

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**ORTODONTİK TEDAVİ SONUCU ANTERİOR DENTOALVEOLER
BÖLGEDE OLUŞAN PERİODONTAL DEĞİŞİMLERİN KONİK
IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
İLKER ATA CEBECİ**

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2025

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**ORTODONTİK TEDAVİ SONUCU ANTERİOR DENTOALVEOLER
BÖLGEDE OLUŞAN PERİODONTAL DEĞİŞİMLERİN KONİK
IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
İLKER ATA CEBECİ**

DOKTORA TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. NİLÜFER İREM TUNÇER**

ANKARA - 2025

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Anabilim Dalı Ortodonti Doktora Programı çerçevesinde İlker Ata Cebeci.
tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 14/05/2025

Tez Adı: Ortodontik Tedavi Sonucu Anterior Dentoalveoler Bölgede Oluşan Periodontal
Değişimlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

Feri İrem TUNÇER (Başkan) Ortodonti

Dr. Harun KUMUŞ Ortodonti / Başkent Üni. / Ç

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 10 / 06 / 2025

Öğrencinin Adı, Soyadı: İlker Ata Cebeci

Öğrencinin Numarası: 21910173

Anabilim Dalı: Ortodonti Anabilim Dalı

Programı: Ortodonti Doktora Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Doç. Dr. Nilüfer İrem TUNÇER

Tez Başlığı: Ortodontik Tedavi Sonucu Anterior Dentoalveoler Bölgede Oluşan Periodontal Değişimlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 80. sayfalık kısmına ilişkin, 24 / 04 / 2025 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %9'dur. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: 10 / 06 / 2025

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

İlk doktora danışmanım, ortodontide bebek adımlarımı atarken elimden tutan ve bana yol gösteren, bu hiç bilmediğim alanda kör bir şekilde yürürken bana görüş katan, bana yalnızca ortodontik tedavi yapmayı değil, hayatım boyunca hastalarımı aktaracağım her şeyi öğreten sevgili hocam **Prof. Dr. Ayça ARMAN ÖZÇIRPICI**'ya,

Tez sürecim boyunca tüm sabır zorlayıcı yönlerime rağmen bana sonsuz sabır gösteren, doktora sürecimde yaşadığım ruhsal çöküş anlarımda beni derinlerden çekip çıkaran, ortodontiyi sadece anlatmayan, öğreten, her zaman minnet borcumun olacağı tez danışmanım ve değerli hocam **Doç Dr. Nilüfer İrem TUNÇER**'e

Doktora sürecim boyunca hiçbir sorumu cevapsız bırakmayan, işini yüreğiyle yapan ve bölümümüzü bir aile sıcaklığında hissettiren, değerli tecrübelerini aktarmaktan hiç çekinmeyen hocalarım **Prof. Dr. Burçak KAYA**'ya, **Doç. Dr. Hande PAMUKÇU**'ya, Dr. Öğr. Üyesi Habibe Sinem İNCE BİNGÖL'e ve Dr. Dt. Azize ATAKAN KOCABALKAN'a

Kıdem dostlarım olarak başlayıp can kardeşlerime dönüşen, en yürekten duygularla sevdiğim, doktorama renk katan, hayatımda izi olan çok sevgili arkadaşlarım **Dt. Begüm KÖKTÜRK**'e, **Dt. Perviz KARİMLİ**'ye ve kıdemlisinden yeni asistanına her birinden gerek hekimliğe dair gerekse hayata dair bir şeyler öğrenme fırsatı bulduğum çok değerli asistan arkadaşlarıma

Hayattaki idolüm, tanıdığım en iyi ve en doğru hekim olan, yalnızca diş hekimi olmamın değil, iyi insan olma gayemin mimarı, varlığıyla dimdik durmamı sağlayan canım babam **Dr. Dt. Ali Rıza İlker CEBECİ**'ye

Hayata bakışından güç aldığım, beni yeri gelince sırtında taşıyan, yeri gelince de “artık yürümenin vakti geldi” diyen, çıkmaza düştüğümde soluğu yanında aldığım, her şeyimi borçlu olduğum canım annem **Latife CEBECİ**'ye

En zor zamanımda, pes etmeye yaklaştığımda ayakta kalmamı sağlayan, ayakları yere sapasağlam basan, gizli güç kaynağım canım kardeşim **Lal CEBECİ**'ye

Yol arkadaşım, ruh eşim, canımdan öte değer verdiğim, her şeyi daha anlamlı kılan en büyük destekçim sevgili **Elif İNCE**'ye

Bu süreçte desteklerini hiç esirgemeyen, hayatta her zaman yanımda olan çok sevgili dostlarım **Taylan Özer ÖKSÜZ**'e, **Sinem KAPLAN**'a, **Deniz Berk YAVUZ**'a

Sonsuz Teşekkürü Borç Bilirim.

ÖZET

İlker Ata Cebeci, Ortodontik Tedavi Sonucu Anterior Dentoalveoler Bölgede Oluşan Periodontal Değişimlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Doktora Programı, Doktora Tezi, 2025

Bu retrospektif çalışmanın amacı Sınıf II maloklüzyonun düzeltiminde kullanılan sabit ortodontik tedavi mekaniklerinin anterior bölgede sebep olduğu dentoalveoler değişimleri incelemektir.

Çalışmaya ortalama yaşları 14,91 yıl (13-17 yıl aralığında) olan 6 kız ve 6 erkeğe ait toplam 96 alt ve üst kesici (santral ve lateral) diş dahil edilmiştir. Bu bireylerden 3 kız ve 3 erkek maksiller sağ ve sol üst 1. premolar dişleri çekilerek, diğer 3 kız ve 3 erkek ise minivida destekli Pal-Distalizer aygıtı ile maksiller molar distalizasyonu uygulanarak tedavi edilmiştir. Toplam tedavi süresi ortalama 29,91 aydır (24-47 ay aralığında). Tedavi başında (T0) ve sonunda (T1) alınmış olan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri analiz edilmiş ve oluşan dentoalveoler değişimler değerlendirilmiştir.

Sınıf II maloklüzyonu ortodontik tedavisi sonucunda, maksiller ve mandibuler kesici dişlerin inklınasyonlarında artış, kök uzunluklarında azalma ve her seviyede mesiodistal ile bukkolingual yönde rezorpsiyon meydana gelmiştir. Maksiller kesicilerin palatinali ve mandibuler kesicilerin bukkal ve lingualinde mine-sement sınırı ve marjinal kemik (MSS-MK) arasındaki mesafe artmış, marjinal kemik kaybı gözlenmiştir. Alt ve üst keser proklinasyonu, alveoler kemikte yeniden şekillenmelere neden olmuş; apikal ve servikal bölgelerde kemik kalınlıklarında değişiklikler saptanmıştır. Yaş ilerledikçe kök rezorpsiyonu artmış, pubertal dönemde kız bireylerde bu durum erkeklere göre daha belirgin olmuştur. Çekimli tedavilerde servikal bölgede daha fazla mesiodistal kök rezorpsiyonu görülürken, distalizasyon yapılan bireylerde MSS'ye göre bukkal kemik kalınlığında daha fazla azalma tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Alveoler kemik kaybı, çekimli tedavi, distalizasyon, kök rezorpsiyonu, sınıf II maloklüzyon

ABSTRACT

İlker Ata Cebeci, Evaluation of Periodontal Changes in the Anterior Dentoalveolar Region Following Orthodontic Treatment Using Cone-Beam Computed Tomography, Başkent University, Institute of Health Sciences, Orthodontics PhD Program, Doctoral Thesis, 2023.

The aim of this retrospective study is to examine the dentoalveolar changes caused by fixed orthodontic treatment mechanics in the anterior region during the correction of Class II malocclusion.

The study included a total of 96 maxillary and mandibular incisors (central and lateral) from 6 female and 6 male patients with an average age of 14.91 years (range: 13–17 years). Among these individuals, 3 females and 3 males underwent extraction of the maxillary first premolars on both sides, while the remaining 3 females and 3 males were treated with distalization using a miniscrew-supported Palatal-Distalizer appliance. All patients subsequently underwent fixed orthodontic treatment with brackets for an average duration of 29.91 months (range: 24–37 months). Cone-beam computed tomography (CBCT) images taken before (T0) and after treatment (T1) were analyzed to assess the dentoalveolar changes.

Orthodontic treatment of Class II malocclusion resulted in increased inclination of maxillary and mandibular incisors, decreased root lengths, and resorption in mesiodistal and buccolingual directions at all levels. An increase in the distance between cemento-enamel junction and the marginal bone (CEJ-MB) was observed on the palatal side of maxillary incisors and on both the buccal and lingual sides of mandibular incisors, accompanied by marginal bone loss. Proclination of upper and lower incisors led to remodeling of the alveolar bone, with changes in bone thickness in the apical and cervical regions. Root resorption increased with age and was more pronounced in pubertal females compared to males. Mesiodistal root resorption in the cervical region was more extensive in extraction cases, while distalization cases exhibited greater reductions in buccal bone thickness at 3 mm and 6 mm levels relative to the MSS.

Keywords: Class II malocclusion, distalization, extraction treatment, root resorption, alveolar bone loss

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Ortodontik Diş Hareketi.....	2
2.2. Periodonsiyum.....	3
2.2.1. Dişeti	3
2.2.2. Periodontal ligament	3
2.2.3. Sement	4
2.2.4. Alveol kemik.....	4
2.3. Ortodontik Tedavi Esnasında Periodonsiyumda Oluşan Değişimler.....	5
2.3.1. Alveol kemikte oluşan değişimler.....	5
2.3.2. Periodontal ligamentte oluşan değişimler	5
2.3.3. Sementte oluşan değişimler	6
2.3.4. Diş etinde oluşan değişimler	7
2.4. Ortodontik Tedavi Esnasında Görülebilecek Dentoalveoler Yan etkiler	7
2.4.1. Kök rezorpsiyonu	7
2.4.2. Dehisens ve fenestrasyon	9
2.4.3. Predispozan faktörler.....	10
2.4.3.1. Bireysel faktörler	10
2.4.3.2. Genetik ve sistemik faktörler	12
2.5. Sınıf II Maloklüzyonlar	13
2.5.1. Maloklüzyonların sınıflandırılması	13
2.5.2. Sınıf II maloklüzyonların etiyo lojisi	16
2.5.2.1. Genetik etkenler	16
2.5.2.2. Çevresel etkenler	17

2.5.3. Sınıf II maloklüzyona tedavi yaklaşımları	18
2.5.3.1. Fonksiyonel ortopedik tedavi.....	19
2.5.3.2. Dişsel düzeltim ve kamuflaj tedavisi	19
2.5.3.3. Ortognatik Cerrahi.....	22
2.6. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)	23
2.6.1. KIBT ile yapılan dentoalveoler ölçümlerin tutarlılığı.....	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1. Gereç	25
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Pal-Distalizer apareyi.....	26
3.2.2. Sabit tedavi.....	28
3.2.3. KIBT ölçümleri.....	29
3.2.4. İstatistiksel değerlendirme	36
4.BULGULAR	37
4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi	37
4.2. Demografik Veriler	38
4.3. Dentoalveoler Değişimlerin Değerlendirilmesi.....	39
5. TARTIŞMA	55
5.1. Çalışma Amacının Tartışılması.....	55
5.2. Çalışma Yönteminin Tartışılması	56
5.3. Bulguların Tartışılması.....	58
5.3.1. Keser açlarına dair bulguların tartışılması	58
5.3.2. Kök rezorpsiyonuna dair bulguların tartışılması.....	60
5.3.3. Alveoler bulguların tartışılması	61
5.3.4. Korelasyon analizi bulgularının tartışılması	63
5.4. Klinik Yorumlar ve Öneriler.....	65
6. SONUÇ	67
KAYNAKLAR	68

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekraralama katsayıları.....	37
Tablo 4.2. Alt ve üst dişlerin ortalama başlangıç değerleri	38
Tablo 4.3. 11, 12, 21, 22 Numaraları dişlere ait verilerin tedavi sürecindeki değişimi.....	41
Tablo 4.4. 31, 32, 41, 42 Numaraları dişlere ait verilerin tedavi sürecindeki değişimi.....	44
Tablo 4.5. Üst dişlerde görülen değişimler.....	45
Tablo 4.6. Alt dişlerde görülen değişimler	46
Tablo 4.7. Diş bazında olmayan ölçümler	48
Tablo 4.8. Kesici eğimleri ile diş genişliği, kemik kalınlığı, kök uzunluğu, alveol eğimleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi.....	50
Tablo 4.9. Little düzensizlik skoru ve kesici inklinasyonlarındaki değişimin ilişkilendirilmesi	51
Tablo 4.10. Kök rezorpsiyonunun Little, yaş ve tedavi süresi ile ilişkilendirilmesi	52
Tablo 4.11. Cinsiyetin kök rezorpsiyonu üzerine etkisi	52
Tablo 4.12. Tedavi şeklinin üst dişler üzerindeki etkileri.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Minivida ların yerleştirilmesi	26
Şekil 3.2. Ekspansiyon v idalarının modele yerleştirilmesi	27
Şekil 3.3. Pal-Distalizer apareyinin simantasyonu	27
Şekil 3.4. KIBT görüntüsü üzerinde dişlerin akslarının ölçüm için oryante edilmesi.....	30
Şekil 3.5. Bukkal ve lingual kemik kalınlıklarının, MSS'ye göre 6 mm'de ölçülmesi.....	31
Şekil 3.6. Dişlerin mesiodistal ve bukkolingual genişliklerinin, en geniş noktalarından ölçülmesi.....	31
Şekil 3.7. Kök uzunluğu ile MSS-MK mesafesinin palatinal ve bukkal bölgelerde ölçülmesi.....	32
Şekil 3.8. IMPA ve 1-PP değerlerinin, elde edilen sefalometrik görüntü üzerinden ölçülmesi.....	33
Şekil 3.9. Maksilla için bukkal ve palatinal alveol kemik eğiminin ölçülmesi	34
Şekil 3.10. Mandibula için bukkal ve palatinal alveol kemik eğiminin ölçülmesi.....	35
Şekil 3.11. ANB açısının, elde edilen sefalometrik film üzerinden ölçülmesi	35
Şekil 3.12. Little endeksine göre anterior bozukluk miktarının ölçülmesi.....	36
Şekil 4.1. Alt dişlerdeki ortalama değişim.....	47
Şekil 4.2. Üst dişlerdeki ortalama değişim	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	yüzde
±	eksiği veya fazlası
°	derece
ark.	arkadaşları
BT	bilgisayarlı tomografi
BL	bukkolingual genişlik
DM	Diabetes mellitus
EAKR	eksternal apikal kök rezorpsiyonu
GAA	geçici ankraj aygıtları
ICC	sınıf içi korelasyon katsayısı
KIBT	konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
MD	mesiodistal genişlik
MK	marjinal kemik
mm	milimetre
MSS	mine-sement sınırı
n	birey sayısı
Ni-Ti	nikel-titanyum
OTKEKR	ortodontik tedavi kaynaklı enflamatuvar kök rezorpsiyon
p	istatistiksel anlamlılık
PDL	periodontal ligament
T0	tedavi başı
T1	tedavi sonu
TPA	transpalatal ark

1. GİRİŞ

Ortodontik diş hareketi, periodontal ligament (PDL) ve alveoler kemiğin yeniden şekillenmesiyle gerçekleşir. Dişe kuvvet uygulandığında, sıkışma bölgesinde kemik rezorpsiyonu, gerilim bölgesinde ise kemik apozisyonu meydana gelir. Bu süreçte PDL, hücresel değişimler, sitokinler, prostaglandinler ve osteoklast-osteoblast dengesi aktif rol oynar. Ancak diş hareketi; alveoler kemik anatomisi, yumuşak doku kısıtlamaları ve nöromüsküler kuvvetler gibi faktörlerle sınırlıdır. Bu diş hareketleriyle hedeflenen şey ideal gülüş estetiği ve fonksiyonel bir kapanışın elde edilmesidir.

Dental girişimlerin birçoğunda olduğu gibi, ortodontik tedavinin de istenen ve istenmeyen yan etkileri mevcuttur. Bu yan etkiler kontrol altında tutulabildiği sürece patolojik durumlara sebep olmaz. Tıbbi tüm müdahalelerde olduğu gibi, ortodontik tedavi için de “önce zarar vermemek” prensibi unutulmamalıdır. Bunun için de fizyolojik sınırları ve periodonsiyumun doğasını anlamak esastır. Bölge anatomisi ve ortodontik müdahalelerin bölgede oluşturduğu reaksiyonlar ne kadar iyi bilinirse, potansiyel sorunlar da o kadar öngörülebilir olur. Bu öngörüler ise ancak nitelikli araştırmaların neticesinde mümkündür. Literatürde ortodontik tedavinin etkileriyle alakalı birçok in vivo ve in vitro araştırma mevcuttur. Radyografik görüntülerden yararlanan araştırmalarda ise 3 boyutlu inceleme ve ölçüm imkânını düşük radyasyon dozu ve maliyet avantajı ile sunması sebebiyle Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) kullanımı tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (1,2).

Kliniklere başvuran ortodonti vakalarının yaklaşık 1/3'lük kısmını sınıf II malokluzyon vakaları oluşturur (3). Ve bu vakaların da yaklaşık %70-80'i dental kompanzasyon ile tedavi edilmektedir (4). Kliniklere başvuran sınıf II vakaların %70'inin dental, %30'unun ise iskeletsel kökenli olarak tahmin edilmektedir (5). Bu istatistiklerle de desteklendiğinde açıkça görülmektedir ki, ortodontik tedaviye başvuran hastaların önemli bir kısmını sınıf II, dental kompanzasyon vakaları oluşturmaktadır. Bu vakalar diş çekimi yapılarak, fonksiyonel tedavi yaklaşımları uygulanarak veya distalizasyon yapılarak tedavi edilebilmektedir. Daha şiddetli ve erişkin vakalarda ise ortognatik cerrahi seçeneğine yönelinebilir. Vakanın şiddeti, fizyolojik sınırların ne kadar zorlanacağını belirlemektedir. Bu sınırların bilinmesi, komplikasyon riskini azaltmak için büyük önem arz etmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik tedavinin temelini oluşturan diş hareketi, periodonsiyum elemanlarından olan alveol kemik ve periodontal ligamentin (PDL) yeniden şekillenmesiyle meydana gelmektedir. Ortodontik tedavilerde maksimum diş hareketiyle birlikte en az zarara yol açacak optimal kuvvetin ne kadar olması gerektiği hakkında bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ortodontik tedavi rutininde kullanılan kuvvetler; kesikli (intermittent), aralıklı (interrupted) ve sürekli (continuous) olmak üzere üçe ayrılırlar (6).

Ortodontik aygıtlarla yapılan diş hareketleri, sınırları olmayan uygulamalar değildir. Tüm hareketler alveoler kemik anatomisi ve kalınlığı, yumuşak dokuların sınırlayıcılığı, periodontal doku ataşmanı, nöromusküler kuvvetler gibi kavramlar çerçevesinde gerçekleşir. Genel olarak diş hareket sınırlamaları fizyolojik ve anatomik kaynaklıdır ve bu sınırlar aşıldığı takdirde periodontal destek ve kemik desteğinde azalmalar meydana gelebilir. Eğer gerekli olan hareket miktarı bu sınırları aşıyorsa, ortognatik cerrahi gibi alternatif yaklaşımlar gerekebilmektedir.

Kök rezorpsiyon boşlukları sekonder sement ile dolarak iyileşmektedir. Bu durum trabeküler kemiğin yeniden şekillenmesi ile benzerlik gösterir. Kök rezorpsiyon reaksiyonları, aynı osteoklast benzeri, intravasküler orijinli odontoklastlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Kök rezorpsiyonu ise zarar görmüş kökün onarılması sürecindeki bir basamaktır. Bu sebeple ortodontistin, bu iyileşmeye zaman ve imkan tanınması tedavi açısından önemlidir (7).

Burstone'un (8) tanımladığı gibi diş hareketinin başlangıç fazı, duraklama fazı ve duraklama sonrası fazı olmak üzere 3 tane fazı bulunmaktadır. Çok hızlı bir diş hareketi ile karakterize olan başlangıç fazı birkaç gün sürmektedir. Bu fazda kuvvet uygulanan diş, periodontal ligament boşluğunun izin verdiği ölçüde ilk hareketini yapmaktadır. Başlangıç fazı daha sonra yerini duraklama fazına bırakacaktır. Duraklama fazında diş hareket etmeyebilir veya çok az bir oranda yer değişikliği gösterebilir. Aşırı kuvvetlerin neden olduğu hyalinize alanların indirekt rezorpsiyon ile elimine olması zaman alan bir işlemdir. Bunun yanı sıra duraklama fazı indirekt rezorpsiyonda görüldüğü gibi direkt rezorpsiyonda

da görülebilmektedir. Kompakt kemiğin daha kalın olan lamina durası direkt rezorpsiyon ile rezorbe edildiğinde de belli bir zaman geçer ve bu süre zarfında diş hareketi çok az görülür veya hiç görülmez. Son faz olan duraklama sonrası fazda diş hareketi oranı kademeli olarak veya aniden hızlanmaktadır.

2.2. Periodonsiyum

Dişi çevreleyen ve destekleyen dokuların tümüne (diş eti, periodontal ligament, sement ve alveolar kemik) periodonsiyum adı verilir. Ortodontik diş hareketleri, temel olarak periodonsiyumda oluşan mekanik stresler tarafından başlatılır (9).

2.2.1. Dişeti

Çenelerin alveolar proseslerini örten ve dişleri kolelerinden saran oral mukoza parçasıdır. Diş eti, serbest ve yapışık diş eti olmak üzere iki kısımda incelenir. Diş eti bağ dokusu, yoğun şekilde kolajen ve retiküler fibrillerin yanı sıra hücreler (fibroblastlar, mast hücreleri, enflamatuar hücreler, osteoblast ve osteoklastlar), vasküler elemanlar ve sinirleri de içerir. Dişeti fibrilleri temel olarak üç grupta incelenir. Dentogingival lifler, dement ve birleşim epitelinin apikalinden serbest dişetine uzanırlar. Sirküler lifler, dişin etrafında dişeti içerisinde dönen liflerdir. Transseptal lifler ise İnterproksimal alanda iki komşu diş arasında dişeti içinde uzanan liflerdir (9).

2.2.2. Periodontal ligament

Periodontal ligament, kökü çepeçevre saran ve kemiğe bağlayan hücreli bağ dokusu elemanıdır. Dişeti bağ dokusuyla devamlılık gösterir ve sementle alveol arasındaki dar boşluğu doldurur. PDL kalınlığı yaşa, dişin sürme aşamasına ve fonksiyonel karakteristiğine göre 0,1-0,25 mm arasında değişir. Yaşlı bireylerde ve antagonisti olmayan dişlerde daha inceyken hiperfonksiyondaki dişlerde daha geniştir. Periodontal ligamentte var olan hücreler; kolajen sentez ve yıkımından sorumlu fibroblastlar, sement depolanmasını

sağlayan sementoblastlar, kemik yapımında görevli odontoblastlar, sement yıkım yapan sementoklastlar, kemik yıkımı hücresi olan odontoklastlar, hasara karşı cevapta, yara iyileşmesi ve tamirde rol alan savunma hücreleri (makrofaj, nötrofil, monosit, mast hücreleri) ve Hertwig epitel kınından farklılaştığı düşünülen Malassez epitel artıklarıdır. Periodontal ligamentin fibrilleri, sementten alveoler kemiğe olan doğrultularına ve lokalizasyonlarına göre alveoler kret grubu horizontal grup lifler, oblik grup lifleri, apikal grup lifleri ve interradyikuler grup lifleri olarak ayrılırlar (9).

2.2.3. Sement

Sement dokusunun %70'i mineralize olup, gelişim esnasında mezoderminden köken alan damarsız bir mezenşimal bağ dokusudur. Kalsifiye bir doku olması, kemiği oluşturan osteoblast tipi hücrelere benzer sementoblastlar tarafından üretilmesi, çok çekirdekli büyük hücrelerce rezorbe edilmesi yönleriyle kemik dokusuna benzerlik göstermektedir. Sinir ve damarlardan yoksun olması, ömür boyu kalınlaşması ve yeniden şekillenme ya da mineral döngüsü olmaması bakımından kemikten farklı özellikleri vardır. Kökün dentin kısmını örten sement, PDL fibrillerinin dişe bağlanmasını sağlar ve dişlerin çene kemiklerine tutunmasını oluşturan 3 ana yapıdan biridir. Kısmi olarak mineralize olan kolajen lifler veya diğer tanımıyla Sharpey lifleri sementin dış tabakasına bağlanırlar. Temelde primer ve sekonder olarak ayrılan sementin yapısal, kökensel ve fonksiyonel açıdan farklı tipleri olduğundan çok daha ayrıntılı bir sınıflama gerekmektedir. Oluşum zamanına göre primer ve sekonder, matrikste sementosit içeriğine göre hücreli veya hücresiz ve kolajen fibrillerinin oluşum yerine göre içsel (intrinsik) ya da dışsal (ekstrinsik) olarak sınıflandırmak daha uygundur (9).

