



T.C

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

**SAGİTTAL YÖNDEKİ İSKELETSEL SINIFLANDIRMA
İLE DENTOALVEOLER MORFOLOJİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**Dt. İpek COŞKUN
DOKTORA TEZİ
ANKARA/ 2014**



T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

SAGİTTAL YÖNDEKİ İSKELETSEL SINIFLANDIRMA
İLE DENTOALVEOLER MORFOLOJİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Dt. İpek COŞKUN

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Burçak KAYA

ANKARA/ 2014

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Doktora Programı çerçevesinde Dt. İpek Coşkun tarafından yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 05/09/2014

Tez Konusu: “Sagittal Yöndeki İskeletsel Sınıflandırma ile Dentoalveoler Morfoloji Arasındaki İlişkinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Yöntemi ile İncelenmesi”

TEZ DANIŞMANI: Yrd. Doç. Dr. Burçak Kaya

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Ayça Arman Özçırpıcı

Doç. Dr. Ömür Polat Özsoy

Doç. Dr. Hakan El

Yrd. Doç. Dr. Burçak Kaya

Yrd. Doç. Dr. Çağla Şar

Başkent Üniversitesi

Başkent Üniversitesi

Hacettepe Üniversitesi

Başkent Üniversitesi

Başkent Üniversitesi

ONAY: Bu tez, Başkent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun 11 / 09 / 2014 tarih ve 166... Karar Sayısı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Rengin ERDAL
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bana büyük emeği geçen, ortodonti alanındaki bilgi ve tecrübeleriyle bana hep yol gösteren değerli hocalarım **Prof.Dr. Ayça Arman Özçırpıcı** ve **Doç.Dr. Ömür Polat Özsoy**'a,

Desteğiyle her an yanımda olan ve danışman hocam olduğu için kendimi çok mutlu hissettiğim **Yrd.Doç.Dr. Burçak Kaya**'ya, beraber çalışmaktan büyük zevk aldığım, ne zaman ihtiyaç duysam yardımlarını esirgemeyen değerli hocam **Yrd.Doç.Dr. Çağla Şar**'a ve doktora eğitimimin ilk 2 yılı boyunca her konuda kendisine danıştığım ve bende emeğini hiçbir zaman unutamayacağım **Yrd.Doç.Dr. Alev Yılmaz**'a,

Üzerimdeki emeği çok büyük olan, hep benim mutluluğum için uğraşan ve sonsuz minnet duyduğum kıdemlim ve canım dostum **Dr.Dt. Zahire Şahinoğlu**'na,

Hiçbir zaman esirgemediği sevgisi ve desteğiyle beni hep çok mutlu eden, varlığı sayesinde kendimi çok şanslı hissettiğim, hayatın bana sunduğu en güzel sürpriz **Dr.Dt. Görkem Müftüoğlu**'na ve onun çok değerli ailesine,

Bana dost olmaktan öte kardeş olan, sevgisi ve özverisiyle beni hep dimdik ayakta tutan **Dt. Selin Öğreten Tunçay**'a,

Beraber çok güzel anılar biriktirdiğim, benim için her birinin ayrı ayrı çok değerli olduğu çok sevgili asistan arkadaşlarıma ve yardımcı personelimize,

Bu tez çalışmasının teknik konularında bana hep destek olan ve gerekli materyali elde etmemi sağlayan değerli hocam **Dr. İlker Cebeci**'ye, sayın **Sadettin Gürer**'e ve Tomoloji Maksillofasiyal Görüntüleme Merkezi'nin diğer tüm elemanlarına,

Doktora eğitimim süresince bana destek sağlayan TÜBİTAK-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)'na,

Ama en önemlisi; bana hayatımın her anında sonsuz sevgi ve güven duygusu veren, maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, benim için herşeyi yapmaya her zaman hazır olan, haklarını asla ödeyemeyeceğim, herşeyden çok sevdiğim canım annem **Meral Coşkun**'a, canım babam **İhsan Coşkun**'a ve canım ablam **Çiçek Coşkun**'a,

Sonsuz Teşekkürler.

*Beni ben yapan,
Sonsuz bir sevgiyle bağlı olduğum
Canım aileme...*

ÖZET

İpek Coşkun, Sagittal Yöndeki İskeletsel Sınıflandırma ile Dentoalveoler Morfoloji Arasındaki İlişkinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Yöntemi ile İncelenmesi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Doktora Programı, Doktora Tezi, 2014

Bu retrospektif çalışmanın amacı; Sınıf I, II ve III iskeletsel patern ile dentoalveoler morfoloji arasındaki ilişkinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile incelenmesidir.

Çalışmaya 60 hasta dahil edilmiş ve hastalar 3 gruba bölünmüştür. Sınıf I grubunda ANB açısı 0–4° olan 20 hasta (18 kız, 2 erkek; ortalama yaş 18,20±3,33); Sınıf II grubunda ANB açısı 4°’den büyük olan 20 hasta (11 kız, 9 erkek; ortalama yaş 18,25±4,92); Sınıf III grubunda ANB açısı 0°’den küçük olan 20 hasta (10 kız, 10 erkek; ortalama yaş 18,90±4,97) bulunmaktadır. KIBT görüntülerinde çenelerin sağ tarafında tüm dişlerin kök uzunluğu, kök genişliği, bukkolingual inklinasyonu, dehisens-fenestrasyon varlığı; interdental bölgelerindeki bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik ve spongioz kemik kalınlığı ölçümleri ve bu ölçümlerin istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Sınıf I, II ve III grupları arasında kök uzunluğu, kök genişliği, bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik kalınlıkları değerleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Spongioz kemik kalınlıkları Sınıf II grubunda anlamlı derecede yüksektir ($p<0,001$). Üst santral ve laterallerin bukkolingual inklinasyonu Sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür; alt çenede 2. molarlar hariç tüm dişlerin bukkolingual inklinasyonları ise Sınıf III grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,001$). Dişlerin bukkalinde, Sınıf I grubunda diğer gruplara göre daha fazla dehisens, Sınıf II grubunda ise diğer gruplara göre daha fazla fenestrasyon bulunmuştur.

Dişlerin bukkolingual inklinasyonu, dehisens/fenestrasyon varlığı ve spongioz kemik kalınlıkları sagittal yöndeki iskeletsel ilişkiden etkilenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kök uzunluğu, kök genişliği, bukkolingual inklinasyon, dehisens, fenestrasyon

Bu tez alışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: D-DA13/06).

ABSTRACT

İpek Coşkun, The Evaluation of Relationship Between Skeletal Classification in Sagittal Direction and Dentoalveolar Morphology with Cone Beam Computed Tomography, Baskent University Institute of Health Science PhD Programme of Orthodontics, PhD Thesis, 2014

Aim of this retrospective study is to evaluate relationship between Class I, II and III skeletal pattern and dentoalveolar morphology with cone beam computed tomography (CBCT).

60 subjects were included into this study and divided into 3 groups. Class I group comprised 20 subjects who had ANB angle between 0-4° (18 females, 2 males; mean age 18,20±3,33); Class II group comprised 20 subjects who had ANB angle greater than 4° (11 females, 9 males; mean age 18,25±4,92); Class III group comprised 20 subjects who had ANB angle less than 0° (10 females, 10 males; mean age 18,90±4,97). Root length, root width, buccolingual inclination, buccal and palatinal/lingual cortical bone and medullary bone thickness, dehiscence/fenestration presence were evaluated on each tooth and interdental site on the right sides of the jaws on CBCT images. Measurements were evaluated statistically.

There was no statistically significant difference between Class I, II and III groups with regard to root length, root width, buccal and palatinal/lingual cortical bone thickness ($p>0,05$). Medullary bone was thicker in Class II group significantly ($p<0,001$). Buccolingual inclination of maxillary central and lateral incisors in Class II group and all mandibular teeth except 2. molars in Class III group were significantly less than the other groups ($p<0,001$). At buccal sides of the teeth, Class I subjects had more dehiscences and Class II subjects had more fenestration than the other groups.

Buccolingual inclination of the teeth, the presence of dehiscence/fenestration and medullary bone thickness are affected by sagittal skeletal pattern.

Key Words: Root length, root width, buccolingual inclination, dehiscence, fenestration

This study was approved by Baskent University Institutional Review Board (Project no: D-DA13/06).

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
İTHAF	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Alveoler Kemik Morfolojisi.....	3
2.2. Bukkolingual İnklinasyon	9
2.3. Dehisens ve Fenestrasyon	11
2.4. Kök Morfolojisi	16
2.5. Sagittal Maksillomandibuler İlişki	17
2.6. Dentoalveoler Morfoloji, Dehisens ve Fenestrasyon, Bukkolingual İnklinasyon İncelenmesindeki Radyolojik Yöntemler.....	20
2.6.1. İki boyutlu görüntüleme yöntemleri	20
2.6.1.1. Lateral sefalometrik radyografi.....	20
2.6.1.2. Panoramik radyografi	21
2.6.1.3. Periapikal radyografi.....	23
2.6.2. Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri.....	24
2.6.2.1. Bilgisayarlı tomografi (BT)	24
2.6.2.2. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT)	26
3. BİREYLER VE YÖNTEM	35
3.1. Bireyler.....	35
3.2. Yöntem	36
3.2.1. Araştırmada kullanılan kayıtlar	36

3.2.2. KIBT görüntülerinin değerlendirilmesi.....	37
3.2.2.1. Kullanılan iskeletsel noktalar	38
3.2.2.2. Kullanılan düzlemler	39
3.2.2.3. Kullanılan ölçümler	39
3.2.3. Servikal vertebra maturasyonunun değerlendirilmesi.....	62
4. BULGULAR.....	64
4.1. Yöntem Hatasının Değerlendirilmesi	64
4.2. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi.....	71
4.3. KIBT Ölçüm Bulguları.....	72
4.3.1. Dental ölçümlere ait bulgular	72
4.3.2. Kemik ölçümlerine ait bulgular	77
4.3.3. Dehissens ve fenestrasyon bulguları	85
5. TARTIŞMA	92
5.1. Çalışma Amacının Tartışması.....	92
5.2. Çalışma Yönteminin Tartışması	93
5.3. Bulguların Tartışması.....	102
5.3.1. Dental ölçümlere ait bulguların tartışması.....	102
5.3.2. Kemik ölçümlerine ait bulguların tartışması	104
5.3.3. Dehissens ve fenestrasyon bulgularının tartışması.....	109
5.4. Klinik Yorumlar ve Öneriler	111
6. SONUÇ.....	113
7. KAYNAKLAR	115

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABO	American Board of Orthodontics
ark.	Arkadaşları
BT	Bilgisayarlı tomografi
CBVI	Cone beam volumetric imaging
CBVS	Cone beam volumetric scanner
cm	Santimetre
DVT	Dental volumetric tomografi
FOV	Field of view
HU	Hounsfield unit
IIT/CCD	Image intensifier tube/charged coupled device
KIBT	Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi
kVp	Kilovoltage peak
mA	Miliamper
mm	Milimetre
MPR	Multiplanar reformasyon
N	Birey sayısı
Ncm	Newton santimetre
Ort.	Ortalama
OSA	Obstructive sleep apnea
p	İstatistiksel anlamlılık
RPE	Rapid palatal ekspansiyon
sn	Saniye
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SR	Surface rendering
ss	Standart sapma
Sv	Sievert
TME	Temporomandibuler eklem
μSv	Mikrosievert
3D	Three dimension

°	Derece
%	Yüzde
=	Eşittir
>	Büyüktür
<	Küçüktür

ŞEKİLLER

Şekil

1.1. Maksilla ve mandibulanın köklerin orta üçlüsü seviyesinden aksiyel kesiti	5
1.2. Üst kesici diş bölgesinde dehisens	12
1.3. Üst kesici diş bölgesinde fenestrasyon	12
3.1. Aksiyel kesit üzerinde sagittal ve koronal düzlemin görüntüsü	50
3.2. Sagittal kesit üzerinde aksiyel, koronal ve palatinal düzlemin görüntüsü	51
3.3. Koronal kesit üzerinde sagittal, aksiyel, palatinal ve korpus alt kenarına teğet geçen düzlemin görüntüsü	52
3.4. Lateral sefalometrik görüntüde kullanılan iskeletsel noktalar	53
3.5. Sagittal kesitte kullanılan iskeletsel noktalar	54
3.6. Lateral sefalometrik görüntüde kullanılan düzlemler	55
3.7. Üst sağ santral dişin kök uzunluğunun ölçülmesi	56
3.8. Üst sağ 1. premolar dişin kök uzunluğunun ölçülmesi	56
3.9. Üst sağ santral dişin kök genişliğinin ölçülmesi	57
3.10. Üst sağ 1. premolar dişin kök genişliğinin ölçülmesi	57
3.11. Anterior bölgede bukkal ve palatinal kortikal kemik ve spongioz kemik kalınlıklarının ölçülmesi	58
3.12. Posterior bölgede bukkal ve palatinal kortikal kemik ve spongioz kemik kalınlıklarının ölçülmesi	58
3.13. Üst sağ santral dişin bukkolingual inklınasyonunun ölçülmesi	59

Şekil

3.14. Üst sağ 1. premolar dişin bukkolingual inklinasyonunun ölçülmesi	59
3.15. Alt sağ santral dişin bukkolingual inklinasyonunun ölçülmesi	60
3.16. Alt sağ 1. premolar dişin bukkolingual inklinasyonunun ölçülmesi	60
3.17. Üst sağ kanin dişin bukkal yüzeyinde dehisens	61
3.18. Alt sağ kanin dişin bukkal yüzeyinde fenestrasyon	61
4.1. Kök uzunluğu ölçümünün gruplar arasında dağılımı	74
4.2. Kök genişliği ölçümünün gruplar arasında dağılımı	75
4.3. Bukkolingual inklinasyon ölçümünün gruplar arasında dağılımı	76
4.4. Bukkal kortikal kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı	81
4.5. Palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı	81
4.6. Spongioz kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı	82

TABLÖLAR

Tablo

4.1. Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekrarlanabilirlik bulguları (Wilcoxon işaret testi)	64
4.2. Dehisens ve fenestrasyon parametrelerine ait tekrarlanabilirlik bulguları (Kappa uyum testi)	68
4.3. Araştırmaya alınan bireylerin kronolojik yaşları	71
4.4. Araştırmaya alınan bireylerin cinsiyetleri	71
4.5. Kök uzunluğu ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	74
4.6. Kök genişliği ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	75
4.7. Bukkolingual inklinasyon ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	76
4.8. Bukkal kortikal kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	78
4.9. Palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	79
4.10. Spongioz kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	80
4.11. Kortikal kemik kalınlığının alt bukkal, üst bukkal, alt lingual ve üst palatinal bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	84
4.12. Kortikal kemik kalınlığının ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasında karşılaştırılması	84
4.13. Dişlerin bukkalindeki dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	85
4.14. Dişlerin palatinal/lingualindeki dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	85

Tablo

4.15. Dişlerin bukkalindeki fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	86
4.16. Dişlerin palatinal/lingualindeki fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	86
4.17. Alt bukkal, alt lingual, üst bukkal ve üst palatinal bölgelerde dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	89
4.18. Ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerde dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	89
4.19. Alt bukkal, üst bukkal, alt lingual ve üst palatinal bölgelerde fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	91
4.20. Ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerde fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması	91

1. GİRİŞ

Ortodontistler maloklüzyonları üç boyutta kuvvetler uygulayarak tedavi etmektedirler. Yıllar boyunca bu üç boyutlu durumun tanısı ve tedavi planı iki boyutlu görüntülemeye dayanmıştır. Lateral ve anteroposterior sefalometrik, panoramik ve periapikal radyograflar ortodontide rutin olarak kullanılan iki boyutlu radyograflardan bazılarıdır. Bu radyograflar iskeletsel ve dental ilişkileri değerlendirmede çok yararlı olsa da verdikleri iki boyutlu bilgiler bazı vakalarda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ortodontide son yıllarda sıklıkla başvurulmuş tanı araçlarındandır.

Kök morfolojisi, kortikal, spongios ve alveoler kemik kalınlıkları, dehissens-fenestrasyon varlığı ve dişlerin bukkolingual inklinasyonu gibi morfolojik ölçümler iki boyutlu radyograflarla sağlıklı bir şekilde yapılamayan ölçümlerdir. Bunun nedeni, iki boyutlu görüntülemeye üç boyutlu yapıların görüntülerinin iki boyuta indirgenmesi, magnifikasyon, distorsiyon, yapıların süperpozisyonu, ölçüm hataları ve rotasyonel hataların meydana gelebilmesi ve landmarkların belirlenmesinde zorlukların yaşanmasıdır (1-3). İki boyutlu görüntülemenin bu kısıtlılıklarından dolayı morfolojik ölçümlerin yapıldığı radyografik çalışmalarda bilgisayarlı tomografilerden (BT) yararlanılmıştır. Çalışmalarda BT'nin tercih edilmesinin nedeni; üç boyutlu görüntü elde edilmesi, kontrastın ve görüntü kalitesinin daha iyi olması, aksiyel, sagittal ve koronal düzlemlerde görüntü elde edilebildiği için hastadan ek radyograf almaya gerek kalmamasıdır (4). Ayrıca magnifikasyon, distorsiyon ve bilateral yapıların süperpozisyonu gerçekleşmemektedir (1-3). Fakat BT'lerin de yüksek maliyet ve yüksek radyasyon dozu gibi dezavantajları vardır (5). Son yıllarda kullanımı yaygınlaşmış konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) maksillofasiyal bölgenin üç boyutlu olarak görüntülenmesi için tasarlanmıştır ve konvansiyonel bilgisayarlı tomografilere oranla radyasyon dozunun ve maliyetinin düşük olması gibi avantajları vardır. Bu azalmış radyasyon dozu, KIBT teknolojisini ortodontik diagnozda ve tedavi planlamasında etkin bir araç haline getirmektedir (5-8).

Literatürde kortikal, spongioz ve alveoler kemik kalınlıkları, dehisens-fenestrasyon varlığı ve posterior dişlerin bukkolingual inklinasyonunu iki boyutlu radyograflarla ölçen çalışmalara rastlanmamıştır. Kök morfolojisi ise daha çok panoramik ve periapikal radyograflarla incelenmiştir.

Literatürde kortikal ve alveoler kemik kalınlıkları, dehisens-fenestrasyon varlığı ve dişlerin bukkolingual inklinasyonu ile hastaların dik yön yüz boyutları arasındaki ilişkinin üç boyutlu radyograflarla incelendiği makaleler mevcuttur (9-13). Dehisens-fenestrasyon varlığı ve sagittal yöndeki iskeletsel yapı yani ANB açısı arasındaki ilişkiyi üç boyutlu görüntülerle inceleyen çalışmalar da vardır (14-15). Ancak literatürde sagittal yöndeki iskeletsel yapı ile anterior ve posterior bölgelerdeki kortikal, spongioz, alveoler kemik kalınlığı ve posterior dişlerin bukkolingual inklinasyonu arasındaki ilişkiyi üç boyutlu radyograflarla açıklayan bir çalışma bulunamamıştır. Ayrıca kök morfolojisi ile sagittal yöndeki iskeletsel yapı ya da dik yön yüz boyutlarının ilişkisini belirten bir çalışma da yoktur.

Bu çalışmanın amacı; Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III iskeletsel patern ile kök morfolojisi, kortikal, spongioz ve alveoler kemik kalınlıkları, dehisens-fenestrasyon varlığı ve dişlerin bukkolingual inklinasyonu arasında ilişki olup olmadığını konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Alveoler Kemik Morfolojisi

Alveoler kemik, maksilla ve mandibulada dişlerin sürmesi ile ortaya çıkan dolayısıyla diş soketlerini oluşturarak diş köklerini kaplayan kemik olarak tanımlanmaktadır.

Alveoler kemiğin bukkal ve lingual taraftaki dış yüzeyi tamamen kompakt kortikal kemiktir ve periost ile çevrilidir. Dişe bakan iç yüzeyi ise alveoler bone proper denilen kortikal kemik tabakası ile örtülüdür. Alveoler bone proper radyograflarda lamina dura olarak görülen kısımdır. Lamina dura delikli bir yapıya sahiptir. Kan ve lenf damarları ile sinirler, bu deliklerden geçerek periodontal aralığa ulaşmaktadır. Periodontal ligament lifleri bu kemiğe gömülmüş durumdadır. Lamina dura bu delikler yüzünden cribriform plate olarak da adlandırılır. Bu iki kortikal tabaka yani lamina dura ve dış kortikal tabakalar alveoler kret bölgesinde birleşir. Alveoler kret komşu dişlerin mine sement birleşimleri arasına çizilen hayali bir çizgi ile genellikle paralellik gösterir (16). Alveoler kret ve mine sement sınırı arasındaki mesafe genç erişkinlerde 0,75-1,49 mm arasındadır (17). Bu mesafe yaşla birlikte artar ve ortalama 2,81 mm olur (17).

Lamina dura ve dış kortikal tabakalar arasında ise alveoler kemiği destekleyen ve trabeküler yapı gösteren spongioz kemik bulunur. Çiğneme esnasında dişe gelen basınç önce periodonsiyuma, sonra lamina duraya, oradan da spongioz kemiğe ulaşır. Spongioz kemik en çok interradyiküler ve interdental bölgelerde bulunur. Erişkin bir bireyde maksillada mandibulaya göre daha fazla spongioz kemik bulunur (18,19). Spongioz kemiğin trabeküllerinin sıklığı ve kemik iliği aralıklarının geniş veya dar olması kemiğin özelliğini belirler ve buna göre de direnç değişir (20,21).

İnterdental septum komşu alveolleri ayıran kemik parçasıdır. Septumun sınırlarını bukkal ve lingual kortikal kemik tabakaları ile komşu dişlerin lamina

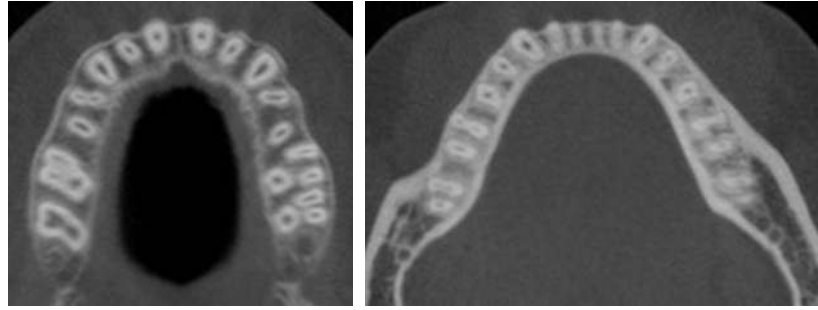
duraları oluşturur. İnterdental aralık dar ise septum sadece lamina duradan ibaret olabilir. Örneğin, vakaların %85'inde alt 2. premolar ile alt 1. molar diş arasındaki septum lamina dura ve spongioz kemikten oluşurken %15'inde sadece lamina duradan oluşur (18). Genel olarak, septum koronal bölgede daha incedir, kortikal tabakalar birleşmiştir ve spongioz kemik neredeyse yoktur. Apikalde ise daha kalındır ve genellikle spongioz kemik içerir (18,19). İnterdental septumun şekli ile mesiodistal ve bukkolingual boyutları septuma komşu iki dişin kronlarının boyutu ve konveksitesine, dişlerin pozisyonuna ve erüpsiyon derecelerine bağlı olarak değişir (16).

Bukkal ve lingual kortikal kemik tabakalarının yükseklik ve kalınlığı dişlerin dizilimi, kökün kemikle olan açısı ve oklüzal kuvvetlere bağlı olarak değişir (18). Labioversiyondaki dişlerde, dişin labialindeki kemik marjini düzgün sıralanmış dişlere göre daha apikalde konumlanır. Kemik marjini bıçak sırtı şeklinde incelmıştır. Linguoversiyondaki dişlerde bukkal kortikal kemik normalden daha kalındır. Bukkaldeki kemik marjini ince değildir ve künttür. Kök-kemik açısının alveoler kemik yüksekliğine etkisi maksiller molar dişlerin palatinal köklerinde oldukça belirgindir. Genelde bu kökler palatinal kemikle keskin açı yapar ve kemik marjini apikalde konumlanır (22). Bukkalde, alveoler kemiğin servikal kısmı oklüzal kuvvetlere cevap olarak bazen oldukça kalınlaşabilir (18). Vertikal büyüme paterni de alveoler kemik kalınlığı üzerinde etkili bir faktördür. Yapılan pek çok çalışma hipodiverjan bireylerin kortikal kemik ve total alveoler kemik kalınlıklarının hiperdiverjan bireylere göre daha fazla olduğunu göstermiştir (10-13).

Tsunori ve ark. (10) ile Masumoto ve ark. (11), kuru kafalarla yaptıkları BT çalışmalarında kısa yüzlü bireylerdeki alveoler kortikal kemiğin uzun yüzlü bireylere göre daha kalın olduğunu rapor etmişlerdir.

Ozdemir ve ark. (12), KIBT çalışmasında, maksiller ve mandibuler posterior kortikal kemik kalınlıklarının uzun yüzlü bireylerde kısa yüzlü bireylere göre daha ince olduğunu rapor etmişlerdir. Horner ve ark. (13), KIBT ile yaptıkları çalışmada hipodiverjan bireylerdeki kortikal kemiğin daha kalın olduğunu, spongioz kemik kalınlığı ile dik yön yüz boyutları arasında ise bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir.

BT ile maksilladan köklerin orta üçlüsü seviyesinde bir aksiyel kesit alındığında, anterior ve posterior bölgede bukkal kemiğin ince olduğu görülmektedir (Şekil 1.1) (23). Maksilladaki palatinal kemik kalınlığı bukkale göre daha fazladır ve genelde üst anterior bölge en kalın palatinal kemiğe sahiptir. Mandibulada ise, 2. ve 3. molar dişler bölgesi hariç bukkal kemik yine oldukça incedir. 2.ve 3. molar dişlerin bukkalindeki kemik oldukça kalındır (Şekil 1.1). Maksillayla benzer olarak, mandibulada da lingual kemik bukkal kemiğe göre daha kalındır (23). Literatürde genel olarak mandibulada maksillaya göre daha kalın kortikal kemik rapor edilmiştir (24-27).



Şekil 1.1. Maksilla ve mandibulanın köklerin orta üçlüsü seviyesinden aksiyel kesiti

Alveoler kemiğin kalınlığı ortodontik hareketin sınırlarını belirler ve bu sınırları zorlamak periodontal dokular üzerinde istenmeyen yan etkilere sebep olur (23). En kritik ortodontik hareketler ekspansiyon ve kesici dişlerin bukkolingual yöndeki hareketleridir (28). Bu mekanikler dişleri alveoler kemik zarfı dışına çıkarır. Bu da alveoler kemiğin başlangıç morfolojisine ve hareketin miktarına bağlı olarak dehisens, fenestrasyon ve dişeti çekilmelerine sebep olur.

Bukkal yöndeki ortodontik diş hareketinin alveol üzerindeki potansiyel yan etkileri hayvan çalışmaları ve histolojik çalışmalarla gösterilmiştir (29,30). Maymunlarda ve köpeklerde yapılan çalışmalarda, dişlerin bukkal yönlü hareketinin kemik dehisenslerine ve dişeti çekilmelerine neden olduğu bulunmuştur (29,30). BT çalışmaları, tedavi başındaki kemik miktarı ne kadar inceyse rotasyon ve bukkal hareketler sırasında dehisens gelişme riskinin o kadar fazla olduğunu göstermiştir (28,31). Dolayısıyla bukkal ve lingual kemik kalınlığı ortodontik tedavi planlamasında dikkate alınmalıdır.

İki boyutlu görüntüleme yöntemleri magnifikasyon, distorsiyon ve süperpozisyon gibi dezavantajlarından dolayı yeterli bilgi vermediği için ve her hastada histolojik kesit alıp sert ve yumuşak dokuyu incelemek gerçekçi bir yaklaşım olmayacağı için, üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ortodontik tedavi öncesinde veya sonrasında alveoler kemik morfolojisini incelemek için oldukça uygun bir yöntemdir (32). Bu yüzden pek çok araştırmacı alveoler morfolojiyi değerlendirirken üç boyutlu analizleri tercih etmektedir (32). Alveoler kemik ve periodontal yapıların incelenmesinde BT oldukça yararlıdır ancak KIBT'nin radyasyon dozu BT'ye göre daha azdır, ışınlama süresi daha düşüktür ve çözünürlüğü oldukça iyidir. KIBT bu yüzden BT'den daha çok kullanılmaktadır (28,33,34).

Üç boyutlu görüntüler retraksiyon sırasında palatinal kortikal kemiğe göre maksiller keserlerin köklerinin pozisyonları, distalizasyon için maksillanın posteriorunda bulunan kemik miktarı, ekspansiyon için maksiller bukkal segmentlerdeki mevcut kemik miktarı, maksiller sinüsle maksiller dişlerin köklerinin komşuluğu, mandibuler keser köklerinin kemik içindeki pozisyonu gibi konularda da önemli bilgiler vermektedir (35).

Alveoler kemik boyutları özellikle de bukkal ve lingual kortikal kemik kalınlıkları ortodontistlerin %80'i tarafından kullanılan minividaların stabilitesi ve başarısı için de önemlidir (36). KIBT imajları alveoler kemik boyutlarını değerlendirmenin yanı sıra interradiküler ilişkileri görüntülemeye de oldukça doğru ve güvenilir bilgiler vermektedir (37). Böylece ortodontik mini vidaların doğru yerleşimi ve bu vidalara uygun kuvvet vektörlerinin uygulanması sağlanabilmekte (38) ve yüksek çözünürlüklü KIBT taramaları kullanılarak ortodontik mini vidaların yerleştirilmesi için cerrahi rehberler üretilmektedir (39).

Minividaların uzun dönem başarısında pek çok anatomik faktör etkilidir. Bunlar, kortikal kemik kalınlığı, kemik derinliği, kemik mineral dansitesi, mukoza ve yapışık dişetinin kalınlığı ve mobilitesi, frenilum, diş kökleri, damarlar, sinirler, sinüs ve nazal kavite gibi yapıların bölgeye yakınlığıdır (40). Bunların içinden kemikle ilgili olanlar özel bir öneme sahiptir çünkü minividalar osseointegrasyon ile değil mekanik retansiyonla tutuculuk sağlarlar ve minividaların ankrajından primer olarak

kemik sorumludur. Ankraj kapasitesinin büyük kısmı kortikal kemiğin kalite ve miktarıyla ilgili iken, spongioz kemiğin stabiliteye çok az etkisi vardır (41-43). Kortikal kemik, spongioz kemikle karşılaştırıldığında daha yüksek elastisite modülüne sahiptir. Bu da kortikal kemiği daha güçlü ve deformasyona karşı daha dirençli yapar (44). Kortikal kemiğin yüksek ankraj kalitesinin sebebi budur. Primer stabiliteyi arttırıp vidaların prematür kayıplarını engelleyeceği için kalın kortikal kemikli alanları tercih etmek gerekir (11,42,45-47). Klinik olarak, minivida başarısızlıklarının ince kortikal kemikten kaynaklandığı rapor edilmiştir (41,42,45,48).

Minivida genelinde maksiller ve mandibuler bukkal alveoler kemik içine yerleştirilmektedir (49,50). İnfracigomatik bölgeye, palatinal alveoler kemiğe ve median palatin suturun lateral bölgelerine de yerleştirilebilirler (51-55). Primer stabiliteyi arttırabilmek için pek çok çalışma minivida yerleşiminde ideal alanları tanımlamaya çalışmıştır.

Schnelle ve ark. (56), panoramik radyograf kullanarak maksiller ve mandibuler alveoler kemiği incelemiş ve minivida yerleşimi için en iyi yerin üst 1. molar dişin mesiali ve alt 1. molar dişin mesiali ve distali olduğunu belirtmişlerdir.

Monnerat ve ark. (57), KIBT ile yaptıkları çalışmalarında mandibuladaki en iyi yerin 1. ve 2. molar dişlerin arası olduğunu belirtmişlerdir.

Park ve ark. (58), KIBT çalışmasında maksilla ve mandibulanın posterior bölgesinin özellikle de maksiller 2. premolar ve 1. molar dişler arasındaki bukkal alveoler kemiğin minivida yerleşimi için güvenli bölgeler olduğunu belirtmişlerdir.

Feng ve ark. (59), KIBT çalışmasında maksillada 3-4, 4-5, 5-6 arasındaki alanda mine sement sınırının 3 mm altının, mandibulada 4-5, 5-6, 6-7 arasındaki alanda mine sement sınırının 2 mm altının minivida yerleşimi için uygun bölgeler olduğunu belirtmişlerdir.

Choi ve ark. (60), maksiller anterior bölgede yaptığı KIBT çalışmasında, 1-1, 1-2 ve 2-3 arasındaki bölgede kortikal kemiğin 1-1 bölgesinde en ince, 2-3 bölgesinde en kalın olduğunu belirtmiş ve maksiller anterior bölgeye minivida yerleştirilecekse 2-3 arasının tercih edilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.

Adölesan dönemdeki veya daha küçük yaştaki hastalara yerleştirilen minividaların erişkinlere yerleştirilen minividalara göre başarısız olma riski daha çoktur (46).

Chen ve ark. (61), minividaları küçük yaştaki hastalara yerleştirmenin başarısızlık için bir risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir.

Park ve ark. (62), 11-28 yaş arasındaki hastalarına minivida yerleştirmiş ve sadece 14 yaşından küçük hastalarında minivida başarısızlığı olduğunu bildirmişlerdir.

Garfinkle ve ark. (49), adölesan dönemdeki hastalarda, erişkinleri değerlendiren diğer çalışmalara göre minivida başarı oranının daha düşük olduğunu (%70,3) rapor etmişlerdir.

Motoyoshi ve ark. (63), adölesan dönemdeki hastalarda minividaların başarı oranını düşük (%63,8) rapor etmişlerdir.

Ryu ve ark. (64), erken karma, geç karma ve daimi dentisyondaki hasta gruplarının KIBT görüntülerinde palatinal kemik kalınlığı ölçümleri yapmış ve erken karma dentisyonda kemiğin çok daha ince olduğunu rapor etmişlerdir. Geç karma dentisyon ve daimi dentisyon arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır.

Fayed ve ark. (47), karma dentisyonda minivida yerleştirmenin dar interradiküler alanlar ve daimi dişlerin sürmekte olması nedeniyle zor olacağını belirtmişlerdir.

Farnsworth ve ark. (46), maksilla ve mandibulada minividaların genellikle yerleştirildiği bölgelerde kortikal kemik kalınlığının erişkinlerde adölesanlara göre önemli derecede kalın olduğunu rapor etmişlerdir.

2.2. Bukkolingual İnklinasyon

Normal oklüzyonun değerlendirilmesi, ilk olarak Angle tarafından sınıf 1 molar ilişkisi tanımlanarak yapılmıştır (65). Fakat bu tanım, oklüzyonun üç boyutlu dental özelliklerinin tanımlanmasında yetersiz kalmıştır. Andrews (66), tedavi görmemiş normal oklüzyonlu bireylerin ortodontik modelleri üzerinde yaptığı çalışmada normal bir oklüzyonda bulunması gereken 6 önemli özelliği ortaya koymuştur. Bunlar, sınıf 1 molar ilişkisinin yanısıra dişlerin klinik kronlarının uygun angulasyon ve inklinasyonları, aproksimal kontak noktalarının varlığı, rotasyonların olmaması ve oklüzal düzlemin düz olması veya hafif spee eğrisi içermesidir. Normal oklüzyonda dişlerin sıralanmasının yanısıra temporomandibuler eklem ve kaslar da denge durumunda olmalıdır. Dişlerin uygun bukkolingual inklinasyonları, dentofasiyal sistemdeki denge durumunda mandibuler fonksiyonların belirlenmesinde önemli etkenlerden biridir (65). Üst ve alt anterior dişlerin bukkolingual inklinasyonları, normal overbite ve posterior oklüzyonun kurulmasında birbirinin tamamlayıcısıdır ve overbite ile posterior oklüzyonu önemli derecede etkilemektedir. Posterior dişlerin uygun bukkolingual eğimlerinin sağlanması ise premolar ve molar bölgede maksimum interdijitasyonun sağlanması ve fonksiyonel interferenslerin meydana gelmemesi için gereklidir (67).

ABO (American Board of Orthodontics)'ya göre maksimum interküspidasyonda düzgün bir oklüzyon sağlayabilmek ve interferensleri önlemek için maksiller ve mandibuler premolar ve molar dişlerin bukkal ve lingual tüberkül yükseklikleri arasında önemli bir fark olmamalıdır (68).

Dişin pozisyonu 3 boyutlu bir durumdur. Andrews oklüzyonun 6 anahtarını açıklarken, angulasyon ve inklinasyonu iki boyutlu radyograflardan değil üç boyutlu çalışma modellerinden ölçmüştür (66). Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri geliştirilmeden önce kesici dişlerin bukkolingual inklinasyonunun radyografik olarak

tek değerlendirme aracı lateral sefalogramlar olmuştur (69,70). Alt keserlerin pozisyonu ile simfiz arasındaki ilişkinin lateral sefalometrik radyograflarla incelendiği pek çok çalışma vardır (71-74). Posteroanterior sefalogramlar molar dişlerin bukkolingual inklinasyonunu gösterebilirler ama bu radyograflarda imaj kalitesi genelde zayıftır ve nadiren kullanılmışlardır (75). Üç boyutlu bir değerlendirme yapabilmek için ise dental modellere başvurulmuştur.

Richmond ve Jones (76) ve Richmond (77) yaptıkları çalışmalarda, sefalogramların rotasyonel hatalara, süperpozisyon ve magnifikasyon problemlerine maruz kalabileceğini, bu nedenle dental modellerin, keser inklinasyonlarının ölçümünde radyografik tekniklerden daha gerçekçi ve güvenilir bir değerlendirme yapma olanağı vereceğini belirtmişlerdir.

Ross ve ark. (78), dental modeller üzerinde yaptıkları ölçümlerde, farklı büyüme modellerine sahip bireylerde molar dişlerin posterior oklüzal düzleme göre inklinasyonlarının çok geniş bir dağılım gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, oklüzal düzlemlerin kafa içinde farklı yerleşmesine bağlı olarak farklı diş inklinasyonları ortaya çıkacağı sonucuna varmışlardır.

Janson ve ark. (79), dental modelleri kullanarak bir çalışma yapmışlar ve alt 1. molar dişlerin tork değerini horizontal büyüme paterni gösteren hastalarda -7° , vertikal büyüme paterni gösteren hastalarda -8° olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, kullanılan kron eğiminin dişin gerçek uzun aksına uymayabileceğini ve diş kron anatomisindeki farklılıklar yüzünden sonuçların gerçeği yansıtmayabileceğini belirtmişlerdir (78,79).

BT ve KIBT'nin gelişimi diş köklerinin üç boyutta görülmesini sağlamıştır. Bu da sadece kron yerine kron ve kökün angulasyon ve inklinasyonunun doğru bir şekilde değerlendirilmesine izin vermektedir.

Tsunori ve ark. (10) ve Masumoto ve ark. (11), yaptıkları BT çalışmalarında, koronal kesitte molar dişlerin mandibuler korpus alt kenarına çizilen teğetle olan

bukkolingual inklinasyon açısını ölçmüş ve molarların linguale inklinasyonunun kısa yüzlü bireylerde uzun yüzlü bireylere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

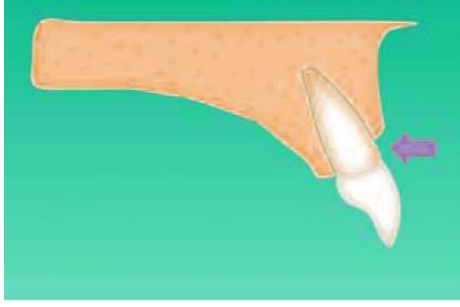
Mitra ve ark. (80), hastaların BT görüntülerinde koronal kesitlerde alt molarların uzun aksıyla mandibuler korpus alt kenarına çizilen teğet arasındaki açıyı ve üst molarların uzun aksıyla palatinal düzlem arasındaki açıyı ölçmüşlerdir. Molarların linguale inklinasyonunun kısa yüzlü bireylerde uzun yüzlü bireylere göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Shewinvanakitkul ve ark. (81), hastaların KIBT imajları üzerinde koronal kesitte alt kanin ve 1. molar dişlerin uzun aksı ile mandibuler korpus alt kenarına çizilen teğet arasındaki açıyı ölçmüşlerdir. Kaninlerin ortalama inklinasyonunu $98,0\pm4,1^\circ$, 1. molarların ise $74,6\pm4,7^\circ$ olarak rapor etmişlerdir. 1. molar dişlerin inklinasyonu Angle sınıf 2 molar ilişkiye sahip hastalarda sınıf 1 molar ilişkiye sahip olanlara göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır.

