifi-Shirvande N. (2007). Changes in gingival recession related to orthodontic treatment of traumatic deep bites in adults, *J Orofac Orthop*, 68:232-44
572. Zulqarnain B.J., Almas K (1998). Effect of X-ray beam vertical angulation on radiographic assessment of alveolar crest level, *Indian J Dent Res*, 9:132-8

ÖZGEÇMİŞ

1982 İzmir doğumluyum. İlkokulu 1988-1993 yılları arasında İzmir Mehmet Akif Ersoy İlkokulu, orta ve liseyi 1994-2000 yılları arasında İzmir Özel Amerikan Lisesi'nde (ACI) tamamladım. 2000 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ni kazandım. 2001 yılında eğitimime Columbia University School of Dental and Oral Surgery'de devam ettim. 2002 yılında Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne yatay geçiş yaptım. 2006 yılında Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimime başladım. İngilizce bilmekteyim.