2.2.4. Alveol kemik

Lamina dura ve etrafındaki destek kemikten oluşmaktadır. Sharpey lifleri lamina duraya gömülerek dişlerin alveoler sokete tutunmasını sağlamaktadırlar. Fonksiyonel değişikliklere adaptasyon göstermek ve kemiğin yeniden şekillenmesi amacıyla osteoblast ve osteoklastlarca yapım ve yıkım faaliyetleriyle mevcut değişikliklere adaptasyon yeteneği mevcuttur (9).

2.3. Ortodontik Tedavi Esnasında Periodonsiyumda Oluşan Değişimler

Ortodontik kuvvetler periodonsiyum üzerinde çeşitli etkilere sebep olur. Bu değişimler kontrollü olduğu sürece patolojik problemlere yol açmayabilir. Fizyoloji ve patogeneze ne kadar hâkim olunursa, kontrollü yaklaşımlarla birlikte komplikasyon riski de aynı oranda azalacaktır.

2.3.1. Alveol kemikte oluşan değişimler

Ortodontik kuvvetlerin alveol kemiği üzerindeki etkileri, kemik rezorpsiyonu ve apozisyonu ile karakterizedir. Ortodontik kuvvetlerin uygulandığı bölgelerde, osteoklastlar aktif hale gelir ve kemik dokusunu rezorbe eder. Bu süreç, dişin hareket etmesi gereken yönde alveol kemiğinin yer değiştirmesini sağlar. Özellikle, sıkışma bölgelerinde osteoklastik aktivite artar ve kemik dokusunun rezorpsiyonu başlar. Dişin hareket ettiği yönün ters tarafında, osteoblastlar yeni kemik dokusu oluşturur. Bu süreç, alveol kemiğinin yeniden şekillenmesi ve dişin yeni konumda stabilizasyonu için gereklidir. Osteoblastlar, yeni kemik matrisini sentezler ve bu matris daha sonra mineralize olur (10).

Bu yeniden şekillenme süreçleri, diş hareketinin yönüne ve kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Modern görüntüleme teknikleri, bu değişiklikleri detaylı bir şekilde izlemeye olanak tanır. Örneğin, bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları, ortodontik tedavi sırasında kemiğin yeniden şekillenme süreçlerinin üç boyutlu olarak görselleştirilmesini sağlar (10). Bu teknolojiler, kemik rezorpsiyonu ve apozisyonunun dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur.

2.3.2. Periodontal ligamentte oluşan değişimler

PDL, ortodontik kuvvete en doğrudan yanıt veren yapıdır. Gerilim ve sıkışma bölgelerinde biyomekanik ve biyokimyasal yanıtlar verir. Gerilim bölgelerinde, fibroblast aktivitesi artar ve yeni kolajen lifleri sentezlenir. Sıkışma bölgelerinde ise, PDL hücreleri ve damarları sıkışır, bu da hücre ölümü ve enflamatuvar yanıtların tetiklenmesine yol açar. Bu bölgelerde, osteoklastik aktivite artar ve kemik rezorpsiyonu başlar. PDL hücreleri,

ortodontik kuvvetlere maruz kaldığında, prostaglandinler, interlökinler ve tümör nekroz faktörü (TNF- α) gibi biyokimyasal sinyal molekülleri salgılar. Bu moleküller, osteoklast ve osteoblast aktivitelerini düzenleyerek kemik rezorpsiyonu ve apozisyon süreçlerini kontrol eder (11).

PDL'deki bu kompleks biyomekanik ve biyokimyasal yanıtlar, dişlerin kontrollü bir şekilde hareket etmesini sağlar. Ayrıca, PDL'nin yeniden şekillenmesi, dişlerin yeni pozisyonlarında stabilize olmasını destekler. Günümüzde, PDL'nin ortodontik tedavi sırasında nasıl yeniden şekillendiğini anlamak için gelişmiş görüntüleme teknikleri ve biyomoleküler analizler kullanılmaktadır (11).

2.3.3. Sementte oluşan değişimler

Ortodontik kuvvetlerin sement üzerindeki etkileri genellikle dolaylıdır. Sement, diş kökünün dış yüzeyini kaplayan mineralize bir dokudur ve PDL liflerinin bağlandığı yerdir. Ortodontik kuvvetler uygulandığında, PDL'de gerilim ve sıkışma bölgeleri oluşur. Bu bölgeler, sementin yüzeyinde rezorpsiyon ve apozisyon süreçlerini tetikler (12).

Ortodontik kuvvetlerin neden olduğu basınç, sementoblastlar ve sementositler gibi hücrelerin aktivitesini artırır. Bu hücreler, sementin yeniden şekillenmesine katkıda bulunur. Ayrıca sement rezorpsiyonu ve yeniden oluşumu, diş hareketinin yönüne ve kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Özellikle sıkışma bölgelerinde, sement rezorpsiyonu daha belirgin olabilir. Bu durum, kök yüzeyinin şeklinin değişmesine ve potansiyel olarak kök kısılmasına yol açabilir (12).

Araştırmalar, düşük seviyeli lazer tedavisi ve piezoelektrik stimülasyon gibi yöntemlerin, ortodontik tedavi sırasında sement rezorpsiyonunu azaltabileceğini ve sementin yeniden oluşumunu hızlandırabileceğini göstermektedir (13). Bu bulgular, ortodontik tedavi sırasında sementin korunmasına yönelik yeni stratejiler geliştirilmesine yardımcı olabilir.

2.3.4. Diş etinde oluşan değişimler

Ortodontik kuvvetlerin diş eti üzerindeki etkileri, genellikle enflamatuvar yanıtlar ve dokunun yeniden şekillenmesi ile ilişkilidir. Bu dokular, mekanik stres ve basınç altında kaldığında, enflamatuvar hücrelerin infiltrasyonu ve enflamatuvar sitokinlerin salınımı artar (11).

Ortodontik tedavi sırasında, diş etinin sağlıklı bir şekilde yeniden şekillenmesi için iyi bir ağız hijyeninin sağlanması önemlidir. Ayrıca, ortodontik kuvvetlerin şiddeti ve süresi, gingival dokuların adaptasyonunu etkileyebilir. Örneğin, düşük seviyeli ortodontik kuvvetler, gingival dokuların daha iyi tolere edilebileceği bir ortam sağlayabilirken, yüksek seviyeli kuvvetler inflamasyonu artırabilir (11).

2.4. Ortodontik Tedavi Esnasında Görülebilecek Dentoalveoler Yan etkiler

2.4.1. Kök rezorpsiyonu

Ortodontik tedavinin zorluklarından birisi kök ve periodonsiyum üzerinde minimum miktarda negatif etki bırakarak istenilen sonuca ulaşmaktır. Kök rezorpsiyonu, ortodontik tedavinin istenmeyen; ama kaçınılmaz etkilerinden biri gibi düşünülebilir. Kişisel biyolojik farklılıklar, genetik yatkınlık, mekanik faktörler bir araya geldiğinde kök rezorpsiyonu olasılığı artmak ya da azalmaktadır. Bu istenmeyen komplikasyon sonucunda, mobilite ve hatta diş kaybı meydana gelmektedir. Kök rezorpsiyonu, periodontal ligamentte gerçekleşen, enflamatuvar bir süreçtir. Ortodontik tedaviyle ilişkili olarak sıkça görülmekle birlikte apikal kök yapısının bozulması, tahmin edilebilir veya öngörülebilir bir durum değildir ve dentine ulaştıktan sonra geri dönüşümsüz olduğu düşünülmektedir (14).

Eksternal apikal kök rezorpsiyonu (EAKR), fizyolojik veya patolojik bir sürecin sonucu olabilir ve dişin kökünün apikal kısmında oluşan kalıcı kısalma olarak tanımlanır (15). Ortodontik tedavi kaynaklı enflamatuvar kök rezorpsiyonu (OTKEKR) ise sabit veya hareketli ortodontik kuvvet uygulamaları sonucu oluşan, iyatrojenik ve steril kök rezorpsiyonuna verilen isimdir (16). OTKEKR, tüm yönleri henüz aydınlatılmamış, kompleks ve multifaktöriyel bir etiyolojiye sahiptir (17). Etiyolojik faktörler hastaya bağlı

ve tedaviye bağı olmak üzere ikiye ayrılabilir. Tedaviye bağı faktörler kullanılan aygıtın tipi, tedavi süresi, uygulanan kuvvetin şekli ve miktarı, yapılan hareketin tipi, apikal yer değiştirme miktarı, kortikotomi/lazer/ultrason kullanımı olarak sınıflandırılabilir. Hastaya bağı faktörler ise genetik altyapı, biyolojik etkenler, sistemik etkenler, ilaç kullanımı, yaş, cinsiyet, kök morfolojisi, malokluzyon tipi, travma geçmişi ve endodontik tedavi varlığıdır (18).

Kök rezorpsiyonu, ortodontik tedavinin başarısına gölge düşüren bir durum olmasına, dentisyonun sürekliliğini etkileyebilmesine karşın fonksiyonel kapasite çoğu durumda değişmemektedir. Genelde durum yalnızca kök uçlarında bir küntleşmeden ibarettir, ancak çok daha şiddetli tablolar ile karşılaşılabilir. Sementoklastik ve osteoklastik aktiviteler sonucunda mikroskobik boyutlarda rezorpsiyon lakünaları oluşur ve durum zamanla ilerler. Travma, periodontal hastalıklar ve benzeri etkenler, süreci tetikleyebilir (14).

Histolojik çalışmalar, ortodontik tedavi gören hasta grubunun %90'dan fazla bir kısmında kök rezorpsiyonu tespit etmiştir. Çoğu durumda rezorpsiyon miktarı minimal ve klinik olarak anlamsızdır (19). Lupi ve ark. (20) ise kök rezorpsiyonu görülen dişlerin, tüm dişlere oranının ortodontik tedavi öncesi %15 olduğu çalışmada, sabit ortodontik tedavi tedaviden sonra bu oranın %73'e yükseldiğini bulmuşlardır.

Genel görüşe göre ortodontik kuvvet miktarı arttıkça, kök rezorpsiyon miktarı da artmaktadır. Harry ve Sims (19) insan premolar dişleri üzerine 50 g, 100 g ve 200 g intrüziv kuvvet uygulamış ve yüksek kuvvet miktarlarında daha çok rezorpsiyon tespit etmişlerdir. Kök yüzeyindeki artan kuvvet miktarı, laküna oluşum miktarını da arttırmaktadır. Chan ve Darendeliler (21) çekilmiş dişlerin kök yüzeyleri üzerindeki rezorpsiyon kraterleri üzerinden hacimsel ölçümler yapmış ve kuvvet uygulanan dişlerle karşılaştırmışlardır. Maksiller 2. premolar çekimi planlanan hastaların bir kısmında sağ veya sol premolar dişe bukkal yönde düşük (25 gr) veya yüksek (225 gr) kuvvet uygulanmıştır. Karşıt arktaki premolar dişler kontrol grubu olarak tutulmuştur. Çekim sonrası hacimsel ölçümler yapıldığında, yüksek kuvvet uygulanan grupta anlamlı miktarda daha fazla rezorpsiyon meydana geldiği görülmüştür. Acar ve ark. (22) ise kuvvet süresinin rezorpsiyon üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yirmi iki insan dişi üzerinde yapılan bu çalışmada, dişlerin bir kısmına elastikler ile kesikli, diğer kısmına ise devamlı kuvvet uygulamışlardır. Kesikli kuvvet grubunda daha az rezorpsiyon meydana geldiği bildirilmiştir. Weiland ve ark. (23) 42 hastada 84 premolar dişe kesikli ve devamlı kuvvetler uygulamışlar ve devamlı kuvvetin daha çok

rezorpsiyon yarattığını ortaya koymuşlardır. Literatürde intrüzyon hareketi rezorptif aktivite üzerinde en etkili hareketlerin başında sayılsa da tork ve horizontal hareketlerdeki rezorpsiyon miktarını da küçümsemek gereklidir. Fernandes ve ark. (24) yaptıkları araştırmada ortodontik tedavi sırasında oluşan eksternal apikal kök rezorpsiyonuna dair predispozan faktörleri incelemişlerdir. Toplamda 564 hastadan elde edilen 2173 adet maksiller keser periapikal fimleri üzerinden kök uzunluğu ölçümleri yapılmıştır. Rezorpsiyon riskini maksiller premolar çekimli vakalarda %70 ve overjeti artmış bireylerde %58 daha fazla olduğu, iki fazlı tedavilerde %41 ve derin kapanışlı hastalarda %33 daha az olduğu tespit edilmiştir. Lateral dişler rezorpsiyona %54 daha meyillidir. Dilasere kökler ise normalden 2,26 kat daha fazla riske sahiptir. Kök uzunluğunda artan her 1 mm için kök rezorpsiyon riski %29 artmaktadır. Sonuç olarak overjeti artmış ve çekimli tedavi gören hastalarda dikkatli olunması gerektiği kanısına varılmıştır.

2.4.2. Dehisens ve fenestrasyon

Ortodontik tedavi esnasında anatomik sınırlar zorlandıkça, kemikte oluşacak yıkım riski de artmaktadır. Böyle durumlarda çeşitli alveoler defektlerin oluşması sonucu fenestrasyon veya dehisens oluşma olasılığı vardır. Fenestrasyon, kemiğin herhangi bir noktada pencere gibi açılmasına denirken dehisens ise, marjinal kemik kenarının apikal yönde yer değiştirmesi olarak tanımlanabilir. Bunun yarattığı en büyük dezavantaj dişin kemik desteğinin azalmasıdır (25). Diş hareketinin yönü, biçimi ve miktarı, oluşabilecek fenestrasyon ve dehisensin miktarını ve şeklini etkileyebilir. Posterior bölge için özellikle transvers hareketler risk teşkil ederken anteriorda da bukkolingual yöndeki hareketlerin riskli olduğu söylenebilir (26).

Lund ve ark. (27) yaptıkları çalışmada sınıf I maloklüzyona sahip 171 hastanın tedavi öncesi ve sonrası KIBT görüntülerini incelemişlerdir. Çalışmaya dahil edilen hastalarda mandibula veya maksillada en az 5 mm yer darlığına ve 5 mm'den az overjete sahip olmaları koşulu aranmıştır. Hem bukkal hem de palatinalde mine-sement sınırı (MSS) ile marjinal kemik (MK) arasındaki mesafeler ölçülmüştür. Mandibuler santral dişlerin %84'ünün lingual yüzeyinde 2 mm'den fazla MSS-MK mesafesi artışı görülmüştür. Bahsedilen %84'ün yarısından fazlasında ise bu mesafe artışı 6 mm'den fazladır. Maksiller kanin dişlerin bukkal dışındaki tüm dişlerin hem lingual hem de bukkal marjinal kemik

yüksekliğinde anlamlı artış bulunmuştur. Garlock ve ark. (28) yine çekimsiz tedavi edilen hastaların alt kesici dişlerindeki marjinal kemik seviyesinin değişimini incelemişler ve bukkalde ortalama 1.16 ± 2.26 mm, lingualde 1.33 ± 6.25 mm'lik MSS-MK mesafesi artışı gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

2.4.3. Predispozan faktörler

Ortodonti-periodontoloji ilişkisini düşünürken, bireysel faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Ortodontik tüm kararlar doğru verilse bile, hastanın bireysel risk faktörleri göz önünde bulundurulmazsa hasta yine ortodontik tedaviden zarar görebilir.

2.4.3.1. Bireysel faktörler

Beslenme yetersizliğine bağlı olarak plazma askorbik asit (C vitamini) miktarları düşebilir ve sonucunda skorbüt durumu oluşabilmektedir. Skorbüt rahatsızlığına sahip bireylerde kolajen sentezi zayıfladığı için, ortodontik tedaviyle birlikte kemik yıkımı miktarı da artmaktadır (29). D vitamini eksikliği görülen hayvanlarda yapılan çalışmalarda, kalsiyum ve D vitamini eksikliğinde kök rezorpsiyonu oluşumu tespit etmiştir (30).

Akut psikolojik stres veya stresli durumlar, nekrotizan periodontal hastalıklara yol açabilmektedir. Stres dönemleri boyunca, bireyin bağışıklık yanıtı değişime uğramaktadır. Stres sonucunda uyku bozuklukları meydana gelebilir, adrenokortikotropik hormon düzeyi artar, otonom sinir sistemi aktive olur ve bunların tümünün sonucunda enflamatuvar sitokin seviyeleri anlamlı miktarda yükselir. Periodontal hastalıklara yatkınlık artar (31)

Bakteri plağı birikimi bir predispozan faktör olarak kabul edilmektedir. Patolojik periodontal yıkımın ana etiyolojik faktörü biyofilm, dolayısıyla bakteridir. Yetersiz ağız hijyeni ve mekanik temizlik, kısa vadede diş taşı ve mine deformasyonuna sebep olmanın yanı sıra uzun vadede çürüğe, pulpitis, şiddetli periodontal yıkıma ve hatta diş kayıplarına yol açabilmektedir (32).

Sigaranın iki farklı yolla vücudun yanıt mekanizmasını değiştirdiği ve dolaylı olarak periodontal yıkımı arttırdığı öne sürülmüştür. Sigara tüketimine bağlı olarak patojen

organizmaya verilen bağışıklık yanıtının bozulduğu ve sigara içeriği sebebiyle sağlıklı periodontal dokularda yıkım aktivitesinin arttığı düşünülmektedir. Sigara tüketen bireylerde bakteri plağı ve oluşan yıkım miktarı arasında orantısızlık mevcuttur. Vücut yanıtı da etkilendiği için görülen semptomlar, gerçek durumu yansıtmaz. Periodontal sorunlar ve enflamatuvar bulgular maskelenmiştir. Sigaranın bırakıldığı ilk haftalarda dişeti enflamasyonunun klinik olarak belirginleşmekte, fırçalama esnasında görülen kanama artmakta, kemik ve ataşman kaybı hızı ise yavaşlamaktadır. Alkol tüketimin de hastalıkla ilişkili olduğu bulunmuştur (33).

Östrojenin ve progesteronun periodonsiyum üzerine çeşitli etkileri vardır. Östrojen epitelyal keratinizasyonu azaltırken, epitelyal glikojeni arttırmaktadır. Keratinizasyon sebebiyle epitelyal bariyerin etkinliği zayıflar, damar proliferasyonu ve kanlanma artar. Progesteron ise damar dilatasyonunu ve böylece geçirgenliği artırır. Prostaglandin üretimi artar, dişeti oluğu sıvısındaki polimorfonükleer lökosit (PMNL) ve prostaglandin E2 (PGE2) miktarı yükselir, glukokortikoidlerin anti enflamatuvar etkisini azalır. Ayrıca fibroblast proliferasyonu olur, kolajenin yapısı ve yapım hızı değişerek dişetin tamir potansiyeli azalır ve doku tamiri ile devamlılığı için gerekli olan folatın metabolik yıkımı artar. Puberte ergenlikten yetişkinliğe kadar olan değişiklikleri ifade eden bir terimdir. Bu dönemde erkeklerde testosteron, kadınlarda estradiol başta olmak üzere seks steroid hormonlarının salınımında artış meydana gelir. Bu dönemde plak seviyelerinde artış olmaksızın dişetindeki enflamasyonun şiddeti artmaktadır. Menstrüel döngünün 10. Gününde progesteron en üst düzeye ulaşır ve menstruasyon öncesi düşer. Bu süreçte dişetinde kesin ve gözlemlenebilir enflamatuvar değişiklikler meydana gelmektedir. Ovulasyon sırasında ise ılımlı enflamatuvar değişiklikler gözlemlenmiştir. Hamilelikteki hormonal dengesizlik ve bağışıklık yanıtında azalma iritasyona cevabı artırır, periodontal enfeksiyonların klinik ve biyolojik özelliklerini etkiler. Yine de hormon değişimlerinin gingivitise yol açması için bakteriyel plak ve dişeti enflamasyonu gereklidir. Hamilelikteki östrojen ve progesteron değişiklikleri subgingival mikroflorayı değişikliğe uğratarak anaerobik mikroorganizmaların aerobik mikroorganizmalara oranını artırır. Bu patojenlerdeki artış, periodontal hastalık şiddetini ve prevalansını arttırmaktadır. Gebe kalmayı önlemek (kontrasepsiyon) amacıyla kadınlar tarafından ağızdan alınmak suretiyle kullanılan steroidal ilaçlara oral kontraseptifler adı verilir. Oral kontraseptifler çok eski çalışmalardan beri diş eti enflamasyonu ve diş eti büyümeleriyle bağlantılı bulunmuştur (34).

Yaş ilerledikçe periodontal membran daha dar ve daha az damarlanmış, aplastik bir hale gelir. Alveoler kemik yoğunlaşır, sertleşir, damarlanması ve beslenmesi azalır. Bu değişimler erişkinlerde oluşan rezorpsiyon riskini arttırmaktadır (30). Travess H. Ve ark., 11 yaşından sonra kök rezorpsiyon riskinin artarak devam ettiğini söylemiştir (35).

2.4.3.2. Genetik ve sistemik faktörler

Kök rezorpsiyonuna yatkınlığın otozomal dominant veya otozomal resesif olabileceği ve birkaç farklı genden etkilendiği düşünülmektedir. Genetik faktörlerin, kök rezorpsiyonu süreciyle alakalı varyasyonların %50'sini oluşturduğu düşünülmektedir (30).

Owman-Moll ve Kurol (36), alerjik bireylerin kök rezorpsiyonu için de risk grubunda olduğunu söylemiştir.

Diabetes mellitus (DM), uzun yıllardır periodontal hastalıklar için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmiş ve periodontitisin prevalansı ve şiddeti ile ilişkili bulunmuştur. Kronik hiperglisemi ve periodontitis arasında direkt ilişki bulunmaktadır. Benzer sonuçlar hem tip 1 hem de tip 2 DM'de görülebilir. DM'nin kontrol altında olmaması önemli bir risk faktörüken, kontrollü DM hastaları diş eti sağlığı açısından normal bireyler olarak kabul edilebilir (37).

Akut lösemide servikal lenfadenopati, peteşi, mukozal ülserler ve diş eti enflamasyonu ve büyümesi mevcuttur. Diş etindeki eflamasyonun belirtileri maviden mora dönen şişmiş, parlak ve süngerimsi dokulardır. Diş eti kanaması lösemili hastalarda en sık görülen bulgulardan biridir. Trombositopeni ve kanama faktörlerinin eksikliğine bağlı olarak görülen kanama prelösemik sürecin belirtilerinden birdir. Uygulanan tedavi protokolünün sitotoksitesinin çok yüksek olması ve bağışıklık sistemi üzerindeki baskılayıcı etkisi, oral ve dental dokularda ciddi değişiklikler meydana getirmektedir (38).

Osteoporoz, kemik kütlesinin ve kemik dokusunun dayanıklılığının azalması sonucu küçük travmalarla bile kırık oluşumunun kolaylaşması ile seyreden metabolik bir kemik hastalığıdır. Osteoporoz, metabolik kemik hastalıklarının en sık görülen şekli olup, kemiğin mineral ve matriksinde birbirine paralel bir azalma ile karakterizedir. Yapılan bir çalışmada,

osteoporozlu postmenopozal kadınlarda normal kemik mineral yoğunluğuna sahip kadınlara kıyasla periodontal ataçman kaybının daha fazla olduğu gösterilmiştir (39).

Periodontal hastalıklarla bazı sistemik hastalıklar karşılıklı etkileşim içerisinde dirler. Periodontal hastalıklar patojenlere karşı lokal ve sistemik konak cevabını değiştirerek genel sağlığı ve bazı sistemik hastalıkların seyrini etkiler. Bazı sistemik hastalıklar da periodontal sağlık üzerinde olumsuz etki yaratır. Romatoid artrit de bu hastalıklardan biridir. Romatoid artritli bulunan bireylerin periodontal sağlığının iyi olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca bu hastalarda eklem ağrısı, şişlik, sertlik, kızarıklık, sınırlı hareket ve alveoler kemik kaybı görülmektedir (40).

2.5. Sınıf II Maloklüzyonlar

Beyaz ırkın sahip olduğu oklüzyon problemlerinin 1/3'lük kısmının sınıf II olduğu ve bu vakaların %70'inin de dental kökenli olduğu düşünülmektedir (3,5). Bu sebeple, sınıf II maloklüzyonların kökenlerinin ve tedavi yöntemlerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

2.5.1. Maloklüzyonların sınıflandırılması

İlk olarak 1899 yılında Edward Hingley Angle (41), günümüzde de yaygın şekilde kullanılmakta olan ve kapanış ilişkisini referans olarak oluşturduğu Angle sınıflandırmasını oluşturmuştur. Roman rakamları kullanılarak kapanış ilişkisini Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III olacak yaptığı bu sınıflamada, maksiller 1. molar dişler anahtar görevi görmektedir. Mezialde konumlanan maksiller molar dişlerin olduğu vakalar sınıf II olarak adlandırılırken, bu dişlerin distalde olduğu durumlar ise sınıf III olarak adlandırılır. Yalnızca sınıf II vakalarda divizyon mevcuttu ve overjetin arttığı divizyon I vakalar, kesici dişleri daha palatine devrik olarak gözlemlendiği divizyon 2 vakalar ve asimetric sınıf II görülen subdivizyon vakalar olarak alt gruplara ayrılabilir. Buna karşın bu sınıflama iskeletsel herhangi bir olguyu ifade etmediği ve molar dişlerin gömülülüğü veya çekimi durumlarında yetersiz kaldığı için zamanla yeni tanımlamalara ihtiyaç duyulmuştur. Yine de günümüzdeki

maloklüzyonları tanımlamak için Angle sınıflaması işlevsel bir araçtır, ve yaygın şekilde kullanılmaktadır.