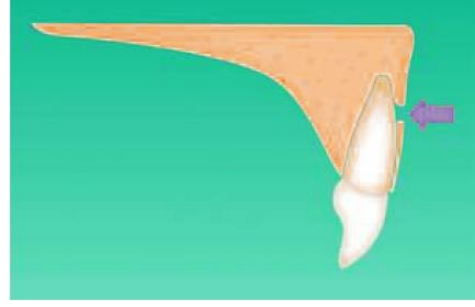
2.3. Dehisens ve Fenestrasyon

Servikal bölgedeki kök yüzeyinin açığa çıkmasına neden olan bukkal veya lingual kortikal kemik eksikliğine ‘dehisens’, servikal bölgede kemik olmasına rağmen daha apikal bölgede kemiğin olmadığı ve bu bölgede kök yüzeyinin açığa çıktığı alveoler defektlere ise ‘fenestrasyon’ denir (82). Yani dehisens alveoler kemik marjini içine alırken, fenestrasyonda alveoler kret tepesinde kemik vardır ancak daha apikalinde yoktur (Şekil 1.2 ve 1.3). Bir başka tanıma göre ise, mine sement birleşimi ile bukkal veya lingual alveoler kret arasındaki mesafenin artmasına dehisens; bukkal veya lingual yüzeyde alveoler kemiğin devamlılığının bozulması ve küçük miktarda kök yüzeyinin açığa çıkmasına ise fenestrasyon adı verilmektedir (23). Dehisens ve fenestrasyon alanlarında kök yüzeyleri sadece periost ve dişeti ile kaplıdır (18). Bu alveoler defektlerin varlığı dişlerin kemik desteğini azaltır.

Dehisens ve fenestrasyonun etiyolojisinde kök büyüklüğü ve kurvatürü, dişin pozisyonu, endodontik ve periapikal patolojiler, travma, brüksizm, oklüzal kuvvetler, kortikal kemiğin ince olması ve diş hareketi etkilidir (83-86).



Şekil 1.2. Üst kesici diş bölgesinde dehissens



Şekil 1.3. Üst kesici diş bölgesinde fenestrasyon

Ortodontik diş hareketi sırasında alveoler defekt oluşumu ise hareketin yönü, ortodontik kuvvetin sıklığı, şiddeti, periodontal dokuların hacmi ve anatomik bütünlüğüne bağlıdır (87). Diş hareketi olduğunda alveoler kemikte remodelasyon olur. Diş hareketi yönündeki alveoler kemikte rezorpsiyon olduğu için alveoler kemik kalınlığının yetersiz oluşu ortodontik tedavide istenmeyen bir durumdur (88). Dişler alveoler kemiğin merkezinden hareket ettikçe alveoler defekt yaratma veya var olanı şiddetlendirme (28,74) ve dişeti çekilmesi gibi mukogingival değişiklikler yaratma riski (89-91) artar. Tanısı konulmamış bir alveoler defekt, ortodontik tedavide relapsa (92,93) veya dişeti çekilmesi ile birlikte estetik olmayan bir ortodontik bitime sebep olacaktır (91,94-96). Bu yüzden tedaviye başlamadan önce alveoler yapıyı ve her bir dişin kemik desteğini radyolojik olarak değerlendirmek güvenli planlamalar yapmak ve ortodontik hareketin limitlerini belirlemek adına önem taşır.

Periodontal defektleri ve alveoler yapıyı değerlendirmede sıklıkla kullanılan periapikal ve panoramik radyograflarla karşılaştırıldığında KIBT’de distorsiyon ve yapıların süperpozisyonu yoktur ve KIBT 1:1 oranında gerçek boyutta imajlar vermektedir (97-99). BT’ye göre ise çok daha düşük radyasyon dozuna sahiptir ve günümüzde BT’den daha sık kullanılmaktadır. Kemik defektlerinin saptanması ve sınıflandırılmasında üç boyutlu ve iki boyutlu imajların kullanımını karşılaştıran makaleler (98,99), KIBT’nin %80-%100 oranında sensitiviteye, intraoral radyografların ise %63-67 oranında sensitiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

KIBT’de dehisens ve fenestrasyon incelemesinde genellikle iki boyutlu multiplanar imajlar (MP) (sagittal, aksiyel ve koronal kesitler) kullanılsa da, üç boyutlu surface rendering (SR) imajlar da son zamanlarda popülerite kazanmıştır.

Loubele ve ark. (100) ve Mol ve ark. (101), bukkal ve lingual kemik seviyelerinin analizinde KIBT’nin yüksek oranda doğruluk payı verdiğini rapor etmişlerdir.

Ferreira ve ark. (102), kuru kafalarda var olan dehisens ve fenestrasyonları belirlemişler ve aynı değerlendirmeyi KIBT görüntülerinde aksiyel ve sagittal kesitlerde yapmışlardır. KIBT görüntülerinin kemik defektlerini saptamada güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

Ising ve ark. (103), kuru kafalarda yapay dehisensler oluşturmuş ve bu dehisenslerin gerçek boyutu ile KIBT görüntüleri üzerindeki boyutlarını karşılaştırmışlardır. Dehisens ölçümünde KIBT imajlarının gerçeğe yakın doğrulukta sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir.

Alveoler kemik genişliği çok az olan veya ciddi iskeletsel bozukluğu olan hastalarda kesici dişlerin kortikal kemiğe doğru aşırı retraksiyonu veya kök apeksinin dens kortikal kemiğe doğru hareket ettirilmesi kemik fenestrasyonu, dehisens, kök rezorpsiyonu ve dişeti çekilmesi gibi ciddi yan etkilerle sonuçlanabilmektedir (88,104-107). Dişleri bu şekilde alveoler kemiğin dışına yönlendiren diş hareketleri dehisens gelişiminde en kritik harekettir (28). Bu yan etkiler özellikle alt ön bölgede ve simfizinin dar olduğu vakalarda görülmektedir (74,90).

Kim ve ark. (108), sınıf III ve anterior openbite’ı olan ortognatik cerrahi hastalarını cerrahi operasyondan 1 ay önce muayene etmişler, alt keserlerde üst keserlere göre daha fazla kemik kaybı saptamışlardır. Ancak bu kemik kaybının sadece dekompanzasyon tedavisine mi bağlı olduğu açıklığa kavuşmamıştır (109). Bu soruya bir cevap bulabilmek amacıyla Kook ve ark. (109) ortodontik tedavi görmemiş ve ortognatik cerrahi endikasyonu olan sınıf III openbite hastalarla yine ortodontik tedavi görmemiş sınıf I hastaların KIBT görüntüleri üzerinde alt ve üst

santral dişleri ve bu bölgedeki alveoler kemiği incelemişlerdir. Bu çalışmada sınıf III hastalarda sınıf I hastalara göre vertikal alveoler kemik kaybının daha şiddetli olduğu ve alt keserlerde kök apeksi seviyesindeki alveoler kemik genişliğinin daha az olduğu belirtilmiştir. Yani iskeletsel sınıf III ve openbite hastalar kemik kaybına daha yatkındır ve ortodontik tedavi sırasında buna dikkat edilmelidir.

Bu konuda yapılan pek çok çalışma, ince simfizi olan iskeletsel sınıf III hastalarda alt keserlerin aşırı labioversiyonunun alveoler kemik kaybını arttıracaklarını rapor etmiştir (94,110,111).

Nahm ve ark. (112), sınıf I bidentoalveoler protrüzyon hastalarının ortodontik tedavi öncesi KIBT görüntülerinde alt ve üst kesici dişlerin bukkal ve lingual alveoler kemiklerinin oldukça ince olduğunu rapor etmişler ve özellikle bu tip hastalarda ortodontik tedaviye başlanmadan önce detaylı üç boyutlu inceleme gerekebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, keser retraksiyonu sırasında osteotomi veya kortikotomi düşünülebileceğini de belirtmişlerdir.

Dehisense yol açabilecek ortodontik hareketlerden biri de ekspansiyondur. Rapid palatal ekspansiyon (RPE) sırasında maksillaya dişler aracılığıyla ağır ortopedik kuvvetler iletilir (113) ve ankraj dişler ile bu dişlerin destekleyici dokularında bukkale tipping, kök rezorpsiyonu, bukkal kemik kalınlığında azalma ve dehisens gibi istenmeyen değişiklikler oluşabilmektedir (31,114). RPE sırasında, maksillanın anatomik karakteristiklerinden dolayı 1. premolar dişler 1. molar dişlere göre daha çok dehisens riskine sahiptir (4). Üst 1. premolar dişler yukarı doğru daralan bir bölgede konumlanmıştır. Bu alandaki kökler bukkale doğru hareket ederse alveoler kemiği çok kolay bir şekilde perfore edebilirler (4). 1. molar dişler ise yukarı doğru genişleyen bir alandadır.

Rungcharassaeng ve ark. (31) 30 hastadan RPE öncesi ve sonrası KIBT almış ve RPE sonrasındaki 3 ay içinde bukkal kron tippingi, bukkal kemik kalınlığında azalma (1. premolarlar etrafında 4,42 mm, molarlar etrafında 2,92 mm) ve marjinal kemik kaybı gözlemlemişlerdir.

Garib ve ark. (4,115) diş ve diş-doku destekli ekspansiyon apareylerinin periodontal etkilerini araştırmışlardır. RPE'nin ankraj dişlerin bukkalinde kemik dehisensine sebep olabileceğini ve hyrax apareyinin haas apareyine göre daha geniş dehisenslere sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Pangrazio-Kulbersh ve ark. (116), bonded ve banded ekspansiyon apareyi olan hastalardan RPE öncesinde ve RPE'nin 6 ay sonrasında KIBT almışlardır. İki ekspansiyon apareyinin de maksiller posterior dişlerin bukkal kemiğinde aynı etkiye sahip olduğunu ve RPE'nin ankraj dişlerde horizontal ve vertikal yönde bukkal kemik kaybına sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Dehisense yol açabilecek bir diğer durum, atrofik alveoler kemik sahalarına doğru dişlerin mesiodistal yönlü hareketidir (23). Diş agenezi olgularında veya çekim sonucu dişini kaybetmiş vakalarda, ark boşluğunu posterior dişlerin mesial hareketiyle kapatmak mekanik olarak mümkündür. Ancak bu tür vakalarda genelde dişsiz sahaların bukkolingual boyutları azalmıştır (23). Wehrbein ve ark. (117), yaptıkları histolojik çalışmada atrofik alveoler kemiğe doğru hareket eden dişlerde dehisens göstermişlerdir. Ancak dişler çok yavaş hareket ettirildiğinde alveoler kemiğin dişlerin gövdesel hareketini takip edebileceğini ve bunun bukkal ve lingual periostta kompensatuar kemik formasyonuna sebep olacağını rapor etmişlerdir.

Dehisens ve fenestrasyon gelişimi için risk taşıyan diğer hareketler üst molarların maksiller sinüsün sarktığı alanlara doğru mesiodistal yönlü hareketi (117) ve rotasyonel diş hareketleridir (74). Seviyelenme sırasında, rotasyonu düzeltilen dişin bukkolingual çapı mesiodistal çapından büyükse dişin bukkal ve lingualindeki kemikte rezorpsiyon oluşabilmektedir (74).

Literatürde dehisens ve fenestrasyon varlığı ile hastaların vertikal ve sagittal yönlü iskeletsel paternleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da vardır.

Enhos ve ark. (9), KIBT ile yaptıkları çalışmada, tüm vertikal büyüme paternlerinde dehisens olduğunu ancak hipodiverjan bireylerde daha az olduğunu

belirtmişler, vertikal büyüme paterninin tipiyle fenestrasyon varlığı arasında ise bir ilişki bulamamışlardır.

Yagci ve ark. (14), KIBT ile yaptıkları çalışmada hastaları ANB açılarına göre sınıf I, sınıf II ve sınıf III olarak gruplamışlardır. Sınıf II maloklüzyon grubunda diğer gruplara göre daha fazla fenestrasyon bulmuşlardır. Ancak dehisens miktarı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır.

Evangelista ve ark. (15), 159 hastanın KIBT görüntüsünü incelemiş ve hastaları ANB açısına göre sınıf I ve sınıf II bölüm 1 olarak, GoGn-SN açısına göre hipodiverjan ve hiperdiverjan olarak sınıflamışlardır. Alveoler defektlerin özellikle sınıf I hastalarda sıklıkla var olduğunu bulmuşlardır. Farklı dik yön yüz boyutları ve alveoler defektlerin insidansı arasında ise bir ilişki bulunamamıştır.

2.4. Kök Morfolojisi

Ortodontik tedavinin diş kökleri üzerine yan etkilerini değerlendirebilmek için normal kök uzunluğu referans datasının oluşturulması gerekmektedir. Ortodontik tedavinin etkisiyle oluşan kök rezorpsiyonu ortodontik tedavinin önemli bir yan etkisidir (118). Anterior maksiller dişlerin ortodontik tedavi sırasında ortalama 1,4 mm rezorbe oldukları ve hastaların %20'sinin tedavinin ilk 1 yılı boyunca en az 1 üst keserinin 2 mm'den daha çok rezorbe olduğu rapor edilmiştir (119, 120). Bu durum posterior dişlerde de yaygındır. Bir çalışmada, ortodontik tedavi sonrasında posterior dişlerde %47 oranında kök küntleşmesi, %27 oranında orta dereceli kök rezorpsiyonu, %6,5 oranında ciddi kök rezorpsiyonu rapor edilmiştir (121).

Ortodontik tedavinin etkisiyle oluşan kök rezorpsiyonunu ve kök uzunluğunu ölçmek için paralel teknikle alınan periapikal radyograflar altın standart olarak kabul edilmiştir (119,120,122,123). Bazı çalışmalar ise kök uzunluğu ölçümü yapabilmek için çekilmiş dişleri kullanmıştır (124-127). Ancak çekim sırasında zarar vermeden çekilen diş sayısı az olduğu için bu durum örnek sayısını hep kısıtlamıştır. Dişlerin kök uzunluğunu ölçmek için panoramik radyograflar kullanan çalışmalar da mevcuttur (128-131). Ancak periapikal ve panoramik radyograflar iki boyutlu

görüntüleme yöntemlerinin dezavantajlarını taşımaktadırlar. BT'ler bu dezavantajları gidermiştir ancak yüksek radyasyon dozu ve yüksek fiyatı dental görüntülemelerde rutin olarak kullanımını engellemiştir. KIBT görüntüleri kök uzunluğu ve morfolojisini incelemede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Björndal (132), 17-21 yaşlar arasındaki erkeklerden çekilmiş dişlerin total boyunu, kron yüksekliğini, kök uzunluğunu, mesiodistal ve labiolingual kron mesafelerini ölçmüş ve dişlerin uzunlukları ve genişliklerinin birçok biyolojik değişken gibi bireysel farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sherrard ve ark. (133), yaptıkları hayvan çalışmasında KIBT ve periapikal imajlarda dişlerin ve köklerinin uzunluklarını belirlemiş ve bu ölçümleri dijital kumpasla yapılan gerçek ölçümlerle karşılaştırmışlardır. KIBT ölçümleri gerçek ölçümlerden farklı çıkmamıştır. Periapikal radyograflardan yapılan ölçümler ise kök uzunluğunu gerçek değerinden az, diş uzunluğunu gerçek değerinden fazla göstermiştir. KIBT taramalarının diş ve kök uzunluklarının tayininde en az periapikal radyograflar kadar güvenilir ve doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

Kim ve ark. (134), diş çekimi endikasyonu olan hastaların KIBT görüntülerinde ve çekilen dişler üzerinde dijital kumpasla yapılan kök, kron ve total diş uzunluğunu karşılaştırmış, KIBT'de yapılan total diş uzunluğu ölçümünü gerçek uzunluktan daha kısa bulmuşlardır. Kök ve kron uzunlukları açısından ise iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

2.5. Sagittal Maksillomandibuler İlişki

Anomalilerin sınıflandırılması ile ilgili ilk temel çalışma 1899 yılında Edward H. Angle (65) tarafından yapılmıştır. Angle'ın yaptığı bu dişsel sınıflandırmada üst molar diş sabit olarak kabul edilmekte ve alt molar dişle olan ilişkisine bağlı olarak üç tip dişsel kapanış tanımlanmaktadır. Ancak bu sınıflandırma ile anomali sadece sagittal yönde ve dişsel olarak değerlendirilmekte, vertikal ve transversal düzlemlerde herhangi bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Maksilla ve mandibulanın birbirine göre sagittal yönde üç tip ilişkisi olabilmektedir. Steiner, sagittal yönde alt ve üst çenenin birbirleriyle ilişkisini belirleyen gösterge olarak ANB açısını kullanmaktadır. ANB açısı iskeletsel ilişkiyi belirlemekte en sık kullanılan sefalometrik ölçümdür (135). ANB açısı 0° ile 4° arasında olan olgular iskeletsel sınıf I'dir. Bu olgularda sagittal yönde alt ve üst çene kemiklerinin birbiriyle ilişkisinde bir anomali yoktur. ANB açısı 4°den büyük olan olgular iskeletsel sınıf II olgulardır. ANB açısı 0°den küçük olgular ise iskeletsel sınıf III'tür.

İskeletsel Sınıf I maloklüzyonda maksilla ve mandibulanın anteroposterior yönde birbiriyle ilişkisi normaldir ve maloklüzyon oluşmasındaki en önemli etiyolojik sebep dişsel faktörlerdir. Bu olgulara çapraşıklık, diastema, açık kapanış, derin kapanış ve transvers yön uyumsuzlukları gibi durumlar eşlik edebilmektedir.

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon, mandibuler boyut yetersizliği, mandibuler retrognati, maksiller boyut fazlalılığı, maksiller prognati veya bu durumların kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir (136). İskeletsel sınıf II maloklüzyonlarda genellikle ANB açısı, SNA açısı, overjet ve Wit's değeri artmış, SNB açısı azalmış ve alt keser dişler protrüze, üst keser dişler retrüze olmuştur (136).

İskeletsel Sınıf III maloklüzyon ise maksiller boyut yetersizliği, maksiller retrognati, mandibuler boyut fazlalılığı, mandibuler prognati ya da bunların kombinasyonu sonucunda oluşabilmektedir (72,137). Ayrıca bu durumlara, anterior ve/veya posterior çapraz kapanış da sıklıkla eşlik etmektedir (138). Sınıf III maloklüzyonlu bireylerde genel olarak SNA açısı azalmış, SNB açısı artmıştır, ANB açısı ve Wit's değeri ise negatif değerdedir. Üst keserler protrüze, alt keserler retrüzedir. (72,139-141).

Maksillomandibuler kompleksin sagittal ve vertikal yönlü ilişkisi ortodontist için önemlidir çünkü büyüme tahmini, ankraj sistemi ve fonksiyonlar üzerine etki ederek ortodontik tedavinin amaçlarını ve uygulanma şeklini belirlemektedir (10,12). Maksilla ve mandibulanın büyümesi sagittal ve vertikal fasial boyutlarda önemli değişikliklerle olmaktadır (142-144). Genetik faktörlerin yanı sıra çiğneme

kuvvetleri ve parmak emme, oral respiratuar fonksiyonlar gibi fonksiyon değişiklikleri de sagittal ve vertikal yöndeki boyutlarda önemli değişiklikler yapabilmektedirler (145-147). Kortikal kemik şekli, kalınlığı ve mineralizasyonu da fonksiyonlar sırasındaki kuvvetlerin etkisiyle değişir (148-152). Hayvan çalışmaları ve FEM çalışmaları mandibulanın fonksiyon sırasında özellikle de ısırma ve çiğneme sırasında, distorsiyona uğradığını, büküldüğünü ve esnediğini göstermiştir (153-155). Kortikal kemik kalınlığı fonksiyonlarla oluşan bu kuvvetlere cevap vermelidir (156,157).

Son yıllarda dental bilgisayarlı tomografi imajlarının popülerite kazanmasıyla çenelerin üç boyutlu analizi yaygın hale gelmiştir (10,11). Pek çok çalışma kortikal ve alveoler kemik kalınlıkları, dehisens-fenestrasyon varlığı ve dişlerin bukkolingual inklınasyonu ile hastaların vertikal iskeletsel paternleri arasındaki ilişkiyi üç boyutlu radyograflarla incelemiştir (9-13). Ancak, maksilla ve mandibulada tüm dişlerin kortikal kemik genişliğinin, bukkolingual inklınasyonun ve kök morfolojisinin farklı sagittal yüz paternlerinden nasıl etkilendiğini gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Dehisens-fenestrasyon varlığı ve sagittal yöndeki maloklüzyon tipi yani ANB açısı arasındaki ilişkiyi üç boyutlu görüntülerle inceleyen çalışmalar ise mevcuttur.

Yagci ve ark. (14), sınıf I, sınıf II ve sınıf III hastalar üzerinde yaptıkları KIBT çalışmasında sınıf II maloklüzyon grubunda diğer gruplara göre daha fazla fenestrasyon olduğunu, dehisens miktarı açısından ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Evangelista ve ark. (15), sınıf I ve sınıf II bölüm 1 hastalarda yaptıkları KIBT çalışmasında alveoler defektlerin özellikle sınıf I hastalarda sıklıkla var olduğunu bulmuşlardır.

Baysal ve ark. (158), sınıf I ve sınıf II hastaları normodiverjan ve hiperdiverjan olarak subgruplara ayırmışlar ve KIBT görüntülerinde alt keser bölgede alveoler kemik kalınlığı ve keserlerin konumunu incelemişlerdir. Sınıf II hastalarda bukkal alveoler kemik kalınlığının daha az olduğunu ve hiperdiverjan sınıf II vakalarda alt keserlerin daha protrüziv ve prokline olduğunu belirtmişlerdir.

Kook ve ark. (109), ortodontik tedavi görmemiş sınıf I ve ortognatik cerrahi endikasyonu olan sınıf III openbite hastalarla yaptığı KIBT çalışmasında, sınıf III hastalarda sınıf I hastalara göre vertikal alveoler kemik kaybının daha şiddetli olduğunu ve alt keserlerde kök apeksi seviyesindeki alveoler kemik genişliğinin daha az olduğunu belirtmişlerdir.

2.6. Dentoalveoler Morfoloji, Dehisens ve Fenestrasyon, Bukkolingual İnklinasyon İncelenmesindeki Radyolojik Yöntemler

2.6.1. İki boyutlu görüntüleme yöntemleri

2.6.1.1. Lateral sefalometrik radyografi

1931 yılında Broadbent tarafından tanıtılan sefalometrik filmler, ortodonti alanına çok sayıda fayda sağlamıştır (159). Sefalometrik filmler hastanın morfolojisinin değerlendirilmesi, büyüme gelişiminin öngörülmesi ve anomalinin teşhisi için ortodontide sıklıkla kullanılan tanı araçlarıdır (160,161).

Konvansiyonel sefalometrik radyografiler ortodonti alanında sıklıkla başvurulmuş araçlar olsa da pek çok dezavantajları vardır. Sefalometrik radyografiler perspektif projeksiyon denilen bir teknikle alınmakta ve obje ile film arasındaki mesafeye göre magnifikasyon oluşmaktadır (162). Filme yakın kısım uzak kısma göre daha az magnifiye olur ve mandibulada çift kenarlı bir görüntü oluşur (163). Filmden daha uzakta olan yapılar daha çok magnifikasyona uğramaktadır, çünkü ışın demetinde yayılma meydana gelmektedir (164). Lateral sefalometrik radyograflar sağ ve sol tarafın görüntüsünün süperpoze olması ve üç boyutlu görüntünün iki boyuta indirgenmesi gibi dezavantajlara da sahiptir. Üç boyutlu bir yapının iki boyuta indirgenmesi sonucunda yapı ya dikey ya da yatay düzlemde, yapı ile film arasındaki mesafeye uygun olarak yer değiştirmektedir (163).

Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri geliştirilmeden önce kesici dişlerin bukkolingual inklinasyonlarının ve alt ve üst çenenin ön bölgesindeki alveoler kemiğin radyolojik olarak tek değerlendirme aracı lateral sefalometrik radyograflar

olmuştur (69,70). Ancak lateral sefalometrik filmlerde, hastanın sağ ve sol görüntüleri iki boyuta indirildiği için, hem bukkal ve palatinal kortikal kemik hem de simfiz bölgesinin görüntüsü çok iyi incelenemez. Midsagittal projeksiyonda, kanin dişler ve 1. premolar dişlerin görüntülerinin çakışması ile de görüntü netliği bozulmaktadır (111).

Fuhrmann (165), lateral sefalogramlarda labiolingual kemik kalınlığının gerçek değerlere göre daha fazla ölçüldüğünü belirtmiş ve BT imajlarında görülen defektlerin %80'inin lateral sefalogramlarda görülemediğini rapor etmiştir.

Wehrbein ve ark. (117), iki boyutlu konvansiyonel radyograflar ile vestibül veya palatinalde yer alan ciddi sert doku lezyonlarının görülemediğini ifade etmişlerdir.

Handelman (88), palatinal bölge ve simfiz bölgesindeki kortikal kemik kalınlığının, orta hat boyunca, sefalogramlarda görülenden çok daha ince olabildiğini belirtmiştir.

Tüm bu nedenlerden dolayı lateral sefalometrik radyograflar kök morfolojisi, kortikal ve spongioz kemik kalınlığı, dehisens-fenestrasyon varlığı ve diş inklinasyonu-angulasyonu gibi parametreleri değerlendirmede oldukça yetersiz kalmaktadır.

2.6.1.2. Panoramik radyografi

Panoramik radyograflar kullanımının kolay olması, düşük maliyeti, invaziv olmaması, daha az radyasyon ile geniş bir alanın görüntüsünü sağlaması açısından tercih edilmektedir. Aynı zamanda, eksik ve süpernumere dişler, çürük dişler, köklerin paralelliği, periodontal hastalıkların teşhisi ve takibi, dental yaş ve dişlerin sürme durumları ile ilgili çok iyi bilgi vermektedir.

Panoramik radyograflar diş hekimliğinde çok yaygın kullanılmalarına rağmen baş konumlandırma hataları, magnifikasyon, distorsiyon, yapıların

süperpozisyonu ve üç boyutlu yapıyı iki boyuta indirgemeleri nedeniyle bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir. (160,166).

Miller ve ark. (167), panoramik radyografların gerçek anatomiyle karşılaştırıldığında %20 oranında imaj distorsiyonuna uğradığını belirtmişlerdir.

Andreasen ve ark. (168) ile Westphalen ve ark. (169), iki boyutlu radyografi ile çapı 0,6 mm'den, derinliği 0,3 mm'den daha az olan kök rezorpsiyonlarının belirlenemediğini rapor etmiştir.

Ortodontide panoramik radyograf yerine KIBT kullanılarak, dental morfoloji yani diş kökleri ve kronları, eksik, fazla ya da gömülü dişler, diş ve köklerin lokalizasyonu ve karma dişlenme evresindeki erüpsiyon süreci üç boyutlu ve distorsiyonsuz bir şekilde görüntülenir. Bu bilgi klinisyene uygun tedavi stratejisi konusunda bilgi verir (163).

Peck ve ark. (37), KIBT'den elde edilen panoramik kesitlerle konvansiyonel panoramik radyografiyi mesiodistal kök angulasyonları açısından karşılaştırmış ve KIBT'den elde edilen panoramik imajların daha doğru ve güvenilir olduğunu bulmuşlardır.

Bouwens ve ark. (170), 35 hastanın mesiodistal kök angulasyonlarını panoramik radyograf ve KIBT görüntülerinden ölçmüş ve karşılaştırmışlardır. Panoramik radyografinin KIBT'ye göre dişlerin angulasyonu konusunda daha az güvenilir olduğu ve panoramik radyografiden diş angulasyonu değerlendirilirken bunun intraoral muayene ile desteklenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Dudic ve ark. (171), panoramik radyograf ve KIBT imajları üzerinde ortodontik tedavinin yan etkisiyle oluşan kök rezorpsiyonu varlığını araştırmış ve iki metot arasında önemli farklar bulmuşlardır. Ortodontik tedavinin yan etkisiyle oluşan apikal kök rezorpsiyonunun şiddeti panoramik radyografide asıl şiddetine göre daha az görünmektedir. Panoramik radyografi ile dişlerin %44'ünde, KIBT ile %69'unda kök rezorpsiyonu saptanmıştır.

2.6.1.3. Periapikal radyografi

Periapikal radyograflar; dişlerin kron kısımlarından kök ucuna kadar olan tam boyutunu, periodontal aralığı, lamina durayı, interdental bölgedeki ve kök etrafındaki kemik yapıyı gösterir. Periapikal radyograflarda; dişler veya destekleyici yapıların normal görüntüleri, diş çürükleri, diş anomalileri, periodontal hastalıklara bağlı kemik değişiklikleri ve periapikal lezyonlar incelenir. Periapikal radyografide iki temel projeksiyon tekniği kullanılır. Bunlar; açıortay tekniği ve paralel tekniktir. İmaj distorsiyonunun minimum olması nedeniyle paralel teknik, uygulama kolaylığı nedeniyle de açıortay teknik tercih nedenidir. Paralel teknikte ışınlar obje ve filme dik olarak gönderilir ve dişlerin ve destek dokuların gerçeğe en yakın görüntüleri minimum geometrik distorsiyonla elde edilir (172). Ancak periapikal radyograflar ister açıortay ister paralel teknikle alınmış olsun, baş konumlandırma hataları, magnifikasyon, distorsiyon, üç boyutlu yapının iki boyuta indirgenmesi ve film konumlandırmada standardizasyon sağlanamaması nedeniyle bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir (173,174).

Vasconcelos ve ark. (175), periodontal kemik kaybının değerlendirilmesinde periapikal radyografları ve KIBT görüntülerini karşılaştırmışlardır. Alveoler kret yüksekliğinin değerlendirilmesinde iki yöntemin birbirinden farklı sonuçlar verdiğini ve KIBT'nin, periodontal defektlerin bukkal ve lingual yüzeylerini görüntüleyebilmek için tek araç olduğunu rapor etmişlerdir.

Sherrard ve ark. (133), dişlerin ve köklerinin uzunluklarının değerlendirilmesinde periapikal radyografları ve KIBT görüntülerini gerçek ölçümlerle karşılaştırmışlardır. KIBT ölçümleri gerçek değerlerle aynı çıkmıştır. Periapikal radyograflar ise uzunluk değerlerini gerçekten farklı göstermiştir. KIBT taramalarının diş ve kök uzunluklarının tayininde en az periapikal radyograflar kadar güvenilir ve doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

2.6.2. Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri

2.6.2.1. Bilgisayarlı tomografi (BT)

Tomografi kelimesi Yunanca'dan gelen *tomos* (kesit) ve *graphy* (görüntü) kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır. Bilgisayarlı tomografiyi basitçe x ışınını kullanarak, bir cismin kesitler halinde iki boyutlu veya üç boyutlu görüntülerinin oluşturulmasına yarayan radyolojik teşhis yöntemi olarak tanımlamak mümkündür (176). 1973 yılında Sir Godfrey Hounsfield tarafından İngiltere'de geliştirilen bilgisayarlı tomografi, günümüzde de radyolojik teşhiste yaygın biçimde kullanılmaktadır (177).

2.6.2.1.1. Bilgisayarlı tomografi tekniği

BT görüntüleri, piksellerden meydana gelmektedir. Piksel, ingilizce resim elemanı anlamına gelen “picture element” kelimelerinin kısaltılmasından oluşmuştur (178). Piksel ile kesit kalınlığının çarpımını ifade eden dikdörtgen prizmasına voksel denilmektedir. Voksel, BT görüntüsünün en küçük alt birimidir ve ingilizce “volume element” kelimelerinin kısaltılmasından oluşmuştur. Maksillofasiyal bölgede kullanılan tipik bir BT'nin genelde voksel boyutu (v_x, v_y, v_z) = (0.4 mm, 0.4 mm, 1 mm)'dir (179). Vokselin x-y düzlemindeki kesitler, piksel yüzeyine eşittir. Voksel yüksekliği ise z-eksenindeki uzunluktur (180).

Görüntünün yoğunluğu, cismin x ışınını absorbe etme özelliği ile ilişkilidir. Vokselin x ışınını tutma değeri -1000 ile +1000 arasında değişen rakamlardan oluşan gri bir skalada sergilenmektedir. Skalada saptanan rakamsal veriler, *Hounsfield Unit* (HU) olarak adlandırılır. Skalanın ortasında yer alan 0 HU değeri suyu ve -1000 HU değeri de havayı ifade etmektedir. Kemik gibi yapılar x ışınını fazla absorbe ettikleri için beyaz görüntü vermekte ve skalanın +1000 HU değerini oluşturmaktadır (181).

Yazılımlarda tüm imajın görüntülenebilmesi için “windowing ve leveling” (pencereleme ve seviyeleme) isimli bir teknik kullanılmaktadır. Pencereleme klinisyene gri skala değerini değiştirme şansı verir (182), böylece sadece istenilen

kısım görüntüye alınabilmektedir. Yani istenirse sadece düşük densiteli hava ve yumuşak dokular görüntülenip yüksek densiteli kemik ve dişler görüntü dışı bırakılabilir. Görmek istenilen kısmın HU değerlerini içine alan ve diğer HU değerlerini dışarıda bırakacak olan Hounsfield skala bandının seçilmesi, pencere aralığının ayarlanması ile mümkündür (183). Seçilen pencere aralığının ortasına “pencere seviyesi” denilmektedir. Bu parametre görüntülerin listelenmesine yaramaktadır (183). Optimum pencereleme düzeyine ulaşıldığında, görüntünün kontrastı ve parlaklığı klinisyen tarafından en iyi görüntüyü sağlayacak şekilde ayarlanır (seviyeleme) (184,185).

Tomografi ile elde edilen hacimsel görüntü, aksiyel, koronal ve sagittal düzlemde incelenebilmektedir. Aksiyel düzlem (x-ekseni) cisimleri üst-alt, koronal düzlem (y-ekseni) cisimleri ön-arka ve sagittal düzlem (z-ekseni) de, cisimleri sağ-sol parçalara ayırarak şekilde kesmektedir (181).

BT cihazı, genel olarak bir x ışını tüpü ve dedektörden oluşmaktadır. Tüpten yelpaze şeklinde gönderilen x ışını hastaya doğru yönlendirilir ve karşı taraftaki dedektör tarafından kaydedilir. Her iki cihazın da hasta etrafında eş zamanlı dönmesi ile aynı aksiyel kesite ait farklı açılardan görüntüler elde edilmiş olur. Bir sonraki kesit için cihazlar veya hasta yatağı uzun ekseninde hareket eder. Bütün kesitlerin görüntüsü bilgisayar yardımıyla birleştirilir (178,186).

2.6.2.1.2. Bilgisayarlı tomografinin avantaj ve dezavantajları

Bilgisayarlı tomografi ile hem iki boyutlu hem üç boyutlu görüntüler elde edilebilmektedir. Görüntülerin her yönde hareketi, döndürülmesi ve büyütülmesi mümkündür (187).

İki boyutlu görüntülemenin dezavantajları olan magnifikasyon, distorsiyon, süperpozisyon ve kafa konum hataları BT’de yoktur (188,189).

Tomografi görüntülerinin çözünürlüğü oldukça iyidir (190).

Tomografi taraması yapıldığında, diğer konvansiyonel radyografların istenmesine gerek kalmaz (191).

Yapılan çok sayıdaki çalışma (97,192-196), BT'nin implant cerrahisi öncesinde, gömülü dişlerin lokalizasyonlarının belirlenmesinde, havayolu ölçümlerinde, ortodontik tedaviye bağlı olarak meydana gelen kök rezorpsiyonlarının incelenmesinde ve temporomandibuler eklemin görüntülenmesinde kullanıldığını göstermektedir. Bu da, konvansiyonel radyograflara göre BT'nin diş hekimliğinin birçok alanında çok daha güvenilir ve kesin sonuçlar verdiğinin bir ispatıdır. Aynı zamanda BT'nin güvenilirliği ile ilgili yapılan birçok çalışmada, BT'den elde edilen ölçümler ile gerçek ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmadığı belirtilmiştir (97,192,196).

BT, diş hekimliği ve ortodonti alanında konvansiyonel radyograflara göre çok daha güvenilir sonuçlar verse de diş hekimliğinde kullanımı yüksek radyasyon dozu ve yüksek maliyeti nedeniyle oldukça sınırlıdır (197).

Ayrıca BT'de x ışını metal restorasyonlar gibi yoğun yapılardan geçerken zayıflamaktadır ve metal artefaktları oluşmaktadır. Hastanın tarama esnasındaki hareketi de artefakt oluşturmakta, bu durum baş konumlandırma aygıtları ile engellenmeye çalışılmaktadır (198).

2.6.2.2. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT)

KIBT ilk olarak anjiyografi için geliştirilmiş (199,200) fakat sonraki dönemlerde radyoterapi rehberliği (201,202) ve mamografi için de (203) kullanılmıştır. Diş hekimliği alanında kullanımı ise konvansiyonel BT'nin dezavantajlarını çözmek üzere Avrupa'da 1998'de (NewTom QR-DVT 9000, Quantitative Radiology Srl, Verona, Italy) piyasaya sürülen KIBT sistemleri ile başlamıştır (184).

Bu teknoloji literatürde farklı kaynaklarda; konik ışınli volumetrik tarayıcı (cone beam volumetric scanner-CBVS), dental BT, dental 3D-BT, konik ışınli

volumetrik görüntüleme (cone beam volumetric imaging-CBVI) ve dental volumetrik tomografi (DVT) olarak da geçer (5). Yalnızca diş hekimliğinde sınırlı kullanımı olmaması nedeniyle en çok kullanılan ve tavsiye edilen terim konik ışınli bilgisayarlı tomografidir (204).

Konvansiyonel tomografilerde, x ışını tüp ile dedektör arasında yelpaze şeklinde iki boyutlu bir geometriye sahipken KIBT’de konik biçimli üç boyutlu geometriye sahiptir (200). Dolayısıyla t p ve dedektörün tek bir turu kraniofasiyal bölgenin büyük bir bölümünü tarayabilmektedir (198).

2.6.2.2.1. KIBT’de iki boyutlu ve üç boyutlu görüntünün oluşması ve işleme teknikleri

KIBT’de görüntü oluşumu dört aşamada gerçekleşmektedir (180):

- (1) Görüntünün yakalanması
- (2) Görüntünün oluşturulması
- (3) Görüntünün rekonstrüksiyonu
- (4) Görüntünün ekrana yansıtılması

(1) Görüntünün yakalanması

KIBT, iki boyutlu bir dedektör üzerine üç boyutlu konik şekilli x ışını demetinin yönlendirilmesi esasına dayanır (5,205-207). Bir tutucuya sabitlenen hastanın ba ı etrafında x ışını kaynağı ve dedektör e  zamanlı olarak 180 , 270  veya 360  olmak üzere tek bir rotasyon yapmaktadır (180,208-210). Bu tarama sırasında hastadan geçen konik ışınların dedektör tarafından algılanmasıyla görüntülenen alanın 100-600 adet imajı (ham görüntü, temel görüntü) elde edilir (208-210). Kaç tane ham görüntü olu aca ını saniyede elde edilen görüntü sayısı, yörüngenin tam olup olmaması ve rotasyon hızı belirlemektedir (211,212). Bu ham görüntü serisine ‘projeksiyon datası’ veya ‘projeksiyon verileri’ adı verilir (211,212). Projeksiyon verilerinin artması görüntü oluşturmak için daha çok bilginin elde edilmesini,   z n rl  n artmasını ve daha az metalik artifakt oluşmasını sağlamaktadır. Ancak

projeksiyon verileri artarsa ışınlama süresi, radyasyon dozu ve görüntü oluşturma süresi de uzar (211).

Görüntüleme protokolü; görüntüleme alanı (Field of View/FOV), voksel büyüklüğü, tarama zamanı, miliamper ve kilovolt ayarları, sensör sensitivitesi ve hasta immobilizasyon yöntemlerine (supin pozisyonunda, ayakta veya oturarak) göre değişiklik gösterir (184). FOV küçük, orta veya büyük ölçekte olabilir. Küçük ölçekte gömülü dişler, kök morfolojisi, süpernümere dişler, implant ya da ortodontik mini implant yerleştirilen alanlar görüntülenebilir. Orta ölçekte mandibula, maksilla ya da her ikisi birden değerlendirilebilir. Büyük ölçekte ise tüm baş bölgesi değerlendirilebilir (184). Operatör; FOV, miliamper ayarları ve tarama zamanını kontrol edebilir. Bu değerleri azaltmak efektif radyasyon dozu değerlerini ve görüntünün çözünürlüğünü de değiştirecektir (184).