1930 yılında Paul W. Simon (42), Frankfurt horizontal düzlemi, orbital düzlemi ve median sagittal düzlemi tanımlayarak referans düzlemlerin oluşturulması ve ideal bir sınıflandırma sisteminin gelişimine önemli katkıda bulunmuştur. 1950 yılında Salzmann (43), hastaları ilk kez iskeletsel bozukluk tipine göre sınıflandıran araştırmacı olmuştur. Salzmann (43), sınıflandırmasında iskeletsel yapıyı baz almış, ancak bir referans düzlem kullanmadan 3 grup oluşturmuştur:

- *İskeletsel sınıf I:* Dental ve iskeletsel olarak harmoni mevcuttur, profil düzdür. Sınıf I vakalar 4 alt gruba ayrılmıştır;
 - *Divizyon 1:* İdeal kesici diş, kanin ve premolar ilişkisi mevcuttur.
 - *Divizyon 2:* Maksiller kesici dişlerin protrüziv olduğu durumlar
 - *Divizyon 3:* Maksiller kesici dişlerin retrüziv olduğu durumlar
 - *Divizyon 4:* Bimaksiller protrüzyon
- *İskeletsel Sınıf II:* Bu tanımlama, maksillaya göre mandibulanın retrüziv olduğu durumlar için kullanılır. Profil konvektir. İki alt grup mevcuttur;
 - *Divizyon 1:* Dar maksiller ark, kanin bölgesinde çapraşıklık mevcuttur.
 - *Divizyon 2:* Maksiller kesici dişler palatinala devriktir. Lateral dişler normal veya prokline olabilir.
- *İskeletsel Sınıf III:* Mandibula belirgin ve protrüzivdir. Hasta konkav bir profile sahiptir. Alt grup mevcut değildir.

İlerleyen yıllarda mevcut sınıflandırmaların yetersiz kaldığı alanlar sebebiyle yeni sınıflandırmalar geliştirilmiştir. İlk olarak 1955 yılında Cecil C. Steiner (44) referans düzlemlerden yararlanarak hastaların iskeletsel gelişimiyle ilgili detaylı bilgiler sağlayan bir sistem sunmuştur. Böylece büyüme ve gelişim esnasında kafanın diğer bölümlerine göre daha az değişim gösteren Sella-Nasion hattını referans alarak maksilla ve mandibula gelişimi

ile alakalı açısal veriler elde edilmesini sağlamıştır. SNA, SNB ve ANB açılarının kullanıldığı bu sistemde ANB açısı arttıkça daha konveks, azaldıkça ise daha konkav bir profil ile karşılaşıldığı görülmektedir. SNA ve SNB ayrı ayrı incelenerek bu farkın maksilla, mandibula veya her ikisinden kaynaklı olma durumlarını ayırt edilebilir. Buna ek olarak Steiner (44) okluzal düzlem ile alt ve üst kesici dişlerin NA ve NB düzlemiyle yaptıkları açıları da incelemiştir ve ortodontik bozukluklara farklı bir pencereden bakılmasına olanak sağlamıştır. Başka bir açıdan bakıldığında, kendi zamanına kadar edinilmiş bilgiler üzerinden, daha standardize edilebilir ve hasta ile ilgili daha çok bilgi edinilmesini sağlayan bir sistem oluşturmuş ve kendinden sonraki sınıflandırmalar için bir öncü olmuştur. 1988 yılında McNamara'nın (45) analizlerinde de ANB açısından yararlanmasını buna örnek olarak gösterebiliriz.

1966 yılında Charles H. Tweed (46), Frankfurt horizontal düzlemi ve mandibuler düzlemden yararlanarak oluşturduğu kendi sınıflama sistemini tanıtmıştır. Üst ve alt kesici dişlerin uzun eksenleri arasındaki açıyı (interinsizal açı) değerlendirmiş, alt keser açılarını mandibuler düzleme göre ölçmüş ve alt çene gelişimiyle ilgili fikir sahibi olabilmek adına mandibuler düzlemin, görece daha stabil kabul edilebilecek Frankfurt horizontal düzlemine göre açısına bakarak norm değerleri belirlemiştir.

1969 yılında Ackermann ve Proffit (47) daha da ileri adım atarak detaylı bir Venn diagramı oluşturmuşlar ve sınıflandırmaları için seviyelenme, profil, transvers ilişki, kapanış ilişkisi ve overbite kriterlerini esas almışlardır. Bu sınıflandırmada iskeletsel ve dental komponentler birlikte ele alınmıştır.

İngiliz Standart Enstitüsü (BSI) (48) ise 1983 yılında, Angle sınıflandırmasını biraz daha geliştirerek, yine yalnızca dental bulguları referans alan ve molar dişlere ek olarak kesici ve köpek dişlerin kapanış ilişkisini de içeren bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir.

2.5.2. Sınıf II maloklüzyonların etiyolojisi

2.5.2.1. Genetik etkenler

Sınıf II maloklüzyonlarda aile öyküsü önemlidir. Genetik çalışmalar, ebeveynlerin maloklüzyon tiplerinin çocuklarda görülme olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir (49). William K. Lobb (50) yaptığı ikiz çalışmasında, tek yumurta (monozigot) ve çift yumurta (dizigot) ikizlerin kranium, mandibula ve maksillalarını karşılaştırmıştır. Monozigot grupta kafa yapılarında %91, dizigot grupta ise %71 benzerlik tespit edilmiştir. Fernex ve ark. (51), erkek çocukların ebeveynlerine, kız çocuklarına göre daha çok benzerlik gösterdiğini belirtmiştir. Özellikle yüzün iskeletsel yapısı, anneler ve oğullar arasında, kızlara göre daha çok benzemektedir. Yine aynı çalışmada kız ikizlerin, erkek ikizlere göre daha çok benzerlik gösterdiği de söylenmektedir. Hunter ve ark. (52) ise genetik korelasyonun en yüksek olduğu akrabalık ilişkisini, baba-oğul olarak tespit etmiştir. Bu benzerlik en çok mandibula bölgesinde görülmüştür. Yüz yüksekliği ile ilgili ise çocuklar en çok anneleriyle benzerlik göstermektedir. Litton ve ark. (53) kardeşlerin genelde birbirine benzer maloklüzyonları olduğunu ve büyük kardeşin bozukluğunun, küçük kardeşle ilgili fikir verebileceğini söylemiştir.

Özellikle SOX 9 geninin mutasyonunun, mikrognatik mandibula ve şiddetli sınıf II maloklüzyon ile karakterize Pierre Robin sekansı ile ilişkili olduğu bilinmektedir (54). SOX9 geniyle birlikte RUNX2 geninin de kondil gelişiminde etkili olduğu tespit edilmiştir. Özellikle bu genlerin inaktive olduğu durumlarda kondil kıkırdağında agenez ve azalmış proliferasyon görülmüştür (55). Benzer başka bir gen aktivitesi, TGFBR2’de tespit edilmiştir. Bu genin eksikliğinde TGF- β reseptörlerinin sinyalizasyon mekanizmasında eksiklikler oluşmaktadır. Bu da doğrudan kondil kıkırdağının morfogenezini olumsuz etkilemektedir (56).

Hinjon ve ark. (57), fareler üzerinde yaptığı çalışmada, uzun kemik büyüme gelişimi, intramembranöz kemik oluşumu, endokondral kemikleşme ve kondrosit proliferasyonundan sorumlu olduğu bilinen IHH geninin yokluğunda kondil kıkırdağında proliferasyon oluşmadığını ortaya koymuşlardır. Benzer bir durumu, IHH ile benzer göreve sahip TRPS1 geninin mutasyonunda da görülebilmektedir (58).

Kondil büyümesinin, mandibula büyümesinde etkili olduğu ve mandibulanın rotasyon yönünü doğrudan etkilediği düşünülmektedir. Kondil kırıkdağı, büyüme merkezi olarak işlev görmektedir ve doğal olarak kondil büyümesini etkileyebilecek her şey, doğal olarak mandibula büyüme gelişimini de etkilemektedir (59).

2.5.2.2. Çevresel etkenler

Nazal tıkanıklık, alerji, adenoid vejetasyon veya tonsil hipertrofisi gibi nedenlerle ortaya çıkan ağız solunumunda ağız sürekli açıktır ve posterior dişlerde ekstrüzyon ve mandibulada posterior rotasyona bağlı sınıf II anomali görülme riski artar. Dilin sürekli ağız tabanına yakın konumlanması ve bukkal kasların baskısıyla birlikte maksiller dişler nötral bölgede sıralanamaz. Buna bağlı olarak maksiller darlık oluşabilir. Üst çenenin önde ve dar olması ise alt çeneyi geride kapanmaya zorlayabilir (60). Linder-Aronson (61) adenoidektomi ameliyatı geçirmiş 41 çocuğun 5 yıllık takip verilerini incelemiş ve mandibuler düzlem açısında ortalama 4 derecelik anlamlı bir azalma meydana geldiğini göstermiştir. Harvold ve ark. (62) ise Rhesus maymunları üzerinde yaptıkları araştırmada, mekanik yollarla nazal tıkanıklık yaratmış ve solunumun tamamen ağız yoluyla yapılmasını sağlamışlardır. Meydana gelen iskeletsel değişimler incelendiğinde, mandibuler düzlem açısının, gonial açının ve yüz yüksekliğinin arttığı tespit edilmiştir. Sınıf II maloklüzyonun yanı sıra bazı deneklerde sınıf III ve sınıf I maloklüzyon da tespit edilmiştir. Bu durum ağız solunumunun, maloklüzyondan ziyade gelişim yönünü etkilediği kanısını güçlendirmektedir. Mandibulanın posterior rotasyonu sınıf II maloklüzyon yaratmanın yanı sıra mevcut sınıf 2 miktarını arttırabilir; ancak genetik altyapı ve gelişim sınıf III özellikleri gösteriyor ve hastanın büyük bir mandibulası varsa, sınıf III maloklüzyon özellikleri korunabilir.

Çocukluk döneminde düşme, spor veya trafik kazaları gibi travmalar çene kemiklerinde yaralanmalara neden olabilir. Çene kemiklerinde meydana gelen kırıklar veya kontüzyonlar, büyüme bölgelerini etkileyebilir ve çene gelişimini bozabilir. Özellikle mandibulada meydana gelen kırıklar, çene gelişiminde büyük rol oynamaktadır. Şiddetli

mandibuler yetersizlik ve asimetri vakalarının %5-%10 aralığındaki bir kısmının, kondil travmasına bağlı olduğu düşünülmektedir (63).

Emme alışkanlıkları, ağız ve çene kaslarının normal gelişimini etkileyebilir. Parmak veya emzik emme sırasında obje üst ön dişlerin arkasına ve damak bölgesine baskı yapar. Bu baskı, üst keserlerin proklinasyonuna ve alt keserlerin retroklinasyonuna neden olabilir. Ayrıca maksiller arkın daralmasına yol açabilir. Emzik kullanımı, üst ön dişlerin protrüzyonuna ve alt ön dişlerin retrüzyonuna neden olabilir. Bu, özellikle emziğin uzun süreli ve sık kullanımı durumunda daha belirgin hale gelir. Emziğin ağızda sürekli bulunması, ağız ve çene kaslarının doğal dinlenme pozisyonunu değiştirir ve diş arkının daralmasına ve ağız çevresi ve çene kaslarının doğal dinlenme pozisyonlarının değişmesine yol açabilir (64).

Erken süt dişi kaybı da, dental sınıf II maloklüzyonların oluşumunda rol oynayabilmektedir. Bu tip durumlarda maksiller 1. molar dişler, erken kaybedilen süt dişlerinin olduğu bölgeye doğru mezialize olabilir ve dental sınıf II maloklüzyon oluşturabilir (65).

2.5.3. Sınıf II maloklüzyona tedavi yaklaşımları

Sınıf II bozukluğa sahip hastalarda tedavi hedefleri; ideal bir oklüzyonun elde edilmesi, dental uyumsuzlukların ve çenelerin birbirine göre uyumsuzluklarının giderilmesi, ideal yumuşak doku ve profil görüntüsünün sağlanmasıdır.

Sınıf II maloklüzyonlar, tüm bileşenleriyle birlikte ele alınması gereken bozukluklardır. İskeletsel ve dişsel yönleri iyi değerlendirilmeli ve hastanın yaşı göz önünde bulundurulmalıdır. Gerekli model analizleri, yumuşak doku değerlendirmeleri, sefalometrik ölçümler ve hatta büyüme gelişme değerlendirmeleri planlama esnasında yapılmalıdır çünkü her bir detay, tedavi yaklaşımını bambaşka bir şekle sokabilir. Erişkin hastalarda kamuflaj tedavisi veya cerrahi destekli tedavilere yönelinirken, erken yaşlarda müdahale şansı olan hastalarda büyüme modifikasyonu yaklaşımı tercih edilebilmektedir.

2.5.3.1. Fonksiyonel ortopedik tedavi

Fonksiyonel matriks teorisine göre kemiğin gelişimi apozisyon-rezorpsiyon döngüsü içerisinde gerçekleşir ve bu döngüde kemik üzerindeki fonksiyonel uyaranlar önemli rol oynamaktadır(66). Kaslar ise bu süreçte yönlendirici etkinlik gösterir ancak altyapının önemi de göz ardı edilmemelidir. Wolff (67), bu dengeyi tanımlayan ilk kişi olmuş ve bu dengedeki değişimlerin, morfolojiyi de değiştireceğini söylemiştir. Fonksiyonel ortodontik tedavilerde de ana tedavi prensibi mandibula büyümesinin çeşitli aygıtlar ile ileri yönde manipüle edilmesidir.

Bazı çalışmalarda, uzun vadede fonksiyonel tedavinin işe yararlılığı konusunda güçlü verilerin olmadığı ileri sürülmektedir; modifiye bionatör ve twin block kullanılan 2 çalışmada, fonksiyonel apareylerle 1. faz tedavi gören deney grubu ile kontrol grubu, sabit tedavileri tamamlandıktan sonra karşılaştırılmış ve büyüme modifikasyonu yapılan grupta bir miktar mandibuler büyüme görülmekle birlikte bu farklılığın sabit tedavi sonrasında ortadan kalktığı gözlenmiştir (68,69).

2.5.3.2. Dişsel düzeltim ve kamuflaj tedavisi

Ortognatik cerrahi ihtiyacı olmayan veya cerrahi yaklaşımı tercih etmeyen hastalarda sınıf II maloklüzyon kamuflaj yoluyla düzeltilebilir. Kamuflaj tedavisi, maksiller 1. veya nadiren 2. premolar dişlerin çekilmesi, maksiller dişlerin molar dişlerden başlayarak distalize edilmesi veya sınıf II lastik kullanılması suretiyle gerçekleştirilebilir.

Distalizasyon yöntemleri, maksiller dişlerin molarlardan başlayarak kademeli olarak veya maksiller arkın bir bütün halinde distale alınmasını hedefler. Ağız dışı bir distalizasyon sistemi olan ve günümüzde de hala tercih edilen headgear; servikal, oksipital veya kombine olacak şekilde kullanılabilir. Distalizasyon kuvvetleri, Kloehn (70) tarafından tasarlanan yüz arkı aracılığı ile molarlardaki bantlara iletilir. Uygulanan kuvvetin vektörüne bağlı olarak farklı etkiler gözlenebilse de temel hedef molar distalizasyonunun sağlanması ve maksiller büyümenin inhibe edilmesidir (71,72). Ancak kullanımının zor olması ve hasta kooperasyonu gerekliliği sebebiyle, ayrıca uyguladığı kuvvetin vertikal komponentinin istenmediği durumlarda diğer aygıtlara yönelenebilir.

Pendulum, nance aygıtına 4 adet okluzal kol yerleştirilerek yapılan bir modifikasyon olarak tanımlanabilir. Bu kollar üst 1. ve 2. premolar dişlerden destek alarak, molar dişlere distal yönde kuvvet uygulamaktadır. Molar dişlerde distale devrilme ve rotasyon, premolar dişlerde ise tam tersi yönde gelen kuvvet vektörü sonucu meziale devrilme görülmektedir. Üst kesici dişlerde de labiale tipping görülür (73). Molar dişlerde intrüzyon, premolar dişlerde ise ekstrüzyon oluşur (74).

Wilson Bimetrik Distalizasyon Arkı intermaksiller ankraja örnek olarak örnek gösterilebilir. Maksiller bir bukkal ark, sınıf II lastiklerden destek alarak molarlarda distalizasyon sağlar. Sınıf II lastikler bu arka posterior yönde bir kuvvet uygular ve bu kuvvet molar bandı ile arkin omega bükümü arasına sıkıştırılmış açık sarmal yay aracılığıyla molar dişleri distale doğru iter. Bu aygıt dişin direnç merkezinden kuvvet uygulamadığı için distale devrilmeye sebep olur (75). Bukkalden gelen kuvvet ise molar dişlerde distal yönde rotasyona sebep olmaktadır. Sınıf II lastiğin mandibuler ark üzerindeki etkileri ise alt molar dişlerde ekstrüzyon, alt kesici dişlerde proklinasyon, okluzal düzlemde posterior rotasyon şeklindedir (76). Muse ve ark. (77) ise alt molar dişlerde meziale hareket ve ark uzunluğunda azalma tespit etmişlerdir.

Jones Jig açık nikel-titanyum (Ni-Ti) yaylar aracılığıyla üst molar dişlere 70-75 gr kuvvet uygular. Premolar dişlerden destek alır ve bunun sonucunda molar dişlerde distale rotasyon ve premolar dişlerde meziale hareket beklenir (78). Gulati ve ark. (79), üst molar dişlerdeki ekstrüzyondan ötürü, mandibulada posterior rotasyon görüldüğünü rapor etmişlerdir. Bu sebeple vertikal boyutları artmış sınıf II hastalarda önerilmemektedir.

Distal Jet, Carano ve Testa (80) tarafından tasarlanmıştır. Çift taraflı olarak 0.036 inç” çaplı tüpler kullanılmaktadır. Nance butonuna bağlı kollar, Ni-Ti açık yaylar ile molar dişlere distal yönde kuvvet uygular. Bu aygıtta kuvvet palatinal taraftan uygulanır. Destek olarak diğer geleneksel intramaksiller destekli aygıtlar gibi 1. veya 2. premolar dişlerden destek alan bir kol mevcuttur. Yayın sıkışık kalmasını sağlayan kilit her ay düzenli olarak açılır, yay yeniden aktive edilir ve sonrasında kilit kapatılır. Yine ön bölgede ankraj kaybı yaşanır ve meziale hareket gözlenir. Molar dişlerde distale tipping ve meziale rotasyon oluşur (81).

First Class aygıtında hem bukkal hem de palatinal taraftan kuvvet uygulanır. Damak bölgesinde akrilik kaide vardır ve kalın bir bar ve Ni-Ti açık sarmal yaylar ile distalizasyon kuvveti uygulanır. Birinci premolar dişlerde de bant mevcuttur ve ankraj ünitesinin bir parçası olarak işlev görürler. Diğer aygıtlara göre molar dişlerde daha az rotasyon görülse de premolar ve anterior dişlerdeki meziale hareket bu sistemde de mevcuttur (82).

Transpalatal ark 0.9 mm paslanmaz çelik telden yapılan ve palatinal bölgeden transversal şekilde geçen, genelede ortasında U bükümü bulunan bir aygıttır. Rotasyon, ekspansiyon ve distalizasyon yollarıyla yer elde edilmesini sağlayabilir. Özellikle tek taraflı sınıf II vakalarda daha başarılıdır ancak daha şiddetli vakalarda tek başına tüm sorunu çözmekte yetersiz kalabilir (83). Haas ve Cisneros (84), TPA'nın yaptığı sınıf II düzeltiminin, ağırlıklı olarak distobukkal rotasyon ve distal tipping yoluyla gerçekleştiğini söylemiştir. Bu sebeple yapabileceği hareket miktarı sınırlıdır. Meziale rotasyonlu molar dişlerin olduğu vakalarda daha başarılıdır.

Örneklerinde de görülebileceği gibi, iskeletsel ankraj kullanılmayan geleneksel yöntemlerde genellikle istenmeyen hareketler ve ankraj kaybıyla karşılaşmaktadır. Bu nedenle intraoral distalizasyon aygıtları, zaman içerisinde kemik destekli geçici ankraj aygıtlarıyla (GAA) modifiye edilmiştir (85). Soheilifar ve ark. (86) konvansiyonel ve mini vida destekli distalizasyonu karşılaştırdıkları sistematik derlemede molar distalizasyonu ve tipping miktarları arasında anlamlı fark bulamamıştır. Ancak geleneksel yöntemlerde ankraj kaybı görülürken mini vida destekli distalizasyon yapılan vakalarda ankraj kaybı görülmemiştir. Hatta distalizasyon sonrası üst premolar dişlerde ortalama 0,96 mm distale hareket gerçekleşmiştir.

Mini vidaların yerleşim bölgesi, distalizasyon üzerine tartışma konularından bir diğeridir. Yu ve ark. (87) yaptıkları sonlu eleman modelinde bukkal bölgeden direkt ve indirekt ankraj ile palatinal bölgeden direkt ankraj sağlanarak yapılan distalizasyon yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bukkal bölgeden yapılan ankraj yaklaşımlarında 1. molar dişlerde distobukkal rotasyon gözlemlenirken, palatinal bölgeden yapılan distalizasyonda tam tersi yönde, meziopalatinal yönde rotasyon oluşmuştur. Palatinal bölge destekli distalizasyon grubunda 1. molar dişlerde daha az ekstrüziv etki ve daha paralel hareket görülmüştür. Wilmes ve ark. (88) palatinal bölgede GAA yerleşimi için en uygun bölgenin tanımladıkları "T bölgesi" olduğunu söylemişlerdir. Palatinal bölgenin median ve 3. ruginın altındaki paramedian bölgeyi kapsayan bu bölge, kemik kalınlığı ve anatomik yapılarla

ilişkisi açısından en uygun bölge olarak görülmektedir. Sugawara ve ark. (89) , GAA'ların bukkal bölgeye yerleştirilmesini önermişlerdir. Sınıf II maloklüzyon sahibi bireylerin molar dişlerinin genellikle başlangıçta distopalatinal rotasyona sahip olması sebebiyle bukkalden uygulanan kuvvet vektörünün, bu rotasyonu da düzelterek belirtiştir. Bukkalde ise infrazigomatik bölge veya inter-radiküler alanlar en uygun kısımlar olarak görülmektedir (89). İnter-radiküler vidaların en büyük dezavantajları olarak diş köklerine zarar verme riski ve bir noktadan sonra dişlerin hareket etmesini kısıtlaması sayılabilir. Dişlerin konumu artık vida sebebiyle hareket edemeyecek noktaya geldiğinde ise, vida konumu değişikliği için tekrardan işlem yapılması gerekecektir (90).

Dişsel düzeltim için sık kullanılan bir diğer yöntem ise maksiller 1. veya nadiren 2. premolar dişlerin çekimidir. Çekimin amacı artmış overjeti düzeltmek ve sınıf I kanin ilişkisi sağlamaktır. Çekim kararı verilirken kesici dişlerin açıları, çapraşıklık miktarı ve hastanın profili göz önünde bulundurulmalıdır (91). Başçiftçi ve ark. (92), çekimli ve çekimsiz olarak tedavi edilmiş sınıf II vakaları karşılaştırdıklarında alt ve üst kesici diş açısı, SNB açısı, overjet ve overbite değerlerinin çekimli grupta daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Moser ve ark. (93) ise yaşları 11-14 yıl arasında değişen ve çekimli tedavi, geleneksel diş destekli pendulum ve iskeletsel ankrajlı distalizasyon ile tedavi edilmiş 3 farklı hasta grubunu karşılaştırmıştır. Çekim yapılan grupta kesici dişlerin retraksiyon miktarı, pendulum ve vidalı distalizasyon gruplarına oranla daha fazla bulunmuştur.

2.5.3.3. Ortognatik Cerrahi

Sınıf II iskeletsel problemler genellikle mandibulanın yetersiz büyümesi ve/veya mandibulanın posterior yöndeki rotasyonu ile karakterizedir. Büyümesi tamamlanmış iskeletsel sınıf II maloklüzyon sahibi hastalarda iki temel tedavi yaklaşımı mevcuttur; kamuflaj tedavisi ve ortognatik cerrahi. Hastanın estetik beklentileri ve iskeletsel problemin şiddetine bağlı olarak bazı durumlarda ortognatik cerrahi en iyi veya tek tedavi seçeneği olabilir (94).

Özellikle cerrahi sonrası kondilde görülen yeniden şekillenme ve relaps gibi endişeler bulunsu da yalnızca mandibulanın ilerletildiği veya yalnızca maksillanın intrüze edildiği

cerrahiler stabil olarak kabul edilmektedir. Çift çene cerrahilerde relapsı en aza indirmek için rijit fiksasyon önerilmektedir (95).

2.6. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

KIBT'nin diş hekimliği alanında rutin iş akışına girmesiyle birlikte birçok konuya bakış açısı da evrilmiştir. İki boyutta değerlendirilemeyen yapılar artık incelenebilir ve üzerine kantitatif veriler ortaya konabilir hale gelmiştir.

KIBT, BT sistemlerinden farklı olarak yelpaze şeklinde ışın değil konik ışın kullanır. Böylece kesitsel çok sayıda ışınlama yerine, hacimsel tek bir ışınlama yapmış olur. Bu da radyasyon dozunun medikal BT sistemlerine göre bir hayli düşük olması demektir. KIBT kullanımında ışınlama alanının ayarlanabilmesi sayesinde teşhise yönelik görüntüleme yapılabilmekte ve böylece gerekli olmayan bölgeler radyasyona maruz kalmamaktadır. Yine de konvansiyonel tekniklere göre hastanın daha fazla radyasyona maruz kaldığı unutulmamalıdır (96).

Silva ve ark. (97) 2008 yılında yaptıkları çalışmada KIBT tekniğinin 87-206 μSv , panoramik radyografinin 14-24 μSv , lateral sefalometrik radyografinin 10 μSv , tüm ağız alınan bir radyografin 13-100 μSv , medikal BT'nin ise 2000-2600 μSv dozunda radyasyon maruziyeti yarattığını açıklamışlardır.

KIBT'nin uzaysal çözünürlüğü medikal BT sistemlerine göre yüksek olsa da kontrast çözünürlüğünün daha düşük olması, yumuşak dokudan elde edilen detayı azaltır. Saçılma miktarı medikal BT'lere göre çok daha yüksektir ve kontrast aralığı düşüktür. Buna karşın radyasyon dozu, cihazın kapladığı alan, metal artifaktı görülme sıklığı, maliyet ve görüntü oluşma süresi ele alındığında KIBT sistemlerinin tercih edilirliliği daha yüksektir(98).

Elde edilen görüntü “voksellerden” yani iki boyutlu pikseller yerine, gri skalasına sahip izotropik (uzayda her yönde eşit boyut) prizmalardan oluşur. Bu skalanın genişliği, cihazın “bit” değerine bağlıdır. Bit, piksel derinliğini ifade eder ve bir pikselin ne kadar veri taşıyabileceğini gösterir. ‘N’ bitlik bir cihaz 2^n sayıda gri tonu elde etmemizi sağlar. Bu değer ne kadar yüksek ise görüntü de o kadar detaylı olacaktır (99).

KIBT ortodontide uzun süredir kullanılan ve hala kullanılmakta olan iki boyutlu konvansiyonel radyografik tekniklere yeni bir bakış açısı getirmiş ve anatomik oluşumları bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak inceleme olanağı sağlamıştır. ALARA (makul miktarda olabilecek en düşük doz) prensibine göre, yalnızca tedavide fark yaratacağına emin olduğunda kullanılmalıdır (99).

2.6.1. KIBT ile yapılan dentoalveoler ölçümlerin tutarlılığı

Lund ve ark. (100) KIBT görüntüleri üzerinden marjinal kemik ve kök uzunluğu ölçümünün tutarlılığını değerlendirmek için yaptıkları in vitro çalışmada kuru kafa dişlerinin kök uzunluğu ve marjinal kemik seviyesinin fiziksel ve radyografik ölçümleri arasında ortalama 0.05 mm'lik bir fark bulunmuştur. Dişlerin bir kısmında fiziksel ve radyografik ölçümler arası anlamlı fark bulunmasına rağmen KIBT ölçümlerinin tekrarlanabilir ve kendi içerisinde oldukça tutarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Timock ve ark. (101) KIBT görüntüleri aldıkları 12 kadavranın üzerinde 65 diş üzerinden bukkal kemik kalınlığı ve marjinal kemik yüksekliğini ölçülmüşlerdir. Kadavra üzerinde yapılan direkt ölçümler ve KIBT ölçümleri istatistiksel olarak tutarlı bulunmuş ve anlamlı farka rastlanmamıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (D-KA22/23) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Bu retrospektif tez çalışması, 2012-2023 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda, distalizasyon veya maksiller 1. premolarların çekilmesi suretiyle tedavi görmüş sınıf II maloklüzyona sahip 12 bireyin KIBT görüntüleri kullanılarak yapılmıştır.

Hastaların tedavi başlangıcı (T0) ve tedavi sonu (T1) KIBT görüntüleri değerlendirilmiş ve bu 12 bireyin mandibuler ve maksiller kesici dişleri üzerinde dentoalveoler ölçümler yapılmıştır. On iki hastanın 6'sı mini vida destekli maksiller molar distalizasyonu (3 kız, 3 erkek), 6'sı ise maksiller 1. premolar diş çekimi (3 kız, 3 erkek) ile tedavi edilmiştir. Her hasta için 8 diş, toplam 96 dişe ait ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- 14-18 yaş aralığında olan
- Sınıf II maloklüzyona sahip olan
- Ortodontik tedavi için çekilecek maksiller 1. premolar dişler dışında herhangi bir diş eksiği bulunmayan
- Süpernumere dişi bulunmayan
- Distalizasyon veya maksiller 1. premolar diş çekimi ile tedavi görmüş
- İskeletsel veya dental etkileri bulunan herhangi bir sendroma sahip olmayan
- Kantitatif değerlendirme yapmaya müsait kalitede KIBT görüntüleri mevcut olan

3.2. Yöntem

3.2.1. Pal-Distalizer apareyi

Pal-Distalizer apareyi 2008 yılında İlhan Metin Dağsuyu ve Aldulvahit Erdem (102) tarafından geliştirilmiştir. Yapımı için 2 mm çaplı, 7 mm uzunluğunda 2 mini vida (Lomas, Mondeal, Almanya) paramedian bölgeye bilateral olarak yerleştirilmiştir ve sonrasında maksiller 1. molar dişlere uygun bantlar seçilip uyumlanmıştır (Şekil 3.1.). Ağız içi uygulamalar tamamlandıktan sonra aljinat model alınmış ve alçı model elde edilmiştir. Forstadent markasının Memory Screw Type-S (Forestadent Bernhard Förster GmbH, Germany) cinsi ekspansiyon vidaları, gövdeleri molar dişin direnç merkezinden geçecek pozisyonda ayarlanmıştır (Şekil 3.2.). Diğer kollar ise vidaların arasında kalan bölgeden geçecek şekilde ayarlanmıştır. Mini vidaların yerleştiği bölge akrilik ile kaplanmıştır ve bu akrilik kaide nance butonu büyüklüğündedir. Sonrasında apareyin bantları cam iyonomer siman ile dişlere ve akrilik kaidesi akışkan kompozit ile vidalara yapıştırılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.1. Minividaların yerleştirilmesi



Şekil 3.2. Ekspansiyon vidalarının modele yerleştirilmesi



Şekil 3.3. Pal-Distalizer apareyinin simantasyonu

Aparey simante edildikten sonra hekim tarafında aktivasyonu yapılır. Üretici firma beyanına dayanarak, 6 kez aktivasyonun 1 mm'ye eşit olduğu ve 500 gram kuvvet uygulayacağı belirtilmiştir. Hastalara 3 haftada bir kontrol randevularında 3 kez aktivasyon yapılmıştır. Yani her randevuda yaklaşık 250 gr kuvvet uygulanmıştır. Bir miktar da aşırı düzeltim ile birlikte maksiller 1. molar dişler süper Sınıf I kapanışa gelene kadar distalizasyona devam edilmiştir.

Distalizasyon tamamlandıktan sonra braketler ile rutin sabit ortodontik tedavi gerçekleştirilmiştir. T1 görüntüleri distalizasyonu takiben sabit tedavi tamamlandıktan sonra alınmıştır.

3.2.2. Sabit tedavi

Çekim yapılan vakaların tamamında 14 ve 24 numaralı dişler çekilmiştir. Tüm bireylerde T1 görüntüleri sabit tedavi sonunda alınmıştır.

Sabit tedavi için 0,022x0,028 in slot MBT reçeteli Forstadent Mini Sprint braketler (Forestadent Bernhard Förster GmbH, Germany) braketler kullanılmış, sırasıyla 0,012 inç", 0,014 inç, 0,016 inç, 0,016x0,022 inç ve 0,019x0,025 inç Ni-Ti teller ile seviyeleme yapılmıştır. Seviyeleme tamamlandıktan sonra hareketler 0,019x0,025 inç paslanmaz çelik tel üzerinde gerçekleştirilmiştir. Gerekli durumlarda konvansiyonel ankraj artırıcı yaklaşımlar kullanılmıştır.

Her iki tedavi yönteminde de ihtiyaç görüldüğü durumlarda sagittal etkili intermaksiller elastiklerden yararlanılmıştır.

Kaninlerde sınıf I oklüzyon sağlandığı ve posterior dişlerde iyi bir interküspidasyon olduğuna kanaat getirilen seansta tedavi sonlandırılmıştır.

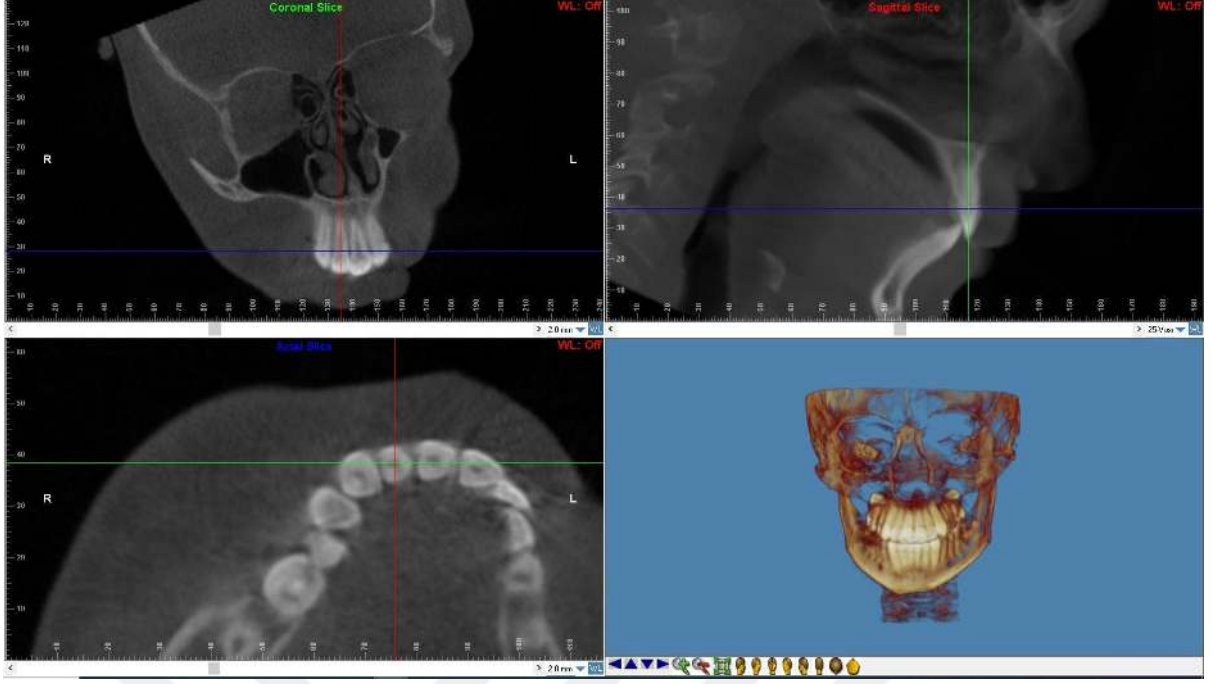
3.2.3. KIBT ölçümleri

KIBT görüntüleri Planmeca Promax 3D mid (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) cihazında 2,2 mA, 90 kV, 4 saniye ışınlama süresi, 360° rotasyon, 0,6 mm voksel boyutu ve 20x17 cm alan ayarları ile ‘Ultra Low Dose’ modunda elde edilmiştir.

Ölçümlerin yapılabilmesi için öncelikle her diş tek tek Aksiyel Rehberlikle Navigasyon (ARN) metodu ile oryante edilmiştir. Dişin uzun aksı sagittal ve koronal kesitlerde Y aksı ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken pulpa odası referans alınmıştır. Aksiyel kesitte ise düzlemlerin çizgileri pulpa odasında kesişecek şekilde ortalanmış ve alveol kemiğe dik olacak şekilde görüntüye rotasyon yaptırılmıştır (Şekil 3.5). Tüm değerler ortodontik tedavi öncesi ve sonrası olacak şekilde ölçülmüştür. Ölçüm için Dolphin Imaging (Versiyon 11.5 Premium, Patterson Dental, Chatsworth, CA, USA) kullanılmıştır.

Ölçümler için kullanılan referans düzlemler aşağıdaki gibidir;

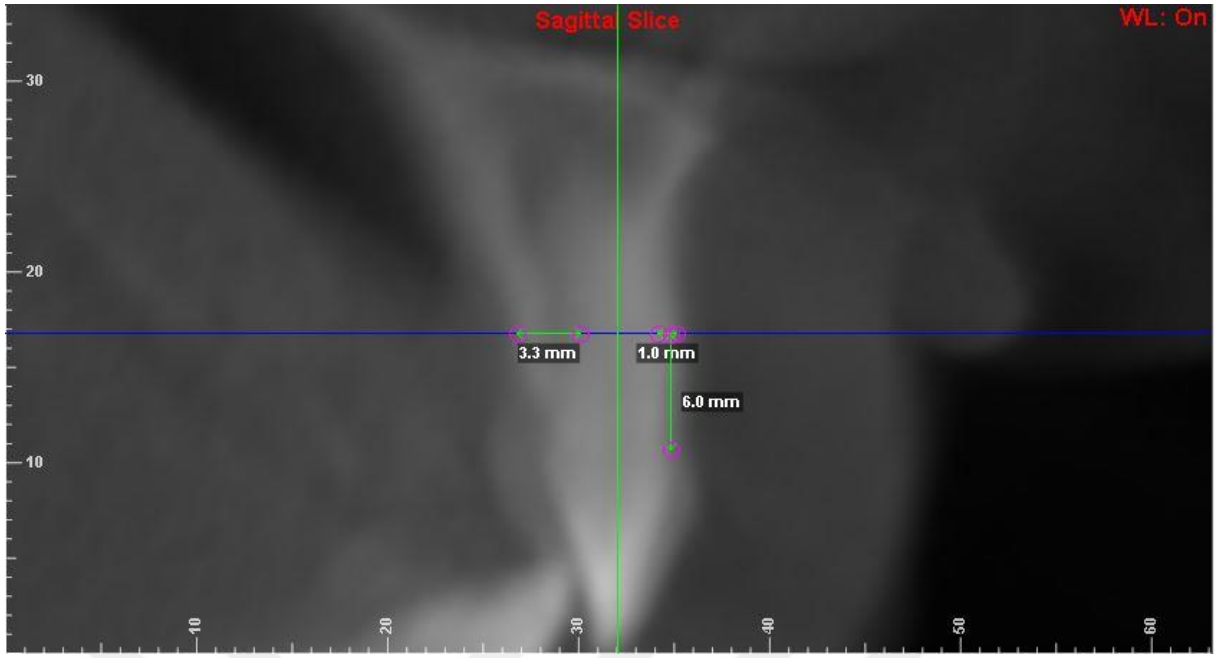
1. GoMe: Gonion ve Menton noktalarından geçen doğrudur.
2. PP: Anterior nasal spine (ANS) ve posterior nasal spine (PNS) noktalarından geçen doğrudur.
3. SN: Sella ve Nasion noktalarından geçen doğrudur.
4. NA: Nasion ve A noktalarından geçen doğrudur.
5. NB: Nasion ve B noktalarından geçen doğrudur.



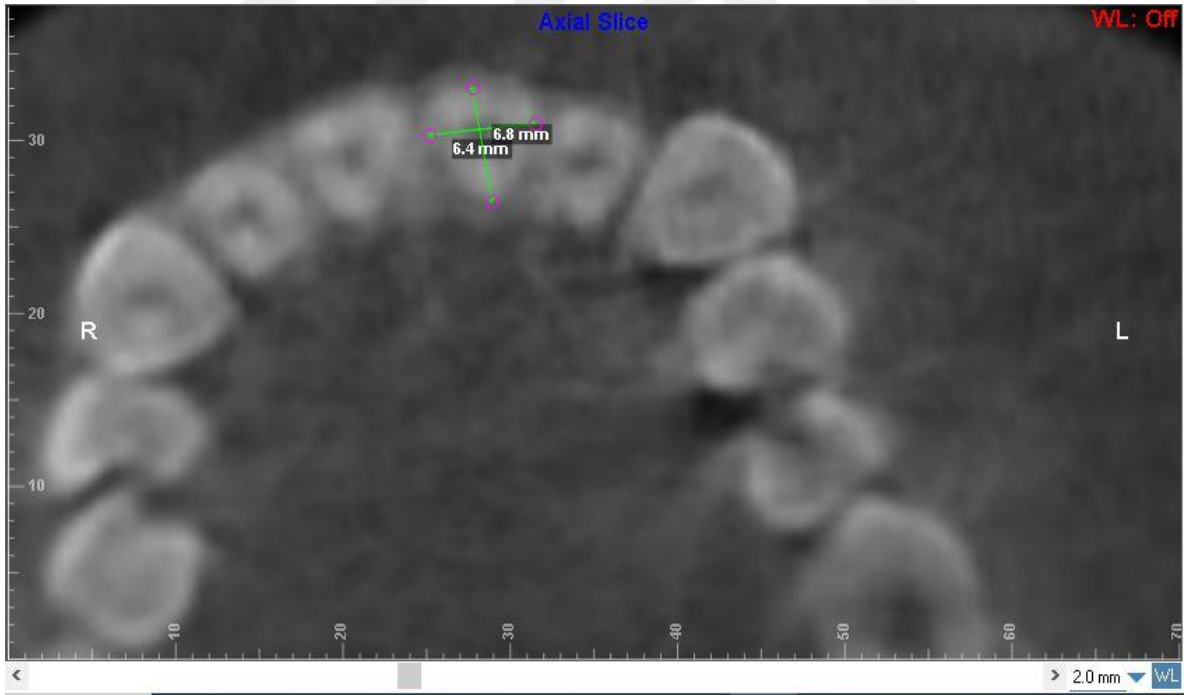
Şekil 3.4. KIBT görüntüsü üzerinde dişlerin akslarının ölçüm için oryante edilmesi

MSS, dişlerin mine ve sement bölgelerinin birleştiği nokta olarak belirlenmiştir. MSS'ye 3 mm, 6 mm ve 9 mm mesafede ayrı ayrı yapılan ölçümler aşağıdaki gibidir (Şekil 3.6 ve 3.7);

1. Mesiodistal genişlik (MD): Aksiyel kesitte dişin mesio-distal genişliğini gösterir. Mevcut filmlerde MSS'ye 9 mm mesafede detaylı ve ölçülebilir görüntü edilememesinden ötürü MSS'ye göre yalnızca 3 mm ve 6 mm'de bakılmıştır. Uygun en geniş noktalar arası mesafe ölçülmüştür.
2. Bukkolingual genişlik (BL): Aksiyel kesitte dişin bukko-lingual kalınlığını gösterir. Mevcut filmlerde MSS'ye 9 mm mesafede detaylı ve ölçülebilir görüntü edilememesinden ötürü MSS'ye göre yalnızca 3 mm ve 6 mm'de bakılmıştır. Uygun en geniş noktalar arası mesafe ölçülmüştür.
3. Lingual kemik kalınlığı: Sagittal kesitte sementin dış sınırı ile lingual taraftaki kortikal kemiğin dış sınırı arasındaki, diş aksına dik mesafe
4. Bukkal kemik kalınlığı: Sagittal kesitte sementin dış sınırı ile bukkal taraftaki kortikal kemiğin dış sınırı arasındaki, diş aksına mesafe



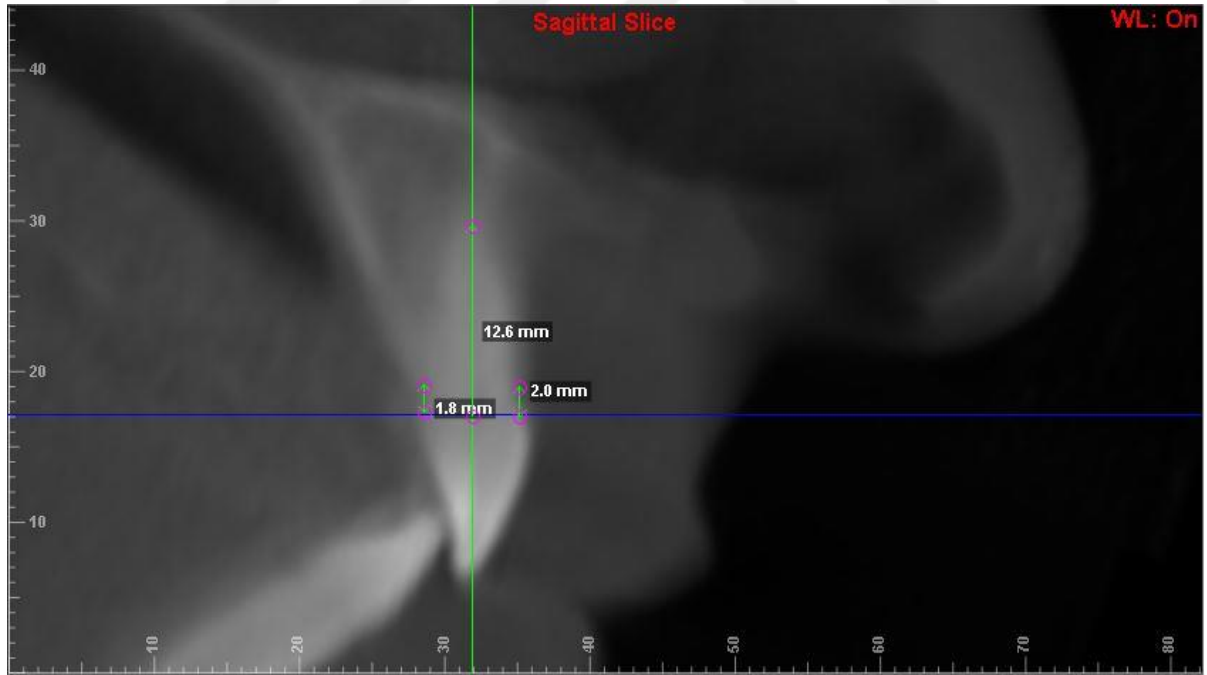
Şekil 3.5. Bukkal ve lingual kemik kalınlıklarının, MSS'ye göre 6 mm'de ölçülmesi



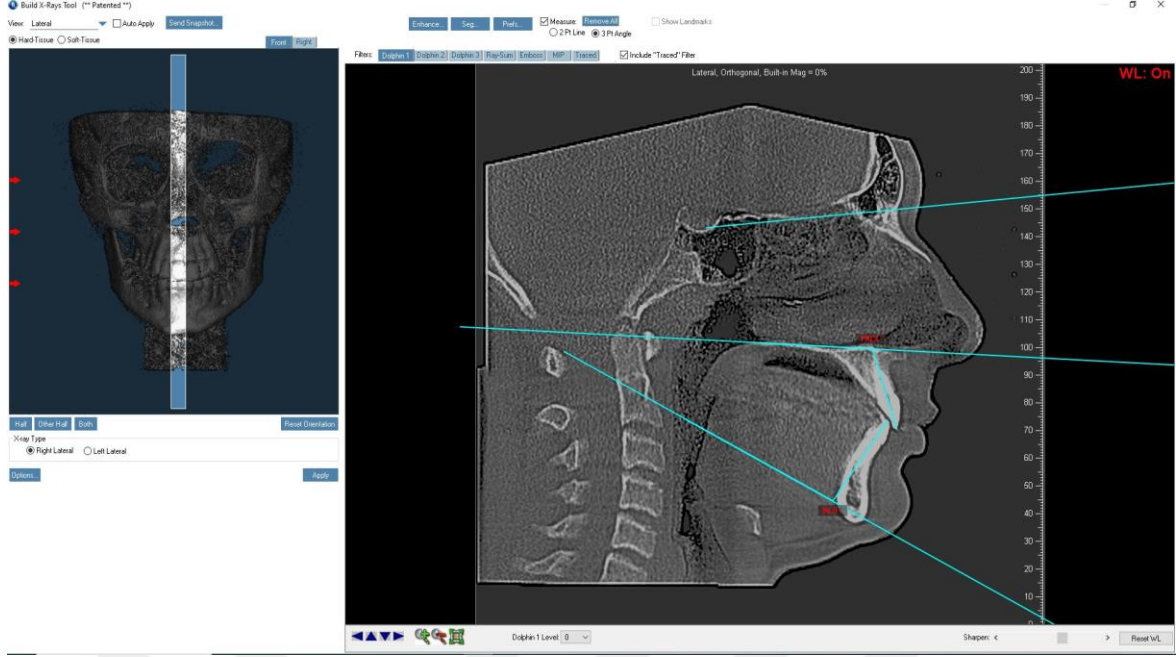
Şekil 3.6. Dişlerin mesiodistal ve bukkolingual genişliklerinin, en geniş noktalarından ölçülmesi

MSS'ye mesafeden bağımsız, diş bazında yapılan ölçümler aşağıdaki gibidir (Şekil 3.8 ve 3.9);

1. Kök uzunluğu: MSS ve kök ucu arasındaki dikey mesafeyi göstermektedir.
2. 1-PP: Üst kesici dişin uzun aksının, palatinal düzlemle yaptığı açıdır. Ölçümü yapılan tüm dişler için ayrı sagittal kesitler alınarak sefalometrik görüntüler elde edilmiştir. Palatinal düzlem, KIBT'tan elde edilen ve tüm kesitleri içeren sefalometrik görüntüye göre belirlenmiş ve tüm dişler için aynı şekilde kullanılmıştır.
3. IMPA: Alt kesici dişin uzun aksının, mandibuler düzlem (Go-Me) ile yaptığı açıdır. Ölçümü yapılan tüm dişler için ayrı sagittal kesitler alınarak sefalometrik görüntüler elde edilmiştir. Mandibuler düzlem, KIBT'tan elde edilen ve tüm kesitleri içeren sefalometrik görüntüye göre belirlenmiş ve tüm dişler için aynı şekilde kullanılmıştır.
4. MSS-MK B: MSS ile bukkal marjinal kemik arasındaki vertikal mesafedir
5. MSS-MK P: MSS ile palatinal marjinal kemik arasındaki vertikal mesafedir.