(2) Görüntünün oluşturulması

KIBT sistemleri, dedektör tiplerine göre image intensifier tube/charged coupled device (IIT/CCD) ve flat panel dedektör olarak ikiye ayrılmaktadır. IIT/CCD geometrik distorsiyona, görüntü netliğinin bozulmasına ve artefaktların artmasına neden olmaktadır (180,197). Flat panel dedektörler ise yüksek geometrik çözünürlük sunar, distorsiyon ve artefakt oluşumu çok daha azdır, x ışınlarına daha hassas olduğu için hasta dozu daha düşüktür (5,205).

Görüntü ayrıntılarını, yani çözünürlüğü belirleyen görüntünün hacimsel birimi vokselidir. Voksel boyutunu belirleyen ise dedektör bölge üzerindeki piksel boyutudur, çünkü dikdörtgenler prizması şeklinde olan vokselin tabanını piksel, yüksekliğini ise o kesitin kalınlığı oluşturur (180). KIBT vokselleri genellikle izotropiktir yani vokseli oluşturan kenar boyutları uzayın her üç yönünde de eşittir. Yani KIBT vokselleri küp şeklindedir. Vokseli oluşturan kenar boyutları 0,07 mm ile 0,4 mm arasında değişir. Voksel sayısı ne kadar çoksa ve vokselin bir kenarının boyutu ne kadar küçükse anatomik yapılar o kadar net görüntülenir (184,185)

(3) Görüntünün rekonstrüksiyonu (primer rekonstrüksiyon)

Ham görüntüler elde edildikten sonra verilerin işlenmesi gerekmektedir. Üç boyutlu hacimsel görüntü oluşturmak için 100-600 tane ham görüntünün bilgisayar programı aracılığıyla birleştirilmesi gerekmektedir yani elde edilen bir dizi aksiyel kesit üst üste yerleştirilir (180). Bu işlem tarama yapıldıktan hemen sonra uygun yazılım programı aracılığıyla gerçekleşir. KIBT ile elde edilen ham görüntülerden sadece üç boyutlu hacimsel görüntüler değil aksiyel, sagittal, koronal düzlemlerde iki boyutlu görüntüler de elde edilebilir (180). Primer rekonstrüksiyonun süresi, voksel boyutuna, taranan alana, ışınlama sayısına ve rekonstrüksiyon yazılımına bağlıdır ve hasta akışını sağlamak için 3 dakikadan daha az olmalıdır (180).

(4) Görüntünün ekrana yansıtılması (sekonder rekonstrüksiyon)

Hacimsel görüntüler, özel bir yazılım programı tarafından tüm voksellerin birleştirilmesi sonucu görüntülenebilir bir formata çevrilir ve buna sekonder rekonstrüksiyon adı verilir (9,158,212). Artık klinisyen görüntüler üzerinde büyütme ve döndürme gibi işlemler ile ölçümler ve analizler yapabilecektir (180).

2.6.2.2.2. Ortodontide KIBT kullanım alanları

KIBT günümüzde ortodontistlerin teşhis için aldıkları rutin kayıtlar içinde yer almasa da kullanımı her geçen gün artmaktadır. İki boyutlu radyograflara göre pek çok avantajı olan bu tekniğin gelecek yıllarda fotoğraf, model ve konvansiyonel radyolojik tetkiklerin yerini alacağı düşünülmektedir (213).

Ortodontide KIBT'nin en sık kullanım endikasyonu gömülü dişlerdir (38). KIBT görüntülerinin incelenmesi ile gömülü dişin konumu, ortodontik sürdürme için uygulanacak kuvvetin vektörü ve gömülü dişe komşu dişlerin kökünde rezorpsiyon olup olmadığı belirlenmektedir (214,215).

KIBT dentisyonun kapsamlı bir görüntüsünü sunar. Gömülü dişlerin yanısıra eksik dişlerin, supernumere dişlerin, dental gelişimin ve erüpsiyon aşamasının, kök

boyutlarının ve diş hareketine engel olan kök anomalilerinin belirlenmesinde oldukça faydalıdır (162).

KIBT'nin avantajlı bulunduğu bir diğer kullanım alanı da TME patolojilerinin incelenmesidir. TME'yi değerlendirebilmek için kullanılan panoramik radyografiler bazı kısıtlılıklara sahip oldukları için, BT'lerin ise radyasyon dozları nedeniyle kullanılması önerilmemektedir (38). TME'nin morfolojik değişikliklerinin KIBT ile belirlenmesine yönelik kadavra çalışmaları kemik defektlerini, düzleşmeleri, osteofitleri ve sklerotik değişiklikleri tespit etmede KIBT'nin başarılı olduğunu göstermiştir (216-218).

Üst hava yollarının değerlendirilmesi ve OSA teşhisinde de uzun yıllar konvansiyonel radyografilerden yararlanılmış olsa da KIBT daha yararlı bir yöntemdir (219). Çünkü konvansiyonel radyograflarda yapılar süperpoze olur ve sadece iki boyutlu ölçümler yapılabilir. KIBT görüntülerinde ise hacimsel ölçümlerin yapılması ve anatominin üç boyutlu olarak gerçeğe yakın incelenmesi mümkündür (220,221).

KIBT datasından dijital modeller elde edilebilir. Böylelikle ölçü alma gereği ortadan kalkar. Sürmüş ve sürmemiş olan dişler ve kökleri, alveoler kemik ve süpernümere dişler bu modellerde görüntülenebilir (222,223). Yapılan bir çalışmada KIBT datasından elde edilen modellerle OrthoCAD dijital modellerin ölçüm doğrulukları karşılaştırılmıştır. KIBT'den elde edilen modellerdeki lineer ölçümlerin OrthoCAD modellerle aynı doğrulukta olduğu bulunmuştur (223).

Konvansiyonel radyografilerde, tarama esnasında baş konumunun ayarlanması gerekirken, tomografi verilerinde tarama sonrasında bilgisayarda ayarlama yapılabilir (185). KIBT hacimsel verileri üzerinde uygulanan ölçüm doğruluğunun, hastanın baş konumundan etkilenmediği, KIBT'den türetilen iki boyutlu görüntüler üzerinde uygulanan ölçümlerde ise baş konumun ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (224,225).

KIBT datasından panoramik, lateral, submentovertex ve posteroanterior sefalometrik görüntüler oluşturulabilir (211,226,227). KIBT'den elde edilen lateral sefalometrik radyografiler ile kraniyofasiyal bölge hem sağdan hem de soldan incelenebilir. KIBT'den elde edilen panoramik görüntü, konvansiyonel panoramik görüntüye benzer, ancak spinal omurgaların ve kontralateral bölgenin süperpozisyonu olmadığı için belirgin derecede nettir (162).

Farklı zamanlarda alınan tomografi verileri birbiri üzerinde karşılaştırılarak tedavi ve büyümenin etkilerini değerlendirmek mümkündür (228).

KIBT asimetrielerin incelenmesinde oldukça yararlı bir yöntemdir (176, 191). Süperpozisyon, distorsiyon ve hastanın konumundan etkilenmeyen bu teknik ile sağ ve sol kısımdaki anatomik noktaları karşılaştırmak mümkündür.

Alveoler kemik boyutları ve kalitesini değerlendirirken de KIBT oldukça yararlı bir araçtır (229). KIBT imajlarının interradyiküler ilişkileri görüntülemeye panoramik radyografiye göre çok daha doğru ve güvenilir bilgiler verdiği bildirilmiştir (37).

2.6.2.2.3. KIBT'de radyasyon dozu

Farklı görüntüleme teknikleri ve cihazları arasındaki doz miktarını karşılaştırmak için radyasyon ekspozları efektif dozlara dönüştürülür ve sievert (Sv) biçiminde ölçülür (230).

ALARA (As Low as Reasonably Achievable) prensibine göre radyografik görüntüleme, sağlayacağı yararlar risklerine göre ağır basacaksa yapılmalıdır (163). Konvansiyonel radyografilerin, BT'lerin ve KIBT'nin radyasyon dozunu hesaplamaya yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmaların bazılarında KIBT'den alınan radyasyon dozunun, panoramik gibi konvansiyonel radyografi tekniklerinden alınan doza yakın olduğu belirlenirken (186,230,231), başka araştırmalarda ise dozun panoramik radyografiden daha fazla olduğu ifade edilmiştir (198,232).

Caloss ve ark. (186), etkin radyasyon dozunun panoramik radyografilerde 50 μSv (mikrosievert), sefalometrik radyografilerde 100 μSv , BT'de 310-410 μSv ve KIBT'de 40-130 μSv olduğunu ifade etmişlerdir.

Silva ve ark. (233), en az etkili dozun panoramik (14,2-24,3 μSv) ve lateral sefalometrik radyograftan (10,4 μSv), en fazla etkili dozun ise konvansiyonel BT'den (429,7 μSv) alındığını tespit etmişlerdir. KIBT ile 87–206 μSv , full mouth periapikal radyografi ile 13–100 μSv radyasyon alındığını bildirmişlerdir. Konvansiyonel iki boyutlu radyografilerin hala hastaları daha az etkin doza maruz bıraktıklarını, ancak ortodontide üç boyutlu görüntülemeye ihtiyaç duyulduğu durumlarda KIBT tekniğinin tercih edilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.

Gijbels ve ark. (234), orta boyutta FOV ve yüksek çözünürlük modunda Accuitomo sistemi için en yüksek efektif dozu 44 μSv , Scanora sistemi için 26,6 μSv olarak rapor etmişlerdir. Bu değerler efektif dozu 4,7-14,9 μSv olan panoramik radyografinin 2-4 katıdır.

Pauwels ve ark. (235), KIBT radyasyon dozunun büyük bir varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Cihaza ve FOV'a bağlı olarak; küçük FOV için 19-44 μSv , orta FOV için 28-268 μSv ve büyük FOV için 68-368 μSv arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çeşitli çalışmalarda KIBT cihazının tipine ve seçilen FOV'a bağlı olarak efektif radyasyon dozu 29 ile 477 μSv arasında rapor edilmiştir (232,236,237). Günümüzde en yüksek ayarlar kullanıldığında ve mümkün olan en iyi görüntü kalitesi elde edildiğinde bile KIBT cihazları BT'ye göre daha az radyasyon oluşturmaktadır.

KIBT'nin radyasyon dozunu azaltmak için FOV, miliamper, kilovolt ayarları ve tarama zamanı düşürülebilir. Bu değerleri azaltmak efektif radyasyonu azaltır, ancak imaj kalitesinin de düşeceği unutulmamalıdır (184). Efektif doz miktarı görüntülenecek organlara özel dozların toplanmasıyla ortaya çıktığından bazı organların görüntüleme alanından çıkarılması efektif dozu azaltmaktadır. Örneğin

tiroid tarafından alınan doz miktarı efektif dozun büyük bölümünü oluşturduğundan görüntü alınmak istenen bölge maksilla ise tüm kafayı görüntülemektense sadece maksillayı görüntülemek efektif dozu azaltacaktır (230).

2.6.2.2.4. KIBT'nin avantaj ve dezavantajları

KIBT ile gerçek boyutlarda veri elde edilir. İki boyutlu görüntülemelerde gerçekleşen magnifikasyon, distorsiyon, yapıların süperpozisyonu ve rotasyonel hatalar elimine edilir. Çünkü ışın projeksiyonu ortogonaldır yani x ışınları birbirine neredeyse paraleldir ve obje dedektörün yanındadır. Bu da projeksiyon etkisinin niye daha az olduğunu ve niye magnifikasyon olmadığını açıklar. Yazılım projeksiyon etkilerini belirler ve düzeltir, bu da 1:1 boyutta gerçek görüntüler oluşmasını sağlar (1-3).

KIBT'nin kolimasyonu sayesinde primer x ışını sadece ilgilenilen alanla sınırlandırılabilir. Yani her hasta için ilgilenilen alana bağlı olarak optimum FOV seçilebilir. Tüm KIBT cihazlarında bu özellik mevcut olmasa da istenilen bir özelliktir ve hastanın fazla radyasyona maruz kalmasını engellemektedir (238).

KIBT ile yüksek çözünürlüklü görüntü elde edilir (5,239). KIBT görüntüleri izotropik voksellerden oluşmaktadır, yani voksellerin her üç düzlemde de kenar boyutları eşittir ve vokseller kübiktir. Dolayısıyla koronal ve aksiyel kesitte aynı çözünürlüğe sahiptir. Konvansiyonel BT görüntüleri ise anizotropik voksellerden oluşmaktadır yani aksiyel düzlemdeki kenar boyutları aynıdır ancak koronal düzlemdeki kenar boyutu farklıdır ve vokseller dikdörtgenler prizması şeklindedir. Bu yüzden KIBT görüntüleri çözünürlük açısından konvansiyonel BT'lerden daha üstündür (187).

KIBT tekniğinde hasta etrafında tek bir rotasyon gerçekleştiğinden tarama süresi kısadır (10-70 sn arasında). Kısa sürede tarama yapılması hastanın hareketi ile oluşabilecek artefaktları da önlemektedir. Konvansiyonel BT'lerde ise özellikle yüksek çözünürlükte her bir kesitin taranması onlarca saniye sürebilir (180,187,212).

KIBT'nin radyasyon dozu BT'den çok daha düşüktür. Cihazın hasta etrafında tek bir rotasyon yapması, ışınlama süresinin konvansiyonel BT'den daha az oluşu ve inceleme için sadece gerekli bölgenin taranabilmesi radyasyon dozunu azaltan en önemli faktörlerdir (5,212,240).

KIBT datasından posteroanterior sefalogram, lateral sefalogram, TME grafileri ve panoramik radyografler oluşturulabilir (5,180).

KIBT, aksiyal, koronal ve sagittal olmak üzere üç ortogonal düzlemde de görüntü oluşturur. İmajların bu şekilde uzayın her üç yönünde de birbiriyle uyumlu olarak ve iki boyutlu görüntülenebilmesine multiplanar reformasyon (MPR) adı verilir. KIBT'nin hacim oluşturma özelliği sayesinde elde edilen dataların üç boyutlu görüntüler oluşturularak incelenmesi de mümkündür (180,187,212).

Üreticilerin artifakt azaltıcı algoritmaları sayesinde KIBT'de metal artifaktı görülme olasılığı BT'ye göre çok daha düşüktür (5,212).

KIBT hasta etrafında tek bir rotasyon yaptığı için BT'ye göre daha az enerji kullanır ve çok daha ucuzdur (241).

KIBT'nin en önemli dezavantajı sert dokuları çok iyi görüntüleyebildiği halde çoğu yumuşak dokuyu, kasları ve bağlantılarını görüntüleyememesidir (242-244).

KIBT'nin radyasyon dozu iki boyutlu radyograflara göre daha fazladır.

KIBT'nin tarama zamanı BT'den daha kısa olduğu için hareket artifaktı oluşma riski daha az olsa da hastanın tarama sırasında hareket etmesi yine de artifakt oluşturacaktır (197).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu retrospektif çalışmada, özel bir görüntüleme merkezinden (Tomoloji Maksillofasiyal Görüntüleme Merkezi, Ankara) alınmış KIBT görüntüleri kullanılmıştır. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: D-DA13/06).

Hastaların araştırma kapsamına dahil edilme kriterleri şunlardır:

- Bireylerin herhangi bir kraniyofasiyal anomalisinin olmaması
- Daimi dentisyon aşamasında olmaları
- 3. molar dişler hariç tüm daimi dişlerin kök apekslerinin kapanmış olması
- GoGn/SN açısının 26° ile 38° arasında olması
- CS5 ve CS6 döneminde yani postpubertal dönemde olmaları
- Anatomik olarak çene ucundan nazal kemiğe kadar olan bölgeyi içeren KIBT görüntülerinin olması
- KIBT görüntülerinde dişlerin maksimum interküspidasyonda olması
- Ölçüm yapılan bölgelerde diş eksikliği, gömülü diş ya da süpernumere dişlerin olmaması
- Horizontal ve/veya vertikal kemik kaybının eşlik ettiği periodontal hastalıkların olmaması
- Alveoler kemikte veya periradiküler bölgede patoloji ya da radyolusensi olmaması
- Mine-sement birleşimini içeren büyük restorasyonların olmaması
- Hafif-orta dereceli dental çapraşıklığın olması

Çalışmada gerekli olan minimum örneklem sayısını belirlemek için kuvvet analizi uygulanmıştır. Buna göre, 3 gruptaki hasta kayıtlarının değerlendirilmesi hedeflenen çalışmanın her bir grubunda %80 güç ve %5 yanılma düzeyi ile 18 denek,

%85 güç ve %5 yanılma düzeyi ile 20 denek, %90 güç ve %5 yanılma düzeyi ile 24 denek alınması gerektiği hesaplanmıştır.

Çalışmada dişlerin maksimum interküspidasyonda olduğu 201 adet KIBT görüntüsü değerlendirilmiştir. Ancak bu görüntülerin 151 tanesi çalışma kriterlerine uymamasından dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmada 60 adet KIBT görüntüsü kullanılmıştır ve %85 güce ulaşılmıştır. 20 hastadan oluşan 1. gruba (18 kız ve 2 erkek; ortalama yaş $18,20 \pm 3,33$) ANB açısı $0-4^\circ$ olan iskeletsel sınıf I hastalar; 20 hastadan oluşan 2. gruba (11 kız ve 9 erkek, ortalama yaş $18,25 \pm 4,92$) ANB açısı 4° den büyük olan iskeletsel sınıf II hastalar; 20 hastadan oluşan 3. gruba (10 kız ve 10 erkek, ortalama yaş $18,90 \pm 4,97$) ANB açısı 0° den küçük olan iskeletsel sınıf III hastalar dahil edilmiştir.

KIBT görüntülerinden elde edilen lateral sefalometrik görüntüler üzerinde hastaların GoGN/SN açıları belirlenmiştir. Çalışmaya GoGN/SN açısı 26° ve 38° arasında olan normodiverjan bireyler dahil edilmiş, 26° den küçük olan hipodiverjan bireyler ile 38° den büyük olan hiperdiverjan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırmada kullanılan kayıtlar

Çalışmada kullanılan KIBT görüntüleri özel bir görüntüleme merkezindeki (Tomoloji Maksillofasiyal Görüntüleme Merkezi, Ankara) KIBT cihazından (ILUMA, IMTEC Europa, Oberursel, Almanya) elde edilmiştir. Tomografi cihazının voksel boyutu 0,3 mm'dir. Cihaz 120 kVp ve 3,8 mA akımda çalışmaktadır. Hasta etrafında 360° rotasyon yaparak $14 \times 19,5$ cm alanı ortalama 40 saniyede taramaktadır. Işınlama sırasında hasta oturur pozisyonundadır, hastanın başı çene ucu ve alından sabitlenmiştir. Midsagittal düzlem yere dik, Frankfurt Horizontal düzlemi yere paraleldir ve dişler maksimum interküspidasyondadır. Tarama esnasında hastaya yutkunmaması ve gözlerini kapatması söylenmiştir.

KIBT taramalarından elde edilen ham verinin primer ve sekonder rekonstrüksiyonu üretici firmanın yazılımı (ILUMAVision, IMTEC Europa, Oberursel, Almanya) ile yapılmış ve rekonstrükte edilen veriler viewer dosyası olarak kaydedilmiştir. Tüm ölçümler aynı programda doğru ölçümler için en iyi görüntüyü veren 1000 pencere seviyesi (window level) ve 4000 pencere genişliğinde (window width) yapılmıştır. Ayrıca bu program yardımıyla KIBT görüntülerinden lateral sefalometrik görüntüler elde edilmiştir.

Çalışmada hastaların iskeletsel olgunlaşmalarını tespit etmek amacıyla, KIBT görüntülerinden servikal vertebra maturasyonları değerlendirilmiştir. Baccetti ve ark.'ın (245) tanımlamış olduğu sınıflamaya göre CS1, CS2, CS3 ve CS4 döneminde olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. CS5 ve CS6 döneminde olan bireyler dahil edilmiştir.

3.2.2. KIBT görüntülerinin değerlendirilmesi

KIBT görüntüleri değerlendirilirken, sagittal, aksiyal ve koronal kesitler ile KIBT görüntülerinden elde edilen lateral sefalometrik görüntüler kullanılmıştır.

Her hastada alt ve üst çenenin sadece sağ yarısında santral, lateral, kanin, 1. premolar, 2. premolar, 1. molar ve 2. molar dişte olmak üzere toplam 14 tane diş ve bu dişlerin interdental bölgeleri değerlendirilmiştir. Her diş üzerinde kök uzunluğu, kök genişliği, bukkalde dehisens varlığı/yokluğu, palatinal/lingualde dehisens varlığı/yokluğu, bukkalde fenestrasyon varlığı/yokluğu, palatinal/lingualde fenestrasyon varlığı/yokluğu ve bukkolingual inklinasyon olmak üzere 7 ölçüm yapılmıştır. Kök uzunluğu ve bukkolingual inklinasyon ölçümleri 2 köklü üst premolar dişlerde bukkal kök, 2 köklü alt molar dişlerde mesial kök, 3 köklü üst molar dişlerde mesiobukkal kökte yapılmıştır. İnterdental bölgede ise bukkal kortikal kemik kalınlığı, spongios kemik kalınlığı, palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı olmak üzere 3 ölçüm yapılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce hastanın kafası Frankfurt Horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde oryante edilmiştir.

Ölçüm yapılacak dişi ya da bölgeyi tam olarak oryante edebilmek için oryantasyon düzlemleri oluşturulmuştur. Bu düzlemler aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerdir (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3). Aksiyel düzlem ölçüm yapılan bölgeyi alt-üst, koronal düzlem ön-arka ve sagittal düzlem de sağ-sol parçalara ayıracak şekilde kesmektedir.

Çalışmaya dahil edilen 60 hastanın tümünde değerlendirmeye alınan her bir parametre, aynı araştırmacı (İ.C.) tarafından ölçülmüştür. Ayrıca, araştırmacının kendi içindeki güvenilirliğinin saptanabilmesi için tüm ölçümler bittikten 2 hafta sonra 30 KIBT görüntüsü üzerinde (her gruptan rastgele 10 hasta seçilerek) yeniden ölçüm yapılmıştır.

3.2.2.1. Kullanılan iskeletsel noktalar

1. Sella (S): Lateral sefalometrik görüntüde sfenoid kemiğin üzerinde yer alan sella tursika'nın merkezi (Şekil 3.4)
2. Nasion (N): Lateral sefalometrik görüntüde nazofrontal suturanın en ileri noktası (Şekil 3.4)
3. A noktası: Lateral sefalometrik görüntüde spina nasalis anteriordan üst kesici dişe uzanan kemik konkavitesinin en derin noktası (Şekil 3.4)
4. B noktası: Lateral sefalometrik görüntüde alt kesici dişten çene ucuna uzanan kemik konkavitesinin en derin noktası (Şekil 3.4)
5. Go (Gonion): Lateral sefalometrik görüntüde ramus mandibulanın arka kenarına ve korpus mandibulanın alt kenarına çizilen teğetlerin oluşturduğu açının açıortayının alt çene kemiğinin dış sınırını kestiği nokta (Şekil 3.4)
6. Gn (Gnathion): Lateral sefalometrik görüntüde mandibuler simfizinin dış konturu üzerindeki en ileri ve en alt nokta (Şekil 3.4)
7. Me (Menton): Sagittal kesitte simfizinin en alt noktası (Şekil 3.5)
8. ANS (Anterior nasal spina): Sagittal kesitte burun ön açıklığının tabanında maksillanın kemik çıkıntısının en uç noktası (Şekil 3.5)

9. PNS (Posterior nasal spina): Sagittal kesitte sert damağın en arka noktası (Şekil 3.5)

3.2.2.2. Kullanılan düzlemler

10. Aksiyel düzlem: Koordinat sistemindeki x eksenini, ölçüm yapılan bölgeyi alt-üst olarak ayıran düzlem (Şekil 3.2 ve 3.3)

11. Koronal düzlem: Koordinat sistemindeki y düzlemi, ölçüm yapılan bölgeyi ön-arka olarak ayıran düzlem (Şekil 3.1 ve 3.2)

12. Sagittal düzlem: Koordinat sistemindeki z düzlemi, ölçüm yapılan bölgeyi sağ-sol olarak ayıran düzlem (Şekil 3.1 ve 3.3)

13. Sella-Nasion düzlemi (SN): Lateral sefalometrik görüntüde sella ve nasion noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.6)

14. Gonion-Gnathion düzlemi (Go-Gn): Lateral sefalometrik görüntüde gonion ve gnathion noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.6)

15. NA düzlemi: Lateral sefalometrik görüntüde nasion ve A noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.6)

16. NB düzlemi: Lateral sefalometrik görüntüde nasion ve B noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.6)

17. Gonion-Menton düzlemi (Go-Me): Lateral sefalometrik görüntüde gonion ve menton noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.6)

18. Palatinal düzlem (PD): Sagittal ve koronal kesitte ANS ve PNS noktalarından geçen düzlem (Şekil 3.2 ve 3.3)

19. Koronal kesitte mandibuler korpusun alt kenarına teğet geçen düzlem (Şekil 3.3)

3.2.2.3. Kullanılan ölçümler

20. U1KU: Sagittal kesitte, üst santral dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk (Şekil 3.7)

21. U2KU: Sagittal kesitte, üst lateral dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
22. U3KU: Sagittal kesitte, üst kanin dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
23. U4KU: Koronal kesitte, üst 1. premolar dişin bukkal kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk (Şekil 3.8)
24. U5KU: Koronal kesitte, üst 2. premolar dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
25. U6KU: Koronal kesitte, üst 1. molar dişin mesiobukkal kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
26. U7KU: Koronal kesitte, üst 2. molar dişin mesiobukkal kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
27. L1KU: Sagittal kesitte, alt santral dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
28. L2KU: Sagittal kesitte, alt lateral dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
29. L3KU: Sagittal kesitte, alt kanin dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
30. L4KU: Koronal kesitte, alt 1. premolar dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
31. L5KU: Koronal kesitte, alt 2. premolar dişin kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
32. L6KU: Koronal kesitte, alt 1. molar dişin mesial kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
33. L7KU: Koronal kesitte, alt 2. molar dişin mesial kök apeksi ile mine sement birleşimi arasındaki kök uzun aksı boyunca olan uzunluk
34. U1KG: Sagittal kesitte üst santral dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk (Şekil 3.9)

35. U2KG: Sagittal kesitte üst lateral dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk
36. U3KG: Sagittal kesitte üst kanin dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk
37. U4KG: Koronal kesitte üst 1. premolar dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk (Şekil 3.10)
38. U5KG: Koronal kesitte üst 2. premolar dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk
39. U6KG: Koronal kesitte üst 1. molar dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk
40. U7KG: Koronal kesitte üst 2. molar dişin bukkal ve palatinal mine sement sınırı arasındaki uzunluk
41. L1KG: Sagittal kesitte alt santral dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
42. L2KG: Sagittal kesitte alt lateral dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
43. L3KG: Sagittal kesitte alt kanin dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
44. L4KG: Koronal kesitte alt 1. premolar dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
45. L5KG: Koronal kesitte alt 2. premolar dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
46. L6KG: Koronal kesitte alt 1. molar dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
47. L7KG: Koronal kesitte alt 2. molar dişin bukkal ve lingual mine sement sınırı arasındaki uzunluk
48. UBK1-2: Sagittal kesitte, üst santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı

49. UBK2-3: Sagittal kesitte, üst lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı (Şekil 3.11)
50. UBK3-4: Koronal kesitte, üst kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
51. UBK4-5: Koronal kesitte, üst 1. ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı (Şekil 3.12)
52. UBK5-6: Koronal kesitte, üst 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
53. UBK6-7: Koronal kesitte, üst 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
54. UPK1-2: Sagittal kesitte, üst santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı
55. UPK2-3: Sagittal kesitte, üst lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı (Şekil 3.11)
56. UPK3-4: Koronal kesitte, üst kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı
57. UPK4-5: Koronal kesitte, üst 1. ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı (Şekil 3.12)
58. UPK5-6: Koronal kesitte, üst 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı
59. UPK6-7: Koronal kesitte, üst 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki palatinal kortikal kemik kalınlığı
60. US1-2: Sagittal kesitte, üst santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
61. US2-3: Sagittal kesitte, üst lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı (Şekil 3.11)
62. US3-4: Koronal kesitte, üst kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı

63. US4-5: Koronal kesitte, üst 1. premolar ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı (Şekil 3.12)
64. US5-6: Koronal kesitte, üst 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
65. US6-7: Koronal kesitte, üst 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
66. LBK1-2: Sagittal kesitte, alt santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
67. LBK2-3: Sagittal kesitte, alt lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
68. LBK3-4: Koronal kesitte, alt kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
69. LBK4-5: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
70. LBK5-6: Koronal kesitte, alt 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
71. LBK6-7: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki bukkal kortikal kemik kalınlığı
72. LLK1-2: Sagittal kesitte, alt santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı
73. LLK2-3: Sagittal kesitte, alt lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı
74. LLK3-4: Koronal kesitte, alt kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı
75. LLK4-5: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı
76. LLK5-6: Koronal kesitte, alt 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı

77. LLK6-7: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki lingual kortikal kemik kalınlığı
78. LS1-2: Sagittal kesitte, alt santral ve lateral dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
79. LS2-3: Sagittal kesitte, alt lateral ve kanin dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
80. LS3-4: Koronal kesitte, alt kanin ve 1. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
81. LS4-5: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. premolar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
82. LS5-6: Koronal kesitte, alt 2. premolar ve 1. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
83. LS6-7: Koronal kesitte, alt 1. ve 2. molar dişler arasında kret tepesinin 5 mm altındaki spongioz kemik kalınlığı
84. U1Bİ: Sagittal kesitte, üst santral dişin uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı (Şekil 3.13)
85. U2Bİ: Sagittal kesitte, üst lateral dişin uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı
86. U3Bİ: Koronal kesitte, üst kanin dişin uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı
87. U4Bİ: Koronal kesitte, üst 1. premolar dişin bukkal kökünün uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı (Şekil 3.14)
88. U5Bİ: Koronal kesitte, üst 2. premolar dişin uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı
89. U6Bİ: Koronal kesitte, üst 1. molar dişin mesiobukkal kökünün uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı
90. U7Bİ: Koronal kesitte, üst 2. molar dişin mesiobukkal kökünün uzun aksı ile palatinal düzlem arasındaki açı

91. L1Bİ: Sagittal kesitte, alt santral dişin uzun aksı ile mandibuler düzlem arasındaki açı (Şekil 3.15)
92. L2Bİ: Sagittal kesitte, alt lateral dişin uzun aksı ile mandibuler düzlem arasındaki açı
93. L3Bİ: Koronal kesitte, alt kanin dişin uzun aksı ile mandibuler düzlem arasındaki açı
94. L4Bİ: Koronal kesitte, alt 1. premolar dişin uzun aksı ile mandibula alt kenarına teğet geçen düzlem arasındaki açı (Şekil 3.16)
95. L5Bİ: Koronal kesitte, alt 2. premolar dişin uzun aksı ile mandibula alt kenarına teğet geçen düzlem arasındaki açı
96. L6Bİ: Koronal kesitte, alt 1. molar dişin uzun aksı ile mandibula alt kenarına teğet geçen düzlem arasındaki açı
97. L7Bİ: Koronal kesitte, alt 2. molar dişin uzun aksı ile mandibula alt kenarına teğet geçen düzlem arasındaki açı
98. U1DB: Üst santral dişin bukkalindeki dehisens
99. U2DB: Üst lateral dişin bukkalindeki dehisens
100. U3DB: Üst kanin dişin bukkalindeki dehisens (Şekil 3.17)
101. U4DB: Üst 1. premolar dişin bukkalindeki dehisens
102. U5DB: Üst 2. premolar dişin bukkalindeki dehisens
103. U6DB: Üst 1. molar dişin bukkalindeki dehisens
104. U7DB: Üst 2. molar dişin bukkalindeki dehisens
105. U1DP: Üst santral dişin palatinalindeki dehisens
106. U2DP: Üst lateral dişin palatinalindeki dehisens
107. U3DP: Üst kanin dişin palatinalindeki dehisens
108. U4DP: Üst 1. premolar dişin palatinalindeki dehisens
109. U5DP: Üst 2. premolar dişin palatinalindeki dehisens
110. U6DP: Üst 1. molar dişin palatinalindeki dehisens

- 111. U7DP: Üst 2. molar dişin palatinalindeki dehisens
- 112. U1FB: Üst santral dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 113. U2FB: Üst lateral dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 114. U3FB: Üst kanin dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 115. U4FB: Üst 1. premolar dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 116. U5FB: Üst 2. premolar dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 117. U6FB: Üst 1. molar dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 118. U7FB: Üst 2. molar dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 119. U1FP: Üst santral dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 120. U2FP: Üst lateral dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 121. U3FP: Üst kanin dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 122. U4FP: Üst 1. premolar dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 123. U5FP: Üst 2. premolar dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 124. U6FP: Üst 1. molar dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 125. U7FP: Üst 2. molar dişin palatinalindeki fenestrasyon
- 126. L1DB: Alt santral dişin bukkalindeki dehisens
- 127. L2DB: Alt lateral dişin bukkalindeki dehisens
- 128. L3DB: Alt kanin dişin bukkalindeki dehisens
- 129. L4DB: Alt 1. premolar dişin bukkalindeki dehisens
- 130. L5DB: Alt 2. premolar dişin bukkalindeki dehisens
- 131. L6DB: Alt 1. molar dişin bukkalindeki dehisens
- 132. L7DB: Alt 2. molar dişin bukkalindeki dehisens
- 133. L1DL: Alt santral dişin lingualindeki dehisens
- 134. L2DL: Alt lateral dişin lingualindeki dehisens
- 135. L3DL: Alt kanin dişin lingualindeki dehisens

- 136. L4DL: Alt 1. premolar dişin lingualindeki dehisens
- 137. L5DL: Alt 2. premolar dişin lingualindeki dehisens
- 138. L6DL: Alt 1. molar dişin lingualindeki dehisens
- 139. L7DL: Alt 2. molar dişin lingualindeki dehisens
- 140. L1FB: Alt santral dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 141. L2FB: Alt lateral dişin bukkalindeki fenestrasyon
- 142. L3FB: Alt kanin dişin bukkalindeki fenestrasyon (Şekil 3.18)
- 143. L4FB: Alt 1. premolar dişin bukkalındaki fenestrasyon
- 144. L5FB: Alt 2. premolar dişin bukkalındaki fenestrasyon
- 145. L6FB: Alt 1. molar dişin bukkalındaki fenestrasyon
- 146. L7FB: Alt 2. molar dişin bukkalındaki fenestrasyon
- 147. L1FL: Alt santral dişin lingualindeki fenestrasyon
- 148. L2FL: Alt lateral dişin lingualindeki fenestrasyon
- 149. L3FL: Alt kanin dişin lingualindeki fenestrasyon
- 150. L4FL: Alt 1. premolar dişin lingualindeki fenestrasyon
- 151. L5FL: Alt 2. premolar dişin lingualindeki fenestrasyon
- 152. L6FL: Alt 1. molar dişin lingualindeki fenestrasyon
- 153. L7FL: Alt 2. molar dişin lingualindeki fenestrasyon

Ayrıca çalışmamızda ön dişler olarak alt ve üst çenedeki santral, lateral, kanin dişler, arka dişler olarak ise alt ve üst çenedeki 1. premolar, 2. premolar, 1. molar ve 2. molar dişler belirlenmiştir.

Kök uzunluğu ölçümü yapılırken, önce aksiyel kesitte koronal ve sagittal düzlemler, ölçüm yapılacak kökün pulpa odasında dişi ortalayacak şekilde kesiştirilmiştir. Daha sonra ön dişler için koronal, arka dişler için sagittal kesitte aksiyel düzlem dişin mesial ve distal mine sement sınırından, ön dişlerde sagittal, arka dişlerde koronal düzlem ise kök uzun aksı boyunca kök apeksi ile mine sement

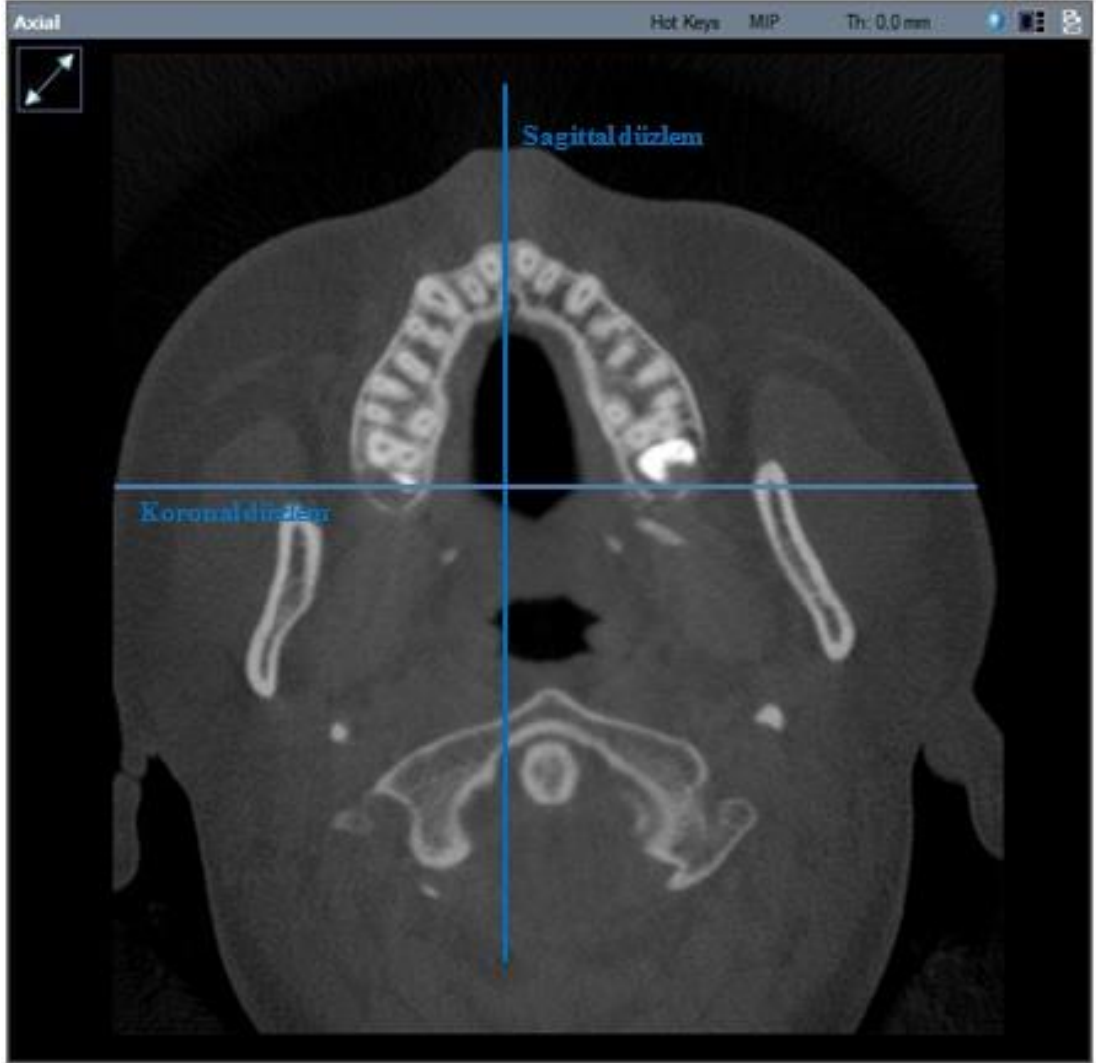
birleşimi arasından geçirilmiştir. Kök uzun aksı ön dişler için insizal kenar ve kök apeksi arası, tek köklü arka dişler için santral fossa ve kök apeksi arası, çok köklü arka dişler için ölçüm yapılacak kök apeksi ile ilgili tüberkül tepesi arasındır. Daha sonra kök uzunluğu ölçümünü yapmak üzere ön dişlerde sagittal kesite, arka dişlerde koronal kesite geçilmiştir. Bu kesitlerde aksiyel düzlemin bukkal ve palatinal/lingual mine sement sınırından, koronal ve sagittal düzlemlerin kök uzun aksı boyunca kök apeksi ile mine sement birleşimi arasından geçtiğinden emin olunmuş ve kök uzunluğu ölçümü kök apeksi ile mine sement sınırı arasından kök uzun aksı boyunca yapılmıştır. (Şekil 3.7 ve 3.8)

Kök genişliği ölçümünde, imajlar üzerinde düzlemlerin oryantasyonu tek köklü dişlerde aynen kök uzunluğu ölçümlerinde anlatıldığı gibi yapılmıştır. Çok köklü dişlerde ise farklı olarak, aksiyel kesitte sagittal ve koronal düzlemler kökü değil dişi ortalayacak şekilde kesiştirilmiştir çünkü kök genişliği ölçümü mine sement sınırı seviyesinden yapılmıştır. Kök genişliği değeri ön dişlerde sagittal kesitte, arka dişlerde koronal kesitte bukkal ve palatinal/lingual mine sement sınırı arasındaki mesafe olarak ölçülmüştür. (Şekil 3.9 ve 3.10)

Kortikal kemik kalınlığı ölçümleri santral-lateral, lateral-kanin, kanin-1. premolar, 1. premolar-2. premolar, 2. premolar-1. molar ve 1. molar-2. molar dişlerin interdental aralıklarında yapılmıştır. Ölçüm yapılacak nokta belirlenirken ön dişler için koronal kesit, arka dişler için sagittal kesit kullanılmıştır. Bu kesitlerde ön dişler için sagittal, arka dişler için koronal düzlem kökler arası mesafenin tam ortasından ve dişlerin uzun aksına paralel olacak şekilde, aksiyel düzlem ise bu düzlemlere dik olacak şekilde oryante edilmiştir. Düzlemlerin interdental alanı tam olarak ortaladığından emin olmak amacıyla aksiyel kesit kullanılmıştır. İmajlar bu şekilde oryante edilmişken, ön dişler için sagittal kesitte, arka dişler için koronal kesitte aksiyel düzlem kret tepesinin 5 mm altına indirilmiş, bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik ile spongioz kemik kalınlığı ölçümü yapılmıştır. Bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı, kortikal kemiğin dış yüzeyinden kortikal-spongioz kemik sınırına olan en kısa mesafe olarak ölçülmüştür. Spongioz kemik kalınlığı ise bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik arasında kalan spongioz kemiğin en kısa bukkolingual mesafesi olarak ölçülmüştür. (Şekil 3.11, Şekil 3.12)

Bukkolingual inklinasyon ölçümünde, imajlar üzerinde ölçüm yapılacak dişler için düzlemlerin oryantasyonu aynen kök uzunluğu ölçümlerinde anlatıldığı gibi yapılmıştır. Üst çenede sagittal ve koronal kesitlerde palatinal düzlem belirlenmiş ve çizilmiştir. Santral ve lateral dişlerde sagittal kesitte, diğer dişlerde ise koronal kesitte kök uzun aksı ve palatinal düzlem arasındaki açı ölçülmüştür (Şekil 3.13 ve 3.14). Alt çenede sagittal kesitte mandibuler düzlem (GoMe düzlemi) belirlenmiş ve çizilmiştir. Alt santral ve lateral dişlerde kök uzun aksı ile mandibuler düzlem arasındaki açı ölçülmüştür (Şekil 3.15). Alt çenede diğer dişler için ise koronal kesitte mandibuler korpusun sağ ve sol alt kenarına çizilen teğet ile kök uzun aksı arasındaki açı ölçülmüştür (Şekil 3.16).