Şekil 3.7. Kök uzunluğu ile MSS-MK mesafesinin palatinal ve bukkal bölgelerde ölçülmesi

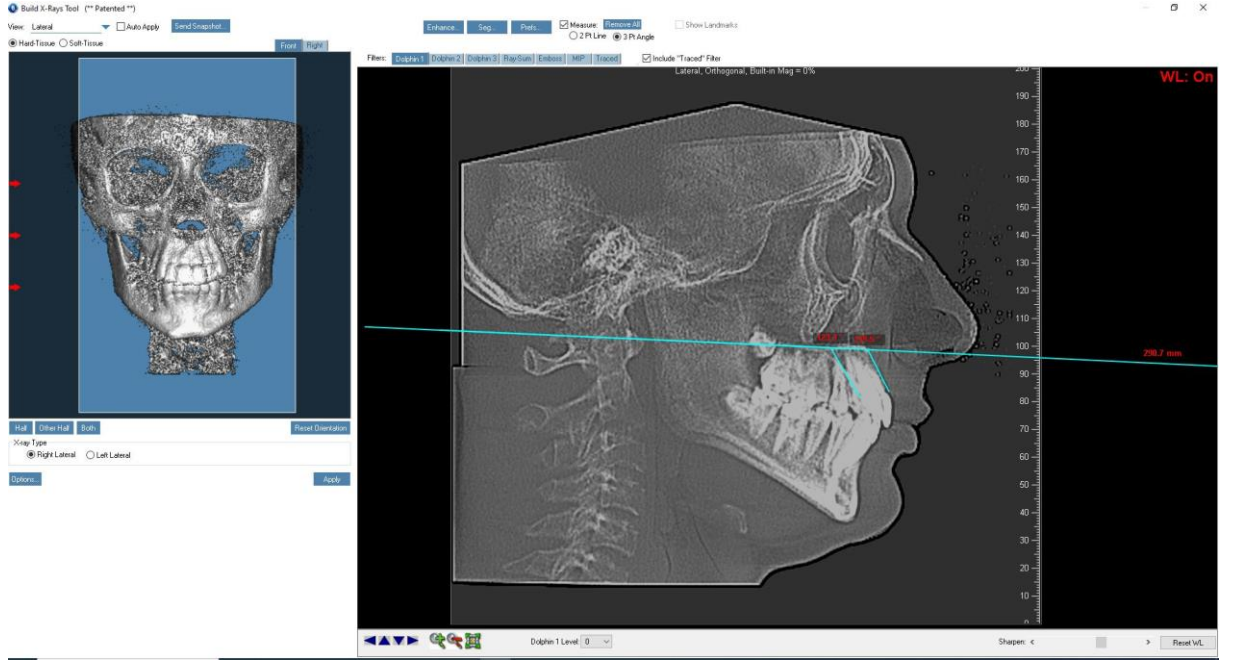


Şekil 3.8. IMPA ve 1-PP değerlerinin, elde edilen sefalometrik görüntü üzerinden ölçülmesi.

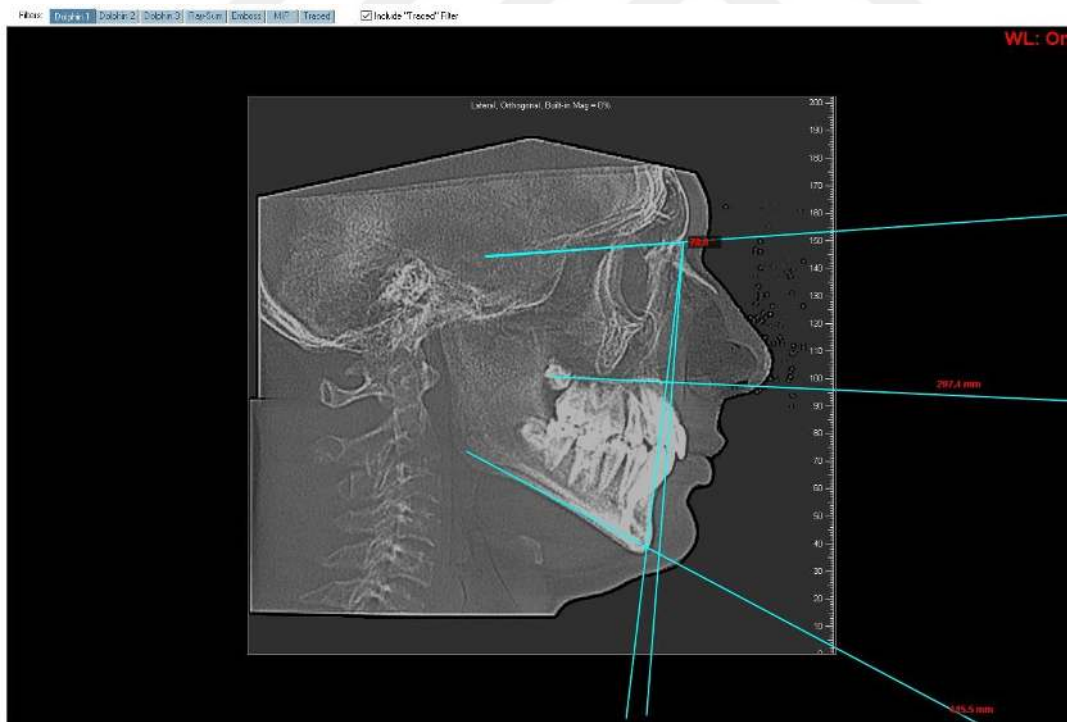
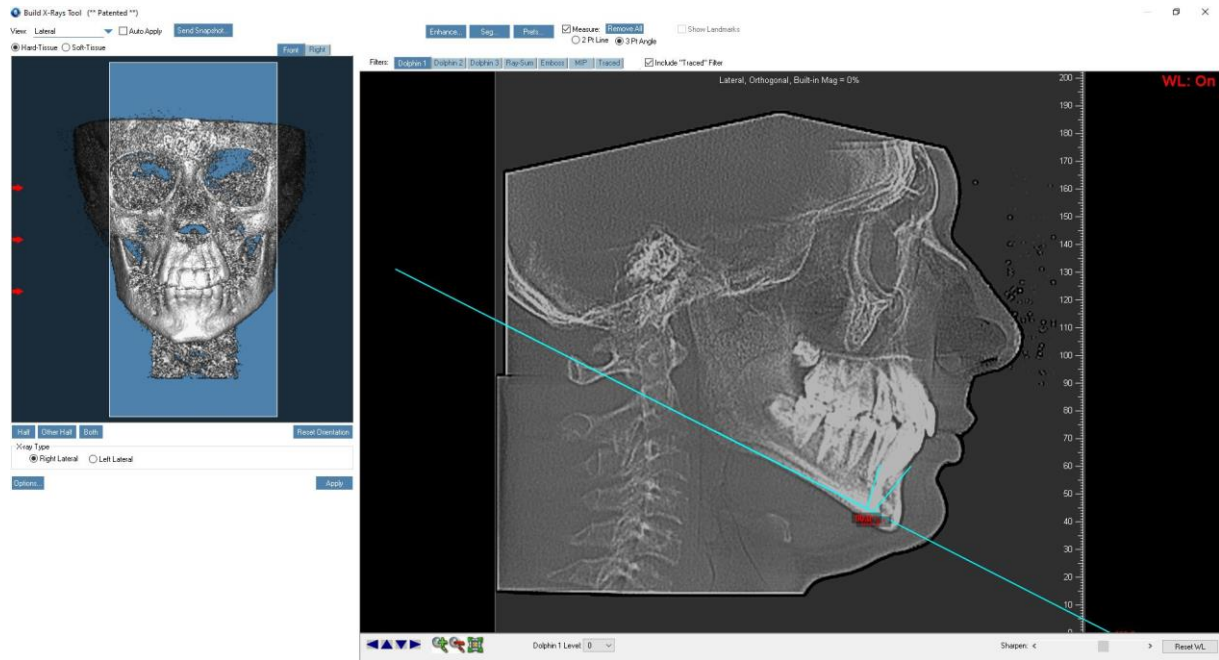
Diş bazında olmayan, hasta bazında yapılan ölçümler aşağıdaki gibidir (Şekil 3.10, 3.11, 3.12 ve 3.13);

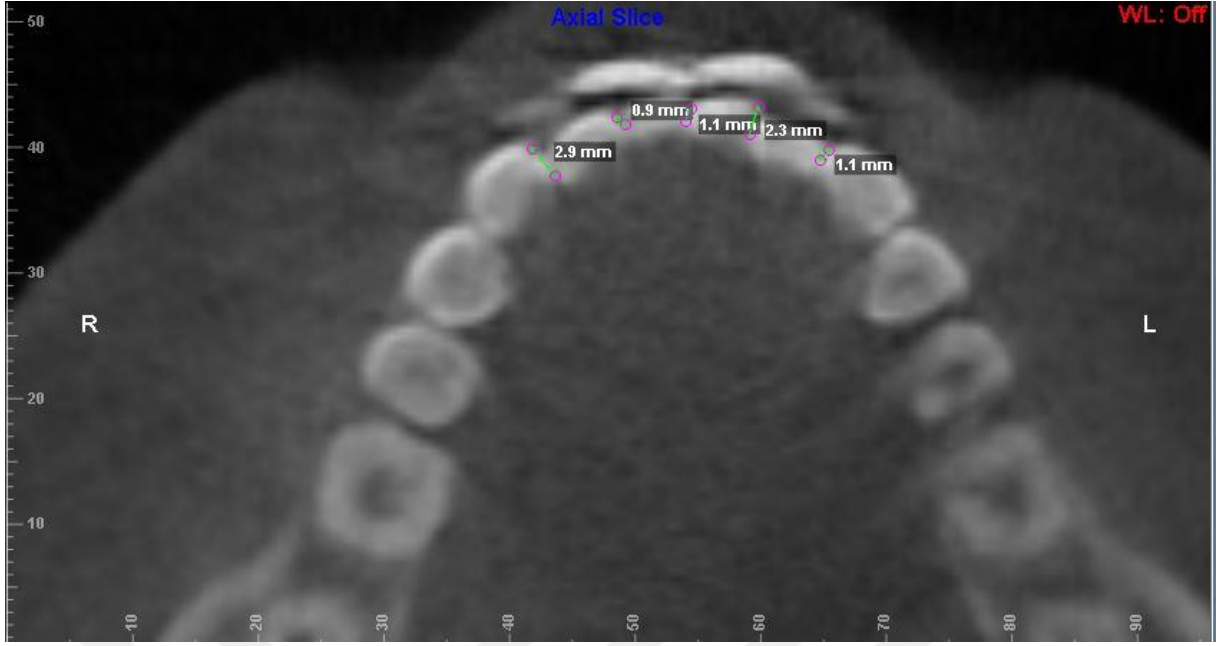
1. ANB: NA ve NB doğruları arasındaki açıyı gösterir.
2. Little düzensizlik skoru (Üst): Transversal kesit üzerinde Little düzensizlik indeksine göre hastanın sağ ve sol üst kanin dişleri arasında kalan bölgedeki düzensizlik miktarı
3. Little düzensizlik skoru (Alt): Transversal kesit üzerinde Little düzensizlik indeksine göre hastanın sağ ve sol alt kanin dişleri arasında kalan bölgedeki düzensizlik miktarı
4. Alveol eğimi:
 - i. Alt bukkal: Alt en ön dişin bukkal tarafındaki kemiğin en antero-superior ve en posterior kısımlarından geçen doğrunun, mandibuler düzlem (GoGn) ile yaptığı açı
 - ii. Alt palatinal: Alt en ön dişin palatinal tarafındaki kemiğin en postero-superior ve en posterior kısımlarından geçen doğrunun, mandibuler düzlem (GoGn) ile yaptığı açı

- iii. Üst bukkal: Üst en ön dişin bukkal tarafındaki kemiğin en antero-superior ve en posterior kısımlarından geçen doğrunun, palatinal düzlem (PP) ile yaptığı açı
- iv. Üst palatinal: Üst en ön dişin palatinal tarafındaki kemiğin en postero-superior ve en posterior kısımlarından geçen doğrunun, palatinal düzlem (PP) ile yaptığı açı



Şekil 3.9. Maksilla için bukkal ve palatinal alveol kemik eğiminin ölçülmesi





Şekil 3.12. Little endeksine göre anterior bozukluk miktarının ölçülmesi

3.2.4. İstatistiksel değerlendirme

Araştırma için yapılan güç analizinde, ölçümler arası karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi için tip 1 hata payı $\alpha=0.05$, etki büyüklüğü=0.42 ve testin gücü $1-\beta=0.80$ olacak şekilde en düşük örnek hacmi 96 olarak bulunmuştur (G*Power 3.1.9, HHU, Düsseldorf, Almanya).

İstatistiksel analizler için SPSS 22 (SPSS inc, Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır. Verilerin normallik testine Shapiro-Wilk testi ile bakılmıştır. Verilerin normal dağılmadığı gözlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi, grup içi karşılaştırmalarda ise Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiye Spearman Sıra korelasyon analizi ile bakılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p<0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın/ilişkinin olduğu, $p>0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın/ilişkinin olmadığı belirtilmiştir.

4.BULGULAR

4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Bireysel hatalardan kaynaklanabilecek ölçüm yanlışlarının boyutunun belirlenmesi için üzerinde ölçüm yapılan dişlerin ait olduğu hastalardan rastgele seçim yapıp, toplam örneklemin %20'lik kısmı tekrardan ölçülmüştür. Ölçümler aynı araştırmacı tarafından, ilk ölçümlerin yapılmasından 1 ay sonra gerçekleştirilmiştir.

Sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient (ICC)) değerleri kullanılarak gözlemcinin güvenilirliği test edilmiştir (Tablo 4.1). ICC değerlerinin 0,7 ve üzeri olmasında ölçümlerin güvenilir olduğu kabul edilir.

Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekraralama katsayıları

	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
Mesiodistal Genişlik	0,97 (0,961-0,978)
Bukkolingual Genişlik	0,935 (0,914-0,951)
Lingual Kemik Kalınlığı	0,811 (0,762-0,85)
Bukkal Kemik Kalınlığı	0,985 (0,98-0,989)
ANB	0,943 (0,928-0,954)
Bukkal Alveol Eğimi (Alt)	0,97 (0,963-0,977)
Palatal Alveol Eğimi (Alt)	0,862 (0,826-0,891)
Bukkal Alveol Eğimi (Üst)	0,961 (0,951-0,060)
Palatal Alveol Eğimi (Üst)	0,799 (0,747-0,841)
Kök Uzunluğu	0,925 (0,907-0,94)
Little düzensizlik skoru (Alt)	0,95 (0,949-0,989)
Little düzensizlik skoru (Üst)	0,881 (0,859-0,899)
IMPA	0,955 (0,953-0,988)
1-PP	0,878 (0,841-0,907)
MSS-MK Bukkal	0,79 (0,735-0,833)
MSS-MK Palatinal	0,758 (0,704-0,803)

4.2. Demografik Veriler

Toplamda 12 hastadan elde edilen KIBT görüntülerinde 96 diş üzerinde ölçümler yapılmıştır. Bu hastaların yarısı (6) kız ve diğer yarısı (6) erkektir. Hastaların tedaviye başlama yaşı ortalama 14,91 (min. 13; maks. 17) yıldır. Ortalama tedavi süresi ise 29,91 (min. 24; maks. 37) ay olarak hesaplanmıştır. Dişlerin %41,66'sı (40) sınıf II divizyon 2 hastalara aitken, %58,33'ü (56) ise sınıf II divizyon 1 hastalara aittir.

Alt ve üst dişlerin ortalama başlangıç ölçüm değerleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Alt ve üst dişlerin ortalama başlangıç değerleri

Alt Dişler		N	Ortalama Başlangıç	Standart Sapma	Üst Dişler		N	Ortalama Başlangıç	Standart Sapma
Mesiodistal Genişlik (T0)	3 mm	48	3,3	0,34	Mesiodistal Genişlik (T0)	3 mm	48	5,2	0,9
	6 mm	48	3	0,4		6 mm	48	4,4	0,8
Bukkolingual Genişlik (T0)	3 mm	48	5,6	0,43	Bukkolingual Genişlik (T0)	3 mm	48	5,9	0,6
	6 mm	48	5,2	0,4		6 mm	48	5,2	0,6
Lingual Kemik Kalınlığı (T0)	3 mm	48	0,86	0,49	Lingual Kemik Kalınlığı (T0)	3 mm	48	1,6	0,8
	6 mm	48	1,3	0,6		6 mm	48	2,7	1,2
	9 mm	48	1,9	0,8		9 mm	48	3,8	1,8
Bukkal Kemik Kalınlığı (T0)	3 mm	48	0,37	0,4	Bukkal Kemik Kalınlığı (T0)	3 mm	48	1	0,7
	6 mm	48	0,8	0,5		6 mm	48	0,9	0,5
	9 mm	48	2	1		9 mm	48	1	0,6
Kök Uzunluğu (T0)		48	12,33	0,68	Kök Uzunluğu (T0)		48	13,09	1,25
IMPA (T0)		48	98,38	5,48	I-PP (T0)		48	107,5	6,72
MSS-MK Bukkal (T0)		48	3,13	1,9	MSS-MK Bukkal (T0)		48	2,33	1,83
MSS-MK Palatinal (T0)		48	2,46	1,57	MSS-MK Palatinal (T0)		48	1,95	0,73
Little düzensizlik skoru (T0)		12	6,05	2,27	Little düzensizlik skoru (T0)		12	11,59	4,53

4.3. Dentoalveoler Değişimlerin Değerlendirilmesi

Tablo 4.3. ve 4.4.'te üst ve alt dişlerin mesiodistal ve bukkolingual genişlikleri, lingual ve bukkal kemik kalınlıkları, kök uzunlukları, inklinasyonları (1-PP ve IMPA), MSS ile bukkal ve palatinal marjinal kemik arasındaki vertikal mesafelerinin (MSS-MK Bukkal ve MSS-MK Palatinal) sabit ortodontik tedavi sürecindeki değişimleri gösterilmiştir. Mesiodistal ve bukkolingual genişlik ölçümleri, ortodontik tedavi sonucunda tüm dişlerde ve tüm mesafelerde azalma göstermiştir; ancak bu değişimlerin yalnızca bir kısmı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

11 numaralı diş için (Tablo 4.3.):

- MSS'ye 3 mm mesafede mesiodistal genişlik, bukkolingual genişlik, lingual kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede bukkolingual genişlik ve lingual kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığı ve bukkal kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- Kök uzunluğu anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS-BK palatinal mesafesi, anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p<0,05$).

12 numaralı diş için (Tablo 4.3.):

- MSS'ye 3 mm mesafede yalnızca mesiodistal genişlikte anlamlı bir azalma meydana gelmiştir ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede de benzer şekilde azalma mevcuttur; ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalırken bukkal kemik kalınlığı anlamlı miktarda artış göstermiştir ($p<0,05$).
- Kök uzunluğundaki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).
- MSS-MK palatinal mesafesi anlamlı olarak artmıştır ($p<0,05$).

21 numaralı diş (Tablo 4.3.):

- MSS'ye 3 mm mesafede yalnızca lingual kemik kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede bukkal kemik kalınlığında anlamlı düzeyde artış görülürken, bukkolingual genişlik ve lingual kemik kalınlığı azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığı anlamlı olarak azalmış, bukkal kemik kalınlığı anlamlı olarak artmıştır ($p<0,05$).
- Kök uzunluğunda anlamlı düzeyde azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$).
- MSS-MK palatinal mesafesi ise anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,05$).

22 numaralı diş (Tablo 4.3.):

- MSS'ye 3 mm mesafede mesiodistal ve bukkolingual genişlik anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede mesiodistal genişlik ve lingual kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişim görülmemiştir.
- Kök uzunluğunda anlamlı düzeyde azalma gözlemlenmiştir ($p<0,05$).
- 1-PP açısı anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,05$).
- MSS-MK palatinal mesafesi ise anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.3. 11, 12, 21, 22 Numaraları dişlere ait verilerin tedavi sürecindeki değişimi

		11	12	21	22
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,22	-0,192	-0,067	-0,35
	<i>p</i>	0,011*	0,005*	0,249	0,003*
	6 mm	-0,092	-0,133	-0,15	-0,225
	<i>p</i>	0,073	0,094	0,084	0,005*
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,18	-0,1	-0,1	-0,2
	<i>p</i>	0,011*	0,123	0,073	0,012*
	6 mm	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
	<i>p</i>	0,049*	0,235	0,015*	0,232
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	-1,24	-0,5	-0,7	-0,6
	<i>p</i>	0,004*	0,207	0,011*	0,065
	6 mm	-1,6	-0,6	-1,2	-1,2
	<i>p</i>	0,004*	0,126	0,004*	0,022*
	9 mm	-1,9	-0,9	-1,4	-0,3
	<i>p</i>	0,003*	0,034*	0,003*	0,075
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	0,05	-0,5	0,1	-0,3
	<i>p</i>	0,833	0,097	0,209	0,247
	6 mm	0,2	0,1	0,4	0,3
	<i>p</i>	0,157	0,582	0,011*	0,223
	9 mm	0,6	0,4	0,5	0,4
	<i>p</i>	0,049*	0,049*	0,029*	0,091
Kök Uzunluğu (T1-T0)	Değişim	-0,51	-0,71	-0,48	-0,37
	<i>p</i>	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*
1-PP (T1-T0)	Değişim	3,78	4,7	0,3	5,1
	<i>p</i>	0,051	0,055	0,929	0,049*
MSS-MK Bukkal (T1-T0)	Değişim	0,37	0,75	-0,45	0,71
	<i>p</i>	0,397	0,798	0,859	0,504
MSS-MK Palatinal (T1-T0)	Değişim	2,22	2,53	2,44	3,37
	<i>p</i>	0,005*	0,016*	0,007*	0,004*

* $p < 0,05$

31 numaralı diş (Tablo 4.4.):

- MSS'ye 3 mm mesafede mesiodistal genişlik, bukkolingual genişlik ve lingual kemik kalınlığı anlamlı oranda azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede bukkolingual genişlikte anlamlı düşüş meydana gelmiştir ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede hiçbir değerde anlamlı değişim bulunmamıştır ($p>0,05$).
- Kök uzunluğu anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS-MK mesafesi hem bukkal hem de palatinal tarafta artış göstermiştir ($p<0,05$).

32 numaralı diş (Tablo 4.4.):

- MSS'ye 3 mm mesafede bukkolingual genişlik ve bukkal kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede bukkolingual genişlik ve lingual kemik kalınlığı değerlerinde anlamlı düzeyde düşüş görülmüştür ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığında anlamlı azalma olmuştur ($p<0,05$).
- Kök uzunluğu anlamlı olarak azalmıştır ($p<0,05$).
- IMPA açısında anlamlı artış görülmüştür ($p<0,05$).
- MSS-MK mesafesi hem bukkal hem de palatinal tarafta artmıştır ($p<0,05$).

41 numaralı diş (Tablo 4.4.):

- MSS'ye 3 mm mesafede bukkolingual genişlik ve bukkal kemik kalınlığı anlamlı olarak azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede mesiodistal genişlik ve lingual kemik kalınlığı değerlerinde anlamlı azalma görülmüştür.
- MSS'ye 9 mm mesafede hiçbir değerde anlamlı değişim bulunmamıştır ($p>0,05$).
- Kök uzunluğu anlamlı olarak azalmıştır ($p<0,05$).

- IMPA açısında anlamlı artış görölmüştür ($p<0,05$).
- MSS-MK mesafesi yalnızca bukkalde anlamlı artış göstermiştir ($p<0,05$).

42 numaralı diş (Tablo 4.4.):

- MSS'ye 3 mm mesafede bukkolingual genişlik ve lingual kemikli kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 6 mm mesafede bukkolingual genişlik ve lingual kemik kalınlığı anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığında anlamlı azalma görölmüştür ($p<0,05$).
- Kök uzunluğu anlamlı olarak azalmıştır ($p<0,05$).
- IMPA açısında anlamlı artış görölmüştür ($p<0,05$).
- MSS-MK mesafesi hem bukkal hem de palatinal tarafta artmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.4. 31, 32, 41, 42 Numaraları dişlere ait verilerin tedavi sürecindeki değişimi

		31	32	41	42
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,092	-0,142	-0,133	-0,033
	<i>p</i>	0,042*	0,058	0,058	0,071
	6 mm	-0,117	-0,108	-0,125	-0,092
	<i>p</i>	0,112	0,058	0,058	0,071
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,3	-0,1	-0,1	-0,2
	<i>p</i>	0,007*	0,025*	0,026*	0,011*
	6 mm	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1
	<i>p</i>	0,017*	0,025*	0,052	0,011*
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	-0,4	-0,5	-0,2	-0,5
	<i>p</i>	0,036*	0,007*	0,169	0,005*
	6 mm	-0,3	-0,4	-0,1	-0,4
	<i>p</i>	0,181	0,007*	0,169	0,005*
	9 mm	-0,3	-0,5	-0,4	-0,7
	<i>p</i>	0,357	0,007*	0,169	0,005*
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	0,1	-0,3	-0,1	-0,1
	<i>p</i>	0,138	0,027*	0,832	0,233
	6 mm	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3
	<i>p</i>	0,167	0,027	0,832	0,233
	9 mm	-0,5	0	-0,6	-0,3
	<i>p</i>	0,432	0,052	0,832	0,233
Kök Uzunluğu (T1-T0)	Değişim	-0,19	-0,29	-0,35	-0,41
	<i>p</i>	0,003*	0,002*	0,005*	0,002*
IMPA (T1-T0)	Değişim	3,01	7,04	3,48	2,55
	<i>p</i>	0,065	0,003*	0,045*	0,049*
MSS-MK Bukkal (T1-T0)	Değişim	1,06	1,45	1,56	1,32
	<i>p</i>	0,041*	0,046*	0,018*	0,038*
MSS-MK Palatinal (T1-T0)	Değişim	1,2	1,65	0,86	2,03
	<i>p</i>	0,023*	0,009*	0,061	0,007*

* $p < 0,05$

Tablo 4.3. ve 4.4.'teki verilerden yola çıkılarak, alt ve üst dişler kendi arasında gruplanmış ve daha büyük bir veri havuzu elde edilerek ortalama değişimlere çene bazında da bakılmıştır. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de ise alt ve üst dişlerde görülen ortalama değişimler şema üzerinde gösterilmektedir.

Üst dişlerde görülen değişimler (Tablo 4.5.):

- Kök uzunluğu, mesiodistal genişlik (3 ve 6 mm), bukkolingual genişlik (3 ve 6 mm) ve lingual kemik kalınlığı (3, 6 ve 9 mm) anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).
- MSS-MK lingual mesafesi, bukkal kemik kalınlığı (6 ve 9 mm) ve IMPA açısı artmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.5. Üst dişlerde görülen değişimler

Üst Dişler		N	Ortalama Değişim	P
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	48	-0,2	0,0001*
	6 mm	48	-0,16	0,0001*
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	48	-0,2	0,0001*
	6 mm	48	-0,14	0,001*
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	48	-0,7	0,0001*
	6 mm	48	-1	0,0001*
	9 mm	48	-1,1	0,0001*
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	48	-0,2	0,322
	6 mm	48	0,2	0,006*
	9 mm	48	0,5	0,0001*
Kök Uzunluğu (T1-T0)		48	-0,52	0,0001*
1-PP (T1-T0)		48	3,46	0,004*
MSS-MK Bukkal (T1-T0)		48	0,35	0,341
MSS-MK Palatinal (T1-T0)		48	2,63	0,0001*

* $p<0,05$

Alt dişlerde görülen değişimler (Tablo 4.6.):

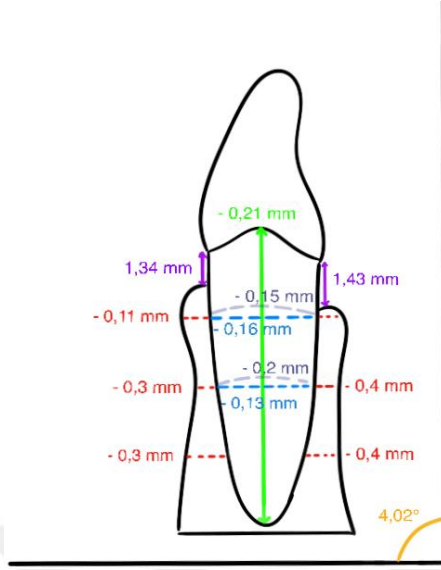
- Kök uzunluğu, mesiodistal genişlik (3 ve 6 mm), bukkolingual genişlik (3 ve 6 mm), bukkal kemik kalınlığı (3, 6 ve 9 mm) ve lingual kemik kalınlığı (6 ve 9 mm) anlamlı düzeyde azalmıştır ($p<0,05$).

- MSS-MK bukkal ve lingual mesafeleri ve 1-PP açısı anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,05$).

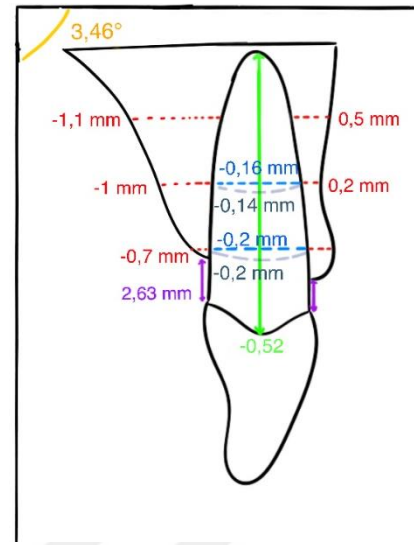
Tablo 4.6. Alt dişlerde görülen değişimler

Alt Dişler		N	Ortalama Değişim	P
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	48	-0,16	0,0001*
	6 mm	48	-0,13	0,001*
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	48	-0,15	0,0001*
	6 mm	48	-0,2	0,0001*
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	48	-0,01	0,151
	6 mm	48	-0,4	0,0001*
	9 mm	48	-0,4	0,0001*
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	48	-0,11	0,0001*
	6 mm	48	-0,3	0,001*
	9 mm	48	-0,3	0,009*
Kök Uzunluğu (T1-T0)		48	-0,21	0,0001*
IMPA (T1-T0)		48	4,02	0,0001*
MSS-MK Bukkal (T1-T0)		48	1,34	0,0001*
MSS-MK Palatinal (T1-T0)		48	1,43	0,0001*

* $p<0,05$



Şekil 4.1. Alt dişlerdeki ortalama değişim



Şekil 4.2. Üst dişlerdeki ortalama değişim

Tablo 4.7.'de, çalışmada kullanılan hastalara ait bireysel parametrelerin değişimleri incelenmiştir.

Alt ve üst çenedeki Little düzensizlik skorlarında anlamlı miktarda düşüş yaşanmıştır. Hastaların başlangıçta üst kesici diş bölgesindeki düzensizlik miktarı, ortalama olarak alt bölgeye göre daha fazladır. Beklendiği gibi ortodontik tedavi sonucu Little düzensizlik skoru her iki çenede sıfıra yaklaşmış, üst çenedeki değişim alt çeneye göre daha belirgin olmuştur ($p<0,05$).

ANB açısında tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Alveol eğimlerine bakıldığında ise yalnızca alt palatinal bölgede anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.7. Diş bazında olmayan ölçümler

	n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Fark	p
Little düzensizlik skoru (Üst) (T0)	12	11,59	11,2	1,5	17,2	4,53	-11,2	0,002*
Little düzensizlik skoru (Üst) (T1)	12	0,39	0,35	0	1,2	0,45		
Little düzensizlik skoru (Alt) (T0)	12	6,06	5,45	3,1	8,9	2,23	-5,63	0,002*
Little düzensizlik skoru (Alt) (T1)	12	0,43	0,2	0	1,5	0,54		
ANB (T0)	12	3,59	4,1	0	6,5	2,12	0,26	0,142
ANB (T1)	12	3,85	3,6	0	7	2,09		
Bukkal Alveol Eğimi (Alt) (T0)	12	99,43	98,7	92,8	114	5,94	-5,46	0,255
Bukkal Alveol Eğimi (Alt) (T1)	12	93,97	99,55	101,8	112	2,66		
Palatinal Alveol Eğimi (Alt) (T0)	12	100,55	98,65	91,7	110	6,19	3,17	0,018*
Palatinal Alveol Eğimi (Alt) (T1)	12	103,72	103,4	97,1	109,4	4,34		
Bukkal Alveol Eğimi (Üst) (T0)	12	114,69	113,2	108,8	123,9	5,54	-2,85	0,117
Bukkal Alveol Eğimi (Üst) (T1)	12	111,84	110,8	100	121,4	7,12		
Palatinal Alveol Eğimi (Üst) (T0)	12	120,73	118,95	110	137,5	8,29	-0,26	0,814
Palatinal Alveol Eğimi (Üst) (T1)	12	120,99	123,35	108	132,4	9,4		

* $p < 0,05$

Tablo 4.8.'da dişlerin inklınasyon (IMPA ve 1-PP) değışimlerinin lingual ve bukkal kemik kalınlığı, kök uzunluğu, mesiodistal ve bukkolingual genişlik, ANB açısı ile alveol eğimi değışimleri arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Buna göre:

- IMPA ve 1-PP değışimi ile MSS'ye 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığı değışimi arasında ters yönlü ancak zayıf ilişki tespit edilmiştir. IMPA ve 1-PP değışim miktarı arttıkça, lingual kemik kalınlığındaki değışimde azalma görölmektedir ($p<0,05$; $r=-0,367$, $r=-0,319$).

- IMPA ile bukkal kemik kalınlığı arasında MSS'ye 6 mm'de zayıf, 9 mm'de ise orta düzey ve aynı yönde korelasyon bulunmuştur. IMPA arttıkça, alt dişlerin bukkal kemik kalınlığındaki değışim de artmaktadır ($p<0,05$; $r=0,367$, $r=0,500$).

- IMPA değışimi ile kök uzunluğu değışimi arasında ters yönlü ilişki tespit edilmiştir. IMPA değışim miktarı arttıkça, kök uzunluğundaki değışim azalmaktadır ($p<0,05$; $r=-0,386$).

- IMPA değışimi ile alt bukkal alveol eğimi değışimi arasında aynı yönlü ancak zayıf ilişki tespit edilmiştir. IMPA değışim miktarı arttıkça alveol kemiğinin bukkal yüzeyinde de aynı yönde eğimin arttığı görölmektedir ($p<0,05$; $r=0,181$).

- IMPA değışimi ile alt palatinal alveol eğimi değışimi arasında aynı yönlü ancak zayıf ilişki tespit edilmiştir. IMPA değışim miktarı arttıkça alveol kemiğinin palatinal yüzeyinde de aynı yönde eğimin arttığı görölmektedir ($p<0,05$; $r=0,358$).

- IMPA değışimi ile üst bölgedeki alveol eğimi değışimi arasında bulunan korelasyon dikkate alınmamaktadır. Korelasyon varlığı, nedensellik ilişkisi kurulmasını gerektirmemektedir. Üst kesici dişlerde de alt dişlerde olduğu gibi inklınasyonu artışı bulunduğu için, üst alveol kemik eğiminde de benzer artış bulunması normalin dışında değildir. Ancak bu durumun alt kesici dişlerle herhangi bir alakası yoktur. Benzer sebeple 1-PP değışiminin, alt alveol eğimleri ile olan ilişkisi dikkate alınmamıştır.

- 1-PP değışimi ile üst bukkal ve palatinal alveol eğimi arasında aynı yönlü ilişki bulunmaktadır. 1-PP açısı arttıkça hem bukkal hem de lingualde alveol eğimi de benzer şekilde artmaktadır ($p<0,05$; $r=0,319$) ($p<0,05$; $r=0,449$).

- 1-PP değışimi ve MSS'ye göre 3 mm mesafede görülen bukkal kemik kalınlığı arasında negatif yönlü ve orta düzeyde ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$; $r=-0,413$).

- Mandibuler bukkal ve palatinal bölgedeki MSS-MK mesafesi ile IMPA açısı arasında zayıf ve aynı yönlü ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$; $r=0,018$, $r=0,02$)

- Maksiller palatinal bölgedeki MSS-MK mesafesi ile 1-PP değişimi arasında pozitif yönlü ve kuvvetli korelasyon tespit edilmiştir ($p<0,05$; $r=0,004$)

Tablo 4.8. Kesici eğimleri ile diş genişliği, kemik kalınlığı, kök uzunluğu, alveol eğimleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

		Alt Dişler		Üst Dişler	
		IMPA (T1-T0)		1-PP (T1-T0)	
		r	p	r	p
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	-0,164	0,267	-0,049	0,743
	6 mm	-0,269	0,064	-0,171	0,244
	9 mm	-0,367	0,01*	-0,319	0,027*
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	-0,246	0,092	-0,413	0,004*
	6 mm	0,367	0,01*	-0,11	0,457
	9 mm	0,500	0*	0,073	0,622
Kök Uzunluğu (T1-T0)		0,391	0,006*	0,16	0,055
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	0,023	0,877	0,03	0,841
	6 mm	-0,083	0,573	0,028	0,849
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	0,02	0,998	0,285	0,051
	6 mm	0,053	0,722	0,231	0,113
ANB (T1-T0)		-0,14	0,093	0,112	0,182
Bukkal Alveol Eğimi (T1-T0) (Alt)		0,283	0,052	-0,408	0*
Palatinal Alveol Eğimi (T1-T0) (Alt)		0,315	0,029*	-0,269	0,001*
Bukkal Alveol Eğimi (T1-T0) (Üst)		-0,358	0*	-0,440	0,02*
Palatinal Alveol Eğimi (T1-T0) (Üst)		-0,239	0,004*	-0,201	0,171
MSS-MK Bukkal (T1-T0)		0,265	0,018*	0,153	0,053
MSS-MK Palatinal (T1-T0)		0,268	0,02*	0,338	0,004*

* $p<0,05$

Little değışimi arttıkça, alt kesici dişlerde 1-PP da anlamlı miktarda artmıştır. Ancak benzer ilişki alt kesici dişler için kurulamamaktadır (Tablo 4.9.). Seçilen örneklemdaki hastaların maksiller kesici dişlerinde ortalama T0 Little değeri 11,59 iken, mandibuler kesici dişlerinde ortalama T0 Little değeri 6,05'tir.

Tablo 4.9. Little düzensizlik skoru ve kesici inklınasyonlarındaki değışimin ilişkilendirilmesi

			IMPA ve 1-PP (T1-T0)
Alt Dişler	Little düzensizlik skoru değışimi	r	-0,016
		p	0,85
		N	144
Üst Dişler	Little düzensizlik skoru değışimi	r	0,266
		p	0,001*
		N	144

*p<0,05

Tüm yönlerdeki kök rezorpsiyonu (kök uzunluğu, mesiodistal/bukkolingual genişlik) miktarı ile Little değerleri, yaş ve tedavi süresi arasındaki ilişkinin değerlendirmesi Tablo 4.10.'da yapılmıştır:

- Little düzensizlik skoru değışimi ile mesiodistal genişlik (6 mm) değışimi arasında aynı yönlü ama zayıf bir ilişki vardır. Little düzensizlik skoru değışimi miktarı arttıkça, MSS'ye göre 6 mm mesafede bukkolingual yönde rezorpsiyon miktarı artmaktadır (p<0,05, r=0,217).

- Yaş ile kök uzunluğu ve mesiodistal genişlik değışimi arasında zayıf ve ters yönlü korelasyon bulunmuştur. Tedavi yaşı arttıkça kök uzunluğundaki azalma miktarı artmakta, MSS'ye göre 3 ve 6 mm mesafede de mesiodistal yöndeki kök genişliğinin azalmasının miktarı artmaktadır (p<0,05, r=-0,346, r=-0,320, r=-0,353).

- Tedavi süresi ile kök rezorpsiyonu arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (p>0,05).

Tablo 4.10. Kök rezorpsiyonunun Little, yaş ve tedavi süresi ile ilişkilendirilmesi

		Kök Uzunluğu (T1-T0)	Mesiodistal Genişlik (T1-T0)		Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	
			3 mm	6 mm	3 mm	6 mm
Little Değişimi	r	0,037	0,16	0,217	0,005	0,021
	p	0,722	0,12	0,033*	0,963	0,838
	N	96	96	96	96	96
Yaş	r	0,346	0,320	0,353	-0,165	-0,156
	p	0,04*	0,001*	0,01*	0,109	0,129
	N	96	96	96	96	96
Tedavi Süresi	r	0,061	0,047	0,122	0,091	-0,054
	p	0,3	0,648	0,237	0,378	0,599
	N	96	96	96	96	96

*p<0,05

Cinsiyetin rezorpsiyon üzerine etkisine bakıldığında kökün mesiodistal ve bukkolingual genişlikleri arasında cinsiyetler arası bir fark görülmezken, kök uzunluğu kadınlarda anlamlı miktarda daha fazla azalmıştır (Tablo 4.11.)

Tablo 4.11. Cinsiyetin kök rezorpsiyonu üzerine etkisi

		Cinsiyet						Mann-Whitney U testi
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	p
Mesiodistal Genişlik Değişimi	E	48	-0,1	-0,1	-0,6	0,6	0,17	0,052
	K	48	-0,16	-0,1	-1,3	1,6	0,33	
	Total	96	-0,13	-0,1	-1,3	1,6	0,26	
Bukkolingual Genişlik Değişimi	E	48	-0,13	-0,1	-0,8	0,1	0,15	0,905
	K	48	-0,14	-0,1	-1,8	1,2	0,38	
	Total	96	-0,14	-0,1	-1,8	1,2	0,29	
Kök Uzunluğu Değişimi	E	48	-0,34	-0,2	-2,5	0	0,44	0,0001*
	K	48	-0,49	-0,4	-1,6	0	0,36	
	Total	96	-0,41	-0,3	-2,5	0	0,41	

*p<0,05, E=erkek, K=kadın

Tablo 4.12.'de çekim ve distalizasyonun, maksiller dişlerde oluşturduğu üzerine etkilerinin farkları incelenmiştir:

- Çekim yapılan grupta diş kökünün mesiodistal genişliğinde (3 mm), distalizasyon yapılan gruba göre anlamlı miktarda daha fazla kök rezorpsiyonu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Ancak bukkolingual genişlik değişimi açısından gruplar arasında bir fark yoktur ($p>0,05$).

- Hem lingual (3 mm) hem de bukkal kemik kalınlığı (3 ve 6 mm) parametrelerinde, distalizasyon hastalarında daha büyük bir azalma görülmüştür ($p<0,05$).

- Kök uzunluğu değişimi açısından gruplar arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

- MSS-MK mesafesi bukkal tarafta çekimsiz grupta anlamlı miktarda daha fazla artmıştır ($p<0,05$). Palatinal tarafta ise herhangi bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

- Diş çekimi yapılan hastalarda, 1-PP değeri, distalizasyon yapılan gruba göre anlamlı olarak daha az değişmiştir. IMPA değeri ise çekim varlığı durumunda etkilenmemiştir ($p>0,05$).

- Distalizasyon grubunda ANB değişimi, çekimli tedavi edilen hastalara göre daha fazladır. Distalizasyon hastalarında ANB miktarı anlamlı düzeyde daha fazla artış göstermiştir ($p>0,05$).

- Little düzensizlik skoru değişimi hem alt hem de üst kesici dişler için çekimsiz grupta daha fazla bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 4.12. Tedavi şeklinin üst dişler üzerindeki etkileri

		Çekimli	Distalizasyon
Mesiodistal Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,23	-0,1
	<i>p</i>	0,021*	
	6 mm	-0,15	-0,07
	<i>p</i>	0,122	
Bukkolingual Genişlik (T1-T0)	3 mm	-0,15	-0,2
	<i>p</i>	0,609	
	6 mm	-0,11	-0,11
	<i>p</i>	0,119	
Bukkal Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	0,05	-0,28
	<i>p</i>	0,016*	
	6 mm	0,2	-0,25
	<i>p</i>	0,003*	
	9 mm	0,09	0,07
	<i>p</i>	0,783	
Lingual Kemik Kalınlığı (T1-T0)	3 mm	-0,35	-0,79
	<i>p</i>	0,009*	
	6 mm	-0,53	-0,85
	<i>p</i>	0,159	
	9 mm	-0,89	-0,66
	<i>p</i>	0,849	
Kök Uzunluğu (T1-T0)	Değişim	-0,43	-0,4
	<i>p</i>	0,207	
MSS-MK Bukkal (T1-T0)	Değişim	0,39	1,69
	<i>p</i>	0,0001	
MSS-MK Palatinal (T1-T0)	Değişim	1,97	2,09
	<i>p</i>	0,125	
I-PP (T1-T0)	Değişim	1,13	5,81
	<i>p</i>	0,001*	
IMPA (T1-T0)	Değişim	3,97	4,11
	<i>p</i>	0,206	
Little düzensizlik skoru (Alt) (T1-T0)	Değişim	3,97	7,28
	<i>p</i>	0,0001*	
Little düzensizlik skoru (Üst) (T1-T0)	Değişim	9,92	12,48
	<i>p</i>	0,0001*	
ANB (T1-T0)	Değişim	0,02	0,5
	<i>p</i>	0,0001*	

* $p < 0,05$

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışma Amacının Tartışılması

Ortodontik tedavi talebiyle kliniklere başvuran bireylerin yaklaşık üçte biri, sınıf II maloklüzyona sahip bireylerdir (3). Yine bu vakaların %70-80'lik bölümü dental kompanzasyon yapılmak suretiyle tedavi görmektedir (4). Vakanın şiddeti ve risk faktörleri göz önüne alındığında, hekimin görevlerinden biri de ideal tedavi yönteminin belirlenmesidir.

OTKEKR, ortodontik tedavinin bir gerçeğidir. Ancak olabildiğince öngörülebilir olması, patolojik boyutlardaki rezorpsiyonlardan kaçınmaya olanak sağlar. Bu öngörü ise rezorpsiyon üzerine yapılan araştırmalar sayesinde mümkün kılınabilir. Yassir A. ve ark. (103) yaptıkları sistematik derlemede OTKEKR'in devamlı ve yüksek kuvvet uygulanan durumlarda, intrüzyon hareketi esnasında, maksiller kesici dişlere uygulanan tork kuvveti ve retrakte edilmeleri esnasında, kompleks mekanikler gerektiren şiddetli maloklüzyon durumlarında, tedavi süresinin uzaması durumunda ve diş destekli maksiller ekspansiyon esnasında daha fazla olduğunu bulmuştur. Ancak hastaya bağlı faktörlerin ve genetik kökenlerin daha iyi araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

KIBT görüntüleri, 2 boyutlu görüntülere göre kemik kalınlığı ve yüksekliği ile kök genişliği ölçümlerindeki değişimleri daha detaylı yorumlama imkânı sağlamaktadır. Alveoler kemik yüksekliği ve kalınlığını değerlendirirken KIBT görüntüleri yüksek tutarlılık göstermektedir (101). Guo ve ark. (104) yaptıkları sistematik derleme ve meta analiz çalışması sonucunda anterior dişlerin hem labial hem de lingual hareketleri esnasında alveoler kemik kalınlığı ve yüksekliğinde özellikle servikal bölgede azalma olduğunu söylemiştir. Yine aynı çalışmaya göre çekimli vakalarda kemiğin yeniden şekillenmesi stabil değildir ve retraksiyon sonrasında lingual tarafta kemik yıkımı ve labial tarafta kemik kazanımı görülmekle birlikte tedavi sonrasında bu değişimler daha az belirgin hale gelir. Çekimsiz vakalarda ise özellikle alt kesici ve kanin dişlerde alveoler kemik kaybı riski yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmanın amacı, sınıf II maloklüzyonların dental tedavileri esnasında ne gibi dentoalveoler ve periodontal değişimlerin gerçekleştiğini ortaya koymak ve ortodontik tedavi planlaması yapılırken hangi etkenlerin risk teşkil edebileceğini öngörebilmektir. Tedavi yöntemi ve bireysel faktörlerin, sınıf II bireylerin ortodontik tedavilerinin etkileri üzerinde ne gibi etkilerinin olabileceği incelenmiştir.

5.2. Çalışma Yönteminin Tartışılması

KIBT görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilen bu retrospektif çalışmaya, 6'sı kız 6'sı erkek 12 adet sınıf II maloklüzyona sahip ve sabit ortodontik tedavi görmüş bireye ait toplam 96 anterior diş dahil edilmiştir. Tedavi yöntemi olarak maksiller 4 numaralı dişlerin çekildiği ve distalizasyon yapılmış olan vakalar seçilmiştir. Her iki tedavi yönteminde de 3 kız 3 erkek olmak suretiyle 6 bireye ait 48'er diş üzerinde ölçümler yapılmıştır. Tedavide yalnızca mandibuler ve maksiller lateral ve santral dişler ve çevresindeki kemiğe dair değişimler incelenmiştir. Bireyler 14-18 yaş arasındadır. Hastaların; çekilmesi planlanan dişler dışında eksik dişleri, dentofasiyal deformiteleri, iskeletsel veya dental etkileri olan sendromları yoktur. Ölçüm için değerlendirme yapılabilecek nitelikte KIBT görüntüleri olan bireyler seçilmiştir.