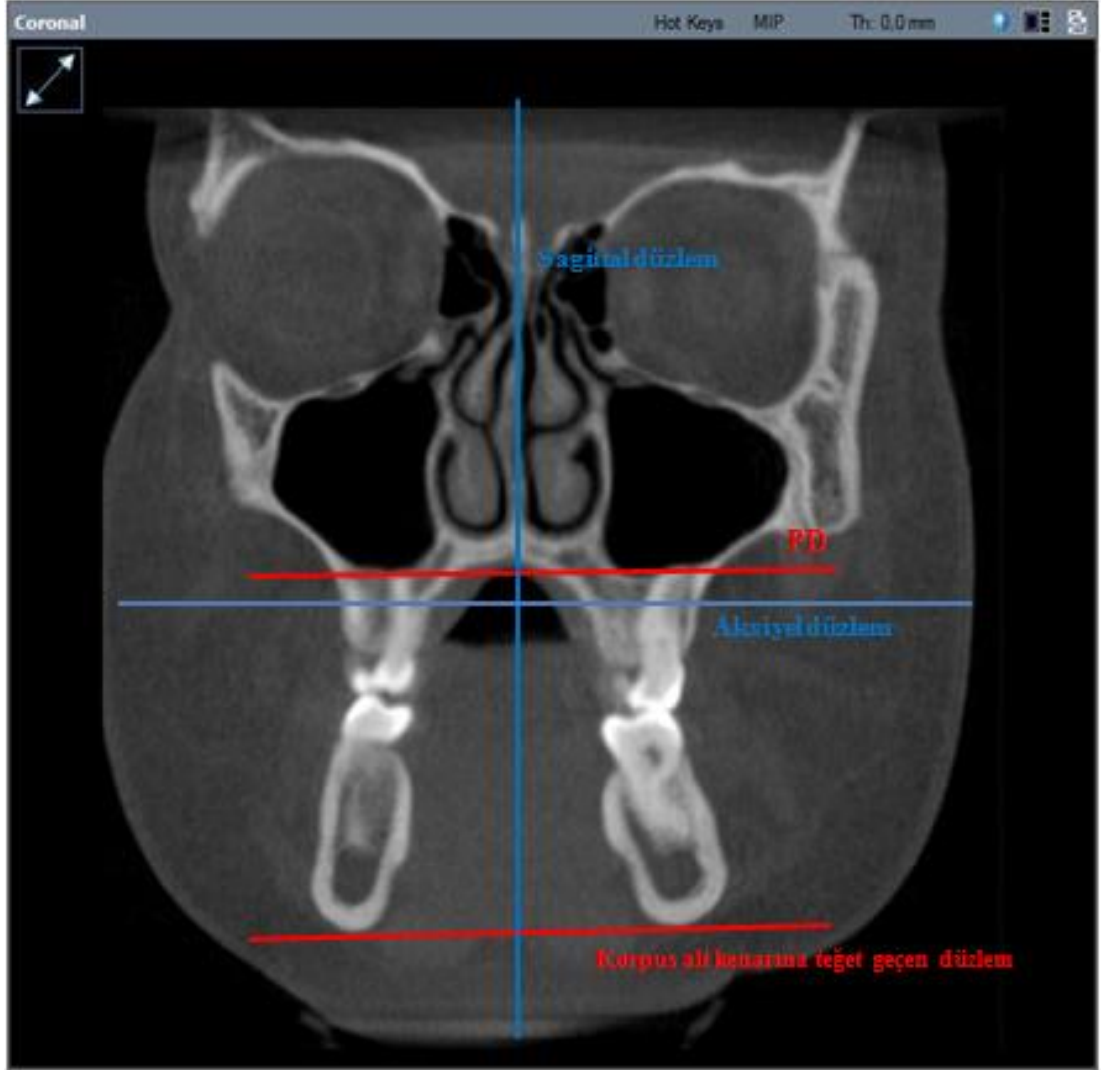
Dehisens ve fenestrasyon tespitinde; her diş kökünün bukkal ve lingual yüzeyi aksiyel ve sagittal kesitlerde incelenmiştir. Bu kesitlerin kalınlığı 0,3 mm'dir. Ardışık 3 veya daha fazla kesitte kök etrafında kortikal kemik saptanamazsa bu 'alveoler defekt' olarak tanımlanmıştır. Alveoler kemik yüksekliği ile mine sement birleşimi arasındaki mesafe 2 mm'den fazlaysa dehisens, defekt alveoler kreti içermiyorsa fenestrasyon olarak tanımlanmıştır (246,247) (Şekil 3.17 ve 3.18).



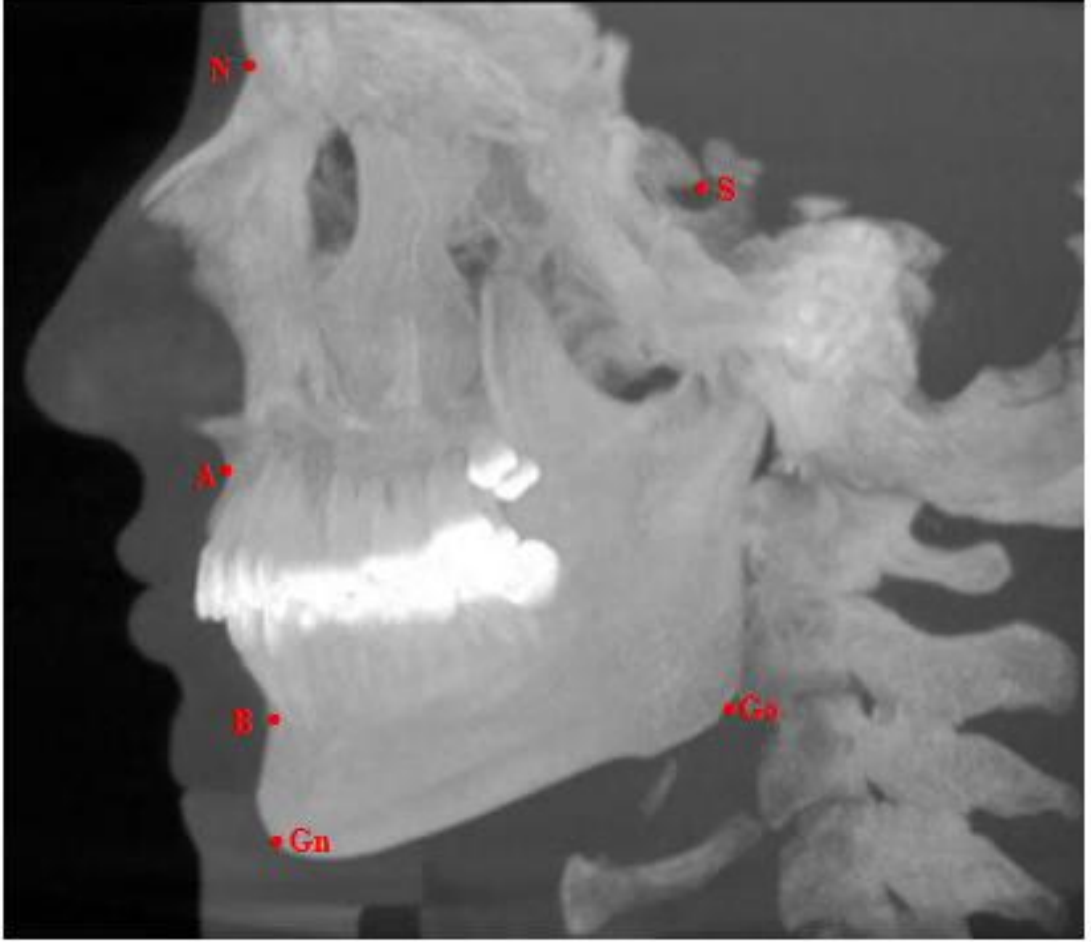
Şekil 3.1. Aksiyel kesit üzerinde sagittal ve koronal düzlemin görüntüsü



Şekil 3.2. Sagittal kesit üzerinde aksiyel, koronal ve palatinal düzlemin görüntüsü



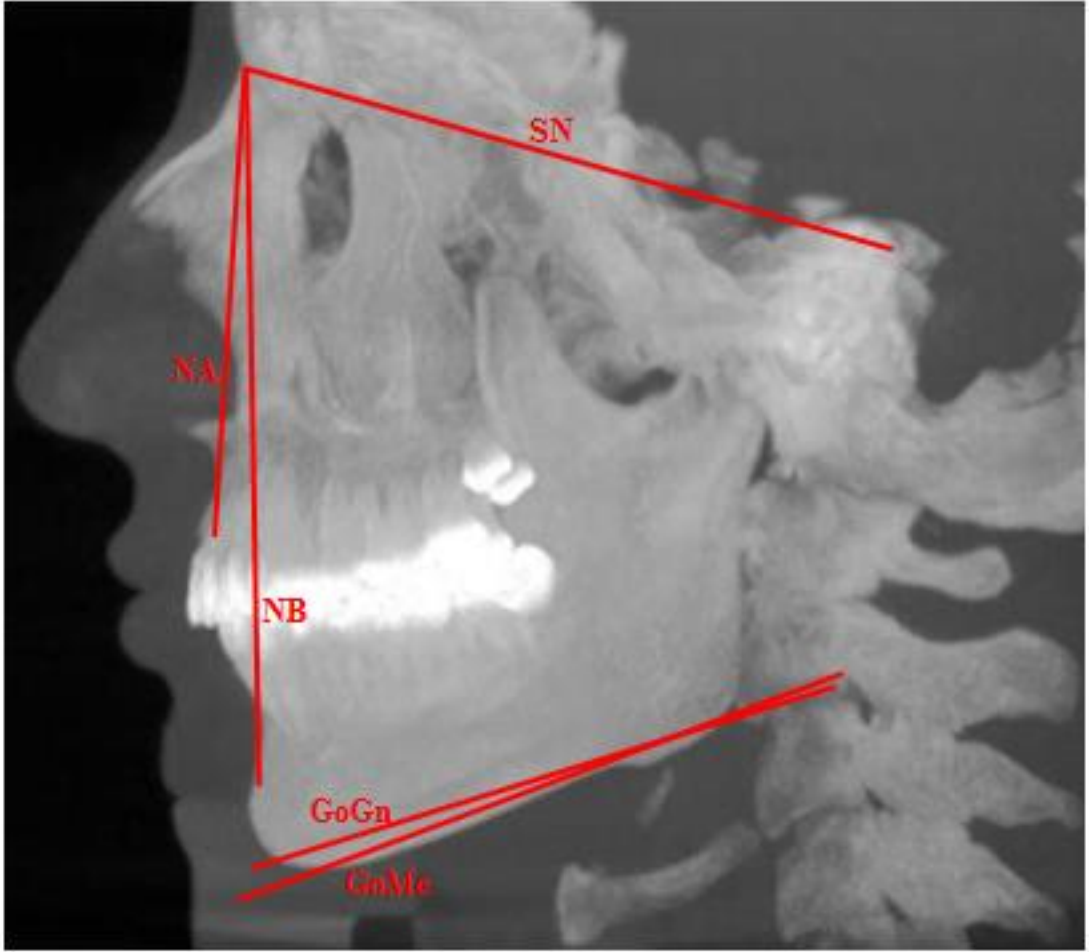
Şekil 3.3. Koronal kesit üzerinde sagittal, aksiyel, palatinal ve korpus alt kenarına teğet geçen düzlemin görüntüsü



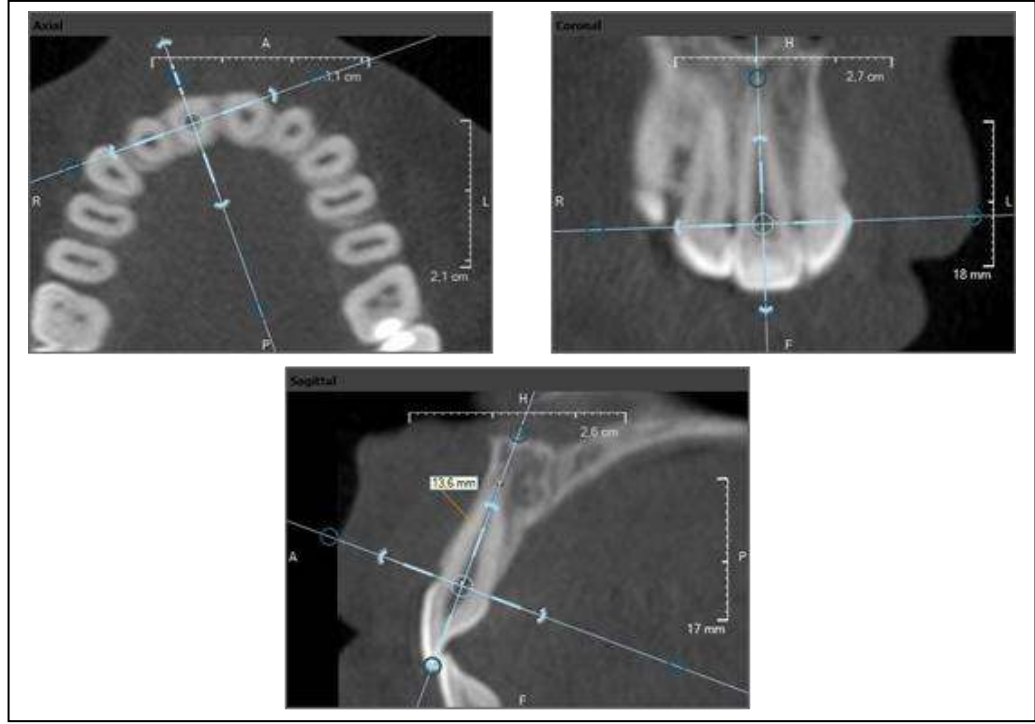
Şekil 3.4. Lateral sefalometrik görüntüde kullanılan iskeletsel noktalar



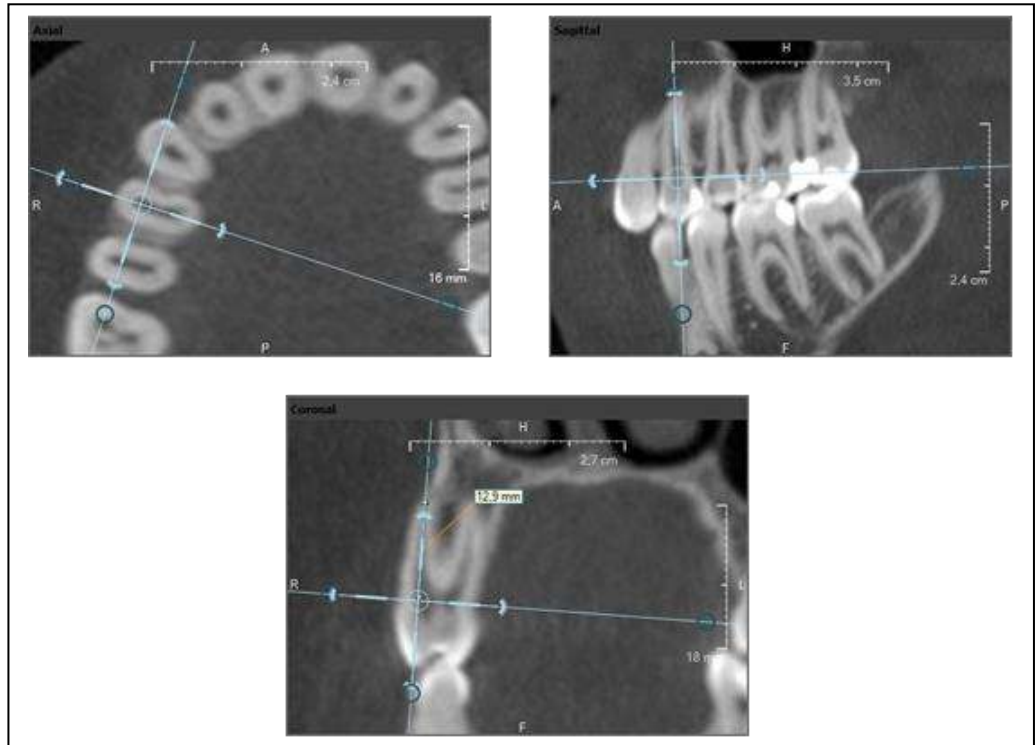
Şekil 3.5. Sagittal kesitte kullanılan iskeletsel noktalar



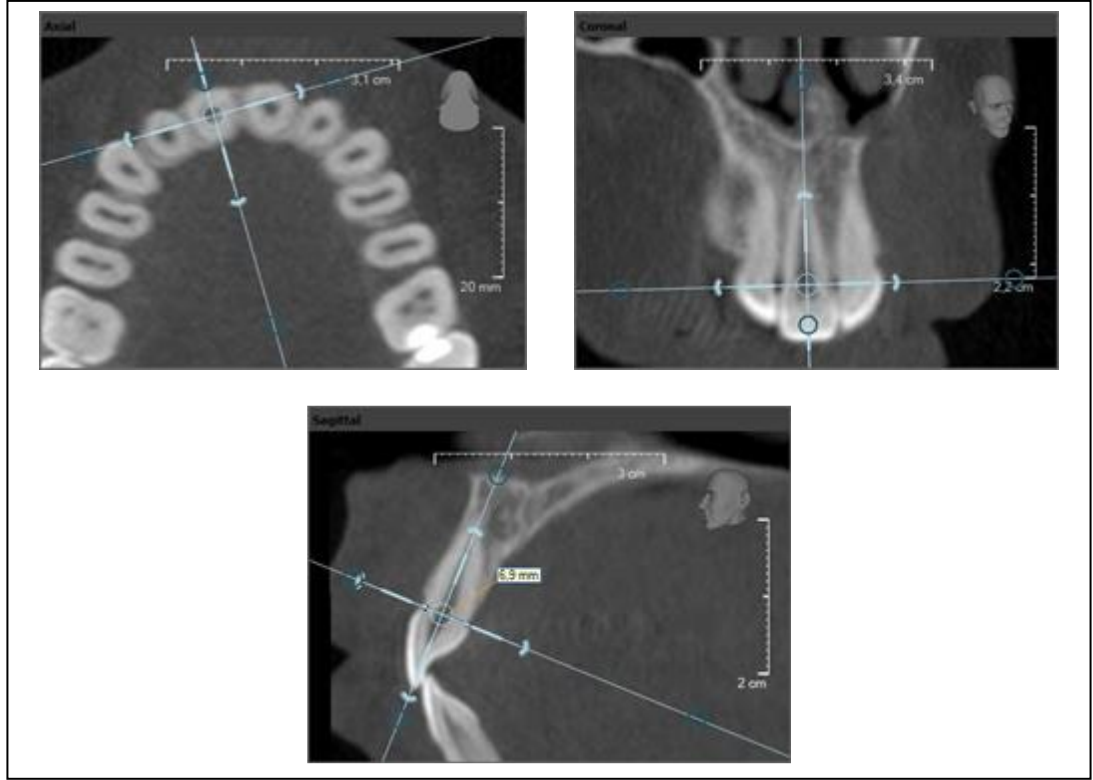
Şekil 3.6. Lateral sefalometrik görüntüde kullanılan düzlemler



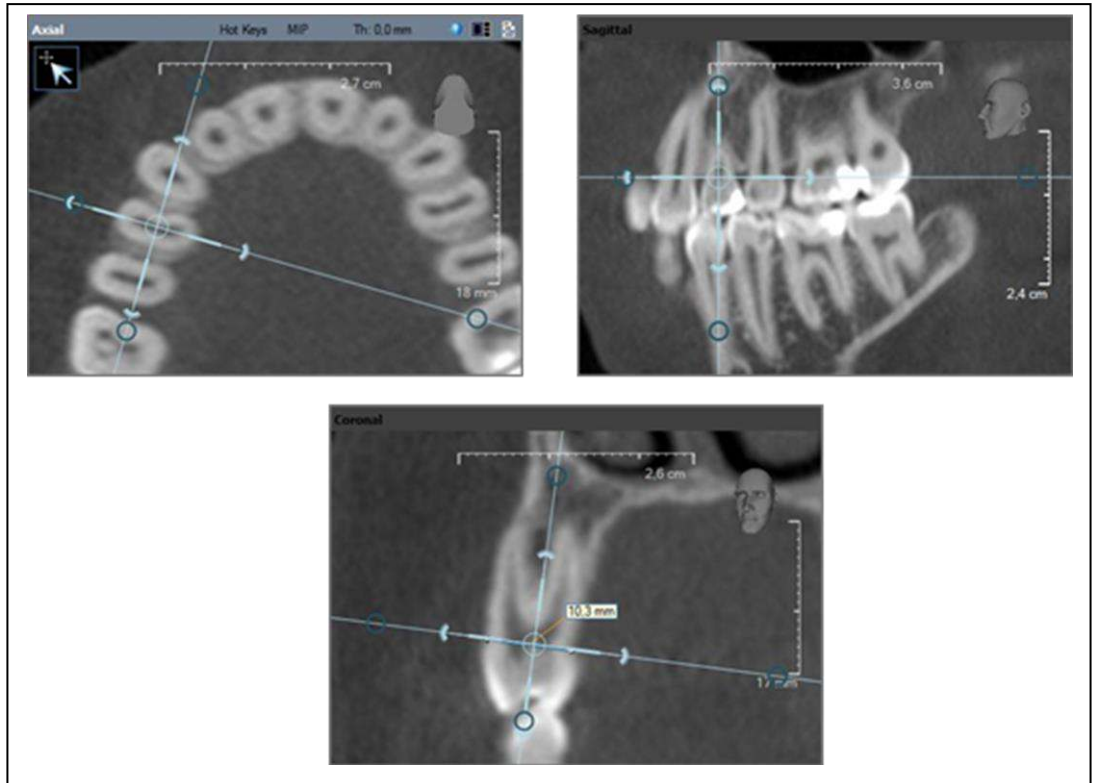
Şekil 3.7. Üst sağ santral dişin kök uzunluğunun ölçülmesi



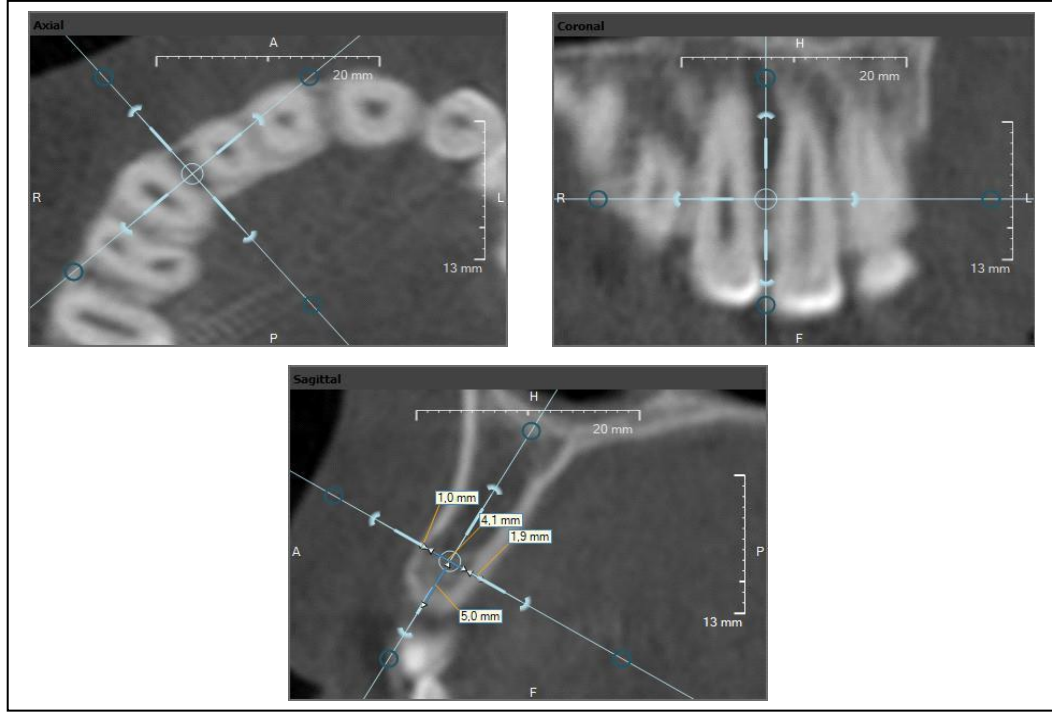
Şekil 3.8. Üst sağ 1. premolar dişin kök uzunluğunun ölçülmesi



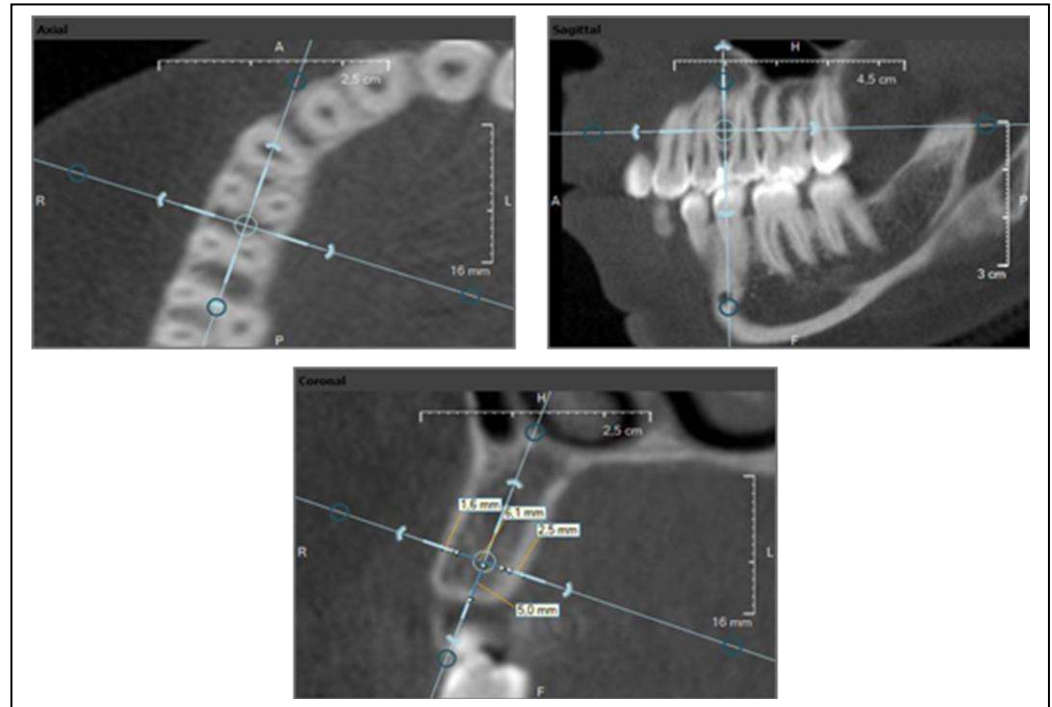
Şekil 3.9. Üst sağ santral dişin kök genişliğinin ölçülmesi



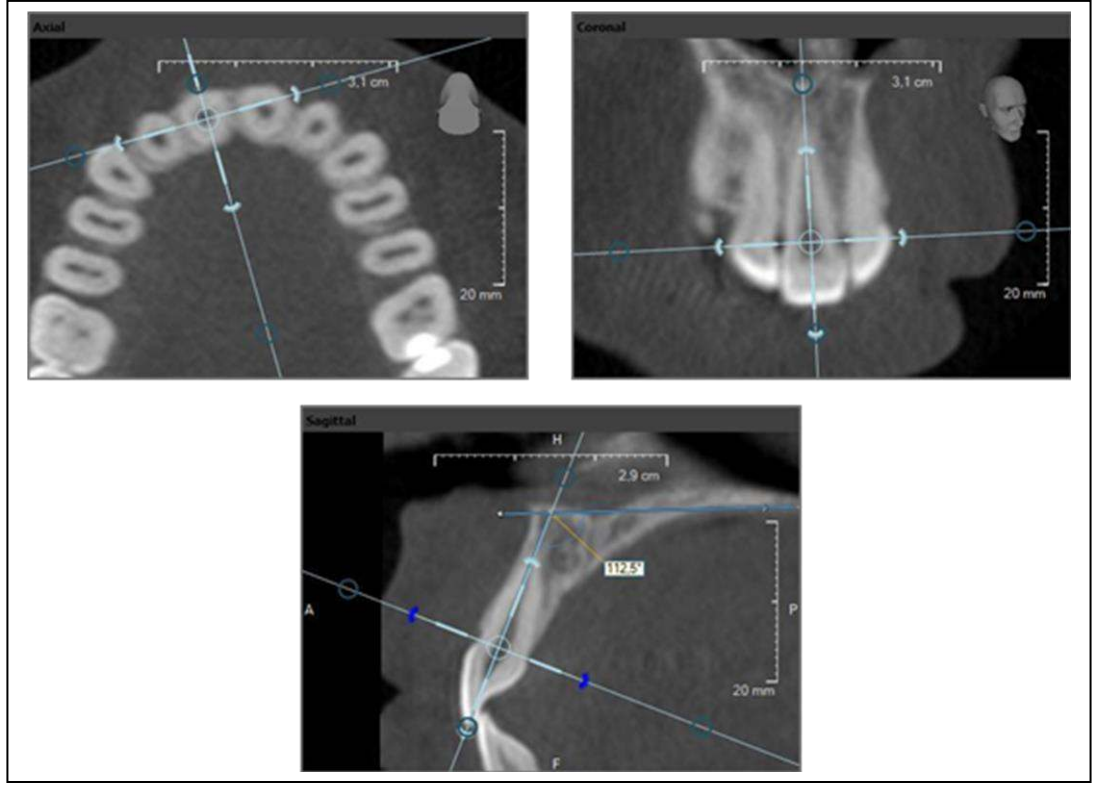
Şekil 3.10. Üst sağ 1. premolar dişin kök genişliğinin ölçülmesi



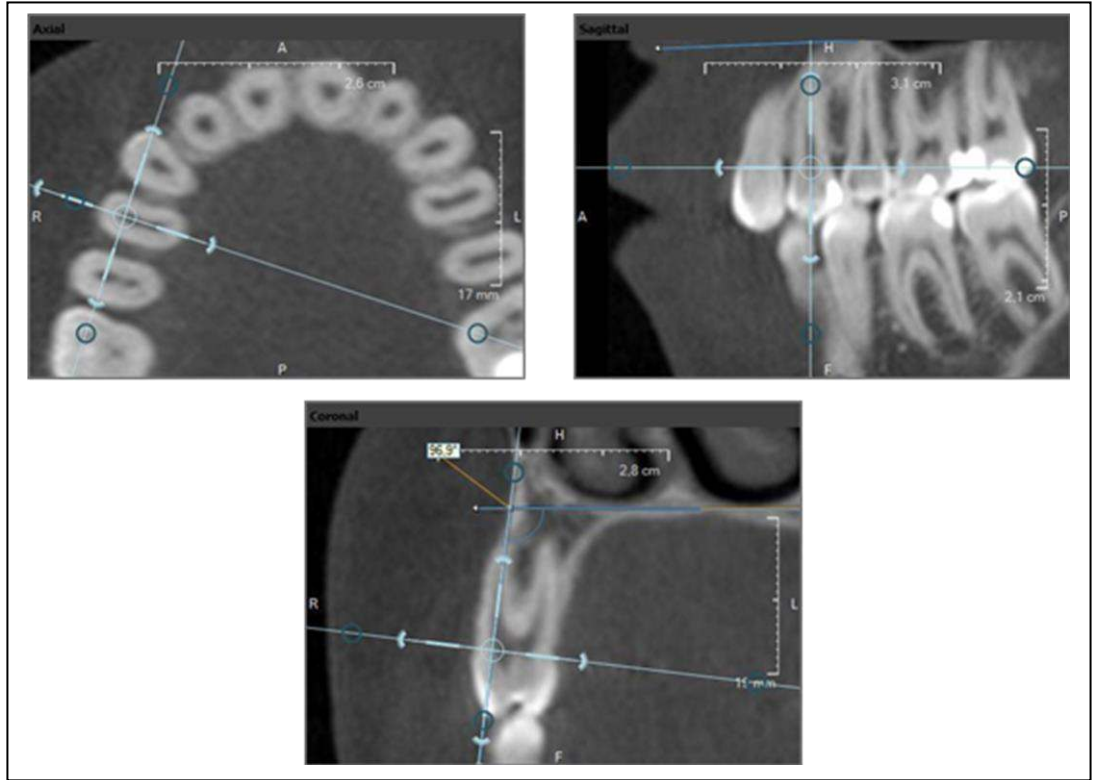
Şekil 3.11. Anterior bölgede bukkal ve palatinal kortikal kemik ve spongioz kemik kalınlıklarının ölçülmesi



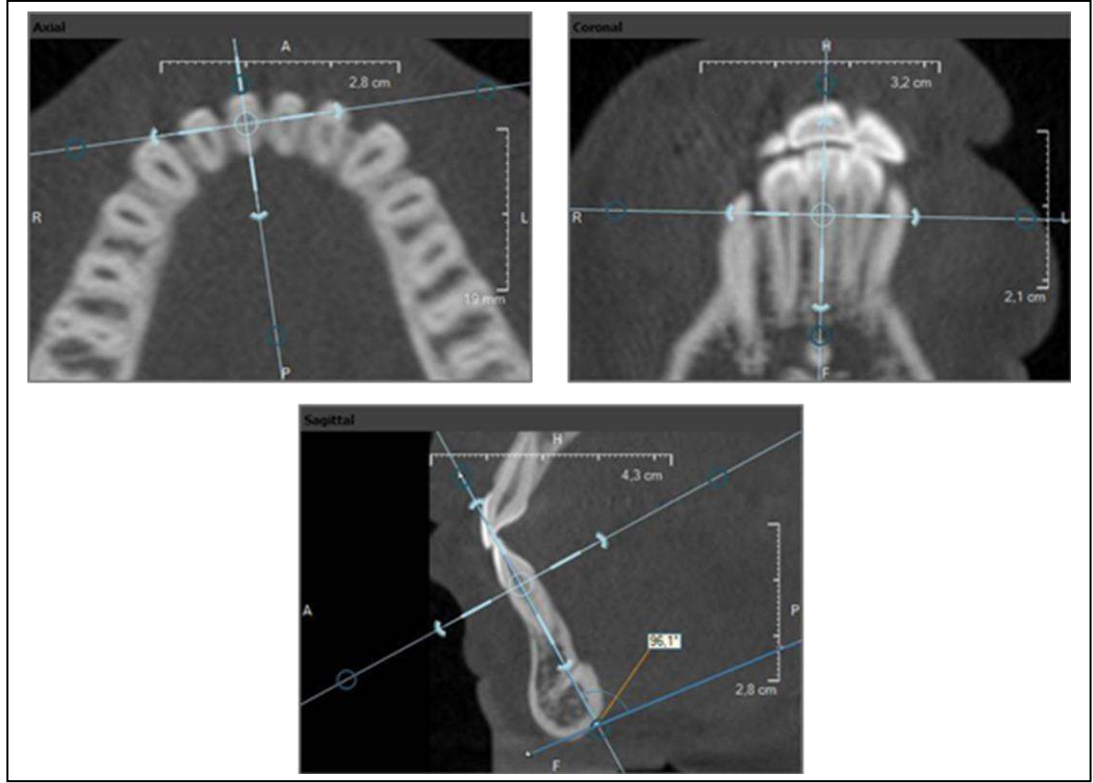
Şekil 3.12. Posterior bölgede bukkal ve palatinal kortikal kemik ve spongioz kemik kalınlıklarının ölçülmesi



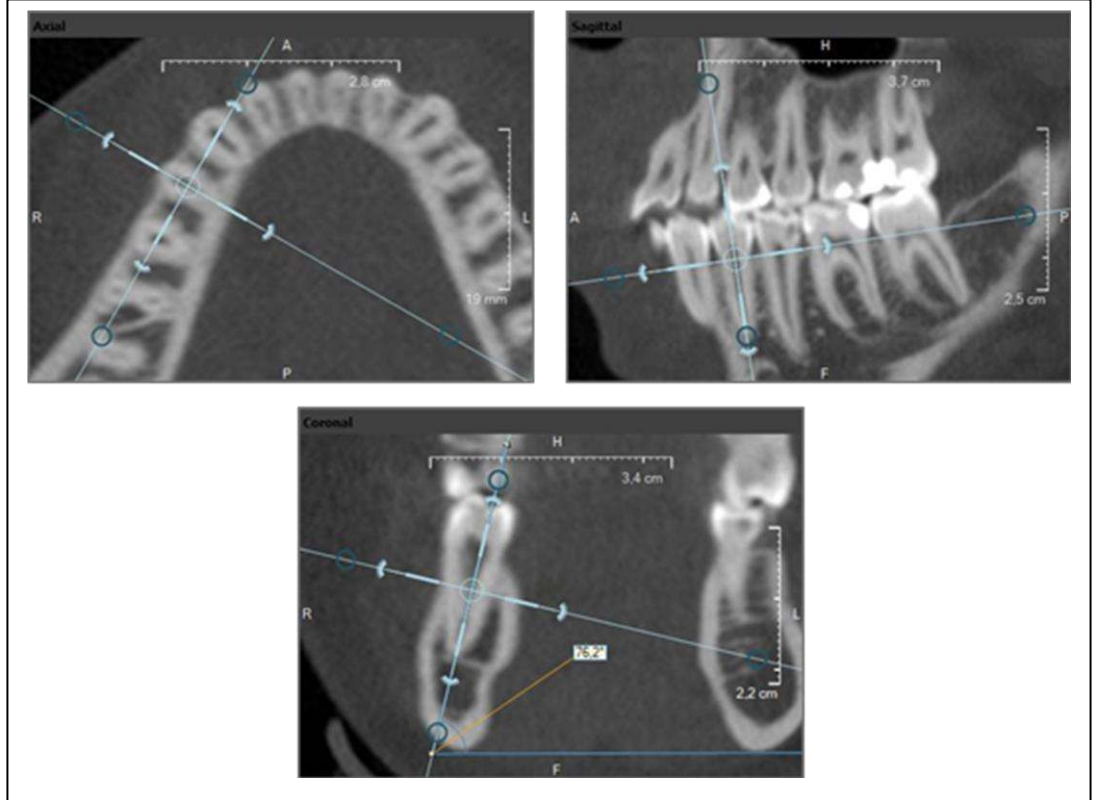
Şekil 3.13. Üst sağ santral dişin bukkolingual inklinasyonunun ölçülmesi



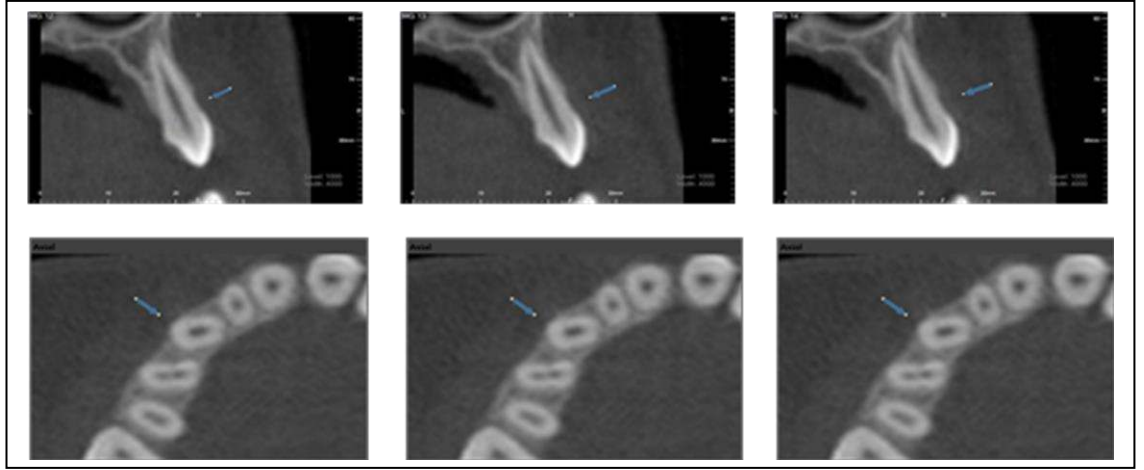
Şekil 3.14. Üst sağ 1. premolar dişin bukkolingual inklinasyonunun ölçülmesi



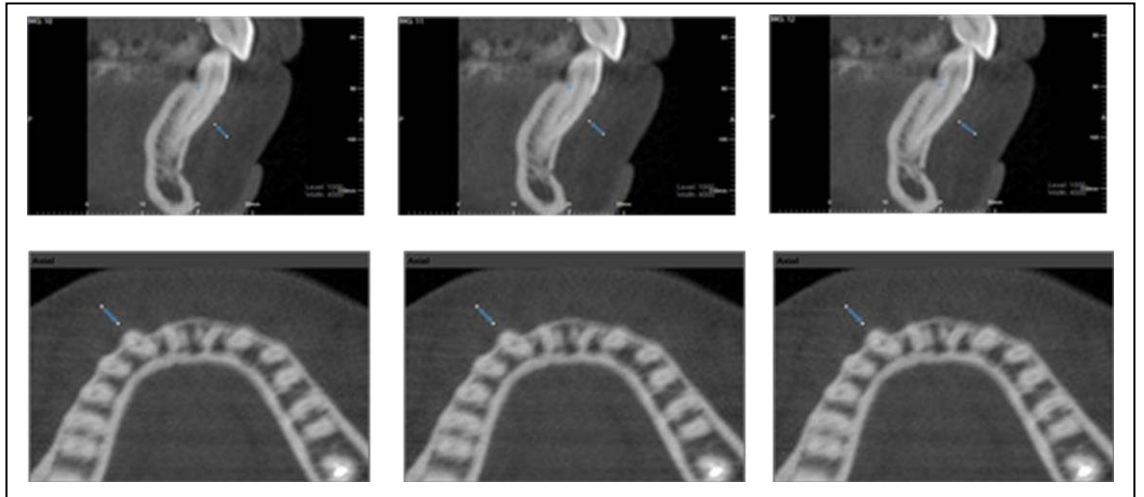
Şekil 3.15. Alt sağ santral dişin bukkolingual inklınasyonunun ölçülmesi



Şekil 3.16. Alt sağ 1. premolar dişin bukkolingual inklınasyonunun ölçülmesi



Şekil 3.17. Üst sağ kanin dişin bukkal yüzeyinde dehisens



Şekil 3.18. Alt sağ kanin dişin bukkal yüzeyinde fenestrasyon

3.2.3. Servikal vertebra maturasyonunun değerlendirilmesi

Çalışmamızda hastaların iskeletsel olgunlaşmalarını tespit etmek amacıyla, KIBT görüntülerinden servikal vertebra maturasyonları değerlendirilmiştir. Baccetti ve ark.'ın (245) tanımlamış olduğu sınıflamaya göre CS1, CS2, CS3 ve CS4 dönemindeki bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. CS5 ve CS6 dönemindeki bireyler dahil edilmiştir.

CS1: C2, C3 C4 no'lu vertebraların alt kenarları düzdür. C3 ve C4 ikizkenar yamuk şeklindedir. Bu safhadan ortalama 2 yıl sonra mandibuler büyüme atılımı gerçekleşecektir.

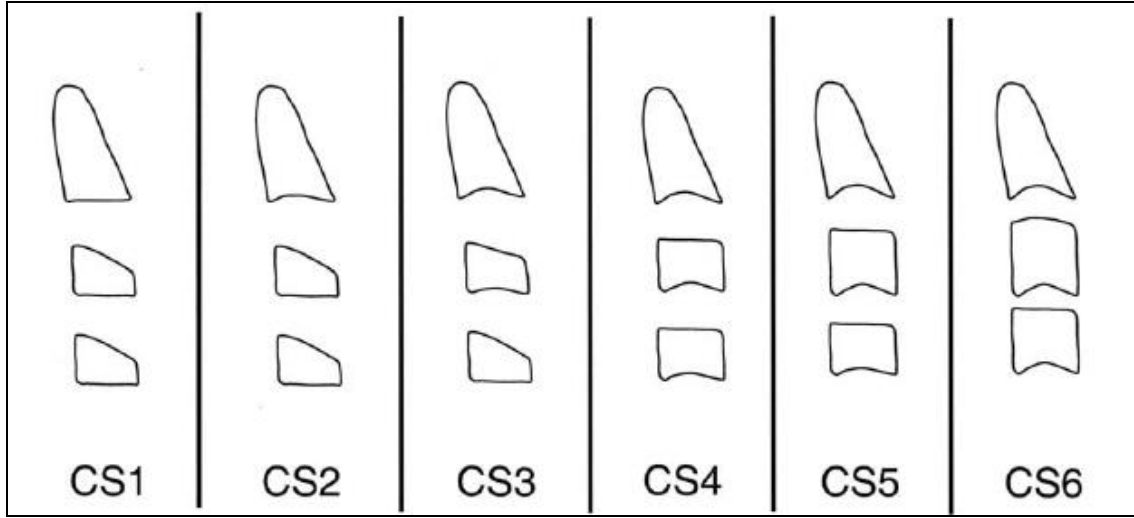
CS2: C2'nin alt kenarında konkavite vardır. C3 ve C4 hala ikizkenar yamuk şeklindedir. Bu safhadan ortalama 1 yıl sonra mandibuler büyüme atılımı gerçekleşecektir.

CS3: C2 ve C3'ün alt kenarlarında konkavite mevcuttur. C3 ve C4 ikizkenar yamuk ya da horizontal dikdörtgen şeklindedir. Bu safhadan hemen sonraki yıl mandibuler büyüme atılımı gerçekleşecektir.

CS4: C2, C3 ve C4'ün alt kenarlarında konkavite mevcuttur. C3 ve C4 horizontal dikdörtgen şeklindedir. Mandibuler büyüme atılımı bu safhadan ortalama 1 veya 2 yıl önce gerçekleşmiştir.

CS5: C2, C3 ve C4'ün alt kenarlarında konkavite mevcuttur. C3 ve C4'ten en az biri kare şeklindedir. Diğer servikal vertebra kare değilse, horizontal dikdörtgen şeklindedir. Mandibuler büyüme atılımı bu safhadan en az 1 yıl önce bitmiştir.

CS6: C2, C3 ve C4'ün alt kenarlarında konkavite mevcuttur. C3 ve C4'ten en az birisi vertikal dikdörtgen şeklindedir. Diğer servikal vertebra vertikal dikdörtgen değilse kare şeklindedir. Mandibuler büyüme atılımı bu safhadan en az 2 yıl önce bitmiştir.



Şekil 3.19. Servikal vertebra maturasyon dönemleri (245)

3.2.4. İstatistiksel değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS for Windows 20 paket programı ile analiz edilmiştir. Değişkenlere ait frekans ve yüzdesel gösterimlerin yanında, değişkenlere ait verilerin karşılaştırmasında üç gruplu karşılaştırmalarda Anova, Kruskal-Wallis H testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Gözlemci tutarlılığı için Wilcoxon işaret testi ve Kappa uyum testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Örneklem genişliği hesaplamaları ise NCSS&PASS 2000 (NCSS LLC., Kaysville, Utah, USA) istatistik paket programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Yöntem Hatasının Değerlendirilmesi

Bu araştırmada bireysel noktalama ve ölçüm hata düzeyinin kontrolü amacı ile tüm ölçümler bittikten 2 hafta sonra her gruptan rastgele 10 hasta seçilerek toplam 30 KIBT görüntüsü üzerinde yeniden ölçüm yapılmıştır. Gözlemci tutarlılığı için Wilcoxon işaret testi ve Kappa uyum testi kullanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre $p > 0,05$ ve $0.6 < \text{kappa} < 1$ olduğu için ölçülen parametrelerin tümünün oldukça yüksek derecede tekrarlanabilir (güvenilir) olduğu görülmüştür (Tablo 4.1 ve 4.2).

Tablo 4.1. Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekrarlanabilirlik bulguları (Wilcoxon işaret testi)

							Wilcoxon İşaret Testi	
Değişken	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Z	P
U1KU	30	11,85	11,7	8,2	16,2	1,59	-0,243	0,808
U1KU(2)	30	11,85	11,7	8,2	16,2	1,56		
U2KU	30	12,41	12,35	10,1	15,8	1,36	-2,055	0,055
U2KU(2)	30	12,37	12,3	10	15,8	1,37		
U3KU	30	15,56	15,85	10,5	19,7	2,35	-1,188	0,235
U3KU(2)	30	15,54	15,9	10,5	19,8	2,38		
U4KU	30	12,91	12,65	9,4	17,7	1,92	-1,38	0,137
U4KU(2)	30	12,88	12,6	9,5	17,7	1,9		
U5KU	30	13,28	13,65	9,4	16,7	1,9	-0,885	0,376
U5KU(2)	30	13,26	13,65	9,6	16,7	1,88		
U6KU	30	12,44	12,65	9,9	14,7	1,19	-1,15	0,248
U6KU(2)	30	12,41	12,55	9,9	14,6	1,2		
U7KU	30	12,15	12,35	8,6	14,4	1,51	-1	0,317
U7KU(2)	30	12,16	12,3	8,6	14,4	1,49		
U1KG	30	6,65	6,6	5,8	8,2	0,46	-0,52	0,599
U1KG(2)	30	6,66	6,65	5,8	8,1	0,46		
U2KG	30	6,11	6,1	5,3	6,9	0,44	-1,6	0,108
U2KG(2)	30	6,13	6,1	5,3	7	0,44		
U3KG	30	7,77	7,8	6,4	8,8	0,63	-0,449	0,6535
U3KG(2)	30	7,78	7,75	6,4	8,8	0,63		
U4KG	30	8,73	8,7	7,4	10,4	0,62	-1,83	0,066
U4KG(2)	30	8,77	8,7	7,5	10,5	0,6		
U5KG	30	8,77	8,8	7,1	10,5	0,68	-0,87	0,383
U5KG(2)	30	8,78	8,9	7,1	10,5	0,67		
U6KG	30	10,93	10,95	9	13	0,64	0	1
U6KG(2)	30	10,93	11	9	13	0,63		
U7KG	30	11,07	10,95	9,4	13,3	0,8	-1,54	0,121
U7KG(2)	30	11,09	11	9,5	13,2	0,77		

Tablo 4.1. (devam) Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekrarlanabilirlik bulguları (Wilcoxon işaret testi)

U1Bİ	30	109,5	110,25	77,9	130,3	10,86	-1,8	0,053
U1Bİ(2)	30	109,66	110,65	78	130	10,79		
U2Bİ	30	111,36	111,2	87,6	130,9	9,03	-1,6	103
U2Bİ(2)	30	111,47	111,65	87,5	131	9,16		
U3Bİ	30	98,24	96,85	84,4	117,4	7,65	-0,69	0,489
U3Bİ(2)	30	98,28	97	84,5	117	7,6		
U4Bİ	30	91,26	91,55	79,7	106,5	6,7	-1,85	0,052
U4Bİ(2)	30	91,4	91,35	80	107	6,84		
U5Bİ	30	90,93	90,8	79,7	102,9	5,81	-1,1	0,273
U5Bİ(2)	30	91,01	90,95	80	102,5	5,78		
U6Bİ	30	84,76	83,6	73,2	104,3	6,97	-1,7	0,084
U6Bİ(2)	30	84,88	83,35	73,3	104,5	6,91		
U7Bİ	30	96,68	97,75	80,5	124,3	8,78	-1,9	0,052
U7Bİ(2)	30	96,8	97,85	81,1	124,5	8,69		
UBK1-2	30	1,24	1,2	0,9	1,9	0,23	-0,9	0,365
UBK1-2(2)	30	1,23	1,2	0,9	2	0,25		
UBK2-3	30	1,31	1,3	0,9	1,7	0,18	-0,53	0,592
UBK2-3(2)	30	1,31	1,3	1	1,7	0,17		
UBK3-4	30	1,41	1,4	1	2,3	0,27	-0,778	0,436
UBK3-4(2)	30	1,4	1,3	1	2,2	0,3		
UBK4-5	30	1,36	1,3	1	1,9	0,21	-0,904	0,365
UBK4-5(2)	30	1,35	1,3	1	1,9	0,25		
UBK5-6	30	1,4	1,35	1,1	1,9	0,18	-0,277	0,781
UBK5-6(2)	30	1,4	1,4	1,1	1,8	0,21		
UBK6-7	30	1,5	1,4	1	2,6	0,35	-0,201	0,841
UBK6-7(2)	30	1,49	1,4	1	2,7	0,39		
US1-2	30	4,36	4,4	2,2	6,2	0,83	-0,185	0,854
US1-2(2)	30	4,36	4,4	2,2	6,3	0,84		
US2-3	30	3,89	3,75	1,3	6,8	1,35	-0,277	0,782
US2-3(2)	30	3,89	3,75	1,3	6,8	1,36		
US3-4	30	5,03	4,85	3,5	7,2	1,04	-0,728	0,467
US3-4(2)	30	5,04	4,9	3,4	7,2	1,04		
US4-5	30	6,16	6,1	3,8	9	1,38	-0,632	0,527
US4-5(2)	30	6,17	6,1	3,8	9	1,37		
US5-6	30	8,09	8	6,1	11,7	1,47	-0,471	0,637
US5-6(2)	30	8,08	8,05	6	11,6	1,48		
US6-7	30	10,87	11,05	8,2	13	1,19	-0,209	0,835
US6-7(2)	30	10,86	11	8,2	13,1	1,2		
UPK1-2	30	1,48	1,45	1	2,1	0,31	-1,936	0,055
UPK1-2(2)	30	1,51	1,5	1	2,2	0,33		
UPK2-3	30	1,92	1,85	1,2	3,4	0,44	0	1
UPK2-3(2)	30	1,92	1,85	1,2	3,4	0,45		
UPK3-4	30	2,12	2,1	1,4	3,5	0,43	-0,179	0,858
UPK3-4(2)	30	2,12	2,05	1,4	3,5	0,42		
UPK4-5	30	1,75	1,7	1	2,8	0,39	-0,688	0,491
UPK4-5(2)	30	1,74	1,65	1	2,9	0,4		
UPK5-6	30	1,86	1,8	1,2	4,1	0,55	-1,698	0,091
UPK5-6(2)	30	1,84	1,9	1,1	4	0,55		

Tablo 4.1. (devam) Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekrarlanabilirlik bulguları (Wilcoxon işaret testi)

UPK6-7	30	1,58	1,6	1,1	2,5	0,36	0	1
UPK6-7(2)	30	1,58	1,6	1	2,5	0,37		
L1KU	30	11,8	11,8	9,2	13,1	0,97	-0,943	0,346
L1KU(2)	30	11,78	11,85	9	13	0,98		
L2KU	30	12,85	12,8	10	15,4	1,18	-1,685	0,092
L2KU(2)	30	12,82	12,8	10	15,4	1,19		
L3KU	30	14,22	14,3	11,3	17	1,57	-0,443	0,658
L3KU(2)	30	14,23	14,3	11,3	17	1,58		
L4KU	30	13,67	13,65	10,6	16,3	1,39	0	1
L4KU(2)	30	13,67	13,7	10,6	16,4	1,4		
L5KU	30	14,26	14,15	11,1	18	1,8	-0,811	0,417
L5KU(2)	30	14,24	14,2	11	18	1,8		
L6KU	30	13,18	13,15	10,4	15,7	1,39	-1,2	0,227
L6KU(2)	30	13,2	13,15	10,6	15,8	1,38		
L7KU	30	12,56	12,35	9,8	16	1,54	-1,3	0,193
L7KU(2)	30	12,58	12,35	9,8	16	1,56		
L1KG	30	5,76	5,7	5	6,5	0,35	-0,786	0,432
L1KG(2)	30	5,77	5,75	5	6,6	0,38		
L2KG	30	6,24	6,2	5,4	7,9	0,46	-0,535	0,593
L2KG(2)	30	6,25	6,15	5,5	8	0,48		
L3KG	30	7,55	7,55	6,5	8,9	0,59	-0,258	0,796
L3KG(2)	30	7,55	7,6	6,5	9	0,6		
L4KG	30	7,29	7,3	6,5	8	0,36	-1,213	0,225
L4KG(2)	30	7,3	7,35	6,5	8,1	0,39		
L5KG	30	7,65	7,6	6,6	8,9	0,52	-2,556	0,051
L5KG(2)	30	7,69	7,7	6,7	8,9	0,51		
L6KG	30	9,21	9,2	8,2	11	0,59	-1,604	0,109
L6KG(2)	30	9,23	9,2	8,2	11,1	0,62		
L7KG	30	9,12	9,2	7,5	10,3	0,6	-0,619	0,536
L7KG(2)	30	9,13	9,2	7,4	10,3	0,6		
L1Bİ	30	92,58	92,6	72,2	115,9	9,82	-1,35	0,051
L1Bİ(2)	30	92,82	92,75	72,3	116	9,81		
L2Bİ	30	89,6	90,3	72,5	111,9	9,57	-1,85	0,054
L2Bİ(2)	30	89,75	90	73	112	9,58		
L3Bİ	30	95,38	95,5	83,8	105,9	5,32	-1,3	0,191
L3Bİ(2)	30	95,48	95,7	83,9	106	5,19		
L4Bİ	30	89,93	89,5	79,2	103,5	5,66	-1,89	0,053
L4Bİ(2)	30	90,11	89,6	79,6	103,9	5,62		
L5Bİ	30	81,1	81,2	71,1	96,6	6,82	-1,06	0,083
L5Bİ(2)	30	81,25	81,25	70,7	96,3	6,67		
L6Bİ	30	74,64	75	59,3	87,9	5,62	-1,25	0,206
L6Bİ(2)	30	74,73	74,9	58,8	88	5,58		
L7Bİ	30	69,76	69,3	59,9	86,5	6,08	-0,59	0,554
L7Bİ(2)	30	69,78	69,15	60,3	87	6,16		
LBK1-2	30	1,13	1,1	0,9	1,4	0,13	0	1
LBK1-2(2)	30	1,13	1,1	1	1,4	0,11		
LBK2-3	30	1,27	1,3	1	1,5	0,14	-0,77	0,438
LBK2-3(2)	30	1,26	1,25	1	1,6	0,15		

Tablo 4.1. (devam) Araştırmada kullanılan parametrelere ait tekrarlanabilirlik bulguları (Wilcoxon işaret testi)

LBK3-4	30	1,47	1,4	1,1	2,4	0,29	-1	0,317
LBK3-4(2)	30	1,46	1,4	1	2,3	0,3		
LBK4-5	30	1,75	1,75	1,1	2,9	0,4	-1,41	0,157
LBK4-5(2)	30	1,73	1,75	1	2,9	0,42		
LBK5-6	30	1,88	1,8	1,3	2,5	0,39	-1,85	0,063
LBK5-6(2)	30	1,91	1,85	1,3	2,5	0,38		
LBK6-7	30	2,67	2,7	1,5	3,9	0,55	-1,46	0,141
LBK6-7(2)	30	2,65	2,65	1,5	4	0,56		
LS1-2	30	2,86	3,05	0,8	4,7	1,16	-1,5	0,127
LS1-2(2)	30	2,88	3	0,9	4,8	1,16		
LS2-3	30	2,48	2,3	1	4,1	0,96	-1,2	0,216
LS2-3(2)	30	2,5	2,3	1	4,1	0,97		
LS3-4	30	3,82	3,9	1,2	6,5	1,21	-1,68	0,092
LS3-4(2)	30	3,84	4	1,2	6,5	1,21		
LS4-5	30	3,94	4,1	1,8	5,6	1,05	-0,663	0,508
LS4-5(2)	30	3,95	4	2	5,6	1,04		
LS5-6	30	5,61	5,75	2,5	8,4	1,26	-0,258	0,796
LS5-6(2)	30	5,61	5,65	2,5	8,3	1,25		
LS6-7	30	6,93	6,95	4,4	9,5	1,16	-1,217	0,224
LS6-7(2)	30	6,95	6,95	4,4	9,5	1,18		
LPK1-2	30	1,76	1,65	1	3,5	0,7	-0,246	0,805
LPK1-2(2)	30	1,76	1,6	1	3,5	0,73		
LPK2-3	30	2,66	2,6	1	4,5	0,8	0	1
LPK2-3(2)	30	2,66	2,6	0,9	4,4	0,79		
LPK3-4	30	2,4	2,5	1,4	3,4	0,43	-0,577	0,563
LPK3-4(2)	30	2,41	2,5	1,4	3,4	0,44		
LPK4-5	30	2,38	2,3	1,8	3,3	0,4	-0,577	0,563
LPK4-5(2)	30	2,38	2,35	1,8	3,2	0,39		
LPK5-6	30	2,33	2,35	1,8	2,9	0,28	-0,197	0,057
LPK5-6(2)	30	2,3	2,3	1,8	3	0,29		
LPK6-7	30	2,38	2,3	1,8	3,3	0,38	-1,801	0,071
LPK6-7(2)	30	2,4	2,3	1,8	3,3	0,37		

Tablo 4.2. Dehisens ve fenestrasyon parametrelerine ait tekrarlanabilirlik bulguları (Kappa uyum testi)

Değişken	Kappa	p
U1DB	0,711	0,0001
U1DB2		
U1DP	1	0,00001
U1DP2		
U2DB	0,838	0,0001
U2DB2		
U2DP	0,716	0,0001
U2DP2		
U3DB	0,809	0,0001
U3DB2		
U3DP	0,708	0,0001
U3DP2		
U4DB	0,701	0,001
U4DB2		
U4DP	0,782	0,0001
U4DP2		
U5DB	0,712	0,001
U5DB2		
U5DP	0,704	0,001
U5DP2		
U6DB	0,7	0,012
U6DB2		
U6DP	0,783	0,0001
U6DP2		
U7DB	0,706	0,002
U7DB2		
U7DP	1	0,00001
U7DP2		
U1FB	0,712	0,0001
U1FB2		
U1FP	1	0,0001
U1FP2		
U2FB	1	0,0001
U2FB2		
U2FP	1	0,0001
U2FP2		
U3FB	0,701	0,0001
U3FB2		
U3FP	1	0,0001
U3FP2		
U4FB	0,772	0,0001
U4FB2		
U4FP	1	0,0001
U4FP2		
U5FB	1	0,0001
U5FB2		
U5FP	1	0,0001
U5FP2		

Tablo 4.2. (devam) Dehisens ve fenestrasyon parametrelerine ait tekrarlanabilirlik bulguları (Kappa uyum testi)

U6FB	0,706	0,0001
U6FB2		
U6FP	1	0,0001
U6FP2		
U7FB	1	0,0001
U7FB2		
U7FP	0,714	0,0001
U7FP2		
L1DB	0,851	0,0001
L1DB2		
L1DP	0,634	0,0001
L1DP2		
L2DB	0,789	0,0001
L2DB2		
L2DP	0,694	0,001
L2DP2		
L3DB	0,801	0,0001
L3DB2		
L3DP	1	0,0001
L3DP2		
L4DB	0,651	0,0001
L4DB2		
L4DP	1	0,0001
L4DP2		
L5DB	0,792	0,0001
L5DB2		
L5DP	1	0,0001
L5DP2		
L6DB	0,686	0,001
L6DB2		
L6DP	1	0,0001
L6DP2		
L7DB	1	0,0001
L7DB2		
L7DP	1	0,0001
L7DP2		
L1FB	0,889	0,0001
L1FB2		
L1FP	1	0,0001
L1FP2		
L2FB	0,871	0,0001
L2FB2		
L2FP	1	0,0001
L2FP2		
L3FB	0,871	0,0001
L3FB2		
L3FP	1	0,0001
L3FP2		

Tablo 4.2. (devam) Dehisens ve fenestrasyon parametrelerine ait tekrarlanabilirlik bulguları (Kappa uyum testi)

L4FB	1	0,0001
L4FB2		
L4FP	1	0,0001
L4FP2		
L5FB	0,651	0,0001
L5FB2		
L5FP	1	0,0001
L5FP2		
L6FB	0,783	0,0001
L6FB2		
L6FP	1	0,0001
L6FP2		
L7FB	0,651	0,0001
L7FB2		
L7FP	0,694	0,001
L7FP2		

4.2. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III grupları arasında kronolojik yaş açısından anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Sınıf I grubu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması 18,20 (min 15,00; max 28,00) olup %10'u erkek, %90'ı kızdır. Sınıf II grubu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması 18,25 (min 15,00; max 33,00) olup %45'i erkek, %55'i kızdır. Sınıf III grubu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması 18,90 (min 15,00; max 31,00) olup %50'si erkek, %50'si kızdır. Toplamda bireylerin %35'i erkek, %65'i kızdır. (Tablo 4.3 ve 4.4)

Tablo 4.3. Araştırmaya alınan bireylerin kronolojik yaşları

								Kruskal-Wallis H Testi		
		Grup	n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	p
Yaş	Sınıf I	20	18,20	17	15	28	3,33	32,2	0,476	0,788
	Sınıf II	20	18,25	16	15	33	4,92	28,5		
	Sınıf III	20	18,90	17	15	31	4,97	30,8		

Tablo 4.4. Araştırmaya alınan bireylerin cinsiyetleri

		Grup							
		Sınıf I		Sınıf II		Sınıf III		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Cinsiyet	Erkek	2	10	9	45	10	50	21	35
	Kadın	18	90	11	55	10	50	39	65
	Total	20	100	20	100	20	100	60	100

4.3. KIBT Ölçüm Bulguları

4.3.1. Dental ölçümlere ait bulgular

Kök uzunluğu ve kök genişliği ölçümleri sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.5 ve 4.6, şekil 4.1 ve 4.2).

U1Bİ değeri sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf III grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

U2Bİ değeri sınıf I ve sınıf II grubunda sınıf III grubuna göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf II grupları arasında anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

L1Bİ değeri sınıf III grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I grubunda da sınıf II grubuna göre daha düşüktür ($p<0,05$). (Tablo 4.7, şekil 4.3)

L2Bİ değeri sınıf III grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf II grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

L3Bİ değeri sınıf I ve sınıf III gruplarında sınıf II grubuna göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf III grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

L4Bİ değeri sınıf III grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf II grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

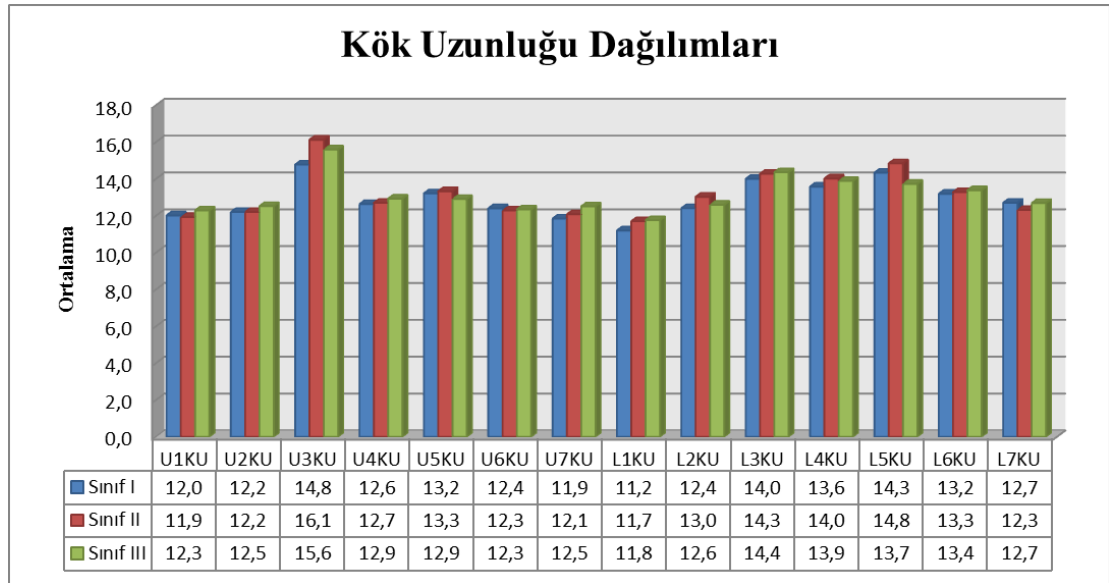
L5Bİ değeri sınıf III grubunda sınıf II grubuna göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). (Tablo 4.7, şekil 4.3)

L6Bİ değeri sınıf III grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf II grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.7, şekil 4.3)

U3Bİ, U4Bİ, U5Bİ, U6Bİ, U7Bİ, L7Bİ ölçümleri sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.7, şekil 4.3).

Tablo 4.5. Kök uzunluğu ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

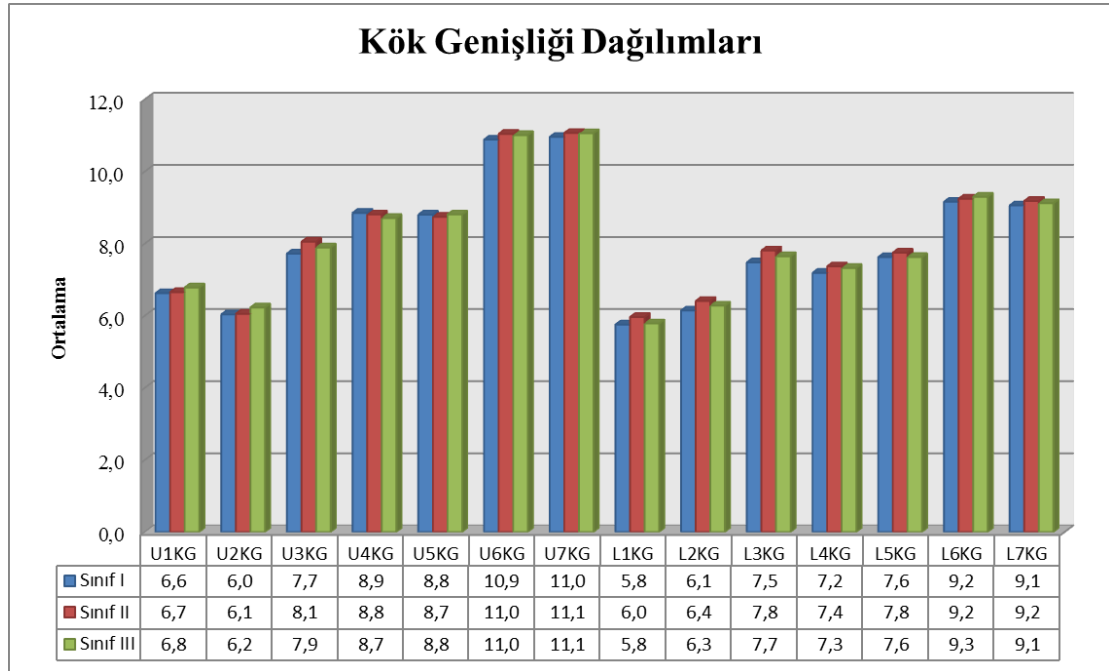
	Grup									Anova	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
	n	Mean	ss	n	Mean	ss	n	Mean	ss	F	P
U1KU	20	12,0	1,7	20	11,9	1,2	20	12,3	1,7	0,29	0,751
U2KU	20	12,2	1,4	20	12,2	1,0	20	12,5	1,5	0,38	0,682
U3KU	20	14,8	2,2	20	16,1	1,8	19	15,6	2,1	2,28	0,111
U4KU	20	12,6	1,6	20	12,7	1,9	20	12,9	1,8	0,16	0,854
U5KU	20	13,2	1,5	20	13,3	1,6	20	12,9	1,9	0,33	0,716
U6KU	20	12,4	1,2	20	12,3	1,5	19	12,3	1,3	0,03	0,964
U7KU	20	11,9	1,3	20	12,1	1,4	19	12,5	1,7	1,02	0,364
L1KU	20	11,2	1,0	20	11,7	1,0	20	11,8	0,9	2,04	0,138
L2KU	20	12,4	0,9	20	13,0	1,2	20	12,6	1,6	0,99	0,378
L3KU	20	14,0	1,7	20	14,3	1,0	20	14,4	2,0	0,26	0,765
L4KU	20	13,6	1,6	20	14,0	1,0	20	13,9	1,5	0,53	0,592
L5KU	20	14,3	2,1	18	14,8	2,1	18	13,7	1,4	1,51	0,231
L6KU	20	13,2	1,6	20	13,3	1,2	20	13,4	1,4	0,09	0,907
L7KU	20	12,7	1,4	20	12,3	1,3	20	12,7	1,4	0,48	0,616



Şekil 4.1. Kök uzunluğu ölçümünün gruplar arasında dağılımı

Tablo 4.6. Kök genişliği ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Anova	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
	n	Mean	ss	n	Mean	ss	n	Mean	ss	F	P
U1KG	20	6,6	0,3	20	6,7	0,4	20	6,8	0,5	0,778	0,463
U2KG	20	6,0	0,4	20	6,1	0,4	20	6,2	0,5	1,210	0,304
U3KG	20	7,7	0,5	20	8,1	0,7	19	7,9	0,9	1,080	0,344
U4KG	20	8,9	0,4	20	8,8	0,6	20	8,7	0,8	0,272	0,762
U5KG	20	8,8	0,7	20	8,7	0,6	20	8,8	0,9	0,040	0,952
U6KG	20	10,9	0,4	20	11,0	0,6	19	11,0	0,8	0,350	0,703
U7KG	20	11,0	0,8	20	11,1	0,7	19	11,1	0,9	0,121	0,885
L1KG	20	5,8	0,4	20	6,0	0,5	20	5,8	0,4	1,610	0,209
L2KG	20	6,1	0,4	20	6,4	0,4	20	6,3	0,5	1,840	0,167
L3KG	20	7,5	0,5	20	7,8	0,8	20	7,7	0,5	1,450	0,241
L4KG	20	7,2	0,5	20	7,4	0,4	20	7,3	0,6	0,750	0,473
L5KG	20	7,6	0,4	18	7,8	0,4	18	7,6	0,7	0,340	0,708
L6KG	20	9,2	0,5	20	9,2	0,5	20	9,3	0,6	0,330	0,719
L7KG	20	9,1	0,7	20	9,2	0,5	20	9,1	0,5	0,250	0,775

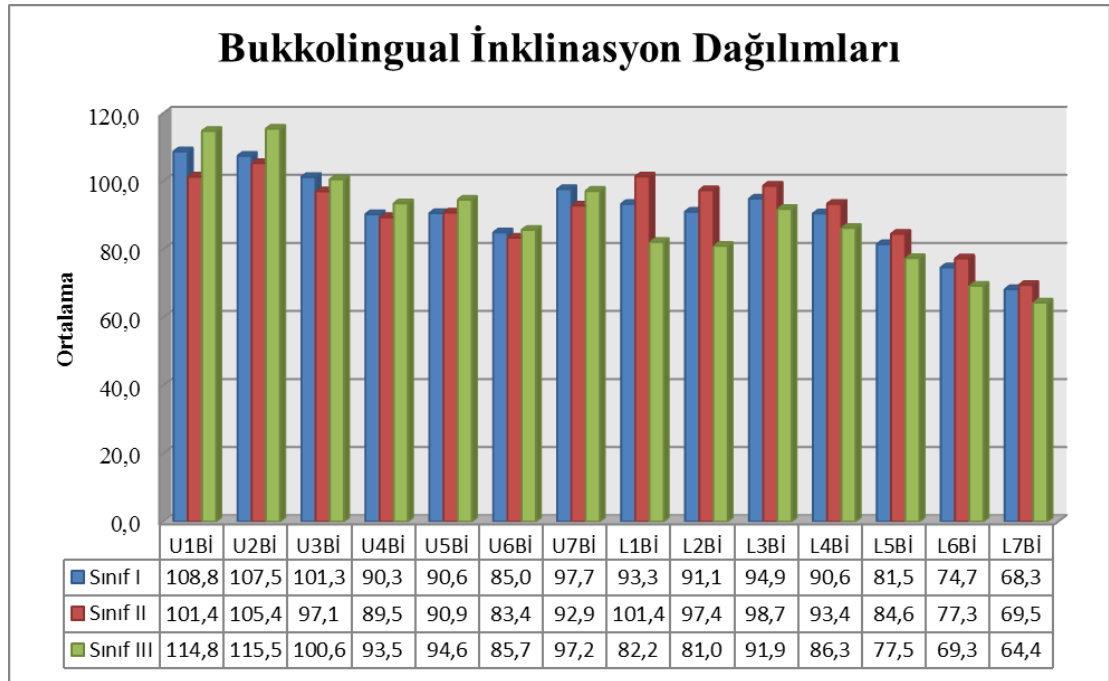


Şekil 4.2. Kök genişliği ölçümünün gruplar arasında dağılımı

Tablo 4.7. Bukkolingual inklınasyon ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Anova		
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III					
	n	Mean	ss	n	Mean	ss	n	Mean	ss	F	P	Scheffe Testi
U1Bİ	20	108,8	7,6	20	101,4	10,8	20	114,8	7,3	11,88	0,000*	1-2; 2-3
U2Bİ	20	107,5	7,9	20	105,4	7,6	20	115,5	6,2	10,73	0,000*	1-3; 3-2
U3Bİ	20	101,3	7,5	20	97,1	8,3	18	100,6	6,5	1,78	0,177	-
U4Bİ	20	90,3	4,9	20	89,5	6,5	20	93,5	5,6	2,84	0,066	-
U5Bİ	20	90,6	6,4	20	90,9	6,5	20	94,6	4,6	2,9	0,062	-
U6Bİ	20	85	7,6	20	83,4	5,9	19	85,7	8,8	0,47	0,626	-
U7Bİ	20	97,7	6,8	20	92,9	8,9	19	97,2	10,6	1,77	0,179	-
L1Bİ	20	93,3	5,5	20	101,4	11,9	20	82,2	8,9	22,5	0,000*	1-2; 1-3; 2-3
L2Bİ	20	91,1	6,5	20	97,4	11,3	20	81	8,7	16,67	0,000*	1-3; 2-3
L3Bİ	20	94,9	6,1	20	98,7	3,9	20	91,9	4,1	10,1	0,000*	1-2; 2-3
L4Bİ	20	90,6	4,3	20	93,4	4,7	20	86,3	4,4	12,6	0,000*	1-3; 2-3
L5Bİ	20	81,5	6,9	18	84,6	4,1	18	77,5	6	6,7	0,002*	2-3
L6Bİ	20	74,7	5	20	77,3	5,7	20	69,3	5,2	11,8	0,000*	1-3; 2-3
L7Bİ	20	68,3	5,2	20	69,5	5,3	20	64,4	8,5	3,36	0,052	-

*p<0,05



Şekil 4.3. Bukkolingual inklınasyon ölçümünün gruplar arasında dağılımı

4.3.2. Kemik ölçümlerine ait bulgular

Bukkal kortikal kemik ve palatinal/lingual kortikal kemik ölçümleri sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.8 ve 4.9, şekil 4.4 ve 4.5).