Lund ve ark. (105) kuru kafalardan aldıkları KIBT görüntüleri üzerinde kök uzunluğu ve marjinal kemik yüksekliğini ölçmüşler ve direkt fiziksel karşılaştırmışlardır. Görüntüler 75 kV, 4,5-5,5 mA, 0,125 mm voksel boyutu ve 17,5 saniye ışınlama süresi ile alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, KIBT ölçümlerinin fiziksel ölçümlerle oldukça tutarlı ve tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Öte yandan fenestrasyon ve dehisens varlığının tespit edilme doğruluğunu test etmek amacıyla Alsino ve ark. (106) tarafından yapılan çalışmada, kortikotomi amacıyla flep kaldırılacak 29 bireyden 95 kV, 6 mA ve 9 saniye ışınlama süresi ve 0,25 mm voksel boyutu ile KIBT alınmıştır. Flep kaldırıldığı esnada kemikte gözlemlenen dehisens ve fenestrasyon bölgeleri not edilmiş ve dijital kumpas ile ölçülmüştür. Fiziksel ölçümlerle karşılaştırıldığında KIBT ölçümlerinde yaklaşık 2,5 kat daha fazla dehisens ve 3 kat daha fazla fenestrasyon gözlemlenmiştir. Bu durum dehisens ve fenestrasyon tespiti konusunda KIBT görüntülerinin güvenilirliği ile ilgili şüphelere yol açmıştır. Leung ve ark. (1) ise 13 kuru kafa üzerinde yaptığı çalışmada benzer şekilde direkt ve KIBT üzerinden yapılan ölçümleri karşılaştırmıştır. 110 kVp, 2 mA, 0.38

mm voksel boyutu ve 9,6 saniye ışınlama süresi ile alınan KIBT ölçümlerinde direkt ölçümlere kıyasla 3,25 kat daha fazla dehisens tespit edilmiş ancak daha az fenestrasyon gözlemlenmiştir. KIBT'ın milimetrik ölçümlerde başarıyla fenestrasyon ve dehisens tespit etmekte yetersiz kalmasının sebebi, kontrast çözünürlüğünün düşük olması sebebiyle sement ve kemik gibi dansitesi benzer yapıların ayırt edici görüntülere sahip olmaması ile açıklanabilir.

Bizim çalışmamızda kullanılan KIBT görüntüleri kontrast, çözünürlük ve detaylılık açısından literatürdeki çalışmalara kıyasla daha düşük niteliktedir. Çalışmamızdaki görüntüler 90 kV, 2,2 mA ve 4 saniye ışınlama süresiyle alınmıştır. Voksel boyutu 0,6 mm'dir. kV miktarı doku penetrasyonu için yeterli olmakla birlikte, düşük mA görüntüde gürültüye sebep olmaktadır. Işınlama süresinin düşük olması gürültü miktarını artırırken detay ve keskinliği düşürür. Çalışmamızda kullanılan KIBT görüntüleri, birincil olarak ortodontik tedavinin makro etkilerini yani dişsel ve iskeletsel değişimleri çalışmak amacıyla ve bir hastadan birden fazla aşamada alınacak olması sebebiyle radyasyon dozunu mümkün olduğunca düşürebilmek amacıyla bu değerlerle alınmıştır.

MSS-MK mesafesi, marjinal kemik yüksekliğini ölçmek için birçok çalışmada kullanılmıştır (1,105–110). Bu ölçüm, ortodontik tedavi ve diş hareketinin bukkal ve palatinal kemik üzerine etkisini değerlendirmek için etkili bir yöntemdir. Çalışmamızdaki bir diğer parametre olan alveoler kemik eğimi ise Yu ve ark. (111) tarafından alt kesici dişlerin inklinasyonları ile alveoler kemik morfolojisini ilişkilendirmek için kullanılmıştır. Bu çalışmada, alveoler kretin lingual ve bukkal yüzeylerinde belirlenen referans noktalarından çizilen doğruların GoMe doğrusuyla yaptığı açılar ile diş inklinasyonundaki değişim arasındaki ilişki incelenmiş ve diş inklinasyonunun kemik morfolojisini etkileyebileceği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda bu ölçüm hem alt hem de üst çenede gerçekleştirilmiştir. Maksillada bu doğruların palatinal düzlem ile yaptığı açı, mandibulada ise GoMe düzlemi yerine GoGn düzlemi ile yaptığı açı kullanılmıştır. Ölçümler öncesi ARN yöntemi ile görüntü oryantasyonu sağlanmış, böylece standardizasyon elde edilmiştir (112). Bukkal ve palatinal bölgedeki alveol kemik kalınlıkları MSS'ye göre belirli mesafelerde (3,6 ve 9 mm) ölçülmüştür. Morais ve ark. (108) benzer bir ölçümü aksiyal kesit üzerinden, MSS'ye göre 3 ve 6 mm mesafelerde ve sadece bukkal yüzey için gerçekleştirmişlerdir. Kök rezorpsiyonu değerlendirilmesi de aynı şekilde MSS'den apekse olan mesafe baz alınarak ölçülmüştür. Böylece yapılabilecek bir insizal düzenleme veya travma, kök boyu ve

rezorpsiyonla ilgili yapılan yorumun geçerliliğini etkilemeyecektir. Kök rezorpsiyonu yalnızca uzunluk açısından değil, MSS'ye göre 3 ve 6 mm mesafede mesiodistal ve bukkolingual genişlik olarak da değerlendirilmiştir.

Yer darlığı miktarı arttıkça, ortodontik hareketlerin fizyolojik sınırlarına yaklaşma riski de artmaktadır. Bu sebeple hastaların başlangıç düzensizlik miktarları Little'ın (113) oluşturmuş olduğu düzensizlik endeksi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu ölçüm, hastaların dental modelleri veya ağız içi taramalarına ulaşamadığından transversal KIBT kesitleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Nitekim Kau ve ark. (114), 30 bireyin ortodontik modelleri ve KIBT görüntüleri üzerinden gerçekleştirdikleri Little düzensizlik skorları arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Diş açılarıyla alakalı ölçümler (1-PP ve IMPA) için palatal düzlem ve GoGn düzlemleri belirlenmiş, sonrasında yalnızca tek bir kesici dişin mesiodistal genişliğini kaplayacak şekilde sefalometrik filmler oluşturulmuştur. Bu filmlerde hali hazırda belirlenmiş olan düzlemler ile seçilen dişin pulpa odasından geçen ve aksını belirleyen düzlem arasındaki açı ölçülmüştür.

Örnekleri de verildiği gibi, çalışmamızda yapılan ölçümlerde mevcut literatürden faydalanılmakla birlikte tüm bu ölçümleri bir arada kullanarak, birbirleriyle ilişkilerini ve korelasyonunu değerlendiren bir çalışmanın mevcut olmadığı görülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız görüntülerin diagnostik kapasitesi sınırlı olsa da sınıf II maloklüzyona sahip hastalara yaklaşım ve tedavi planlaması konusunda gölgede kalmış olabilecek ilişkiler etraflıca değerlendirilerek aydınlatılmaya çalışılmıştır.

5.3. Bulguların Tartışılması

5.3.1. Keser açılarına dair bulguların tartışılması

Çalışmamızda, diş kökü ve çevresindeki alveoler kemikte meydana gelen değişimler her diş için ayrı ayrı ve alt ve üst dişlere ait veriler birleştirilerek toplu analiz edilmiştir. Toplu analiz sonuçları keser eğimlerinde üst çenede 3,46°, alt çenede 4,02°'lik anlamlı artış

olduğunu göstermiştir. Diş bazında bakıldığında 11 numaralı dişte $3,78^\circ$, 12 numaralı dişte $4,7^\circ$, 21 numaralı dişte $0,3^\circ$ ve 22 numaralı dişte $5,1^\circ$ proklinasyon görülmüştür. Bunlardan yalnızca 22 numaralı dişte meydana gelen değişim anlamlıdır.

Duran ve ark. (115) üst çenede 5 mm'den az çapraşıklığa sahip 21 birey üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, bizim çalışmamızdakine çok benzer bir aparey kullanarak maksiller molarları distalize etmiş ve santral dişlerde ortalama $0,95\pm0,40$ mm retraksiyon ve $1,59^\circ\pm0,91^\circ$ retroklinasyon, lateral dişlerde ise $0,91\pm0,47$ mm retraksiyon ve $3,05^\circ\pm2,11^\circ$ retroklinasyon gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Moser ve ark. (116), iskeletsel ankraj destekli distalizasyon ve premolar diş çekimli tedavinin etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, çekimli tedavi grubunda daha fazla olmak üzere üst keserlerde anlamlı düzeyde retroklinasyon, alt keserlerde ise proklinasyon meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

İskeletsel ankraj destekli palatal distalizasyon ve geleneksel premolar diş çekimli tedavi yöntemlerinin etkilerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada çekimli tedavi grubunda daha fazla olmak üzere iki grupta da üst kesici retroklinasyonu ve retraksiyonu gerçekleştirdiği gösterilmiştir (117).

Bu çalışmaların aksine Basciftci ve ark. (118) çekimsiz ve çekimli sınıf 2 maloklüzyon tedavilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, üst keser açılarında meydana gelen değişimler açısından iki grup arasında anlamlı fark olmadığını göstermişler ve tedavi öncesi çapraşıklık miktarının keser açılarında meydana gelecek değişimler üzerinde önemli role sahip olduğunu altını çizmişlerdir.

Tadic ve ark. (119) da maksiller premolar çekimli tedavi sonrasında üst keser açılarında anlamlı bir değişim gözlemlemediklerini belirtmişler ve tedavi öncesi kesici diş pozisyonlarının, tedavi sürecinde meydana gelecek değişimler üzerinde belirleyici bir etken olduğunu vurgulamışlardır.

Görüleceği üzere sınıf II maloklüzyon tedavilerinde keserlerde meydana gelen hareketler farklılık arz etmektedir. Bununla birlikte araştırmaların genelinde görülen sonuçlardan farklı olarak elde edilen bu veriler, vakaların başlangıç değerleri ile yorumlanabilir. Örnek verilen araştırmaların bir kısmında başlangıç çapraşıklık verileri ve sınıf II vakaların divizyon bilgisi verilmemiştir. Bizim araştırmamızda ortalama başlangıç

Little düzensizlik endeksi değeri tüm üst dişler için ortalama 11,59'dur. Bu da endekse göre çok şiddetli yer darlığı anlamına gelmektedir. Çalışmamızdaki vakaların bir kısmının sınıf II divizyon 2 bozukluğa sahip olması da bu sonuçta etkili olmuş olabilir. Özellikle bu vakalarda kesici açılırları, tedavi başında ortalamanın altındadır ve ortodontik tedavi sonucunda ideal konumlarına geldiklerinde procline olmaları doğaldır.

Çalışmamızda tedavi yaklaşımına göre alt ve üst keser eğimlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde gruplar arasında bazı farklılıkların olduğu görülmüştür. Çekimli vakalarda üst keserler $1,13^{\circ}$, alt keserler $4,7^{\circ}$ procline olurken distalizasyon vakalarında üst keserler $5,81^{\circ}$ ile çekimli vakalara göre daha fazla, alt keserler ise $3,33^{\circ}$ ile çekimli vakalara göre daha az procline olmuştur. Çekimli tedavi gören vakalarda başlangıç aşamasındaki sınıf 2 miktarına bağlı olarak, mutlak bir ankraj ünitesi de bulunmadığı için, sınıf 2 intermaksiller elastik ihtiyacı daha fazladır. Bu da elastığın alt arkta oluşturduğu sagittal kuvvet vektörü nedeniyle alt keserlerde labiale doğru devrilme hareketine sebep olmaktadır. Üst keser eğimindeki fark için de aynı durumun etkili olduğu düşünülebilir. Çalışmamızın kısıtlayıcı faktörlerinden biri de tedavi esnasındaki intermaksiller elastik kullanımı ve tork uygulamasına dair bilginizin olmamasıdır.

5.3.2. Kök rezorpsiyonuna dair bulguların tartışılması

Çalışmamızda kök uzunluğu ve kök kalınlığı değerlerinin hem üst hem de alt keserler için anlamlı düzeyde azaldığı bulunmuştur. Bunun yanı sıra tedavi yönteminin MSS'ye göre 3 mm'de mesiodistal genişlik dışında kök rezorpsiyonu parametrelerinde anlamlı farklılığa neden olmadığı görülmüştür. Khalaf ve ark. (120) yaptıkları sistematik derlemede, daha fazla kök hareketinin, kökün servikal bölgeye yakın kısmında daha fazla rezorpsiyona yol açabileceğini söylemişlerdir. Çekimli tedavi gören vakalarda güvenilir bir ankraj ünitesinin olmaması, dişlerde istenmeyen hareketlerle sonuçlanabilir ve dişlere tekrardan farklı hareketlerin yaptırılmasını zorunlu kılabilir. Bu durum, çalışmamızdaki çekimli tedavi gören vakalarda kökün servikale yakın bölgesinde daha fazla rezorpsiyon görülmesini açıklayabilir. Jiang ve ark. (121) tarafından yapılan araştırmada çekimli tedavilerde daha fazla kök rezorpsiyonu görülebileceği, bunun sebebinin ise artan tedavi süresinden kaynaklı olabileceği söylenmiştir.

OTKEKR ile ilişkili etiyolojik faktörler günümüzde hâlâ kesin olarak açıklığa kavuşmamıştır. Öte yandan genetik yatkınlık, biyolojik farklılıklar, mekanik faktörler ve travma öyküsü gibi unsurların kök rezorpsiyonu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Rezorpsiyon miktarını etkileyen faktörler arasında tedavi süresi ve uygulanan kuvvetin şiddeti öne çıkmaktadır. Daha kapsamlı ve daha yüksek kuvvetlerin uygulandığı ortodontik tedavilerde anlamlı düzeyde daha fazla kök rezorpsiyonu gözlenmiştir (17,122,123). Apajalahti ve Peltol (124) sabit aygıtların ağızda kalma süresi ile kök rezorpsiyonu arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde Jiang ve ark. (121), tedavi süresinin kök rezorpsiyonu miktarını anlamlı düzeyde etkilediğini, yaş arttıkça kök rezorpsiyonu miktarının da arttığını vurgulamışlardır. Travess ve ark. (35) ise 11 yaş sonrası bireylerde kök rezorpsiyon riskinin arttığını bildirmişlerdir. Cinsiyetin kök rezorpsiyon üzerindeki etkisi ise hem Jiang ve ark. (121) hem de Apajalahti ve Peltola'nın (124) çalışmalarında anlamlı bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da yaşla birlikte kök uzunluğundaki kısalma ve mesiodistal yöndeki kök rezorpsiyon miktarının arttığı görülmektedir. Buna karşın cinsiyet ile ilişkili bulgular benzer araştırmalardan farklıdır. Araştırmamızda erkeklere göre kadınlarda kök uzunluğunda anlamlı olarak daha fazla kısalma meydana gelmiştir. Bizim çalışmamıza dahil edilen kız bireylerin ortalama yaşı 15,16 yıldır ve pubertal dönemdedir ki bu durum kızlardaki hormonal değişimleri ve bu hormonların periyodonsiyum üzerindeki etkilerinin bir sonucu olabilir (34). Literatüre kıyasla bulduğumuz bir diğer fark da tedavi süresi ve kök rezorpsiyonu arasındaki ilişkidir. Çalışmamızda bu iki kriter arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Çalışmamızdaki hastaların tedavileri 24-37 ay (ortalama 29,91 ay) aralığında sürmüştür; ancak bu süreçteki devamlılık verileri ve distalizasyon ile sabit tedavi başlangıcı arasındaki sürenin bilinmemesi kısıtlayıcı bir faktördür.

5.3.3. Alveoler bulguların tartışılması

Üst çeneye ait alveoler verilerin toplu analizi sonucunda marjinal kemik yüksekliğinin palatinal bölgede arttığı, lingual kemik kalınlığının tüm bölgelerde azalırken bukkal kemik kalınlığının MSS'ye 6 ve 9 mm mesafede arttığı gözlenmiştir. Öte yandan MSS'ye 3 mm mesafedeki bukkal kemik kalınlığında ve bukkal bölgedeki marjinal kemik yüksekliğinde anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir. Bu değişimler, basit bir bukkale tipping hareketinden ziyade keser retraksiyonu sonrasında dişlere palatinal kök torku verildiğine işaret eden bir tablo oluşturmaktadır. Alt çenede ise MSS'ye 3 mm mesafede lingual kemik

kalınlığı dışında bukkal ve lingual kemik kalınlıkları neredeyse tüm seviyelerde azalmış, bukkal ve palatinal marjinal kemik yükseklikleri artmıştır. Bu durum üst çenede olmasa bile alt çenede alveolün özellikle bukkal yüzeyinde yeniden şekillenme olaylarının etkin olduğunu ve simfizinin orijinal morfolojisinin korunduğunu düşündürmektedir.

Literatürde Kobylansky ve ark. (125), alt ve üst keserlerde düşük proklinasyon (0° - 5° arası inklinasyon değişimi) ve yüksek proklinasyon ($>5^{\circ}$ inklinasyon değişimi) elde edilen grupları karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar palatinal bölgedeki marjinal kemik yüksekliğinin en çok maksiller yüksek proklinasyon grubunda arttığını, ayrıca hareket miktarı ve yönünden bağımsız olarak üst keserlerde palatinal kemik kalınlığının azaldığını göstermiştir. Yine üst çenede bukkal kemik kalınlığı ile diş açısı arasında pozitif korelasyon bulunmakta ve maksiller yüksek proklinasyon grubunda bukkal kemiğin kalınlaştığı bildirilmektedir. Bu bulgular çalışmamızdakiyle de uyumludur. Aynı çalışmanın alt çeneden elde edilen verileri değerlendirildiğinde marjinal kemik yüksekliği hem bukkal hem de lingual tarafta artmıştır. Yine bu bulgu da çalışmamızdakiyle uyumludur.

Filipova ve ark. (126), orta şiddetli çapraşıklığa sahip ve minivida kullanılmadan, çekimsiz sabit ortodontik tedavi görmüş erişkin hastalarda alt keserlerde MSS'ye 3,6 ve 9 mm mesafede labial kemikte incelme tespit etmişlerdir.

Lombardo ve ark. (127), sınıf II divizyon 1 hastaların çekimli ve çekimsiz ortodontik tedavilerinden önce ve sonra alınan KIBT görüntüleri üzerinden alveoler kemik kalınlıklarını karşılaştırmış hem çekimli hem de çekimsiz grupta, gruplar arası anlamlı fark olmaksızın, toplam alveoler kemik kalınlığının azaldığını göstermişlerdir.

Garlock ve ark. (128) sınıf I ve II maloklüzyona sahip erişkin hastaların mandibuler kesici dişlerinde tedavi sonrası 1,12 mm bukkal ve 1,33 mm lingual marjinal kemik yüksekliği kaybı olduğunu bulmuşlardır.

Tedavi yönteminin, meydana gelen alveoler değişimler üzerine etkisi incelendiğinde üst bukkal kemik kalınlığının 3 ve 6 mm'de çekimli vakalarda artış gösterirken distalizasyon vakalarında azaldığı ve bu durumun gruplar arasında anlamlı olduğu görülmüştür. Lingual kemik kalınlığında yalnızca MSS'ye 3 mm mesafede gruplar arası anlamlı fark vardır ve distalizasyon daha fazla azalmıştır. Bukkal bölgedeki marjinal kemik yüksekliği ise çekimsiz grupta daha fazla artmıştır. Benzer şekilde Picanço ve ark. (129) çekimli ve çekimsiz tedavi gören toplam 12 bireyin ortodontik tedavisi sonrasında maksiller keserlerin kökünü 3

bölgeye ayırarak kemik kalınlıklarını ölçmüş ve bukkal kemik kalınlığının çekimli grupta servikal ve orta üçlüde artarken çekimsiz grupta servikal bölgede azaldığını göstermişlerdir. Gruplar arasında tespit edilen bir diğer farklılık da tedavi yönteminin ANB değerinin değişimi üzerine olan etkisidir. Distalizasyon vakalarında ANB açısı anlamlı olarak daha fazla artarken, çekimli tedavi grubunda neredeyse değişmemiştir. Çeşitli araştırmalar (130–133) distalizasyon sonrası mandibulada bir miktar posterior rotasyon oluşabileceğini göstermiştir. ANB'deki artış, distalizasyonun bu potansiyel etkisi ile anlamlandırılabilir.

5.3.4. Korelasyon analizi bulgularının tartışılması

Kesici eğimlerdeki değişim ile kök rezorpsiyonu ve alveoler parametreler arasındaki ilişki değerlendirildiğinde alt ve üst kesici dişlerin inklinasyonu arttıkça her iki çenede MSS'ye göre 9 mm mesafede lingual kemik kalınlığı azalmaktadır. Çalışmamıza dahil edilen dişlerin eğimlerinde anlamlı artış olduğu düşünüldüğünde, kök ucunun bukkal kortikal kemikten uzaklaşıp lingual kortikal kemiğe yaklaşması doğaldır. IMPA değişimi arttıkça MSS'ye 6 ve 9 mm mesafedeki bukkal kemik kalınlığının artışı da aynı şekilde açıklanabilir. Üst keser proklinasyonu arttıkça MSS'ye 3 mm'de bukkal kemik kalınlığı azalmaktadır. Proklinasyon esnasında dişin kron bölgesinin bukkale olan hareketiyle birlikte görülen bu değişim, olası bir durumdur.

Kök uzunluğu hem alt hem üst dişlerde ortodontik tedaviyle birlikte azalmıştır. Buna karşın keser proklinasyonu ile kök rezorpsiyonu arasındaki ilişkinin yalnızca alt çenede anlamlı olduğu görülmüş, üst çenede benzer bir korelasyona rastlanmamıştır. Horuichi ve ark. (134) kökün kortikal kemiğe yakınlaşması ve alveol kemiğin dar olmasını kök rezorpsiyonu ile ilişkili bulmuştur. Çalışmamızdaki bu bulgunun sebebi alt kesici dişlerin oldukça ince bir alveoler kaide üzerinde bulunması, bu sebeple kortikal kemikle diş köklerinin de yakın ilişkide bulunması ve aynı zamanda maskiller kesici diş bölgesindeki kemiğin daha spongios yapıda olması ile açıklanabilir. Keser eğimlerdeki değişimler kökün genişlik ve kalınlık değişimleri ile de ilişkili bulunmamıştır.

Diş eğimlerinde gerçekleşen değişimin, alveol kemikte oluşan yeniden yapılanmayı direkt olarak etkilediği görülmüştür. Dişlerin inklinasyonu ile üst alveol kemiğin palatinal ve bukkal yüzeylerinin palatinal düzlemle yaptığı açı ve alt alveol kemiğin palatinal ve

bukkal yüzeylerinin mandibuler düzlemle yaptığı açı arasında aynı yönlü korelasyon bulunmuştur. Alveol kemik eğimiyle ilgili bulgularımız, Yu ve ark.(111)'nın çalışmasıyla da paralellik göstermektedir.

Kang ve ark. (135) sınıf II divizyon 1 ve 2 hastalarda üst keserlerde meydana gelen eğim değişimleri ile bukkal ve palatinal kemik kalınlıkları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve divizyon 2 grubunda dişlerin Frankfort horizontal düzlemi ile yaptığı açı ile MSS'ye 3,6 ve 9 mm mesafedeki bukkal kemik kalınlıkları arasında pozitif yönde korelasyon bulunmuştur.

Matsumoto ve ark. (136) büyüyen iskeletsel sınıf 2 vakalar üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında $3,02^{\circ}$ 'den fazla IMPA değişiminin alveoler kemik kaybı miktarını arttıracak ve bu sınırın ötesindeki her 1° 'lik hareketin ortalama 0,48 mm bukkal alveoler kemik yüksekliği kaybına sebep olacağını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra IMPA ölçümünün $8,02^{\circ}$ 'den fazla artması durumunda, vertikal kemik kaybı ihtimalinin %50 olduğunu da rapor etmişlerdir.

Garlock ve ark. (128) sınıf I ve II maloklüzyona sahip erişkin hastalarda, alt keser eğimindeki değişim ile kemik kaybı arasında korelasyon bulamamışlar, mandibuler simfiz yapısı ve tedavi öncesi ince kortikal kemik varlığının risk faktörü olduğunu söylemişlerdir.

Maspero ve ark. (137) üst santral dişlerdeki $\pm 5^{\circ}$ 'lik açı değişiminin bukkal tarafta 1,5 mm rezorpsiyon ve 0,5 mm apozisyon arasında, palatinal tarafta ise 1,5 mm rezorpsiyon ve 1 mm apozisyon arasında bir değişim yaratabileceğini söylemişlerdir. Alt santral dişlerde aynı miktarda açı değişimi, palatinal bölgede 2,5 mm rezorpsiyon ve 0,5 mm apozisyon aralığında, bukkal bölgede ise 1,5 mm rezorpsiyona kadar etki etmektedir.

Çalışmamıza göre üst çenedeki Little düzensizlik skoru ile üst keser eğimindeki değişim arasında aynı yönlü ve kuvvetli korelasyon mevcutken, benzer bir ilişki alt çene için gösterilememiştir. Bunun sebebi, alt ve üst çenedeki başlangıç Little düzensizlik skorları olarak gösterilebilir. İncelediğimiz hasta grubunda başlangıçta maksiller arkta çok şiddetli bozukluk mevcuttur. Altta ise bu bozukluk orta şiddettedir. Literatürdeki araştırmaların bulguları net ve tek bir ortak sonuç oluşturmamaktadır. Bu da bireysel faktörlerin önemini göstermektedir. Özellikle tedavi başlangıcındaki veriler, gerçekleşen değişimlerin biçiminde rol oynamaktadır.