US6-7 değeri sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf III grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS1-2 değeri sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Sınıf I ve sınıf III grupları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS2-3 değeri sınıf II grubunda sınıf I grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS3-4 değerleri sınıf II grubunda sınıf III grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS4-5 değerleri sınıf II grubunda sınıf III grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS5-6 değerleri sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

LS6-7 değerleri sınıf II grubunda sınıf III grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

US1-2, US2-3, US3-4, US4-5, US5-6 ölçümleri sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.10, şekil 4.6)

Tablo 4.8. Bukkal kortikal kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup															Kruskall-Wallis H Testi	
	Sınıf I					Sınıf II					Sınıf III					Chi-Square	p
	n	Mean	Median	Min	Max	n	Mean	Median	Min	Max	n	Mean	Median	Min	Max		
UBK1-2	20	1,2	1,1	0,9	1,6	20	1,3	1,3	1,0	1,9	19	1,2	1,2	1,0	1,9	2,90	0,232
UBK2-3	20	1,3	1,2	1,0	1,8	20	1,3	1,3	0,9	2,1	18	1,4	1,4	1,1	1,7	0,87	0,647
UBK3-4	20	1,4	1,4	1,1	2,1	20	1,5	1,4	1,1	2,3	19	1,3	1,3	1,0	1,9	7,05	0,132
UBK4-5	20	1,4	1,3	1,0	2,5	20	1,4	1,4	1,1	1,7	20	1,4	1,3	1,0	2,2	2,93	0,231
UBK5-6	20	1,4	1,3	1,1	1,9	20	1,4	1,4	1,2	1,9	19	1,4	1,3	1,1	2,1	1,26	0,532
UBK6-7	20	1,4	1,4	1,2	2,3	20	1,5	1,5	1,0	1,9	17	1,6	1,4	1,0	2,6	0,87	0,647
LBK1-2	20	1,2	1,2	1,0	1,4	20	1,1	1,1	0,9	1,9	20	1,2	1,2	0,9	1,4	4,46	0,107
LBK2-3	20	1,3	1,3	1,1	1,6	20	1,3	1,3	1,0	1,9	20	1,3	1,3	1,1	1,7	2,96	0,226
LBK3-4	20	1,5	1,4	1,0	2,4	20	1,5	1,5	1,1	2,0	20	1,4	1,4	1,1	2,0	1,17	0,556
LBK4-5	20	1,9	1,9	1,3	2,9	19	1,8	1,8	1,1	2,5	20	1,6	1,5	1,0	2,3	4,61	0,101
LBK5-6	20	1,8	1,8	1,3	2,5	19	1,9	2,1	1,3	2,3	20	1,9	1,9	1,3	2,5	1,71	0,425
LBK6-7	20	2,6	2,7	1,5	3,7	20	2,7	2,5	1,8	3,8	20	2,7	2,8	1,8	3,9	0,92	0,628

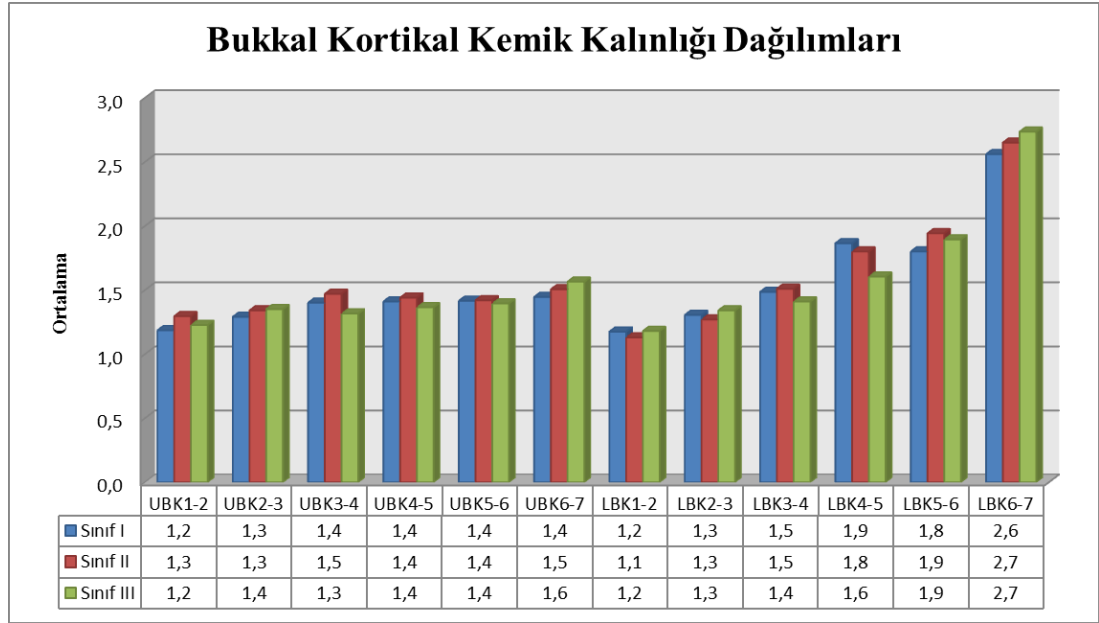
Tablo 4.9. Palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup															Kruskall-Wallis H Testi	
	Sınıf I					Sınıf II					Sınıf III					Chi- Square	p
	n	Mean	Median	Min	Max	n	Mean	Median	Min	Max	n	Mean	Median	Min	Max		
UPK1-2	20	1,5	1,5	1,0	2,1	20	1,6	1,6	1,1	2,3	19	1,4	1,5	1,0	2,0	1,7	0,422
UPK2-3	20	1,8	1,8	1,2	3,4	20	2,0	2,0	0,9	3,2	18	1,7	1,6	1,4	2,4	5,2	0,091
UPK3-4	20	2,1	2,0	1,2	3,5	20	2,2	2,1	1,2	3,6	19	2,0	1,9	1,3	3,0	0,7	0,691
UPK4-5	20	1,8	1,7	1,4	2,5	20	1,7	1,7	1,0	2,8	20	1,8	1,8	1,2	2,8	5,7	0,756
UPK5-6	20	2,0	1,9	1,4	4,1	20	1,7	1,6	1,3	2,5	19	1,8	1,7	1,2	2,9	5,7	0,057
UPK6-7	20	1,5	1,5	1,2	2,3	20	1,6	1,7	1,1	2,2	17	1,6	1,4	1,0	2,5	0,3	0,873
LLK1-2	20	1,9	1,8	1,0	3,5	20	1,6	1,5	0,9	3,1	20	1,7	1,7	1,0	3,1	1,5	0,478
LLK2-3	20	2,8	2,8	1,7	3,9	20	2,6	2,4	1,0	4,2	20	2,5	2,4	1,3	4,5	2,7	0,265
LLK3-4	20	2,3	2,4	1,2	3,0	20	2,4	2,4	1,5	3,0	20	2,5	2,5	1,4	3,4	0,9	0,625
LLK4-5	20	2,4	2,4	1,3	3,2	19	2,4	2,3	2,0	3,3	20	2,5	2,5	1,8	3,1	1,0	0,608
LLK5-6	20	2,3	2,3	1,8	2,9	19	2,4	2,4	1,8	2,8	20	2,5	2,4	1,9	3,0	3,6	0,167
LLK6-7	20	2,4	2,3	1,8	3,5	20	2,3	2,3	1,5	3,1	20	2,5	2,5	2,0	3,0	6,0	0,051

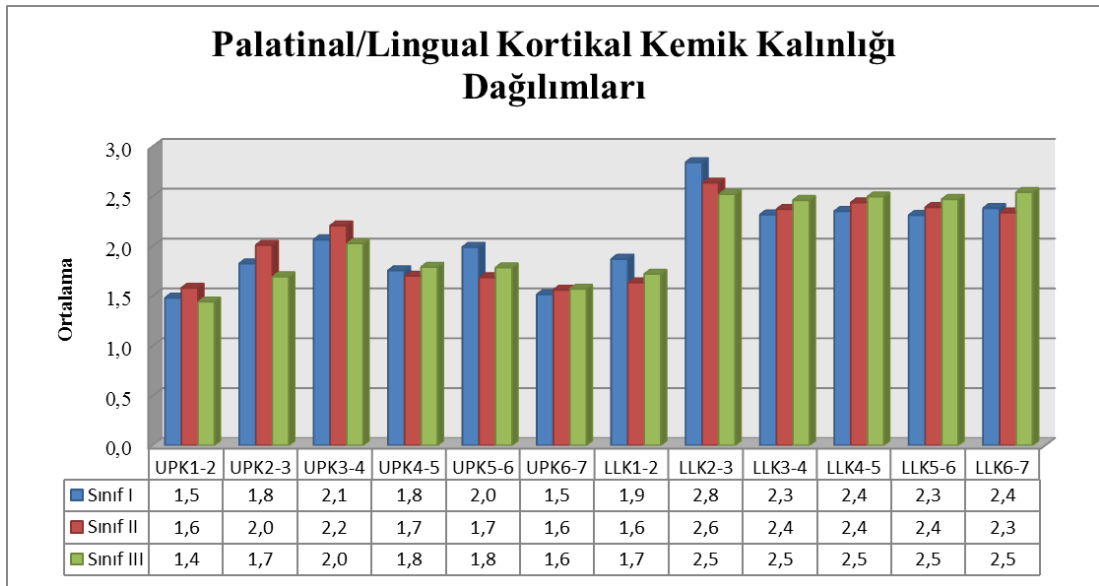
Tablo 4.10. Spongioz kemik kalınlığı ölçümleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Anova		
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III					
	n	Mean	ss	n	Mean	ss	n	Mean	ss	F	p	Scheffe Testi
US1-2	20	4,3	0,8	20	4,4	0,9	19	4,8	0,9	1,5	0,229	-
US2-3	20	3,9	1,2	20	4,5	1,3	18	4,5	1,0	1,8	0,176	-
US3-4	20	5,0	1,0	20	5,4	1,0	19	5,2	1,2	0,7	0,481	-
US4-5	20	6,1	1,3	20	6,8	1,3	20	6,4	1,4	1,1	0,329	-
US5-6	20	7,9	1,4	20	8,7	1,6	19	8,2	1,5	1,6	0,206	-
US6-7	20	10,7	1,2	20	11,8	1,3	17	11,1	1,3	4,1	0,021*	1-2; 2-3
LS1-2	20	2,6	1,1	20	3,7	1,1	20	2,4	1,1	0,7	0,001*	1-2; 2-3
LS2-3	20	2,1	0,7	20	3,1	1,1	20	2,4	1,2	4,4	0,016*	1-2
LS3-4	20	3,6	1,2	20	4,6	1,3	20	3,4	1,3	4,9	0,011*	2-3
LS4-5	20	3,7	0,9	19	4,7	1,0	20	3,6	1,2	5,8	0,005*	2-3
LS5-6	20	5,3	1,2	19	6,4	1,1	20	5,3	1,4	5,1	0,009*	1-2; 2-3
LS6-7	20	6,9	1,2	20	7,4	1,0	20	6,5	1,3	3,5	0,035*	2-3

*p<0,05

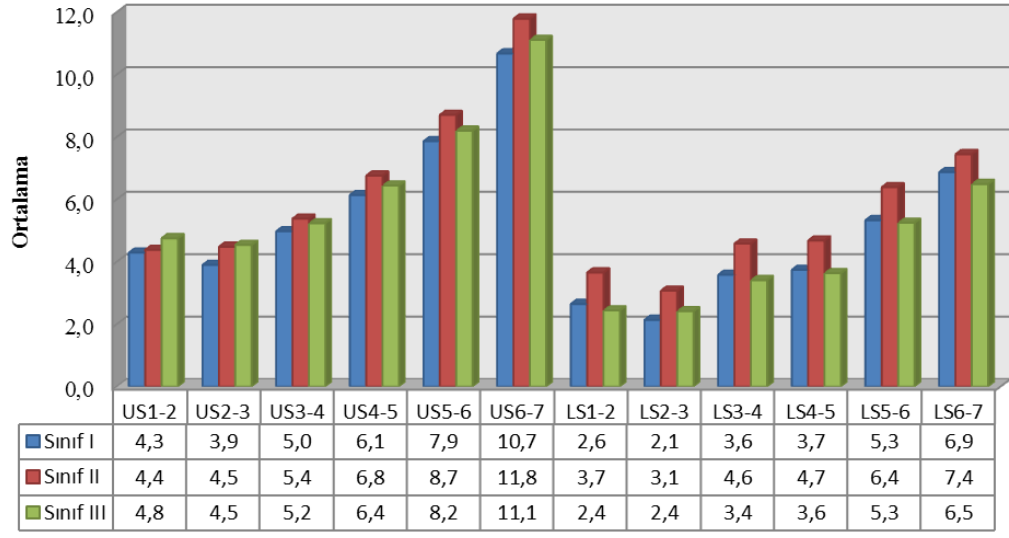


Şekil 4.4. Bukkal kortikal kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı



Şekil 4.5. Palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı

Spongioz Kemik Kalınlığı Dağılımları



Şekil 4.6. Spongioz kemik kalınlığı ölçümünün gruplar arasında dağılımı

Kortikal kemik kalınlığının üst bukkal, alt bukkal, üst palatinal ve alt lingual bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Üst bukkal, alt bukkal, üst palatinal ve alt lingual bölgelerdeki kortikal kemik kalınlıkları sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.11).

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt çenedeki bukkal kortikal kemik kalınlığı üst bukkale göre, alt çenedeki lingual kortikal kemik kalınlığı üst palatinala göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$) (Tablo 4.11).

Kortikal kemik kalınlığının ön bukkal, arka bukkal, ön lingual ve arka lingual bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Ön bukkal, arka bukkal, ön lingual, arka lingual bölgelerdeki kortikal kemik kalınlıkları sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.12).

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde arka dişlerin bukkal kortikal kemik kalınlığı ön dişlerin bukkal kortikal kemik kalınlığından anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$) (Tablo 4.12). Arka dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı ile ön dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.11. Kortikal kemik kalınlığının alt bukkal, üst bukkal, alt lingual ve üst palatinal bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

Kortikal kemik kalınlığı	Sınıf I						Sınıf II					Sınıf III					Anova	
	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	F	p
Üst bukkal	20	1,36	1,30	1,23	2,03	0,18	1,41	1,36	1,25	1,75	0,16	1,37	1,32	1,15	1,85	0,19	0,226	0,798
Alt bukkal	20	1,70	1,69	1,32	2,25	0,23	1,71	1,72	1,38	1,97	0,18	1,69	1,68	1,43	1,95	0,15	0,232	0,792
Mann-Whitney U testi	z=-4,4 ; p=0,0001<0,05						z=-4,3 ; p=0,0001<0,05					z=-4,5 ; p=0,0001<0,05						
Üst palatinal	20	1,77	1,73	1,53	2,17	0,19	1,79	1,77	1,23	2,32	0,24	1,75	1,67	1,30	2,25	0,30	0,024	0,977
Alt lingual	20	2,34	2,33	2,02	2,87	0,23	2,29	2,31	1,85	3,00	0,34	2,37	2,39	1,98	2,87	0,26	0,030	0,971
Mann-Whitney U testi	z=-5,2 ; p=0,0001<0,05						z=-4,3 ; p=0,0001<0,05					z=-4,6 ; p=0,0001<0,05						

Tablo 4.12. Kortikal kemik kalınlığının ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerdeki değerleri ve gruplar arasında karşılaştırılması

Kortikal kemik kalınlığı	Sınıf I						Sınıf II					Sınıf III					Anova	
	n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	F	p
Ön bukkal	20	1,31	1,26	1,20	1,80	0,14	1,34	1,30	1,15	1,63	0,14	1,31	1,31	1,15	1,55	0,11	0,143	0,867
Arka bukkal	20	1,75	1,78	1,33	2,48	0,25	1,79	1,76	1,45	2,10	0,20	1,77	1,77	1,42	2,15	0,20	0,159	0,851
Mann-Whitney U testi	z=-4,9 ; p=0,0001<0,05						z=-5,13 ; p=0,0001<0,05					z=-5,4 ; p=0,0001<0,05						
Ön lingual	20	2,07	1,96	1,68	2,77	0,25	2,07	2,10	1,33	2,73	0,35	1,98	2,03	1,60	2,42	0,24	0,073	0,931
Arka lingual	20	2,05	1,99	1,80	2,60	0,23	2,01	1,98	1,72	2,28	0,17	2,14	2,13	1,72	2,65	0,24	0,071	0,933
Mann-Whitney U testi	z=-0,7 ; p=0,481>0,05						z=-0,406 ; p=0,698>0,05					z=-1,77 ; p=0,076>0,05						

4.3.3. Dehisens ve fenestrasyon bulguları

Tablo 4.13. Dişlerin bukkalindeki dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup								
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III		
	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%
U1DB	20	4	20	20	2	10	20	4	20
U2DB	20	3	15	20	2	10	20	2	10
U3DB	20	11	55	20	5	25	18	7	38,9
U4DB	20	6	30	20	2	10	20	4	20
U5DB	20	3	15	20	1	5	20	1	5
U6DB	20	2	10	20	0	0	19	2	10,5
U7DB	20	0	0	20	1	5	19	2	10,5
L1DB	20	5	25	20	9	45	20	6	30
L2DB	20	6	30	20	4	20	20	11	55
L3DB	20	12	60	20	6	30	20	8	40
L4DB	20	11	55	20	7	35	20	7	35
L5DB	20	5	25	18	4	22,2	18	1	5,6
L6DB	20	6	30	20	4	20	20	2	10
L7DB	20	2	10	20	1	5	20	1	5

Tablo 4.14. Dişlerin palatinal/lingualindeki dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup								
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III		
	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%
U1DP	20	0	0	20	1	5	20	3	15
U2DP	20	1	5	20	1	5	20	1	5
U3DP	20	4	20	20	1	5	18	2	11,1
U4DP	20	2	10	20	1	5	20	2	10
U5DP	20	3	15	20	2	10	20	0	0
U6DP	20	5	25	20	0	0	19	2	10,5
U7DP	20	2	10	20	1	5	19	3	15,8
L1DL	20	10	50	20	9	45	20	6	30
L2DL	20	2	10	20	1	5	20	3	15
L3DL	20	1	5	20	2	10	20	1	5
L4DL	20	1	5	20	0	0	20	0	0
L5DL	20	0	0	18	0	0	18	0	0
L6DL	20	0	0	20	0	0	20	1	5
L7DL	20	0	0	20	0	0	20	0	0

Tablo 4.15. Dişlerin bukkalindeki fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup								
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III		
	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%
U1FB	20	3	15	20	3	15	17	3	15
U2FB	20	3	15	20	10	50	15	5	25
U3FB	20	5	25	20	8	40	11	7	38,9
U4FB	20	8	40	20	8	40	15	5	25
U5FB	20	2	10	20	5	25	19	1	5
U6FB	20	6	30	20	5	25	16	3	15,8
U7FB	20	0	0	20	0	0	19	0	0
L1FB	20	3	15	20	1	5	17	3	15
L2FB	20	4	20	20	6	30	16	4	20
L3FB	20	1	5	20	6	30	15	5	25
L4FB	20	0	0	20	2	10	18	2	10
L5FB	20	2	10	18	2	11,1	16	2	11,1
L6FB	20	1	5	20	0	0	16	4	20
L7FB	20	0	0	20	1	5	20	0	0

Tablo 4.16. Dişlerin palatinal/lingualindeki fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup								
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III		
	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%
U1FP	20	0	0	20	0	0	20	0	0
U2FP	20	0	0	20	0	0	20	0	0
U3FP	20	0	0	20	0	0	18	0	0
U4FP	20	0	0	20	0	0	20	0	0
U5FP	20	0	0	20	0	0	20	0	0
U6FP	20	1	5	20	1	5	19	2	10,5
U7FP	20	5	25	20	2	10	19	4	21,1
L1FL	20	0	0	20	1	5	20	1	5
L2FL	20	0	0	20	0	0	20	0	0
L3FL	20	0	0	20	0	0	20	1	5
L4FL	20	0	0	20	0	0	20	0	0
L5FL	20	0	0	18	0	0	18	0	0
L6FL	20	0	0	20	0	0	20	0	0
L7FL	20	0	0	20	2	10	20	1	5

Dehisensin dişlerin alt bukkal, alt lingual, üst bukkal ve üst palatinal bölgelerdeki varlığı ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Alt dişlerin bukkalinde ve lingualinde dehisens var olma durumu ile sınıf I, II ve III grupları arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.17)

Üst dişlerin bukkalinde sınıf I grubunda diğer iki gruba göre anlamlı derecede daha fazla sayıda dehisens vardır ($p<0,05$). (Tablo 4.17)

Üst dişlerin palatinalinde dehisens var olma durumu ile sınıf I, II ve III grubu arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.17)

Sınıf I grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken (%33,6), en az alt dişlerin lingualindedir (%10). Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.17)

Sınıf II grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken (%25,4), en az üst dişlerin palatinalindedir (%5). Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.17)

Sınıf III grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken (%26,1), en az alt dişlerin lingualindedir (%8). Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.17)

Dehisensin dişlerin ön bukkal, arka bukkal, ön lingual ve arka lingual bölgelerdeki varlığı ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Ön dişlerin bukkalinde dehisens var olma durumu ile sınıf I, II ve III grubu arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.18)

Arka dişlerin bukkalinde sınıf I grubunda diğer iki gruba göre anlamlı derecede daha fazla sayıda dehisens vardır ($p<0,05$). (Tablo 4.18)

Ön dişlerin ve arka dişlerin lingualinde dehisens var olma durumu ile sınıf I, II ve III grubu arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.18)

Sınıf I grubunda, en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens vardır. Daha sonra sırasıyla arka dişlerin bukkali, ön dişlerin linguali ve arka dişlerin lingualinde dehisens vardır. Bölgeler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.18)

Sınıf II grubunda, en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens vardır. Daha sonra sırasıyla arka dişlerin bukkali, ön dişlerin linguali ve arka dişlerin lingualinde dehisens vardır. Bölgeler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.18)

Sınıf III grubunda, en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens vardır. Daha sonra sırasıyla arka dişlerin bukkali, ön dişlerin linguali ve arka dişlerin lingualinde dehisens vardır. Bölgeler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). (Tablo 4.18)

Tablo 4.17. Alt bukkal, alt lingual, üst bukkal ve üst palatinal bölgelerde dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Ki-Kare Analizi	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
DEHİSENS	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%	Ki-Kare	p
Alt bukkal	140	47	33,6	138	35	25,4	138	36	26,1	2,8	0,243
Alt lingual	140	14	10	138	12	8,7	138	11	8	0,3	0,834
Üst bukkal	140	29	20,7	140	13	9,3	136	12	8,8	6,1	0,048
Üst palatinal	140	17	12,1	140	7	5	136	13	9,6	4,5	0,104
Ki-Kare Analizi	Ki-Kare=30,4; p=0,0001			Ki-Kare=32,1; p=0,0001			Ki-Kare=22; p=0,0001				

Tablo 4.18. Ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerde dehisens varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Ki-Kare Analizi	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
DEHİSENS	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%	Ki-Kare	p
Ön bukkal	120	41	34,2	120	28	23,3	118	36	31,7	3,69	0,157
Arka bukkal	160	35	21,9	158	20	12,7	156	20	12,8	6,4	0,041
Ön lingual	120	18	15	120	15	12,5	118	16	13,6	0,3	0,853
Arka lingual	160	13	8,1	158	4	2,5	156	8	5,1	5,2	0,075
Ki-kare analizi	Ki-Kare=32,4 ; p=0,0001			Ki-Kare=28 ; p=0,0001			Kİ-Kare=39; p=0,0001				

Fenestrasyonun dişlerin alt bukkal, üst bukkal, alt lingual ve üst palatinal bölgelerdeki varlığı ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Alt bukkal, üst bukkal ve üst palatinal bölgelerde sınıf I, II ve III grupları arasında fenestrasyon var olma oranları açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.19)

Sınıf I, II ve III gruplarının hepsinde fenestrasyon en fazla üst dişlerin bukkalinde, en az alt dişlerin lingualinde görülür. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 4.19).

Fenestrasyonun dişlerin ön bukkal, arka bukkal, ön lingual ve arka lingual bölgelerdeki varlığı ve gruplar arasındaki karşılaştırmasına göre:

Ön bukkal, arka bukkal ve arka lingual bölgelerde sınıf I, II ve III grupları arasında fenestrasyon var olma oranları açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4.20)

Sınıf I, II ve III gruplarının hepsinde fenestrasyon en fazla ön dişlerin bukkalinde, en az ön dişlerin lingualinde görülür. Aradaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 4.20).

Tablo 4.19. Alt bukkal, üst bukkal, alt lingual ve üst palatinal bölgelerde fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Ki-Kare Analizi	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
FENESTRASYON	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%	Ki-Kare	p
Alt bukkal	140	11	7,9	138	18	13	138	20	14,5	3,2	0,196
Alt lingual	140	0	0	138	3	2,2	138	3	2,2	-	-
Üst bukkal	140	27	19,3	140	39	27,9	136	24	17,6	4,9	0,085
Üst palatinal	140	6	4,3	140	3	2,1	136	6	4,4	1,3	0,521
Ki-Kare Analizi	Ki-Kare=39,6; p=0,0001			Ki-kare=61,7; p=0,0001			Ki-Kare=26,7; p=0,0001				

Tablo 4.20. Ön ve arka bukkal ile ön ve arka palatinal/lingual bölgelerde fenestrasyon varlığı ve gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup									Ki-Kare Analizi	
	Sınıf I			Sınıf II			Sınıf III				
FENESTRASYON	n	Var	%	n	Var	%	n	Var	%	Ki-Kare	p
Ön bukkal	120	19	15,8	120	34	28,3	118	27	22,9	5,4	0,066
Arka bukkal	160	19	11,9	158	23	14,6	156	17	10,8	1,1	0,585
Ön lingual	120	0	0	120	1	0,8	118	2	1,7	-	-
Arka lingual	160	6	3,8	158	5	3,2	156	7	4,5	0,827	0,828
Ki-Kare Analizi	Ki-Kare=28,7 ; p=0,0001			Ki-Kare=59,8 ; p=0,0001			Ki-Kare=37,2; p=0,0001				

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışma Amacının Tartışması

Ortodontik tedavide sadece dişlerin pozisyonu değil, köklerin ve dişleri çevreleyen periodontal dokuların sağlığı da çok önemlidir. Bu yüzden ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında sadece dişlerin konumu değil çevre dokuların yapısı ve sağlığı da göz önünde bulundurulmalı ve değerlendirilmelidir. Ancak kökler ve dişleri çevreleyen dokular iki boyutlu konvansiyonel radyograflarla sağlıklı olarak incelenememektedir. İki boyutlu radyograflar magnifikasyon, distorsiyon ve yapıların süperpozisyonu gibi pek çok dezavantaja sahiptir (1-3). Bundan dolayı morfolojik değerlendirmelerin yapıldığı radyografik çalışmalarda BT'lerden yararlanılmıştır. Fakat BT'lerin de radyasyon dozu ve maliyeti oldukça yüksektir (5). Kullanımı giderek yaygınlaşan KIBT, maksillofasiyal bölgenin üç boyutlu görüntüsünü verir ve BT'ye oranla radyasyon dozu ve maliyeti çok daha düşüktür.

Literatürde üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile dentoalveoler morfolojiyi inceleyen çok sayıda çalışma vardır. Ancak literatürde, sagittal yön anomalileri ile bütün dişlerin inklinasyonu, kortikal, spongioz ve alveoler kemik kalınlığı ve kök morfolojisi arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunamamıştır. Sagittal yöndeki iskeletsel yapı ile dentoalveoler morfoloji arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışma, diş köklerinin ve dişleri çevreleyen dokuların morfolojisini belirlemeyi hedeflemiştir. Böylece dişlere yaptırılacak hareketlerin miktarına ve hangi miktar kuvvetin ne kadar süre uygulanacağına daha iyi karar verilebilecek, köklere tork verilmesi ve hızlı üst çene genişletmesi gibi tedaviler daha iyi planlanabilecek, mini implant yerleştirilen alanlardaki kemik kalınlığı daha iyi saptanabilecektir. Ayrıca hastalara dentoalveoler morfolojileri ile ilişkili olarak yapılması planlanan diş hareketlerinin riskleri ve kısıtlılıkları daha net bir şekilde anlatılabilecektir. Bu çalışmanın sonucunda literatüre, çeşitli sagittal yön anomalilerine sahip hastaların alt ve üst çenelerinde KIBT ile dentoalveoler morfolojiyi inceleyen ölçümler yapılarak katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

5.2. Çalışma Yönteminin Tartışması

Çalışmada gerekli olan minimum örneklem sayısını belirlemek için güç analizi uygulanmıştır. %90 güce ulaşmak amacıyla 201 adet KIBT görüntüsü değerlendirilmiştir fakat 151 tanesi çalışma kriterlerine uymadığı için dahil edilmemiştir. Çalışmada 60 adet KIBT görüntüsü kullanılmış ve grup başına 20 bireylik örneklem sayısı ile %85 güce ulaşılmıştır. Örneklem sayısının yetkinliğinin belirlenmesi çalışmanın gücünü arttırmaktadır. Bu nedenle örneklem sayıları araştırma yapılmadan önce mutlaka güç analizi ile desteklenmelidir (248).

Çalışmaya herhangi bir kraniyofasiyal anomalisi olmayan, daimi dentisyon aşamasında olup 3. molar dişleri hariç kök apekslerinin kapanmış olduğu, servikal vertebra maturasyonlarına göre iskeletsel gelişimi CS5 ve CS6 döneminde olan, GoGn/SN açısı 26° ile 38° arasında olan, KIBT görüntüleri anatomik olarak çene ucundan nazal kemiğe kadar olan bölgeyi içeren, dişlerin maksimum interküspidasyonda olduğu ve hafif-orta dereceli dental çapraşıklığı olan 60 hasta dahil edilmiştir. Ölçüm bölgesinde diş eksikliği, gömülü diş ya da süpernumere dişler bulunan, horizontal ve/veya vertikal kemik kaybının eşlik ettiği periodontal hastalıkların olduğu, alveoler kemikte veya periradiküler bölgede patoloji ya da radyolusensi olan ve mine-sement birleşimini içeren büyük restorasyonların olduğu görüntüler çalışmaya dahil edilmemiştir. 20 hastadan oluşan 1. gruba (18 kız ve 2 erkek; ortalama yaş $18,20 \pm 3,33$) ANB açısı $0-4^{\circ}$ olan sınıf I hastalar; 20 hastadan oluşan 2. gruba (11 kız ve 9 erkek, ortalama yaş $18,25 \pm 4,92$) ANB açısı 4° den büyük olan sınıf II hastalar; 20 hastadan oluşan 3. gruba (10 kız ve 10 erkek, ortalama yaş $18,90 \pm 4,97$) ANB açısı 0° den küçük olan sınıf III hastalar dahil edilmiştir.

Kraniyofasiyal anomaliler dentoalveoler gelişimi bozabileceği ve çalışmada yapılan ölçümleri etkileyebileceği için anomalisi olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Ölçüm yapılan bölgede kök apeksi kapanmamış dişlerin bulunduğu, gömülü diş ya da süpernumere dişlerin olduğu, horizontal ve/veya vertikal kemik kaybının eşlik ettiği periodontal hastalıkların olduğu, alveoler kemikte veya periradiküler bölgede patoloji ya da radyolusensi olan ve mine-sement birleşimini

içeren büyük restorasyonların olduğu bireyler de ölçümler sağlıklı yapılamayacağı için çalışma dışı bırakılmıştır.

Kraniyofasiyal bölgedeki büyümenin miktarı ve süresi bireyden bireye değiştiği için iskeletsel gelişim dönemi diağnoz sonucunu etkilemektedir. Büyüme ve gelişim döneminin değerlendirilmesiyle ilgili çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunlar; boy artışının değerlendirilmesi, dişlerin kalsifikasyon ve sürme zamanlarının değerlendirilmesi, menarj ve pubertal seslerden faydalanılarak ikincil seksüel karakterlerin değerlendirilmesi, el-bilek gelişiminin değerlendirilmesi ve vertebral gelişimin değerlendirilmesidir (245). Servikal vertebra maturasyonu metodu iskeletsel gelişimin değerlendirilmesinde etkili ve güvenilir bir yöntemdir (245). Sadece 3 tane servikal vertebra (C2, C3, C4) tespiti yeterli olması ve KIBT görüntülerinden elde edilip ek bir radyografa ihtiyaç duyulmaması metodun avantajlarıdır.

Pek çok çalışmada kortikal kemik kalınlığının yaşa bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (46,47,58,249). Farnsworth ve ark. (46) çalışmasında, alt 1. molar dişin distalindeki kortikal kemik kalınlığında yaşa bağlı bir değişiklik olmadığını ancak maksiller bukkal bölgedeki kortikal kemiğin yaşla birlikte arttığını rapor etmişlerdir. Swasty ve ark. (249), erişkinlerin mandibulalarında preadolesan dönemdeki bireylere göre daha kalın kortikal kemik olduğunu bildirmişlerdir. Park ve Cho (58), 14 yaş altı hastalarda kortikal kemik kalınlığının az olmasına bağlı olarak minivida başarısızlığı rapor etmişlerdir. Çene kemiklerinin farklı bölgeleri farklı şekillerde ve zamanlarda olgunlaşıyor olabilir, bu da kortikal kemik kalınlığında ve minivida başarı oranlarında farklılığa neden olur. Kortikal kemik kalınlığındaki yaşa bağlı değişiklikler kraniyofasial kompleksle sınırlı değildir. 3. metakarpal kemikte ve femurda da yaşın kortikal kemik üzerindeki etkisi rapor edilmiştir (250). Genç ve yaşlılar arasında kortikal kemik kalınlığındaki bu farklılık allometri (tüm vücut boyutlarındaki orantılı artış) ile açıklanabilir (46). Yaşın kortikal kemik üzerindeki etkisi hem hormonal kaynaklıdır hem de fonksiyonlardaki değişikliklerle ilgilidir (251). Çünkü maksimum ısırma kuvveti, çiğneme kaslarının boyutu ve aktivitesi yaşla birlikte artma eğilimindedir (252-254). Fonksiyonel kapasitedeki bu değişiklikler biyomekanik stres ve gerilimleri değiştirir, bu stres ve

gerilimler de kortikal kemik kalınlığını değiştirir (255,256). Pek çok çalışma fenestrasyon defektinin de yaşla ilgisi olduğunu göstermiştir (257-259). Bu çalışmalarda, yaş ilerledikçe plak akümülasyonu gibi durumların uzun dönem etkisiyle fenestrasyonun dehisense veya başka kemik defektlerine dönüşebildiği veya yaşlı insanlarda fenestrasyon gibi kemik defektleri olan dişlerin genelde çekildiği, bu yüzden de fenestrasyon defekti olan diş sayısının azaldığı rapor edilmiştir (257-259).

Bu çalışmada yaşın ölçümler üzerindeki etkisini elimine etmek için servikal vertebra maturasyonlarına göre iskeletsel gelişimi CS5 ve CS6 döneminde olan hastalar dahil edilmiştir. Sınıf I grubunu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması $18,20\pm3,33$; sınıf II grubunu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması $18,25\pm4,92$; sınıf III grubunu oluşturan bireylerin kronolojik yaş ortalaması $18,90\pm4,97$ olup, gruplar arasında kronolojik yaş açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Vertikal büyüme paterni alveoler kemik kalınlığı, dişlerin bukkolingual inklinasyonu ve dehisens-fenestrasyon varlığı üzerinde etkili bir faktördür. Yapılan pek çok çalışma farklı vertikal yüz tiplerinin bu etkisini göstermiştir (10-13). Tsunori ve ark. (10), kuru kafalarla yaptıkları BT çalışmasında, kısa yüzlü bireylerde kortikal kemiğin daha kalın ve alt 1. ve 2. molar dişlerin linguale inklinasyonunun daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Masumoto ve ark (11), benzer yöntemle yaptıkları çalışmada kısa yüzlü bireyler için aynı sonuçları rapor etmiştir. Ozdemir ve ark. (12), yaptıkları KIBT çalışmasında uzun yüzlü hastaların posterior bölgedeki kortikal kemiklerinin kısa yüzlü hastalara göre daha ince olduğunu rapor etmişlerdir. Horner ve ark. (13), KIBT çalışmasında posterior kortikal kemik kalınlığını hipodiverjan bireylerde daha fazla bulmuşlardır. Enhos ve ark. (9), KIBT çalışmasında hipodiverjan bireylerde daha az dehisens olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Vertikal yn değerlerini belirleyebilmek için pek çok ölçüm geliştirilmiştir. Bunların içinde SN düzlemi ile mandibuler düzlem arasında oluşan aı (GoGn/SN, GoMe/SN) en sık kullanılan ölçümdür (69,260-262). Steiner (69) ve Isaacson ve ark. (260) GoGn/SN açısının norm aralığını 26° - 38° olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda hastaların GoGn/SN açısı ölçülmüş ve vertikal büyüme paterninin pek

çok çalışmada rapor edilen etkilerini elimine etmek için çalışmamıza sadece 26°-38° arasında olan normodiverjan bireyler dahil edilmiştir.

Çapraşıklığın dehisens ve fenestrasyon gelişimi için olası bir risk faktörü olduğu rapor edilmiştir (263). Ayrıca bukkal ve lingual kortikal kemik tabakalarının yükseklik ve kalınlığı da dişlerin diziliminden etkilenmektedir (18). Labioversiyondaki dişlerde, dişin labialindeki kemik marjini düzgün sıralanmış dişlere göre daha apikalde konumlanır, linguoversiyondaki dişlerde ise bukkal kortikal kemik normalden daha kalındır (18). Dental çapraşıklığın kortikal kemik kalınlığı ve alveoler defekt varlığı ölçümelerini etkilememesi için çalışmamıza hafif-orta dereceli çapraşıklığı olan bireyler dahil edilmiştir.

Çalışmamızda cinsiyetin bulgulara etkisi incelenmemiştir çünkü çalışma grubumuzdaki erkek birey sayısı daha azdır. Ayrıca pek çok çalışma maksilla ve mandibulada kortikal kemik kalınlığı üzerinde cinsiyetin etkisi olmadığını göstermiştir (25,27,46). 2. metakarpal kemik, radiusun proksimali ve vertebralardaki kortikal kemik kalınlığının da cinsiyetten etkilenmediği rapor edilmiştir (264-266). Erkekler kadınlara göre daha büyük çiğneme kaslarına sahip olmasına ve maksimum ısırma kuvvetleri daha fazla olmasına rağmen, maksimum ısırma kuvvetine günlük hayatta nadiren ulaşılmaktadır (252-254). Erkek ve kadınlar aynı yiyecekleri yedikleri için çiğneme sırasında oluşan kuvvetlerin ve dolayısıyla kortikal kemik kalınlığının benzer olması beklenir. Alam ve ark.'ın (267) çalışmasına göre kök uzunluğu da cinsiyetten etkilenmemektedir. Ayrıca fenestrasyonun da cinsiyetle ilgisi olmadığını gösteren çalışmalar vardır (268). Shewinvanakitkul ve ark. (81), alt kanin ve 1. molar dişlerin bukkolingual inklınasyonu açısından erkekler ve kızlar arasında farklılık bulamamıştır.

Birçok araştırmacı iki boyutlu radyografların dezavantajları yüzünden dentoalveoler morfolojinin değerlendirilmesinde konvansiyonel BT kullanmıştır. Çalışmamızda ise KIBT görüntüleri kullanılmış ve araştırmamız retrospektif olduğu için hastalar ek bir radyasyon dozuna maruz kalmamıştır. Ayrıca son yıllarda kullanımı oldukça yaygınlaşan KIBT'nin konvansiyonel BT'lere göre radyasyon dozu daha düşüktür ve maliyeti daha azdır.

Bu araştırmada bireysel noktalama ve ölçüm hata düzeyinin kontrolü amacı ile tüm ölçümler bittikten 2 hafta sonra her gruptan rastgele 10 hasta seçilerek toplam 30 KIBT görüntüsü üzerinde yeniden ölçüm yapılmıştır. İlk ve 2. ölçümler arasında istatistiksel olarak önemsiz farklar bulunmuş ve araştıracının kendi içindeki güvenilirliği gösterilmiştir. Böylece çalışmada uygulanan metodun kullanışlı ve güvenilir olduğu doğrulanmış, kortikal ve spongios kemik kalınlığı, kök uzunluğu ve genişliği, dehisens-fenestrasyon varlığı ve bukkolingual inklinasyon ölçümlerinde bu metodun kullanılabileceği gösterilmiştir.