5.4. Klinik Yorumlar ve Öneriler

Çalışmamızda sınıf II maloklüzyonların çekim veya distalizasyon ile yapılan tedavilerinin anterior dentoalveoler bölgede oluşturduğu periodontal değişimler incelenmiştir. Anterior dentoalveoler bölge, görece kısıtlı bir bölge olmasına rağmen, diş hareketinin büyük miktarlarda gerçekleştiği bir bölgedir. Özellikle distalizasyon veya çekim ihtiyacı olacak miktarda bir sagittal bozukluğun bu bölgedeki etkileri ve sebep olduğu değişimler ortodonti alanında üzerine değinilmesi gereken bir konudur. Yine çalışmamızda ve benzer çalışmalarda görülebileceği gibi bu tip tedaviler esnasında bu bölgede dişin gerek kendi dokusu gerekse de destek dokusunu kalıcı şekilde etkileyecek değişimler meydana gelmektedir.

Kök rezorpsiyonu ortodontik tedavinin beraberinde getirdiği, kaçınılmaz bir durumdur; ancak her rezorptif aktivite patoloji anlamına gelmemektedir ve patolojik hale gelmemesi için de ortodontik tedaviyi uygulayan hekim tedavinin fizyolojik sınırlarını iyi belirleyebilmelidir. Marjinal kemik kaybı konusunda da benzer bir yorum yapılabilir.

Çekim kararı verilirken alternatif tedavi yöntemleri de iyi değerlendirilmelidir. Özellikle iskeletsel sınıf II vakalarda zaten başlangıç itibariyle bile procline olma olasılığı yüksek alt kesici dişlerde, sınıf II elastik veya fonksiyonel aygıtların kullanımı sonucunda ciddi kemik yıkımlarıyla karşılaşılabilir. Bu durumda çekim veya distalizasyon seçenekleri tercih edilebilir. Ancak özellikle çekimli tedavilerde ankraj konusuna çok dikkat edilmelidir. Aksi takdirde üst kesici dişlerde de istenmeyen hareketler oluşacak ve bunun neticesinde patolojik kemik kaybı riski artacaktır.

Benzer konularda yapılacak araştırmalarda bireysel değişkenler mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve detaylıca paylaşılmalıdır. Araştırmalar yapılırken başlangıç yer darlığı miktarı, diş inklınasyonları, iskeletsel ve dental bozukluk mevcudiyeti ve şiddeti, yaş, cinsiyet, tedavi süresi, tedavi şekli, başlangıçtaki fenestrasyon ve dehisens varlığı önemsenerak devam edilmelidir.

Çalışmamızda bazı kısıtlayıcı etkenler mevcuttur. KIBT görüntüleri düşük doz radyasyon modunda alındığı için detay miktarı yetersizdir. Özellikle KIBT üzerinden 3 boyutlu ölçümler yapılacak çalışmalarda kullanılacak filmlerin kV, mA, ışınlama süresi ve

voksel boyutu değerlerinin 6nceden bilinmesi faydalı olacaktır. Bir diğer kısıtlayıcı fakt6r de tedavi konusunda sınıf 2 elastik kullanımı veya distalizasyondan ne kadar sonra sabit tedaviye başlandığı gibi birtakım detayların bilinmemesidir. Veri sayısı istatistiksel analiz g6c6 için gerekli olan miktarı sağlamaktadır; ancak 6rneklem grubunun diş sayısı olmadığı Little d6zensizlik skoru, cinsiyet, yaş, tedavi s6resi, ANB ve alveol eğimleri gibi kriterlerde veri sayısı yetersizdir.



6. SONUÇ

Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Alt ve üst kesici dişlerde sınıf II malokluzyon tedavisi sonucu her yönde kök rezorpsiyonu gerçekleşmiştir.
2. Üst kesici dişlerin palatinalinde ve alt kesici dişlerin hem bukkal hem de lingualinde marjinal kemik kaybı meydana gelmektedir.
3. Üst çenede Little düzensizlik skorundaki değişim arttıkça üst keser eğimleri de artmıştır.
4. Üst kesici dişlerin inklinasyonları arttıkça bukkal servikal ve lingual palatinal kemik kalınlığındaki değişim miktarı azalmıştır.
5. Alt kesici dişlerin inklinasyonları arttıkça apikal bölgedeki lingual kemikteki değişim azalmakta, bukkal servikal ve orta bölgedeki kemik incelmesi artmaktadır.
6. Diş inklinasyon değişimleriyle birlikte, alveoler kemikte de yeniden şekillenme meydana gelir.
7. Bireyin kız olması ve ilerleyen yaş, kök rezorpsiyon riskini arttırmaktadır.
8. Yaş arttıkça mesiodistal yöndeki ve vertikal yöndeki kök rezorpsiyon miktarı da artmaktadır.
9. Çekimli tedavilerde, distalizasyon yapılan bireylere kıyasla servikal bölgede daha fazla mesiodistal kök rezorpsiyonu görülmekte ve MSS'ye göre 3 ve 6 mm'de bukkal kemik kalınlığı daha az azalmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4).
2. Tsiklakis, K., Syriopoulos, K., & Stamatakis, H. (2004). Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 33(3), 196–201.
3. Seehra J. Epidemiological and Clinical Features of Class II Malocclusion. In: *Orthodontic Management of Class II Malocclusion*. Cham: Springer International Publishing; 2024: 1–6.
4. Pancherz H, Ruf S, Erbe C, Hansen K. The mechanism of Class II correction in surgical orthodontic treatment of adult Class II, division 1 malocclusions. *Angle Orthod.* 2004; 74(6): 800–9.
5. Lone IM, Zohud O, Midlej K, Proff P, Watted N, Iraqi FA. Skeletal Class II Malocclusion: From Clinical Treatment Strategies to the Roadmap in Identifying the Genetic Bases of Development in Humans with the Support of the Collaborative Cross Mouse Population. *J Clin Med.* 2023; 12(15).
6. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary Orthodontics*. 6th ed. Mosby Incorporated; 2012.
7. Graber LW, Katherine, Huang GJ, Fleming P. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. 7th ed. Elsevier Health Sciences; 2022.
8. Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod.* 1984; 85(4): 294–307.
9. Newman MG, Takei H., Klokkevold PR, Carranza FA. *Newman and Carranza's Clinical Periodontology*. 14th ed. Elsevier Health Sciences; 2023.
10. Ren Y. The rat as a model for orthodontic tooth movement--a critical review and a proposed solution. *The European Journal of Orthodontics.* 2004; 26(5): 483–90.

11. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006; 129(4): 469-469.
12. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. *Angle Orthod*. 1995; 65(6): 403-409.
13. Eid FY, Alansari RA. Cone-beam computed tomography assessment of bone quality and quantity following laser-assisted orthodontic tooth movement: A randomized controlled trial. *APOS Trends in Orthodontics*. 2024; 14:99.
14. Alfuriji S, Alhazmi N, Alhamlan N, Al-Ehaideb A, Alruwaithi M, Alkatheeri N, et al. The effect of orthodontic therapy on periodontal health: a review of the literature. *Int J Dent*. 2014.
15. Topkara A, Karaman AI, Kau CH. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. *Eur J Dent*. 2012; 6(4): 445–453.
16. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod*. 2002; 72(2): 175–179.
17. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 137(4): 462–476.
18. Krishnan V. Root Resorption with Orthodontic Mechanics: Pertinent Areas Revisited. *Aust Dent J*. 2017; 71–77.
19. Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod*. 1982; 52(3): 235–258.
20. Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996; 109(1): 28–37.
21. Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005; 127(2): 186–195.
22. Acar A, Canyürek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod*. 1999; 69(2): 159–63.

23. Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. *Eur J Orthod.* 2003; 25(4): 335–342.
24. Fernandes LQP, Figueiredo NC, Antonucci CCM, Lages EMB, Andrade I, Junior JC. Predisposing factors for external apical root resorption associated with orthodontic treatment. *Korean J Orthod.* 2019; 49(5): 310.
25. Carranza FA, Bernard GW, The tooth supporting structures. In: Newman MG, Takei HH, Carranza FA (eds), *Carranza's clinical periodontology*, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 2002: 36-57.
26. Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO, Silva Filho OG da. Morfologia alveolar sob a perspectiva da tomografia computadorizada: definindo os limites biológicos para a movimentação dentária. *Dental Press J Orthod.* 2010; 15(5): 192–205.
27. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci.* 2012; 120(3): 201–211.
28. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149(2): 192–201.
29. Miresmaeili A, Mollaei N, Azar R, Farhadian N, Mani Kashani K. Effect of Dietary Vitamin C on Orthodontic Tooth Movement in Rats. *J Dent.* 2015; 12(6): 409–413.
30. Lopatiene K, Dumbravaite A. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija.* 2008;10(3):89–95.
31. Spector AM, Postolache TT, Akram F, Scott AJ, Wadhawan A, Reynolds MA. Psychological Stress: A Predisposing and Exacerbating Factor in Periodontitis. *Curr Oral Health Rep.* 2020; 7(3): 208–215.
32. Manson JD. The responsibility of the general dental practitioner in periodontal care. *Dent Health.* 1979; 18(2): 6–8.
33. Bergstrom J, Eliasson S. Cigarette smoking and alveolar bone height in subjects with a high standard of oral hygiene. *Journal of Clinical Periodontology.* 1987; 14(8): 466–469.

34. Mariotti A. Sex steroid hormones and cell dynamics in the periodontium. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1994; 5(1): 27–53.
35. Travess H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *Br Dent J.* 2004; 196(2): 71–77.
36. Owmann-Moll P. Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *The European Journal of Orthodontics.* 2000; 22(6): 657–663.
37. Tsai C, Hayes C, Taylor GW. Glycemic control of type 2 diabetes and severe periodontal disease in the US adult population. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002; 30(3): 182–92.
38. Chapple IL, Saxby MS, Murray JA. Gingival hemorrhage, myelodysplastic syndromes, and acute myeloid leukemia. A case report. *J Periodontol.* 1999; 70(10): 1247–1253.
39. Penoni DC, Fidalgo TKS, Torres SR, Varela VM, Masterson D, Leão ATT, et al. Bone Density and Clinical Periodontal Attachment in Postmenopausal Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Dent Res.* 2017; 96(3): 261–9.
40. Pischon N, Pischon T, Kröger J, Gülmez E, Kleber BM, Bernimoulin JP, et al. Association among rheumatoid arthritis, oral hygiene, and periodontitis. *J Periodontol.* 2008; 79(6): 979–986.
41. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos.* 1899; 41(3): 248-264.
42. Simon P. Grundzüge einer systematischen Diagnostik der Gebiß-Anomalien : nebst Darbietung einer neuen Einteilung auf Grund der gnathostatischen Untersuchungsmethoden, ein Handbuch für Forschung und Praxis. *Fortschritte Der Kieferorthopädie.* 1922.
43. Salzmann JA. Practice of orthodontics. Philadelphia: J. B. Lippincott Company; 1966.
44. Steiner CC. Cephalometrics for You and Me. *American Journal of Orthodontics,* 1953; 39(10), 729-755.
45. McNamara, JA. A Method of Cephalometric Evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,* 1988; 93(4), 311-321.
46. Tweed, CH. Clinical Orthodontics. St. Louis: Mosby. 1966.

47. Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. *Am J Orthod.* 1969; 56(5): 443-454.
48. British Standards Institute. Glossary of Dental Terms . London: BSI; 1983.
49. Mossey PA. The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion. *Br J Orthod.* 1999; 26(3): 195–203.
50. Lobb WK. Craniofacial morphology and occlusal variation in monozygous and dizygous twins. *Angle Orthod.* 1987; 57(3): 219–33.
51. Fernex E. Hauenstein P. Roche M. Heredity and craniofacial morphology. *The European Orthodontic society* 1967: 239–257.
52. Hunter WS, Balbach DR, Lamphiear DE. The heritability of attained growth in the human face. *Am J Orthod.* 1970; 58(2): 128–134.
53. Litton SF, Ackermann L V, Isaacson RJ, Shapiro BL. A genetic study of Class 3 malocclusion. *Am J Orthod.* 1970; 58(6): 565–577.
54. Benko S, Fantes JA, Amiel J, Kleinjan DJ, Thomas S, Ramsay J, et al. Highly conserved non-coding elements on either side of SOX9 associated with Pierre Robin sequence. *Nat Genet.* 2009; 41(3): 359–364.
55. Hinton RJ, Jing J, Feng JQ. Genetic Influences on Temporomandibular Joint Development and Growth. 2015: 85–109.
56. Frederic MY, Hamroun D, Faivre L, Boileau C, Jondeau G, Claustres M, et al. A new locus-specific database (LSDB) for mutations in the TGFBR2 gene: UMD-TGFBR2. *Hum Mutat.* 2008; 29(1): 33–38.
57. Hinton RJ, Jing J, Feng JQ. Genetic Influences on Temporomandibular Joint Development and Growth. 2015: 85–109.
58. Napierala D, Sam K, Morello R, Zheng Q, Munivez E, Shivdasani RA, et al. Uncoupling of chondrocyte differentiation and perichondrial mineralization underlies the skeletal dysplasia in tricho-rhino-phalangeal syndrome. *Hum Mol Genet.* 2008; 17(14): 2244–2254.
59. Buschang PH, Gandini Júnior LG. Mandibular skeletal growth and modelling between 10 and 15 years of age. *Eur J Orthod.* 2002; 24(1): 69–79.

60. Vig KW. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113(6): 603–611.
61. Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1970; 265: 1–132.
62. Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod.* 1981; 79(4): 359–372.
63. Proffit WR, Vig KW, Turvey TA. Early fracture of the mandibular condyles: frequently an unsuspected cause of growth disturbances. *Am J Orthod.* 1980; 78(1): 1–24.
64. Larsson E. Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod.* 2001; 71(2): 116–9.
65. Shaughnessy T, Shire LH. Etiology of Class II malocclusions. *Pediatr Dent.* 1988; 10(4): 336–338.
66. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. 1. The role of mechanotransduction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1997 Jul;112(1):8–11.
67. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod.* 1994;64(3):175–88.
68. Shen G, Hägg U, Darendeliler M. Skeletal effects of bite jumping therapy on the mandible- removable vs. fixed functional appliances. *Orthod Craniofac Res.* 2005; 8(1): 2–10.
69. Tulloch JF, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113(1): 62–72.
70. Kloeckner, SJ. Orthodontics--force or persuasion. *The Angle Orthodontist.* 1953; 23(1), 56–65.

71. Wieslander L, Tandl  kare L. The effect of orthodontic treatment on the concurrent development of the craniofacial complex. *Am J Orthod.* 1963; 49(1): 15–27.
72. Poulton DR. The influence of extraoral traction. *Am J Orthod.* 1967; 53(1): 8–18.
73. Joseph AA, Butchart CJ. An evaluation of the pendulum distalizing appliance. *Semin Orthod.* 2000; 6(2): 129–135.
74. Toroglu M, Uzel I, am O, Hancioğlu Z. Cephalometric evaluation of the effects of pendulum appliance on various vertical growth patterns and of the changes during short-term stabilization. *Clin Orthod Res.* 2001; 4(1): 15–27.
75. Wilson WL. Modular orthodontic systems. Part 1. *J Clin Orthod.* 1978; 12(4): 259–267, 270–278.
76. U  em TT, Y  ksel S, Okay C, G  l   en A. Effects of a three-dimensional bimetric maxillary distalizing arch. *Eur J Orthod.* 2000; 22(3): 293–298.
77. Muse DS, Fillman MJ, Emmerson WJ, Mitchell RD. Molar and incisor changes with Wilson rapid molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 104(6): 556–565.
78. Brickman CD, Sinha PK, Nanda RS. Evaluation of the Jones jig appliance for distal molar movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 118(5): 526–534.
79. Gulati S, Kharbanda OP, Parkash H. Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(3): 319–327.
80. Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod.* 1996; 30(7): 374–380.
81. Ngantung V, Nanda RS, Bowman SJ. Posttreatment evaluation of the distal jet appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120(2): 178–185.
82. Fortini A, Lupoli M, Parri M. The First Class Appliance for rapid molar distalization. *J Clin Orthod.* 1999; 33(6): 322–328.
83. Rebellato J. Two-couple orthodontic appliance systems: transpalatal arches. *Semin Orthod.* 1995; 1(1): 44–54.
84. Haas SE, Cisneros GJ. The goshgarian transpalatal bar: A clinical and an experimental investigation. *Semin Orthod.* 2000; 6(2): 98–105.

85. Kinzinger G, Wehrbein H, Byloff FK, Yildizhan F, Diedrich P. Innovative anchorage alternatives for molar distalization--an overview. *J Orofac Orthop.* 2005; 66(5): 397–413.
86. Soheilifar S, Mohebi S, Ameli N. Maxillary molar distalization using conventional versus skeletal anchorage devices: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod.* 2019; 17(3): 415–424.
87. Yu IJ, Kook YA, Sung SJ, Lee KJ, Chun YS, Mo SS. Comparison of tooth displacement between buccal mini-implants and palatal plate anchorage for molar distalization: a finite element study. *The European Journal of Orthodontics.* 2014; 36(4): 394–402.
88. Wilmes B., Ludwig B, Vasudavan S, Nienkemper M, Drescher D. The T-zone: median vs. paramedian insertion of palatal mini-implants. *J Clin Orthod,* 2016; 50(9), 543-551.
89. Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, Nagasaka H, Nanda R. Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(6): 723–733.
90. Chung KR, Choo H, Kim SH, Ngan P. Timely relocation of mini-implants for uninterrupted full-arch distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138(6): 839–849.
91. Vaden JL, Williams RA, Goforth RL. Class II correction: Extraction or nonextraction? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 154(6): 860–876.
92. Basciftci FA, Usumez S. Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod.* 2003; 73(1): 36–42.
93. Moser L, Di Lorenzo E, Serafin M, Maino G, Schneider-Moser U, Cozzani M, et al. Maxillary premolars extraction or molar distalization with or without TADs: cephalometric evaluation of soft tissue changes in Class II treatment. *South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research.* 2020; 7(1): 4–11.
94. Raposo R, Peleteiro B, Paço M, Pinho T. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018; 47(4): 445–455.

95. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med* 2007; 3-21.
96. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol.* 2005; 56(3): 413–417.
97. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(5): 1-5.
98. Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A Comparison of Maxillofacial CBCT and Medical CT. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics.* 2012; 20(1): 1–17.
99. Seward GR. Oral radiology. Principles and interpretation. *J Dent.* 1983; 11(3): 278–279.
100. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2010; 80(3): 466–73.
101. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140(5): 734–744.
102. Dagsuyu IM, Erdem A. Pal Distalizer: A new bone-supported molar distalization device. 84th Congress of the European Orthodontic Society. Lisbon, Portugal, 2008.
103. Yassir YA, McIntyre GT, Bearn DR. Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews. *Eur J Orthod.* 2021; 43(4): 442–456.
104. Guo R, Zhang L, Hu M, Huang Y, Li W. Alveolar bone changes in maxillary and mandibular anterior teeth during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 202; 24(2): 165–179.
105. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone Beam Computed Tomography for Assessment of Root Length and Marginal Bone Level during Orthodontic Treatment. *Angle Orthod.* 2010; 80(3): 466–473.

106. Alsino HI, Hajeer MY, Alkhouri I, Murad RMT. The Diagnostic Accuracy of Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Imaging in Detecting and Measuring Dehiscence and Fenestration in Patients With Class I Malocclusion: A Surgical-Exposure-Based Validation Study. *Cureus*. 2022; 14(3).
107. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016; 149(2): 192–201.
108. Morais JF, Melsen B, de Freitas KMS, Castello Branco N, Garib DG, Cattaneo PM. Evaluation of maxillary buccal alveolar bone before and after orthodontic alignment without extractions: A cone beam computed tomographic study. *Angle Orthod*. 2018; 88(6): 748–756.
109. Coşkun İ, Kaya B. Appraisal of the relationship between tooth inclination, dehiscence, fenestration, and sagittal skeletal pattern with cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2019; 89(4): 544–551.
110. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl H. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci*. 2012; 120(3): 201–211.
111. Yu Q, Pan X, Ji G, Shen G. The Association between Lower Incisal Inclination and Morphology of the Supporting Alveolar Bone — A Cone-Beam CT Study. *Int J Oral Sci*. 2009; 1(4): 217–223.
112. Maspero C, Gaffuri F, Castro IO, Lanteri V, Ugolini A, Farronato M. Correlation between Dental Vestibular–Palatal Inclination and Alveolar Bone Remodeling after Orthodontic Treatment: A CBCT Analysis. *Materials*. 2019; 12(24)..
113. Little RM. The Irregularity Index: A quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod*. 1975; 68(5): 554–563.
114. Kau CH, Littlefield J, Rainy N, Nguyen JT, Creed B. Evaluation of CBCT Digital Models and Traditional Models Using the Little’s Index. *Angle Orthod*. 2010; 80(3): 435–439.

115. Duran GS, Görgülü S, Dindaroğlu F. Three-dimensional analysis of tooth movements after palatal miniscrew-supported molar distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016; 150(1): 188–197.
116. Moser L, Di Lorenzo E, Serafin M, Maino G, Schneider-Moser U, Cozzani M, et al. Maxillary premolars extraction or molar distalization with or without TADs: cephalometric evaluation of soft tissue changes in Class II treatment. *South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*. 2020; 7(1): 4–11.
117. Alfawaz F, Park JH, Lee N, Bayome M, Tai K, Ku JH, et al. Comparison of treatment effects from total arch distalization using modified C-palatal plates versus maxillary premolar extraction in Class II patients with severe overjet. *Orthod Craniofac Res*. 2022; 25(1): 119–127.
118. Basciftci FA, Usumez S. Effects of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod*. 2003; 73(1): 36–42.
119. Tadic N, Woods MG. Incisal and Soft Tissue Effects of Maxillary Premolar Extraction in Class II Treatment. *Angle Orthod*. 2007; 77(5): 808–816.
120. Khalaf K, Mustafa S, Maarouf T. Is Orthodontic Treatment a Risk Factor of Cervical Root Resorption? A Systematic Review. *Eur J Dent*. 2022; 16(04): 729–736.
121. Jiang R p., McDonald JP, Fu M k. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. *The European Journal of Orthodontics*. 2010; 32(6): 693–697.
122. Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod*. 1975; 67(5): 522–39.
123. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod*. 1999; 5(2): 128–133.
124. Apajalahti S, Peltola JS. Apical root resorption after orthodontic treatment a retrospective study. *The European Journal of Orthodontics*. 2007; 29(4): 408–412.
125. Kobylanskyy O, Schwarz L, Rausch MA, Kobylanska A, Andrukhov O, Rausch-Fan X. Changes in the alveolar bone morphology among different patterns of incisor

- inclination during the alignment phase in orthodontic treatment without premolar extraction. *Orthod Craniofac Res*. 2024; 27(4): 645–655.
126. Filipova D, Dostalova T, Filipi V, Kaminek M. Proclination-induced changes in the labial cortical bone thickness of lower incisors. *Bratislava Medical Journal*. 2019; 120(02): 155–160.
 127. Lombardo L, Bragazzi R, Perissinotto C, Mirabella D, Siciliani G. Cone-beam computed tomography evaluation of periodontal and bone support loss in extraction cases. *Prog Orthod*. 2013: 14-29.
 128. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016; 149(2): 192–201.
 129. Picanço PRB, Valarelli FP, Cançado RH, de Freitas KMS, Picanço GV. Comparison of the changes of alveolar bone thickness in maxillary incisor area in extraction and non-extraction cases: computerized tomography evaluation. *Dental Press J Orthod*. 2013; 18(5): 91–98.
 130. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996; 110(6): 639–646.
 131. Gulati S, Kharbanda OP, Parkash H. Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998; 114(3): 319–327.
 132. Fortini A, Lupoli M, Giuntoli F, Franchi L. Dentoskeletal effects induced by rapid molar distalization with the first class appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 125(6): 697–704.
 133. Fuziy A, de Almeida RR, Janson G, Angelieri F, Pinzan A. Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006; 130(4): 502–510.
 134. Horiuchi A, Hotokezaka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998; 114(3): 311–318.

135. Kang HK, Guo J, Kaczynski R, Liu C, Zhou Z. Effects of maxillary incisor inclination on dentoalveolar changes in class II division 1 and 2 non-extraction treatment for Caucasian children – A retrospective study using CBCT. *Int Orthod*. 2021; 19(1): 51–59.
136. Matsumoto K, Sherrill-Mix S, Boucher N, Tanna N. A cone-beam computed tomographic evaluation of alveolar bone dimensional changes and the periodontal limits of mandibular incisor advancement in skeletal Class II patients. *Angle Orthod*. 2020; 90(3): 330–338.
137. Maspero C, Gaffuri F, Castro IO, Lanteri V, Ugolini A, Farronato M. Correlation between Dental Vestibular–Palatal Inclination and Alveolar Bone Remodeling after Orthodontic Treatment: A CBCT Analysis. *Materials*. 2019; 12(24).