Alveoler kemiğin radyograflardan ölçümünü etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar, voksel büyüklüğü, yazılım, yumuşak dokunun varlığı ya da yokluğu ve ölçüm yapılan çene bölgesidir (269). Bazal kemiğe göre alveoler kemiği görüntüleyip ölçmek daha zordur. Çünkü alveoler kemik incedir ve dişler ve periodontal ligamentle komşuluğu vardır (270-272). Bukkal ve lingual kortikal kemik gibi küçük anatomik yapıların ve dehisens, fenestrasyon gibi alveoler defektlerin KIBT’de görüntülenmesi isteniyorsa uzaysal çözünürlüğün çok iyi olması gerekir. Bunun için de FOV ve voksel büyüklüğü mümkün olduğunca küçük olmalıdır (273). Ölçülecek obje küçüldükçe voksel büyüklüğünün doğruluğu etkileme oranı artacaktır. Tsutsumi ve ark. (274), yüksek doğruluğu elde etmek için obje boyutunun voksel boyutundan 3-4 kat büyük olması gerektiğini belirtmiştir. Bu durum kortikal kemik gibi oldukça ince yapıları ölçerken önem kazanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 0,3 mm voksel büyüklüğü daha küçük voksel boyutlarına göre daha zayıf bir çözünürlüğe ve kortikal kemiğin aşırı ince olduğu alanlarda yanlış ölçümlere sebep olmuş olabilir. Bu durum bu çalışmanın en büyük kısıtlılığıdır. Ancak voksel boyutu küçüldükçe ve çözünürlük arttıkça radyasyon dozunun arttığı unutulmamalıdır. Bu yüzden muayene amacına uygun bir voksel büyüklüğü ve FOV tercih edilmelidir.

KIBT’nin bu kısıtlılıklarından dolayı periodontal defektleri (98,101), kemik yüksekliğini (275-277), alveoler kemik kalınlığını (273,278) ve küçük kemik yapılarını (279) ölçmedeki doğruluğu pek çok çalışmada araştırılmıştır. Bazı çalışmalar KIBT’nin gerçek değerlerden daha düşük ölçümler verdiğini, fenestrasyon ve dehisensleri ise gerçekten daha fazla gösterdiğini, dental implantlara komşu

alanlardaki ince kortikal kemiği yetersiz çözünürlükte görüntülediğini belirtmiştir (278,280,281). Fuhrmann ve ark. (97), kortikal kalınlık 0,5 mm'nin altında olduğunda KIBT görüntüsünün nispeten doğru olduğunu, Ozmeric ve ark. (282), periodontal ligament aralığı 200 µm'den azsa KIBT ile görüntülenemeyeceğini belirtmişlerdir. Leung ve ark. (283), 0,38 mm vokselle boyutuyla yaptıkları çalışmada alveolar kemik 0,6 mm'den inceyse KIBT imajlarında görülemediğini rapor etmişlerdir. Sun ve ark. (276), 0,4 mm ve 0,25 mm vokselle büyüklüğünü karşılaştırdıkları KIBT çalışmasında 0,25 mm vokselle büyüklüğünün alveolar kemik üzerinde yapılan lineer ölçümlerin doğruluğunu arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak bu durumların hepsi kemik çok inceyse ve defektlerin boyutu çok küçükse geçerlidir ve çalışmaların çoğu KIBT'nin dehissens-fenestrasyon tanısında ve alveolar kemik ölçümlerinde klinik olarak kullanılabilir bir araç olduğunu belirtmektedir.

Bu çalışmanın bir diğer kısıtlılığı, çalışmada çenelerin sagittal yöndeki ilişkilerinin etkisini görebilmek amacıyla bireylerin hariç tutulma kriterlerinin çok fazla sayıda olması ve bu yüzden örnek sayısının az olmasıdır. Bu çalışma alt ve üst çenede tüm dişlerde ve interdental bölgelerde kök morfolojisi, kortikal kemik kalınlığı, dehissens ve fenestrasyon varlığı ve bukkolingual inklinasyon parametrelerini inceleyen ilk çalışmadır. Bu çalışma bu konuyla ilgili yapılacak daha sonraki çalışmalar için bir başlangıç noktası olacaktır.

Diş uzunluğunu ölçmek için en sık kullanılan yöntem periapikal radyograflardır. Ancak periapikal teknikte distorsiyon ve magnifikasyon riski göz önüne alınmalıdır (284-286). Periapikal radyograflardaki magnifikasyonun önüne geçebilmek için bazı çalışmalarda kron-kök oranı kullanılmış ve uzunluktan ziyade oran kullanılarak magnifikasyon etkisi yok edilmeye çalışılmıştır (130,131). Diş ve kron-kök uzunluğu ölçümlerinde KIBT kullanımının artmasıyla iki boyutlu radyografların dezavantajları ortadan kalkmıştır.

Çalışmamızda kök uzunluğu ölçümü kök apeksi ile mine sement sınırı arasından kök uzun aksı boyunca yapılmıştır. Kök genişliği ise bukkal ve palatinal/lingual mine sement sınırı arasından ölçülmüştür. Mine sement sınırı, mine ve sementin yani farklı densitelere sahip iki dokunun birleşimidir (283). Sementin

%45-50'si, minenin %97'si hidroksiapatit kristalidir (18). Mine sement sınırı bu densite farkı yüzünden KIBT imajları üzerinde çok net bir şekilde görüntü verir. Bu yüzden mine sement sınırı referans alınarak yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve doğruluğu oldukça yüksek olur (283). Bu nedenle çalışmamızda kök uzunluğu ve kök genişliği ölçümlerinde mine sement sınırı referans olarak alınmıştır. Lund ve ark. (239) da kök uzunluğu ölçümünü kök apeksi ile mine sement sınırı arasından kök uzun aksı boyunca yapmışlardır. Sherrard ve ark. (133), kök genişliğini mesial ve distal mine sement sınırı arasından, kök uzunluğunu ise kök apeksinden mesial ve distal mine sement sınırı arasına dik indirerek ölçmüştür. Kook ve ark. (109), sadece alt ve üst santral dişlerde, bukkal ve lingual mine sement sınırı arası mesafeyi ölçmüş ve kök apeksinden bu mesafeye diş uzun aksı boyunca dik bir doğru çizerek kök uzunluğunu belirlemiştir. Kim ve ark. (134) ise kök uzunluğunu bukkaldeki mine sement sınırı ile kök apeksi arasından ölçmüştür.

Dişlerin kök konumu, bukkolingual inklinasyonu ve mesiodistal angulasyonunu kontrol etmek için lateral sefalometrik ve panoramik radyograflar sıklıkla kullanılan yöntemler olmuştur. Ancak bu radyograflar iki boyutlu oldukları için magnifikasyon, distorsiyon ve süperpozisyon gibi dezavantajlara sahiptir. Diğer bir yöntem ise alçı modellerdir ancak bu modeller dişlerin sadece kron kısmını gösterir ve kron inklinasyonu her zaman için dişin gerçek inklinasyonunu yansıtmayabilir. Bu yüzden en güvenilir yöntem üç boyutlu radyograflardır.

Çalışmamızda dişlerin bukkolingual inklinasyonu üst çenede kök uzun aksıyla palatinal düzlem arasından, alt çenede ön dişlerde kök uzun aksıyla mandibuler düzlem arasından, arka dişlerde kök uzun aksıyla korpus alt kenarına çizilen teğet arasından ölçülmüştür. Alt molar dişlerin bukkolingual inklinasyonunu Tsunori ve ark. (10), Masumoto ve ark. (11) ve Mitra ve ark (80) BT görüntülerinde, Shewinvanakitkul ve ark. (81) ise KIBT görüntülerinde, çalışmamızda olduğu gibi koronal kesitte diş uzun aksı ile korpus alt kenarına çizilen teğet arasından ölçmüşlerdir.

Bukkolingual inklinasyon ölçümünde dental modelleri kullanan çalışmalar referans düzlem olarak oklüzal düzlemi, BT kullanan çalışmalar ise mandibuler

düzlemi kullanmıştır (10,78,287,288). Shewinvanakitkul ve ark. (81), mandibulanın alt kenarının tekrarlanabilir bir referans düzlemi olduğunu belirtmişlerdir. Oklüzal planın aksine, mandibula alt kenarı ve palatinal düzlem ortodontik diş hareketlerinden çok daha az etkilenir. Bu da ortodontik tedavi sonrasında diş inklınasyonu değişikliklerini belirlemek için yararlı bir durumdur.

Çalışmamızda ölçümler çenelerin sadece sağ yarısında yapılmıştır çünkü kortikal kemik kalınlığı ölçümlerinin çenelerin sağ ve sol tarafında aynı olduğu pek çok çalışmada rapor edilmiştir (25,27,46).

Minivida yerleştirmek için uygun bölgelerin araştırıldığı çalışmalarda kortikal kemik kalınlığı ölçümleri minivida yerleştirmeye elverişli alanlarda yapılmalıdır. Bu alan yapışık dişeti sınırları içinde (289,290), nonkeratinize dokuyu irrite etmeyecek, inflamasyon ihtimalinin en düşük olduğu bölgede ve alveoler kret ya da mine sement birleşiminden 4-6 mm daha apikalde olmalıdır (47,291,292). Kortikal kemik kalınlığı minivida başarısı için çok önemli olduğundan ölçümlerin bu bölgeler dikkate alınarak, doğru, güvenilir ve tekrarlanabilir bir şekilde yapılması gerekir. Bu çalışmada bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı ölçümü KIBT görüntüleri üzerinde alveoler kret tepesinin 5 mm altından yapılmıştır. Kortikal kemik kalınlığı ölçümünü Ozdemir ve ark. (12), Farnsworth ve ark. (46) ve Ono ve ark. (26) KIBT görüntüleri üzerinde alveoler kretin 4 mm altından, Li ve ark. (293) 3 mm altından, Horner ve ark. (13) 5 mm altından yapmıştır. Masumoto ve ark. (11), kortikal kemik kalınlığını mandibula alt kenarından başlayarak 10 vertikal seviyede, Swasty ve ark. (294) ise alveol yüksekliğini 3 eşit parçaya bölerek yapmış ve her iki araştırmada da hiçbir standart ölçüm noktası kullanılmamıştır. Bu seviyeler her hastada farklı bir yüksekliğe denk gelmektedir. Baumgaertel (40), kuru kafalar üzerinde ve sadece posterior palatal alveoler prosteze ölçüm yapmıştır. Alveoler kretten itibaren 4, 8, 12 mm'lik vertikal seviyelerde kortikal kemik kalınlığı ve alveol kalınlığını ölçmüştür.

Çalışmamızda dehisens ve fenestrasyon defektlerinin tespitinde her diş kökünün bukkal ve palatinal/lingual yüzeyi 0,3 mm kesit aralığı olan aksiyel ve sagittal kesitlerde incelenmiştir. Ardışık üç veya daha fazla kesitte kök etrafında

kortikal kemik saptanamazsa bu durum ‘alveoler defekt’ olarak tanımlanmıştır (246,247). Tespit edilen alveoler defekt, alveoler kret tepesi ile mine sement sınırı arasındaki mesafe 2 mm’den daha çoksa dehisens, alveoler kreti içermiyorsa fenestrasyon olarak sınıflandırılmıştır. Yagci ve ark. (14), Enhos ve ark. (9), Evangelista ve ark. (15), Baysal ve ark. (158) da KIBT imajları üzerinde aynı metodu kullanarak dehisens ve fenestrasyon varlığını incelemişlerdir. Ferreira ve ark. (102) her diştten sagittal olarak 3 kesit, aksiyel olarak da kökün orta üçlü ve apikal üçlüsünden toplam 6 kesit alarak alveoler defekt varlığını incelemişlerdir. Ancak dehisens-fenestrasyon gibi oldukça küçük defektler için bu kadar büyük kesit kalınlığı ile inceleme yapmak doğru sonuçlar vermeyebilir.

Ising ve ark. (103) ile Leung ve ark. (283) KIBT ile alveoler defektlerin belirlenmesinde üç boyutlu rekonstrüksiyonları kullanmışlardır. Çalışmamızda ve Yagci ve ark. (14), Enhos ve ark. (9), Evangelista ve ark. (15) ile Baysal ve ark.’ın (158) çalışmalarında ise multiplanar rekonstrüksiyon görüntüleri kullanılmıştır. Dehisens-fenestrasyon ölçümünde KIBT doğruluğunu direkt ölçümlerle karşılaştıran bir çalışmada (102), aksiyel ve sagittal kesitler beraber değerlendirildiğinde doğruluk oranının daha fazla olduğu (%69,23) rapor edilmiştir. Sadece aksiyel kesit değerlendirildiğinde %43,59, sadece sagittal kesit değerlendirildiğinde ise %61,53 oranında doğruluk rapor edilmiştir. Çalışmamızda da bu bulgular nedeniyle hem aksiyel hem sagittal kesitler değerlendirilmiştir.

Çalışmalarda dehisensin belirlenmesinde çeşitli kriterler kullanılmıştır. Jorgic-Srdjak ve ark. (295), mine sement sınırından itibaren 1 mm’den daha fazla olan kemik kaybını dehisens olarak tanımlarken, bazı çalışmalar interproksimal kret tepesinden itibaren 4 mm ve daha fazla kemik kaybını dehisens olarak tanımlamıştır (102,257,258). Bir başka çalışmada ise kökün yarısının ekspozürü dehisens olarak belirlenmiştir (296). Literatürde mine sement sınırı ile alveoler kret tepesi arası mesafenin normal değeri için 1-3 mm arasında değişen değerler rapor edilmiştir (17,101,297-299). Ancak pek çok çalışma bu değerin 2 mm veya daha az olmasının normal olduğunu göstermiştir (18,300) ve periodontal hastalığı olmayan insanlarda 2 mm değeri yaygın olarak kabul edilen değerdir (297). Bu çalışmada da literatürde normal olarak kabul edilen 2 mm değeri kullanılmıştır.

5.3. Bulguların Tartışması

5.3.1. Dental ölçümlere ait bulguların tartışması

Bu çalışmada sınıf I, II ve III grupları arasında dişlerin kök uzunluğu ve kök genişliği değerleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kook ve ark. (109) da alt ve üst sağ santral dişin kök uzunluğu ve genişliğinin sınıf I ve sınıf III openbite hastalar arasında anlamlı bir farkı olmadığını rapor etmişlerdir. Kim ve ark. (134), KIBT görüntüleri üzerinde santral, lateral, kanin ve premolar dişlerin kök uzunluklarını ölçmüşlerdir. Ancak ölçüm bukkal mine sement sınırı ile kök apeksi arasından yapılmıştır. Yöntem farklılığı olduğu için çalışmamızın bulgularıyla karşılaştırmak doğru olmayacaktır.

Kök uzunluğu ölçümleri normal oklüzyona sahip bireylerde ölçülerek ve çeşitli maloklüzyon grupları arasında karşılaştırılarak bu konuda referans data oluşturulması gerekmektedir. Çünkü literatürde bu konudaki çalışma sayısı yetersizdir. Çalışmamızdan elde edilen data KIBT'den yapılacak kök uzunluğu ve genişliği ölçümlerine referans olarak kullanılabilecektir.

Çalışmamızda üst santral ve lateral dişlerin bukkolingual inklinasyonu sınıf II hastalarda diğer hastalara göre daha düşük çıkmıştır. Sınıf III hastalarda ise en yüksek değerlerdedir. Alt santral, lateral, kanin, 1. ve 2. premolar ve 1. molar dişlerin bukkolingual inklinasyonları ise sınıf III hastalarda diğer hastalara göre daha düşüktür, sınıf II hastalarda en yüksek değerlerdedir. Kesici dişlerde ölçülen bu değerler iskeletsel sınıf II ve sınıf III hastalarda genellikle gelişen dentoalveoler kompanzasyona bağlı olarak oluşmuş olabilir. Alt posterior dişlerin sınıf III hastalarda daha fazla linguale inkline olması ise bu hastalarda genellikle görülen maksiller darlığa karşı bir kompanzasyon gelişmiş olmasıyla açıklanabilir. Bu duruma getirilebilecek başka bir açıklama iskeletsel sınıf III vakaların daha geniş alt dental arka sahip olmalarıdır. Mandibuler molar dişler linguale doğru sürer ve sonrasında bukkale inkline olurlar. Molar dişlerin bukkale doğru inklinasyonunun sebepleri dil basıncı ve çiğneme kuvvetleridir. Sonuçta, molar dişler dil ve yanak basıncı arasında bir denge pozisyonuna ulaşır. Sınıf III vakalar sınıf I ve sınıf II

vakalarla aynı dil hacmine sahip olsa bile; alt dental arkları genellikle daha geniş olduğu için alt molar dişler dil basıncından çok yanak basıncına maruz kalacaktır. Sonuç olarak sınıf III vakaların alt molar dişlerinin linguale inklinasyonunun daha fazla olması olasıdır.

Shewinvanakitkul ve ark. (81), 78 hastanın KIBT imajlarında koronal kesitte alt kanin ve 1. molar dişlerin uzun aksı ile mandibuler korpus alt kenarına çizilen teğet arasındaki açıyı ölçmüşlerdir. Kanin dişlerin ortalama inklinasyonu $98,0 \pm 4,1^\circ$, 1. molar dişlerin ise $74,6 \pm 4,7^\circ$ olarak bulunmuştur. Alt kanin dişlerin ortalama inklinasyonu, sınıf 1 molar ilişkiye sahip hastalarda $97,6 \pm 3,6^\circ$, sınıf 2 molar ilişkiye sahip hastalarda $98,7 \pm 4,4^\circ$, sınıf 3 molar ilişkiye sahip hastalarda ise $97,3 \pm 4,6^\circ$ olarak bulunmuştur. Alt 1. molar dişlerin ortalama inklinasyonu, sınıf 1 molar ilişkiye sahip hastalarda $75,6 \pm 4,9^\circ$, sınıf 2 molar ilişkiye sahip hastalarda $73,7 \pm 4,2^\circ$, sınıf 3 molar ilişkiye sahip hastalarda $70,8 \pm 1,3^\circ$ dir. Ancak sınıflama iskeletsel değil dişsel olarak yapılmıştır. 1. molar dişlerin inklinasyonu Angle sınıf 2 molar ilişkiye sahip hastalarda sınıf 1 molar ilişkiye sahip olan hastalara göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır. Çalışmamızda ise alt kanin ve molar dişlerde benzer inklinasyon değerleri bulunmuş olsa da alt dişlerin inklinasyon değeri sınıf II grubunda düşük değil yüksek bulunmuştur.

Shewinvanakitkul ve ark. (81), tedavi görmemiş vakalarda alt kaninlerin bukkale, alt molarların linguale inkline olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulgularına göre ise genel olarak üst çenede kaninlerin bukkale inkline, premolar dişlerin dik, 1. molar dişlerin linguale inkline, 2. molar dişlerin bukkale inkline olduğu, alt çenede kaninlerin bukkale inkline, 1. premolar dişlerin dik olduğu, 2. premolar dişlerden 2. molar dişlere doğru ise lingual inklinasyonun arttığı ortaya çıkmıştır. Literatürde tüm dişlerin inklinasyonunu üç boyutlu radyograflar üzerinde inceleyen başka bir çalışma bulunmamaktadır.

Tsunori ve ark. (10) BT çalışmasında, normodiverjan vakalarda alt 1. molar diş inklinasyonunu $80,2 \pm 4,6^\circ$; Masumoto ve ark. (11) BT çalışmasında normodiverjan vakalarda alt 1. molar diş inklinasyonunu $78,2 \pm 4,70^\circ$, alt 2. molar diş inklinasyonunu $72,2 \pm 6,40^\circ$; Kasai ve ark. (301) BT çalışmasında, Angle sınıf I

vakalarda alt 1. molar diş inklinasyonunu $76.7 \pm 4.2^\circ$ olarak bulmuştur. Dental modeller üzerinde yapılan çalışmalar da alt molarların linguale inkline olduğunu göstermiştir (78,79). Çalışmamızda da alt 1. ve 2. molar dişlerin linguale inkline olduğu gösterilmiştir.

Diş inklinasyonu dişlerin kemik üzerinde düzgün sıralanması ve dentisyonun stabilitesi için önemli bir faktördür. Ayrıca anterior ve posterior dişlerin inklinasyonu gülüş estetiği için de çok önemlidir. Diş inklinasyonlarının dental adaptasyonlar veya iskeletsel bozukluklara olan kompanzasyonlardan etkilendiği bilinmektedir ve dişlerin inklinasyonlarının değerlendirilmesi daha detaylı bir ortodontik tedavi planı yapılmasını sağlayacaktır. Bu yüzden ortodontik tedavi öncesi alınan KIBT'ler diş inklinasyonlarını değerlendirmek için de kullanılmalıdır.

Çeşitli braket sistemlerinin her diş için belirli tork değerleri vardır. Örneğin alt kanin braketlerinde genelde negatif tork vardır veya tork yoktur ve bu yüzden klinisyenler kaninlerin linguale inkline olması gerektiğini düşünebilirler. Ancak çalışmamızda ve Shewinvanakitkul ve ark.'ın (81) çalışmasında ortodontik tedavi görmemiş bireylerde alt kanin dişlerin bukkale inkline olduğu gösterilmiştir. Ortodontik tedavi görmemiş bireyler üzerinde daha kapsamlı çalışmalar yapılarak her diş için ortalama bir inklinasyon değeri bulunması ve braket sistemlerinin tork değerlerinin yeniden düzenlenmesi faydalı olacaktır.

5.3.2. Kemik ölçümlerine ait bulguların tartışması

Çalışmamızda, interdental bölgelerdeki bukkal ve palatinal kortikal kemik kalınlıkları ile sınıf I, II ve III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. US6-7, LS1-2, LS2-3, LS5-6 değerleri sınıf II grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. LS3-4, LS4-5, LS6-7 değerleri sınıf II grubunda sınıf III grubuna göre anlamlı derecede yüksek görülmektedir.

Üst bukkal, alt bukkal, üst palatinal ve alt lingual bölgelerdeki kortikal kemik kalınlıkları sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı farklılık göstermemektedir. Ön bukkal, arka bukkal, ön lingual, arka lingual bölgelerdeki

kortikal kemik kalınlıkları da sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında anlamlı farklılık göstermemektedir.

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt çenedeki bukkal kortikal kemik kalınlığı üst bukkale göre daha fazladır. Üst bukkal kortikal kemik kalınlığı ön bölgeden arka bölgeye doğru aynı miktarda kalırken, alt bukkal kortikal kemik kalınlığı ön bölgeden arka bölgeye doğru artmıştır. Alt ve üst çenedeki arka dişlerin bukkal kortikal kemik kalınlığı ortalaması ön dişlerin bukkal kortikal kemik kalınlığı ortalamasından anlamlı derecede fazladır.

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt çenedeki lingual kortikal kemik kalınlığı üst palatine göre anlamlı derecede yüksektir. Üst palatinal kortikal kemik kalınlığı 3-4 bölgesinde en kalındır, diğer bölgelerde ise birbirine benzerdir. Alt lingual kortikal kemik kalınlığı 1-2 bölgesinde en ince, 2-3 bölgesinde en kalın, diğer bölgelerde ise birbirine benzer değerlerdedir. Alt ve üst çenedeki arka dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı ortalaması ile ön dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı ortalaması arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt ve üst çenede palatinal/lingual kortikal kemik kalınlığı bukkal kortikal kemik kalınlığından klinik olarak anlamlı derecede daha fazladır. Tek istisna alt 1. molar ve 2. molar diş bölgesidir. Bu bölgede bukkal kemik lingualden daha kalındır. Alt ve üst çenedeki ön dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı ortalaması ön dişlerin bukkaline göre, arka dişlerin lingual kortikal kemik kalınlığı ortalaması arka dişlerin bukkaline göre klinik olarak anlamlı derecede fazladır.

Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt ve üst çenede spongioz kemik kalınlığının 3-4 bölgesinden arka bölgeye doğru giderek arttığı görülmektedir. Üst çenedeki spongioz kemik kalınlığı alt çeneye göre daha fazladır.

Çalışmamızda daha önceki çalışmalarda gösterildiği gibi (13,25-27,46), alt çenenin üst çeneden daha kalın kortikal kemiğe sahip olduğu bulunmuştur. Mandibula tek bir kemiktir ve çiğneme kuvvetlerini pek çok kemiğe ve suturaya

sahip orta yüz bölgesi gibi iyi bir şekilde dağıtamaz (302). Bu yüzden mandibula maksillaya göre daha güçlü olmalı, maruz kaldığı bükülme kuvvetlerine ve torsiyonel kuvvetlere karşı koyma kapasitesi daha çok olmalıdır. Klinik olarak çeneler arasındaki bu farklılık, minivida yerleştirirken, predrilling yaparken, lokal anestezi enjekte ederken ve dişleri kemiğe doğru hareket ettirirken kendini belli etmektedir (13).

Horner ve ark. (13) çalışmasında, çalışmamızla uyumlu olarak alt ve üst çenede palatinal/lingual kortikal kemiğin bukkal kortikal kemikten daha kalın olduğunu rapor etmişlerdir. Üst çenede posterior dişler kromdan apekse doğru palatinala inklinedir ve palatinal tüberküller alt molar dişlerle oklüzyona gelir. Bu yüzden de oklüzyon kuvvetleri maksillanın palatinal kısmına iletilir ve bu durum kortikal kemiğin niye çoğu palatinal yüzeyde kalın olduğunu açıklar (302-305).

Çiğneme sırasında mandibulanın maruz kaldığı gerilim lades kemiği ile benzerdir (13). En büyük gerilim mandibulanın ön kısmının lingualinde görülür ve kortikal kemik bu bölgede, özellikle de kanin dişine doğru en kalındır (13). Çalışmamızda da alt çenede lingual kortikal kemik kalınlığı 2-3 bölgesinde en fazla çıkmıştır. Mandibulada en büyük gerilimi kanin diş bölgesi karşılamaktadır. Alt çenede tek istisna alt 1. molar ve 2. molar diş bölgesidir. Bu bölgede bukkal kortikal kemik lingualden daha kalın çıkmıştır. Bu durum pek çok çalışma tarafından daha önce de rapor edilmiştir (12,13,46,293). Çalışma hareketleri sırasında bu bölgeye gelen gerilim miktarı bu durumu açıklamaktadır (303-305). 1. ve 2. molar diş bölgesi ramusa ve çiğneme kaslarının yapışma bölgesine yakındır ve bu yüzden alt molar bölgedeki kortikal kemik kalınlığı çiğneme fonksiyonundan büyük oranda etkilenmektedir (11). Bu yüzden posterior bukkal bölge ısırma sırasında mandibulanın diğer bölgelerine göre daha yüksek oranda gerilime maruz kalır ve bu bölgedeki kortikal kemik kuvvetlere dayanabilmek için kalınlaşmıştır (303-305).

Çalışmamızda üst çenedeki palatinal kortikal kemik 3-4 bölgesinde en kalın çıkmıştır, bukkal kortikal kemik ise ön ve arka bölgede benzer değerlerdedir. Çalışmamız bu yönden Horner ve ark. (13) ve Baumgaertel'in (40) çalışmalarıyla uyumludur. Premolar-kanin bölgesinin çiğneme sırasında daha fazla gerilime maruz

kalması beklenen bir durumdur. Çünkü üst kanin dişler üst arkın köşe taşlarıdır ve ağır oklüzal kuvvetlere maruz kalırlar. Çiğneme sırasında alt kanin dişe üst kanin dişin palatinal yüzeyi boyunca rehberlik edilir ve alt çenenin gerilimi de maksillanın palatinal yüzeyine iletilir. Gerilim maksiller kortikal kemiğe eşit olmayan bir biçimde dağıtılır. Çünkü maksillofasiyal suturalar oklüzyon kuvvetlerini dağıtıcı olarak davranırlar (302).

Çalışmamızda, interdental bölgelerdeki bukkal ve palatinal kortikal kemik kalınlıkları ile sınıf I, II ve III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Spongioz kemik kalınlığı değerleri ise özellikle alt çenede sınıf I, II ve III gruplar arasında değişiklikler göstermiştir. Literatürde, maksilla ve mandibulada tüm interdental bölgelerin kortikal ve spongioz kemik kalınlıklarının farklı sagittal yüz paternlerinden nasıl etkilendiğini gösteren başka bir çalışma bulunamamıştır. Çalışmalar genellikle alt ve üst kesici dişlerin bukkal ve lingualindeki alveoler kemiği incelemiş, interdental bölgeler incelenmemiştir (108,109,112,158).

Minividaların başarısı için yerleştirildikleri bölgedeki kortikal kemik kalınlığının en az 1 mm olması gerektiği rapor edilmiştir (42). Motoyoshi ve ark. (63), kortikal kemiğin 1 mm'den ince olduğu yerlerde 1 mm'den kalın olduğu yerlere göre minivida başarısızlık oranını 6,9 kat daha fazla rapor etmişlerdir. Çalışmamızda tüm interdental bölgelerdeki bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik kalınlıklarının ortalama değerleri 1 mm'den daha fazla çıkmıştır. Bazı çalışmalar maksilla ve mandibulanın bazı bölgelerinde 1 mm'den daha az kortikal kemik kalınlığı rapor etmişlerdir (46,47,307). Çalışmamız ile bu çalışmalar arasında fark çıkma sebebi, bu çalışmaların genç ve erişkin hastalardan elde edilen bilgileri beraber içermesi olabilir. Çünkü bazı çalışmalarda kortikal kemik kalınlığının yaşa bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (46,47,58,249).

Kortikal kemiğin çok kalın olması da minivida başarısızlığına sebep olabilir. Çünkü minividaları yerleştirirken uygulanan tork değeri 5-10 Ncm arasında olmalıdır ve 10 Ncm'yi geçerse başarısızlık oranı yükselmektedir (63). Mandibuler bukkal bölge ve infrazigomatik kret gibi kalın kortikal kemikli alanlarda minivida

yerleştirilirken aşırı tork uygulamak gerekebilmektedir. Bu durum çevre dokuların kompresyonuna neden olmakta ve minivida çevresindeki iyileşme sürecini kötü yönde etkilemektedir (308). Ueda ve ark. (309), implant yerleştirilirken kemiğe aşırı baskı uygulanmasının kompresyon osteonekrozuna ve iyileşme yerine rezorpsiyona sebep olacağını belirtmişlerdir. Bu gibi durumlarda yerleştirme torkunu azalttığı için predrilling yapılması önerilmektedir (310). Baumgaertel (311), kortikal kemik kalınlığı 1,5 mm'den fazla olan yerlerde predrilling önermiştir. Çalışmamızda, sık minivida yerleştirilen alanlar olan alt 4-5, 5-6, 6-7 bölgesindeki bukkal kortikal kemiğin ve üst 2-3, 3-4, 4-5 ve 5-6 bölgesindeki palatinal kortikal kemiğin ortalama kalınlıkları 1,5 mm'nin üstünde çıkmıştır. Bu alanlara minivida yerleştirilecekse predrilling yapılması gerekebilir. Alt çenede tüm interdental bölgelerdeki lingual kortikal kemik kalınlıkları da 1,5 mm'nin üzerindedir ancak alt lingual bölgeye genellikle minivida yerleştirilmemektedir.

Farnsworth ve ark. (46), üst bukkal ve palatinal bölgede 4-5 ve 5-6 arasındaki kortikal kemiğin diğer interdental bölgelere göre daha kalın olduğunu rapor etmişlerdir. Deguchi ve ark. da (27) üst 5-6 arasında 6-7 arasına göre daha kalın kortikal kemik rapor etmiştir. Peterson ve ark. (24), en kalın kortikal kemiğin üst 2. molar dişin bukkalinde olduğunu, 1. premolar ve lateral diş çevresindeki kortikal kemiğin ise daha ince olduğunu bildirmiştir. Bu bulgularla çalışmamızın bulguları arasında farklılıklar olması oklüzal kuvvetlerdeki bireysel farklılıklarla ayrıca çalışmaların yöntem farklılığıyla ilgili olabilir.

Li ve ark. (293), bukkal alveoler kretin 3 mm altında yaptıkları ölçümlerde normodiverjan vakalar için; üst 1-1 arasında 0,91 mm, 1-2 arasında 0,89 mm, 5-6 arasında 0,99 mm, 6-7 arasında 1,07 mm kortikal kemik kalınlığı rapor etmişlerdir. Alt 1-1 arasında 0,99 mm, 1-2 arasında 0,98 mm, 5-6 arasında 1,43 mm, 6-7 arasında 2,00 mm kortikal kemik kalınlığı bildirmişlerdir. Yani alt ve üst 1-1, 1-2 ve üst 5-6 arasında 1 mm'den az kortikal kemik kalınlığı rapor edilmiştir. Ancak bu çalışma alveoler kret tepesinin 3 mm altından yapılmıştır. Bu yüzden kortikal kemik bu kadar ince çıkmış olabilir.

5.3.3. Dehisens ve fenestrasyon bulgularının tartışması

Çalışmamızda dehisens ve fenestrasyon defektlerine yaygın bir şekilde rastlanmıştır. Rupprecht ve ark. (258) ile Evangelista ve ark. (15) da çalışmalarında alveoler defektlere yaygın bir şekilde rastladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda dehisens en çok üst kanin dişlerin ve alt santral, lateral, kanin ve 1. premolar dişlerin bukkalinde ve alt santral dişlerin lingualinde bulunmuştur. Fenestrasyon ise en çok üst kanin, 1. premolar, 1. molar; alt lateral ve alt kanin dişlerin bukkalinde saptanmıştır. Dişlerin palatinal bölgesinde ise fenestrasyon defekti oldukça az sayıda bulunmuştur.

Sınıf II grubunda ön dişlerin bukkalinde diğer gruplara göre daha az dehisens, daha fazla fenestrasyon vardır. Yine sınıf II grubunda üst dişlerin bukkalinde diğer gruplara göre daha fazla fenestrasyon vardır.

Alt ve üst çene için bir karşılaştırma yapacak olursak; sınıf I ve sınıf III grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken, en az alt dişlerin lingualindedir. Sınıf II grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken, en az üst dişlerin palatinalindedir. Sınıf I, II ve III gruplarının hepsinde fenestrasyon en fazla üst dişlerin bukkalinde, en az alt dişlerin lingualinde görülür.

Ön ve arka dişler için bir karşılaştırma yapacak olursak; sınıf I, II ve III grubunda, en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens vardır. Daha sonra sırasıyla arka dişlerin bukkali, ön dişlerin linguali ve arka dişlerin lingualinde dehisens vardır. Fenestrasyon en fazla ön dişlerin bukkalinde, en az ön dişlerin lingualinde görülür.

Evangelista ve ark. (15), sınıf I hastalarda sınıf II bölüm 1 hastalara göre daha fazla alveoler defekt saptamıştır. Araştırmacılar, yapışık dişetinin dar olması, yüksek frenilum ataçmanı, labiale pozisyonlanmış dişler ve alveoler kemiğin ince olmasını alveoler defekt gelişimi için etiyolojik faktör olarak belirtmişlerdir.

Ortodontik tedavi sırasında yetersiz kemik desteği özellikle bukkolingual hareketler sırasında dişler ve periodonsiyum üzerinde zararlı etkilere sebep olabilir.

Diğer çalışmalar, çalışmamızla uyumlu olarak bukkal yüzeylerde lingual yüzeylere göre daha fazla alveoler defekt saptamıştır (15,258,259,312,313). Bu durum, bukkal yüzeyde lingual yüzeye göre daha ince alveoler kemik olmasıyla açıklanabilir.

Pek çok çalışma dentoalveoler kompanzasyon nedeniyle sınıf II hastalarda alt kesici dişlerin bukkal inklinasyonunun arttığını, sınıf III hastaların ise protrüziv üst keserlere ve retrüziv alt keserlere sahip olduğunu rapor etmiştir (140,314). Dahası, sınıf III hastalar sınıf I ve II hastalara göre daha ince simfize sahiptir (108). Dentoalveolar kompanzasyon mekanizmaları sebebiyle çalışmamızda da en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens ve fenestrasyon defektine rastlanmıştır. Bu yüzden ortodontik tedavi sırasında sınıf II ve sınıf III hastalarda özellikle kesici dişlerde labiolingual hareketler dikkatlice planlanmalıdır.

Dehisens ve fenestrasyon varlığı ince alveoler kemikle pozitif korelasyon gösterir. Alt çenede alveoler kemik kalınlığı posteriordan anteriora azalır (249). Literatüre göre, dehisens en çok mandibulada, fenestrasyon ise maksillada görülmektedir (14,15,84,257-259,268,313). Çalışmamızda da benzer bir sonuç çıkmıştır. Dehisens en çok üst kanin dişlerin ve alt santral, lateral, kanin ve 1. premolar dişlerin bukkalinde ve alt santral dişlerin lingualinde bulunmuştur. Bu durum alt ön bölgede bukkal alveoler kemiğin ince olmasından kaynaklanmaktadır. Üst kanin dişlerde dehisensin sık olmasının sebebi ise kanin kökünün çok büyük olması ve bukkalindeki kortikal kemiğin yeterince kalın olmaması olabilir. Çalışmamızda fenestrasyon en çok üst kanin, 1. premolar, 1.molar, alt lateral ve alt kanin dişlerin bukkalinde saptanmıştır. Bunun nedeni maksillanın anatomik özellikleri olabilir. Maksilla mandibulaya göre daha az dens yapıdadır (283). Üst 1. premolar dişler yukarı doğru daralan bir alandadır ve üst 1. premolar dişlerin bukkalinde sıklıkla fenestrasyona rastlanır (23). Üst kanin dişlerin kökü ve 1. molar dişlerin mesiobukkal kökü ise oldukça hacimlidir ve bukkallerindeki kemik yeterince kalın değilse fenestrasyon oluşabilir (283). Fenestrasyon riski altında olan dişlerin bukkolingual yönlü hareketleri ciddi periodontal problemler çıkarabilir. Özellikle RPE işlemi üst posterior dişlerde var olan bir fenestrasyonun şiddetlenmesine neden olabilir. Bu yüzden bu dişlerin inklinasyonunu değerlendirmek için KIBT taramasından yararlanılması faydalı olacaktır.

Dental inklınasyonlara ek olarak çapraşıklığın da alveoler defektler üzerine etkisi olabilir. Sınıf I maloklüzyonda çapraşıklık yaygın görülen bir durumdur ve kron ve köklerin yanlış dizilimine neden olur. Çalışmamızda her ne kadar şiddetli çapraşıklığı olan bireyleri dahil etmemiş olsak da hafif-orta şiddette çapraşıklığı olan vakalarda bu durum alveoler defekt oluşturmuş olabilir.

5.4. Klinik Yorumlar ve öneriler

Çalışmamızda sınıf I, sınıf II ve sınıf III iskeletsel paterne sahip hastaların diş köklerinin uzunluğu ve genişliği ölçülmüştür. Elde edilen data, normal oklüzyona sahip bireylerde de aynı değerler llrk ve çeşitli maloklüzyon grupları arasında karşılaştırılarak geliştirilmelidir.

Çalışmamızda diş inklınasyonlarının dentoalveoler kompanzasyonlardan etkilendiği görülmüştür. Bu yüzden ortodontik tedavi öncesi alınan KIBT'ler üzerinde dişlerin inklınasyonları da mutlaka değerlendirilerek tedavi planlaması yapılmalıdır. Çalışmamızda sınıf I, II ve III hastaların tüm dişlerinin bukkolingual inklınasyon değeri ölçülmüştür. Çalışmamız bu yönüyle bu alanda yapılacak daha detaylı çalışmalar için başlangıç noktası oluşturmaktadır. Literatürde bu konuyla ilgili az sayıda çalışma vardır. Ortodontik tedavi görmemiş bireyler üzerinde daha kapsamlı çalışmalar yapılmalı ve her diş için ortalama bukkolingual inklınasyon değerleri belirlenmelidir.

Çalışmamızda kortikal kemik kalınlıkları ile ilgili her bireyde değişik değerler çıktığı için minividalarla ilgili tedavi planlaması hastaya özel olmalıdır. Ortodontik tedavi öncesinde alınacak KIBT ile kortikal kemik kalınlıkları mutlaka değerlendirilmelidir. Çalışmamızda bukkal ve palatinal/lingual kortikal kemik kalınlıklarının ortalama değerleri bütün bölgelerde 1 mm'den fazla olduğu için bu alanların minivida yerleşimine uygun olduğunu söylemek mümkündür. Kortikal kemiğin kalın olduğu alt 1. ve 2. molar dişlerin bukkalinde ise predrilling gerekebilir.

Ortodontik tedavi planlamasında periodontal durum da mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmamızda, ortodontik tedavi öncesinde alveoler defektlerin

yaygın olduğu belirlendiği için tedavi sırasında diş hareketinin tipi ve miktarına dikkat edilmelidir. Düzgün planlanmamış bir ortodontik tedavi, var olan defekti şiddetlendirebilir veya yeni defekt oluşumuna sebep olabilir. Ortodontistler bu predispozan faktörler konusunda dikkatli olmalı ve özellikle bukkolingual yöndeki hareketlerin miktarını ve yönünü kısıtlamalıdır. Kesici dişlerin labiolingual hareketi özellikle sınıf II ve sınıf III hastalarda dikkatli planlanmalıdır. Dehisensin çok olduğu üst kanin ve alt ön bölgede labiolingual hareketler için gövdesel hareket yerine tipping hareketi tercih edilmelidir.

Fenestrasyonun en sık görüldüğu üst kanin, 1. premolar ve 1. molar dişler de tedavi öncesinde alınan KIBT imajları üzerinde değerlendirilmelidir. Bu durum özellikle RPE gibi tedavilerde çok önemlidir. Çünkü bu dişler RPE apareylerinin ankraj aldığı dişlerdir. RPE sırasında uygulanan kuvvetler ağır olduğu için alveoler kemik ve dişeti tedaviden önce mutlaka değerlendirilmelidir. Ortodontistler, RPE endikasyonu olan hastalarda dişeti çekilmesi için predispozan faktörleri önlemelidir.

Ortodontistler hastalarını dehisens ve fenestrasyon defektlerinin sadece ortodontik tedaviye bağlı olmadığı, tedavi görmemiş bireylerde de yaygın olarak bulunduğu konusunda uyarmalıdır.

Üç boyutlu görüntüleme teknikleri, aşırı ortodontik hareketler gereken hastalarda ve yapışık dişetinin inceliği gibi iyi olmayan gingival duruma sahip hastalarda tedavi sırasında ve sonrasında periodontal sağlığı korumak için önerilmektedir. Böylece ortodontistler hastalarını diş hareketinin riskleri ve kısıtlılıkları konusunda bilgilendirebileceklerdir.

Alveoler kemik ve dehisens-fenestrasyon gibi defektlerin KIBT ile tespitinde küçük voksel boyutuyla çalışmak gerekmektedir. Ancak voksel boyutu küçüldükçe radyasyon dozunun artacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle muayene amacına en uygun voksel boyutu tercih edilmelidir.

6. SONUÇ

Sagittal yöndeki iskeletsel yapı ile dentoalveoler morfoloji arasındaki ilişkiyi KIBT kullanarak incelediğimiz çalışmada elde ettiğimiz önemli sonuçlar şunlardır:

1. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III grupları arasında dişlerin kök uzunluğu ve kök genişliği değerleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

2. Üst santral ve lateral dişlerin bukkolingual inklinasyonu sınıf II hastalarda diğer hastalara göre daha düşüktür, sınıf III hastalarda ise en yüksek değerlerdedir. Alt santral, lateral, kanin, 1. ve 2. premolar ve 1. molar dişlerin bukkolingual inklinasyonları ise sınıf III hastalarda diğer hastalara göre daha düşüktür, sınıf II hastalarda en yüksek değerlerdedir.

3. İnterdental bölgelerdeki bukkal ve palatinal kortikal kemik kalınlıkları ile sınıf I, II ve III grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Spongioz kemik kalınlıkları sınıf II grubunda anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

4. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt çenedeki kortikal kemik kalınlığı üst çeneye göre daha fazladır. Alt ve üst çenedeki palatinal/lingual kortikal kemik bukkal kortikal kemikten daha kalındır. Alt 1. molar ve 2. molar diş bölgesinde ise bukkal kemik lingualden daha kalındır.

5. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde üst bukkal kortikal kemik kalınlığı ön bölgeden arka bölgeye doğru aynı miktarda kalırken, alt bukkal kortikal kemik kalınlığı ön bölgeden arka bölgeye doğru artmıştır. Üst palatinal kortikal kemik kalınlığı 3-4 bölgesinde en kalındır, diğer bölgelerde ise birbirine benzerdir. Alt lingual kortikal kemik kalınlığı 1-2 bölgesinde en ince, 2-3 bölgesinde en kalın, diğer bölgelerde ise birbirine benzer değerlerdedir.

6. Sınıf I, sınıf II ve sınıf III gruplarının hepsinde alt ve üst çenede spongioz kemik kalınlığının 3-4 bölgesinden arka bölgeye doğru giderek arttığı görülmektedir. Üst çenedeki spongioz kemik kalınlığı alt çeneye göre daha fazladır.

7. Dehisens ve fenestrasyon defektlerine yaygın bir şekilde rastlanmıştır. Bu defektler genel olarak bukkal kök yüzeylerinde bulunmuştur. Dehisens defekti en çok üst kanin dişlerin ve alt santral, lateral, kanin ve 1. premolar dişlerin bukkalinde ve alt santral dişlerin lingualindedir. Fenestrasyon defekti ise en çok üst kanin, 1. premolar, 1. molar; alt lateral ve alt kanin dişlerin bukkalinde saptanmıştır. Dişlerin palatinal bölgesinde ise fenestrasyon defekti oldukça az sayıda bulunmuştur.

8. Sınıf II grubunda ön dişlerin bukkalinde diğer gruplara göre daha az dehisens, daha fazla fenestrasyon vardır. Yine sınıf II grubunda üst dişlerin bukkalinde diğer gruplara göre daha fazla fenestrasyon vardır.

9. Alt ve üst çene için bir karşılaştırma yapacak olursak; Sınıf I ve sınıf III grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken, en az alt dişlerin lingualindedir. Sınıf II grubunda dehisens en çok alt dişlerin bukkalinde görülürken, en az üst dişlerin palatinalindedir. Sınıf I, II ve III gruplarının hepsinde fenestrasyon en fazla üst dişlerin bukkalinde, en az alt dişlerin lingualinde görülür.

10. Ön ve arka dişler için bir karşılaştırma yapacak olursak; Sınıf I, II ve III grubunda, en çok ön dişlerin bukkalinde dehisens vardır. Daha sonra sırasıyla arka dişlerin bukkali, ön dişlerin linguali ve arka dişlerin lingualinde dehisens vardır. Fenestrasyon en fazla ön dişlerin bukkalinde, en az ön dişlerin lingualinde görülür.

7. KAYNAKLAR

1. Tsao DH, Kazanoglu A, McCasland JP. Measurability of radiographic images. *Am J Orthod* 84: 212–216, 1983.
2. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126: 397–409, 2004.
3. Chen YJ, Chen SK, Yao JC. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod* 74: 155–161, 2004.
4. Garib DG, Henriques FC, Janson G. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129: 749–758, 2006.
5. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38(6): 609–625, 2009.
6. Terajima M, Yanagita N, Ozeki K. Three-dimensional analysis system for orthognathic surgery patients with jaw deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134(1): 100–111, 2008.
7. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 8(9): 1558–1564, 1998.
8. De Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107(2): 256–265, 2009.
9. Enhos S, Uysal T, Yagci A. Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* 82: 868–874, 2012.
10. Tsunori M, Mashita M, Kasai K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthod* 68(6): 557–562, 1998.
11. Masumoto T, Hayashi I, Kawamura A. Relationships among facial type, buccolingual molar inclination and cortical bone thickness of the mandible. *Eur J Orthod* 23: 15–23, 2001.
12. Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143: 190–196, 2013.
13. Horner KA, Behrents RG, Kim KB. Cortical bone and ridge thickness of hyperdivergent and hypodivergent adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142: 170–178, 2012.

14. Yagci A, Veli I, Uysal T. Dehiscence and fenestration in skeletal Class I, II and III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* 82: 67-74, 2012.
15. Evangelista K, Vasconcelos KF, Bumann A. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138: 133.e1-133.e7, 2010.
16. Ritchey B, Orban B. The crests of the interdental alveolar septa. *J Periodontol* 24: 75, 1953.
17. Gargiuolo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 32: 261, 1961.
18. Carranza FA, Bernard GW. The tooth-supporting structures. *Clinical periodontology* (Carranza F, Newman M, Takei H). Ninth edition. Philadelphia, W. B. Saunders. 45-52, 2002.
19. Grant DA, Stern IB, Listgarten MA. *Periodontics*. Sixth Edition. St Louis Washington DC. 94-95. 1988
20. Bradley JC. Age changes in the vascular supply of the mandible. *Br Dent J* 132: 142-144, 1972.
21. Clemente C. *Anatomy-A Regional Atlas of the Human Body*. Baltimore, Urban&Scharzenberg, 1981.
22. Hirschfeld I. A study of skulls in the American museum of Natural History in relation to periodontal disease. *J Dent Res* 5: 241, 1923.
23. Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO. Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: defining the biological limits of tooth movement. *Dental Press J Orthod* 15(5): 192-205, 2010.
24. Peterson J, Wang Q, Dechow PC. Material properties of the dentate maxilla. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 288: 962-972, 2006.
25. Schwartz-Dabney CL, Dechow PC. Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandible. *Am J Phys Anthropol* 120: 252-277, 2003.
26. Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37: 334-340, 2008.
27. Deguchi T, Nasu M, Murakami K. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129: 721.e7-12, 2006.
28. Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of periodontal lesions and remodeling during orthodontic treatment. Part III. *J Orofac Orthop* 57: 224-237, 1996.
29. Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 25: 434-452, 2003.
30. Karring T, Nyman S, Thilander B. Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *J Periodontal Res* 17: 309-315, 1982.
31. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132(4): 428.e1-8, 2007.

32. Wang RY, Han M, Liu H. Establishment of reference mandibular plane for anterior alveolar morphology evaluation using cone beam computed tomography. *J Zhejiang Univ Sci B* 13(11): 942-947, 2012.
33. Nakajima K, Yamaguchi T, Maki K. Surgical orthodontic treatment for a patient with advanced periodontal disease: evaluation with electromyography and 3-dimensional cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136: 450-459, 2009.
34. Kim YS, Cha JY, Yu HS. Comparison of mandibular anterior alveolar bone thickness in different facial skeletal types. *Korean J Orthod* 40: 314-324, 2010.
35. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 1: 173-175, 2003.
36. Buschang PH, Carrillo R, Ozenbaugh B. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage. *J Clin Orthod* 42: 513-518, 2008.
37. Peck J, Sameshima G, Miller A. Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *Angle Orthod* 77(2): 206-213, 2007.
38. Hechler SL. Cone-beam CT: applications in orthodontics. *Dent Clin North Am* 52(4): 809-823, 2008.
39. Kim SH, Choi YS, Hwang EH. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131: 82-89, 2007.
40. Baumgaertel S. Cortical bone thickness and bone depth of the posterior palatal alveolar process for mini-implant insertion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140(6): 806-811, 2011.
41. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop* 67: 162-174, 2006.
42. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 779-842, 2007.
43. Chun YS, Lim WH. Bone density at interradicular sites: implications for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res* 12: 25-32, 2009.
44. Holmes DC, Loftus JT. Influence of bone quality on stress distribution for endosseous implants. *J Oral Implantol* 23: 104-111, 1997.
45. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124: 373-378, 2003.
46. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139: 495-503, 2011.
47. Fayed M, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic miniimplant placement assessed by cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 80: 939-951, 2010.
48. Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 13: 201-209, 1998.
49. Garfinkle JS, Cunningham LL Jr, Beeman CS. Evaluation of orthodontic mini-implant anchorage in premolar extraction therapy in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133: 642-653, 2008.

50. Kuroda S, Katayama A, Takano-Yamamoto T. Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod* 74: 558-567, 2004.
51. Lin JC, Liou EJ, Yeh CL. Intrusion of overerupted maxillary molars with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod* 40: 378-83, 2006.
52. Wang YC, Liou EJ. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133: 38-43, 2008.
53. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126: 42-47, 2004.
54. Lee JS, Kim DH, Park YC. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod* 74: 711-714, 2004.
55. Park HS, Jang BK, Kyung HM. Maxillary molar intrusion with micro-implant anchorage (MIA). *Aust Orthod J* 21: 129-135, 2005.
56. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM. A Radiographic Evaluation of the Availability of Bone for Placement of Miniscrews. *Angle Orthod* 74: 832-837, 2004.
57. Monnerat C, Restle L, Mucha JN. Tomographic mapping of mandibular interradicular spaces for placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135: 428.e1-9, 2009.
58. Park J, Cho HJ. Three-dimensional evaluation of interradicular spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of microimplants in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136: 314.e1-12, 2009.
59. Feng P, Kau CH, Hong Z. The anatomical evaluation of the dental arches using cone beam computed tomography-an investigation of the availability of bone for placement of mini-screws. *Head Face Med* 9(1): 13, 2013.
60. Choi JH, Yu HS, Lee KJ. Three-dimensional evaluation of maxillary anterior alveolar bone for optimal placement of miniscrew implants. *Korean J Orthod*. 44(2): 54-61, 2014.
61. Chen YJ, Chang HH, Huang CY. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res* 18: 768-775, 2007.
62. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscrew implants. *Angle Orthod* 74: 539-549, 2004.
63. Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J OralMaxillofac Surg* 36: 695-699, 2007.
64. Ryu JH, Park JH, Vu Thi Thu T. Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142(2): 207-212, 2012.
65. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos* 248-264, 1899.
66. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am. J. Orthod* 62: 296-309, 1972.
67. Roth RH. Five years clinical evaluation of the Andrews straight-wire Appliance. *J Clin Orthod* 10: 836-850, 1976.
68. Casco JS, Vaden JL, Kokich VG. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. American Board of Orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114: 589-599, 1998.
69. Steiner CC. Cephalometrics in clinical practice. *Angle Orthod* 29: 8-29, 1959.

70. Knösel M, Jung K, Attin T. Systematic evaluation of the features influencing the accuracy of third order measurements. *Eur J Orthod* 31: 547-555, 2009.
71. Robinson SW, Speidel TM, Isaacson TJ. Soft tissue profile change produced by reduction of mandibular prognathism. *Angle Orthod* 42: 227-235, 1972.
72. Jacobson A, Evans WG, Preston CB. Mandibular prognathism. *Am J Orthod* 66: 140-171, 1974.
73. Worms FW, Isaacson RJ, Speidel TM. Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery. *Angle Orthod* 46: 1-25, 1976.
74. Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110: 239-246, 1996.
75. Tong H, Enciso R, Van Elslande D. A new method to measure mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth with volumetric cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142(1): 133-143, 2012.
76. Richmond S, Jones ML. A comparison of two and three dimensional incisor angles. *Br. J. Orthod* 12: 90-96, 1985.
77. Richmond S. Recording the dental cast in three dimensions. *Am J Orthod* 92: 199-206, 1987.
78. Ross VA, Isaacson RJ, Germane N. Influence of vertical growth pattern on faciolingual inclinations and treatment mechanics. *Am J Orthod* 98: 422-429, 1990.
79. Janson G, Bombonatti R, Cruz KS. Buccolingual inclinations of posterior teeth in subjects with different facial patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 125: 316-322, 2004.
80. Mitra S, Ravi MS. Evaluation of buccolingual inclination of posterior teeth in different facial patterns using computed tomography. *Indian J Dent Res* 22(3): 376-380, 2011.
81. Shewinvanakitkul W, Hans MG, Narendran S. Measuring buccolingual inclination of mandibular canines and first molars using CBCT. *Orthod Craniofac Res* 14(3): 168-174, 2011.
82. Lindhe J, Karring T, Araujo M. The anatomy of periodontal tissues. In: Lindhe J, Karring T, Lang NP, eds. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, 4th ed. Copenhagen, Denmark: Blackwell Munksgaard 3-48, 2003.
83. Piattelli A, Scarano A, Balleri P. Clinical and histologic evaluation of an active "implant periapical lesion": a case report. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 13: 713-716, 1998.
84. Nimigean VR, Nimigean V, Bencze MA. Alveolar bone dehiscence and fenestrations: an anatomical study and review. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* 50: 391-397, 2009.
85. Jhaveri HM, Amberkar S, Galav L. Management of mucosal fenestrations by interdisciplinary approach: a report of three cases. *Journal of Endodontics* 36: 164-168, 2010.
86. Triches TC, Paula LK, Filho MX. Apical fenestration and ectopic eruption effects from trauma to primary tooth: a clinical case report. *Dental Traumatology* 27: 74-76, 2011.

87. Reitan F, Rygh P. Biomechanical principles and reactions. In: Graber TM, Vandarsdall RL, eds. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, 2nd ed. St Louis, Mo: Mosby-Year Book; 1994: 96–192.
88. Handelsman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod* 66: 95–109, 1996.
89. Dorfman HS. Mucogingival changes resulting from mandibular incisor tooth movement. *Am J Orthod* 74: 286–297, 1978.
90. Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *AmJ Orthod Dentofacial Orthop* 91: 225–232, 1987.
91. Yared KF, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130: 6.e1–8, 2006.
92. Rothe LE, Bollen AM, Little RM. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130: 476–484, 2006.
93. Ericsson I, Thilander B. Orthodontic relapse in dentitions with reduced periodontal support: an experimental study in dogs. *Eur J Orthod* 2: 51–57, 1980.
94. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127: 552–561, 2005.
95. Wennstrom JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2: 46–54, 1996.
96. Wennstrom JL, Lindhe J, Sinclair F. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 14: 121–129, 1987.
97. Fuhrmann RAW, Wehrbein H, Langen HJ. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 24: 50–54, 1995.
98. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 77: 1261–1266, 2006.
99. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 104: 395–401, 2007.
100. Loubele M, Van Assche N, Carpentier K. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 105(4): 512–518, 2008.
101. Mol A, Balasundaram A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol* 37(6): 319–324, 2008.
102. Ferreira PP, Torres M, Campos PS. Evaluation of buccal bone coverage in the anterior region by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144(5): 698–704, 2013.
103. Ising N, Kim KB, Araujo E. Evaluation of dehiscences using cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 82(1): 122–130, 2012.

104. Bimstein E, Crevoisier RA, King DL. Changes in the morphology of the buccal alveolar bone of protruded permanent mandibular incisors secondary to orthodontic alignment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop* 97(5): 427-430, 1990.
105. Simten S, Bülent H, Semra, C. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod. Dentofacial Orthop* 122(1): 15-26, 2002.
106. Vardimon AD, Oren E, Ben-Bassat Y. Cortical bone remodelling/tooth movement ratio during maxillary incisor retraction. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop* 114(5): 520-529, 1998.
107. Guo QY, Zhang SJ, Liu H. Three-dimensional evaluation of upper anterior alveolar bone dehiscence after incisor retraction and intrusion in adult patients with bimaxillary protrusion malocclusion. *J. Zhejiang Univ. Sci. B (Biomed. & Biotechnol.)* 12(12): 990-997, 2011.
108. Kim Y, Park JU, Kook YA. Alveolar bone loss around incisors in surgical skeletal Class III patients. *Angle Orthod* 79: 676–682, 2009.
109. Kook YA, Kim G, Kim Y. Comparison of alveolar bone loss around incisors in normal occlusion samples and surgical skeletal class III patients. *Angle Orthod* 82(4): 645-652, 2012.
110. Wainwright WM. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. *Am J Orthod* 64: 278–302, 1973.
111. Ten Hoeve A, Mulie RM. The effect of antero-postero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy. *J Clin Orthod* 10: 804–822, 1976.
112. Nahm KY, Kang JH, Moon SC. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. *Dentomaxillofac Radiol* 41(6): 481-488, 2012.
113. Langford SR, Sims MR. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod* 81: 108-115, 1982.
114. Odenrick L, Karlander EL, Pierce A. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod* 13: 264-270, 1991.
115. Garib DG, Henriques JF, Janson G. Rapid maxillary expansion-tooth tissue borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 75: 548-557, 2005.
116. Pangrazio-Kulbersh V, Jezdimir B, Deus Haughey M. CBCT assessment of alveolar buccal bone level after RME. *Angle Orthod* 83(1): 110-116, 2013.
117. Wehrbein H, Fuhrmann RA, Diedrich PR. Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107(4): 360-371, 1995.
118. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod* 72: 175-179, 2002.
119. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119(5): 505-510, 2001.

120. Artun J, Smale I, Behbehani F, Doppel D, Van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod* 75(6): 919-926, 2005.
121. McNab S, Battistutta D, Taverne A. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod* 70(3): 227-232, 2000.
122. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110(3): 311-320, 1996.
123. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod* 71(3): 185-189, 2001.
124. Jayawardena CK, Abesundara AP, Nanayakkara DC. Age-related changes in crown and root length in Sri Lankan Sinhalese. *J Oral Sci* 51: 587-592, 2009.
125. Ozaki T, Satake T, Kanazawa E. Morphological significance of root length variability in comparison with other crown dimensions. I. Basic statistics and sex difference. *J Nihon Univ Sch Dent* 29: 233-240, 1987.
126. Ozaki T, Satake T, Kanazawa E. Morphological significance of root length variability in comparison with other crown dimensions. II. Correlation between crown and root measurements. *J Nihon Univ Sch Dent* 30: 11-21, 1988.
127. Maina SW, Wagaiyu CK. The average human tooth lengths for black Kenyan population. *East Afr Med J* 67: 33-38, 1990;.
128. Yassaei S, Ezoddini-Ardakani F, Ostovar N. Predicting the actual length of premolar teeth on the basis of panoramic radiology. *Indian J Dent Res* 21: 468-473, 2010.
129. Lien LC, Soh G. Accuracy of the orthopantomogram in assessment of tooth length in orthodontic patients. *Singapore Dent J* 23(1 Suppl): 68-71, 2000.
130. Hölttä P, Nyström M, Evälahti M. Rootcrown ratios of permanent teeth in a healthy Finnish population assessed from panoramic radiographs. *Eur J Orthod* 26: 491-497, 2004.
131. Stramotas S, Geenty JP, Darendeliler MA. The reliability of crown-root ratio, linear and angular measurements on panoramic radiographs. *Clin Orthod Res* 3: 182-191, 2000.
132. Björndal AM, Henderson WG, Skidmore AE. Anatomic measurements of human teeth extracted from males between the ages of 17 and 21 years. *Oral Surg* 38: 791-803, 1974.
133. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137: 100-108, 2010.
134. Kim SY, Lim SH, Gang SN. Crown and root lengths of incisors, canines, and premolars measured by cone-beam computed tomography in patients with malocclusions. *Korean J Orthod* 43(6): 271-278, 2013.
135. Oktay H. A comparison of ANB, WITS, AF-BF, and APDI measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 99: 122-128, 1991.
136. McNamara JA, Jr. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 51: 177, 1981.
137. McNamara JA Jr. An orthopedic approach to the treatment of class III malocclusion in juvenils and adolescents. *J. Clin. Orthod* 21: 598-608, 1987.
138. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 57: 219-255, 1970.

139. Guyer EC, Ellis E, McNamara JA. Components of Class III Malocclusion in Juveniles and Adolescents. *Angle Orthodontist* 56: 7-30, 1986.
140. Ellis E, McNamara JA Jr. Components of adult class III malocclusion. *J. Oral Maxillofac. Surg* 42: 295-305, 1984.
141. Sanborn RT. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. *Angle Orthodontist* 25: 208-222, 1955.
142. Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 55: 585-599, 1969.
143. Skieller VB, Bjork A, Linde-Hansen T. Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *Am J Orthod* 86: 359-370, 1984.
144. Ricketts R. Evolution of mandibular growth concepts in orthodontic science. *Proc Found Orthod Res* 1-10, 1971.
145. Yamada T, Tanne K, Miyamoto K. Influences of nasal respiratory obstruction on craniofacial growth in young *Macaca fuscata* monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111: 38-43, 1997.
146. 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* 265:1-132, 1970.
147. Linder-Aronson S. Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *Trans Eur Orthod Soc* 177-86, 1972.
148. Dechow PC, Hylander WL. Elastic properties and masticatory bone stress in the macaque mandible. *Am J Phys Anthropol* 112: 553-574, 2000.
149. Bresin A. Effects of masticatory muscle function and bite-raising on mandibular morphology in the growing rat. *Swed Dent J Suppl* 1-49, 2001.
150. Kiliaridis S, Bresin A, Holm J. Effects of masticatory muscle function on bone mass in the mandible of the growing rat. *Acta Anat (Basel)* 155: 200-205, 1996.
151. Mavropoulos A, Ammann P, Bresin A. Masticatory demands induce region-specific changes in mandibular bone density in growing rats. *Angle Orthod* 75: 625-630, 2005.
152. Mavropoulos A, Kiliaridis S, Bresin A. Effect of different masticatory functional and mechanical demands on the structural adaptation of the mandibular alveolar bone in young growing rats. *Bone* 35: 191-197, 2004.
153. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. The transfer of occlusal forces through the maxillary molars: a finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 367-373, 2003.
154. Cattaneo PM, Kofod T, Dalstra M. Using the finite element method to model the biomechanics of the asymmetric mandible before, during and after skeletal correction by distraction osteogenesis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 8: 157-165, 2005.
155. Usui T, Maki K, Toki Y. Measurement of mechanical strain on mandibular surface with mastication robot: influence of muscle loading direction and magnitude. *Orthod Craniofac Res* 6(Suppl 1): 163-167; 179-182, 2003.

156. Hylander WL, Johnson KR, Crompton AW. Muscle force recruitment and biomechanical modeling: an analysis of masseter muscle function during mastication in *Macaca fascicularis*. *Am J Phys Anthropol* 88: 365-387, 1992.
157. Hylander WL, Johnson KR, Crompton AW. Loading patterns and jaw movements during mastication in *Macaca fascicularis*: a bone-strain, electromyographic, and cineradiographic analysis. *Am J Phys Anthropol* 72: 287-314, 1987.
158. Baysal A, Ucar FI, Buyuk SK. Alveolar bone thickness and lower incisor position in skeletal Class I and Class II malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod* 43(3): 134-140, 2013.
159. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1: 45-66, 1931.
160. Quintero JC, Trosien A, Hatcher D. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *Angle Orthod* 69(6): 491-506, 1999.
161. Moyers RE, Bookstein FL. The inappropriateness of conventional cephalometrics. *Am J Orthod* 75(6): 599-617, 1979.
162. Mah JK, Yi L, Huang RC. Advanced Applications of Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Semin in Orthod*. 17(1): 57-71, 2011.
163. Mah JK, Huang JC, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 141(10 suppl): 7-13, 2010.
164. Kantor ML, Philips CL, Proffit WR. Substraction radiography to ases reproducibility of patient positioning in cephalometrics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 104: 350- 354, 1993.
165. Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of labiolingual bone width of the lower incisors. *J Orofac Orthop* 57: 168–185, 1996.
166. Kambylaffas P, Murdock E, Gilda E. Validity of panoramic radiographs for measuring mandibular asymmetry. *Angle Orthod* 76(3): 388-393, 2006.
167. Miller CS, Nummikoski PV, Barnett DA. Crossectional tomography. A diagnostic technique for determining the buccolingual relationship of impacted mandibular third molars and the inferior alveolar neurovascular bundle. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70: 791-797, 1990.
168. Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endod Dent Traumatol* 3: 21-27, 1987.
169. Westphalen VP, Gomes de Moraes I, Westphalen FH. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. *Dentomaxillofac Radiol* 33: 233-235, 2004.
170. Bouwens DG, Cevidane L, Ludlow JB. Comparison of mesiodistal root angulation with posttreatment panoramic radiographs and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139: 126-132, 2011.
171. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135: 434–437, 2009.
172. Harorlı A, Akgül H.M, Dağistan S. *Diş Hekimliği Radyolojisi*, 1. Baskı, Eser Ofset Matbaacılık, Erzurum, b:219-222, 2006.

173. Larheim TA, Eggen S. Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 48(4): 374-378, 1979.
174. Bhakdinaronk A, Manson-Hing LR. Effect of radiographic technique upon prediction of tooth length in intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 51(1): 100-107, 1981.
175. De Faria Vasconcelos K, Evangelista KM, Rodrigues CD. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radio* 141(1): 64-69, 2012.
176. White SC, Pharaoh MJ. The evaluation and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin N Am* 52: 689- 705, 2008.
177. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). Part 1. Description of system. *Br. J. Radio* 146: 1016-1022, 1973.
178. Ünal D. Tıpta kullanılan görüntüleme teknikleri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
179. Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. Accuracy and reliability of facial soft tissue depth measurements using cone beam computer tomography. *Forensic Sci Int* 6: 1- 6, 2010.
180. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 52: 707-730, 2008.
181. Nur B. Kraniyofasiyal bölgedeki kemiksel asimetrielerin bilgisayarlı tomografi üzerinde saptanması ve yumuşak doku ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Doktora tezi, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, İstanbul, 2010
182. Buzug TM. Computed tomography: from photon statistics to modern cone-beam CT. 1st ed. Berlin, Germany: Springer, 2008.
183. Ulu MO. Parçacık dedektörlerin tıpta kullanımı. Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2008.
184. Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *J Am Dent Assoc.* 141 Suppl 3: 3-6, 2010.
185. Ludlow JB, Gubler M, Cevdanes L. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136(3): 312.e1-e10, 2009.
186. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three-dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 19: 287- 309, 2007.
187. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod* 15: 2- 13, 2009.
188. Kishi K, Hasegawa I, Shigehara H. Clinical applications of 3- D CT and 3- D plastic model in the maxillo-facial region. *Oral Radiol* 13: 21- 27, 1997.
189. Scarfe WC, Farman AG, Levin MD. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan* 103: 62- 67, 2010.
190. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone- beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 134: 573- 582, 2008.
191. White SC, Pae EK. Patient image selection criteria for cone beam computed tomography imaging. *Semin Orthod* 15: 19- 28, 2009.

192. Moaddab MB, Dumas AL, Chavoor AG. Temporomandibular joint: Computed tomographic three dimensional reconstructions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 88: 342-352, 1985.
193. Bjerklin K, Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *Angle Orthodontist* 76: 43-51, 2006.
194. Ericson S, Kurol J. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: A CT Study. *Angle Orthodontist* 70: 415-423, 2000.
195. Solow B, Skov S, Ovesen J. Airway dimensions and head posture in obstructive sleep apnoea. *European Journal of Orthodontics* 18: 571-579, 1996.
196. Lowe AA, Gionhaku N, Takeuchi K. Three dimensional CT reconstructions of tongue and airway in adult subjects with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 90: 364-374, 1986.
197. Kau CH, Richmond S, Palomo JM. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 32(4): 282-293, 2005.
198. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone- beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130: 410- 416, 2006.
199. Robb RA. The Dynamic Spatial Reconstructor: An X-ray video-fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs. *IEEE Trans Med Imaging* 1: 22-33, 1982.
200. Miracle AC, Mukherji SK. Cone beam CT of the head and neck, part 1: physical principles. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 1088-1095, 2009.
201. Cho PS, Johnson RH, Griffin TW. Cone-beam CT for radiotherapy applications. *Phys Med Biol* 40: 1863-1883, 1995.
202. Siewerdsen JH, Jaffray DA. Cone-beam computed tomography with a flat-panel imager: magnitude and effects of x-ray scatter. *Med Phys* 28: 220-231, 2001.
203. Chen B, Ning R. Cone-beam volume CT breast imaging: feasibility study. *Med Phys* 29: 755-770, 2002.
204. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 6th Edition ed. St. Louis. Missouri: Mosby. 225-243, 2009.
205. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 33: 285-290, 2004.
206. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132: 550-560, 2007.
207. Scarfe WC, Levin MD, Gane D. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent*, 2009.
208. Kau CH, Bozic M, English J, Lee R, Bussa H, Ellis RK. Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region-an update. *Int J Med Robot* 5: 366-580, 2009.
209. White SC. Cone-beam imaging in dentistry. *Health Phys* 95: 628-637, 2008.
210. Frederiksen NL. Specialized Radiographic Techniques. In: White SC, Pharoah MJ, eds. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*: 5th ed. St. Louis: Mosby, 245-264, 2004.

211. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod* 79: 150–157, 2009.
212. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 72: 75-80, 2006.
213. Howerton WB, Mora MA. Advancement in digital imaging: What is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc*, 139: 20- 24, 2008.
214. Harrell WE. 3D diagnosis and treatment planning in orthodontics. *Semin Orthod*, 15: 35- 41, 2009.
215. Herring J. The effectiveness of orthodontists and oral radiologists in the diagnosis of impacted maxillary canines (thesis study). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132: 861, 2007.
216. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers M. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132(4): 429-438, 2007.
217. Hintze H, Wiese M, Wenzel A. Cone beam CT and conventional tomography for the detection of morphological temporomandibular joint changes. *Dentomaxillofac Radiol* 36: 192-197, 2007.
218. Honda K, Larheim TA, Maruhashi K. Osseous abnormalities of the mandibular condyle: diagnostic reliability of cone beam computed tomography compared with helical computed tomography based on an autopsy material. *Dentomaxillofac Radiol* 35: 152-157, 2006.
219. Major MP, Flores- Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 130: 700- 708, 2006.
220. Haskell JA, McCrillis J, Haskell BS. Effects of mandibular advancement device (MAD) on airway dimensions assessed with cone-beam computed tomography. *Semin Orthod* 15: 132- 158, 2009.
221. McCrillis JM, Haskell J, Haskell BS. Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: A review. *Semin Orthod* 15: 63- 69, 2009.
222. Mah J. The evolution of digital study models. *J Clin Orthod* 41(9):557-561, 2007.
223. Creed B, Kau CH, English JD. A comparison of the accuracy of linear measurements obtained from cone beam computerized tomography images and digital models. *Semin in Orthod* 17(1): 49-56, 2011.
224. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone- beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 132: 550- 560, 2007.
225. Berco M, Rigali PH, Miner RM. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone- beam computed tomography scans of dry human skull. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136: 17.e1- 17.e9, 2009.
226. Cattaneo PM, Bloch CB, Camlar D. Comparison between conventional and cone- beam computed tomography- generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 134: 798- 802, 2008.
227. Lamichane M, Anderson NK, Rigali PH. Accuracy of reconstructed images from cone beam computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofac* 139: 156. e1- 156. e6, 2009.

228. Cevidaneş LHS, Bailey LJ, Tucker SF. Three- dimensional cone- beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 131: 44- 50, 2007.
229. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for presurgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 31: 825–833, 2003.
230. Brooks SL. CBCT dosimetry: orthodontic considerations. *Semin Orthod* 15: 14-18, 2009.
231. Mah JK, Danforth RA, Bumann A. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 96: 508- 13, 2003.
232. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol* 35: 219- 226, 2006.
233. Silva MA, Wolf U, Heinicke F. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133: 640 e1–5, 2008.
234. Gijbels F, Jacobs R, Debaveye D. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part II: occupational exposure. *Dentomaxillofac Radiology* 34: 150–153, 2005.
235. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B. The SEDENTEXCT Project Consortium. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol* 81: 267–271, 2012.
236. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 32 (4): 229-234, 2003.
237. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J* 19 (2): 67-75, 2003.
238. Öz AZ. Maksiller gömülü kanin dişlerin tanı ve ortodontik tedavisinin 3 boyutlu görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, 2012.
239. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 80: 466-473, 2010.
240. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 31: 322-326, 2002.
241. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 6(1): 31-36.
242. Chirani RA, Jacq JJ, Meriot P. Temporomandibular joint: a methodology of magnetic resonance imaging 3-D reconstruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 97: 756-61, 2004.
243. Nkenke EN, Zachow S, Benz M. Fusion of computed tomography data and optical 3D images of the dentition for streak artifact correction in the simulation of orthognathic surgery. *Dentomaxillofac Radiology* 33: 226-232, 2004.

244. Heiland M, Habermann CR, Schmelze R. Indications and limitations of intraoperative navigation in maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 62: 1059-1063, 2004.
245. Bacetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod* 11: 119-129, 2005.
246. Glover ME. Periodontal plastic and reconstructive surgery. In: Rose L, Mealey B, Genco R, Cohen W, eds. *Periodontics: Medicine, Surgery and Implants*, 1st ed. St Louis, Mo: Mosby, 406–487, 2004.
247. Persson RE, Hollender LG, Laurell L. Horizontal alveolar bone loss and vertical bone defects in an adult patient population. *J Periodontol* 69: 348–356, 1998.
248. Pandis N. Sample calculations for comparison of 2 means. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 141: 519-521, 2012.
249. Swasty D, Lee JS, Huang JC. Anthropometric analysis of the human mandibular cortical bone as assessed by cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 67: 491-500, 2009.
250. Bradney M, Karlsson MK, Duan Y. Heterogeneity in the growth of the axial and appendicular skeleton in boys: implications for the pathogenesis of bone fragility in men. *J Bone Miner Res* 15: 1871-1878, 2000.
251. Garn SM, McCreery LD. Variability of postnatal ossification timing and evidence for a “dosage” effect. *AmJ Phys Anthropol* 32: 139-144, 1970.
252. Usui T, Uematsu S, Kanegae H, Morimoto T, Kurihara S. Change in maximum occlusal force in association with maxillofacial growth. *Orthod Craniofac Res* 10: 226-234, 2007.
253. Pancherz H. Temporal and masseter muscle activity in children and adults with normal occlusion. An electromyographic investigation. *Acta Odontol Scand* 38: 343-348, 1980.
254. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TM. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Arch Oral Biol* 41: 323-332, 1996.
255. Frost HM. The mechanostat: a proposed pathogenic mechanism of osteoporoses and the bone mass effects of mechanical and nonmechanical agents. *Bone Miner* 2: 73-85, 1987.
256. Robling AG, Hinant FM, Burr DB. Improved bone structure and strength after long-term mechanical loading is greatest if loading is separated into short bouts. *J Bone Miner Res* 17: 1545-1554, 2002.
257. Davies RM, Downer MC, Hull PS. Alveolar defects in human skulls. *Journal of Clinical Periodontology* 1: 107–111, 1974.
258. Rupprecht RD, Horning GM, Nicoll BK. Prevalence of dehiscences and fenestration in modern American skulls. *Journal of Periodontology* 72: 722–729, 2001.
259. Larato DC. Alveolar plate fenestrations and dehiscences of the human skull. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 29: 816–819, 1970.
260. Isaacson JR, Isaacson RJ, Speidel TM. Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and dental relations. *Angle Orthod* 41(3): 219-229, 1971.

261. Bishara SE, Augspurger EF Jr. The role of mandibular plane inclination in orthodontic diagnosis. *Angle Orthod* 45(4): 273-281, 1975.
262. Karlsten AT. Craniofacial growth differences between low and high MP-SN angle males: a longitudinal study. *Angle Orthod* 65(5): 341-350, 1995.
263. Fuhrmann R. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Semin Orthod* 8: 23-28, 2002.
264. Duren DL, Sherwood RJ, Choh AC. Quantitative genetics of cortical bone mass in healthy 10-year-old children from the Fels Longitudinal Study. *Bone* 40: 464-470, 2007.
265. Ritzel H, Amling M, Posl M. The thickness of human vertebral cortical bone and its changes in aging and osteoporosis: a histomorphometric analysis of the complete spinal column from thirty-seven autopsy specimens. *J Bone Miner Res* 12: 89-95, 1997.
266. Schoenau E, Neu CM, Rauch F. Gender-specific pubertal changes in volumetric cortical bone mineral density at the proximal radius. *Bone* 31: 110-113, 2002.
267. Alam MS, Aziz-us-salam, Prajapati K. Study of tooth length and working length of first permanent molar in Bangladeshi people. *Bangladesh Med Res Counc Bull* 30(1): 36-42, 2004.
268. Pan HY, Yang H, Zhang R. Use of cone-beam computed tomography to evaluate the prevalence of root fenestration in a Chinese subpopulation. *Int Endod J* 47(1): 10-19, 2014.
269. Wood R, Sun Z, Chaudhry J. Factors affecting the accuracy of buccal alveolar bone height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143(3): 353-363, 2013.
270. Ganguly R, Ruprecht A, Vincent S. Accuracy of linear measurement in the Galileos cone beam computed tomography under simulated clinical conditions. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40: 299-305.
271. Lascaia CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 33: 291-294, 2004.
272. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 37: 10-17, 2008.
273. Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137(4 Suppl): 130-135, 2010.
274. Tsutsumi K, Chikui T, Okamura K. Accuracy of linear measurement and the measurement limits of thin objects with cone beam computed tomography: effects of measurement directions and of phantom locations in the fields of view. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26: 91-100, 2011.
275. Al-Ekrish AA, Ekram M. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofac Radiol* 40: 67-75, 2011.
276. Sun Z, Smith T, Kortam S. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139: 117-127, 2011.

277. Timock AM, Cook V, McDonald T. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140: 734–744, 2011.
278. Razavi T, Palmer RM, Davies J. Accuracy of measuring the cortical bone thickness adjacent to dental implants using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res* 21: 718–725, 2010.
279. Howe RB First molar radicular bone near the maxillary sinus: a comparison of CBCT analysis and gross anatomic dissection for small bony measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108: 264–269, 2009.
280. Liang X, Jacobs R, Hassan B. A comparative evaluation of cone beam computed tomography (cbct) and multi-slice Ct (MscT) Part I. on subjective image quality. *Eur J Radiol* 75: 265–269, 2010.
281. Patcas R, Müller L, Ullrich O. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 141: 41–50, 2012.
282. Özmeric N, Kostiouchenko I, Haßler G. Cone-beam computed tomography in assessment of periodontal ligament space: in vitro study on artificial tooth model. *Clin Oral Investig* 12: 233-239, 2008.
283. Leung CC, Palomo L, Griffith R. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 137: 109–119, 2010.
284. Brezniak N, Goren S, Zoizner R. The accuracy of the cemento-enamel junction identification on periapical films. *Angle Orthod* 74: 496-500, 2004.
285. Jakobsson R, Lind V. Variation in root length of the permanent maxillary central incisor. *Scand J Dent Res* 81: 335-338, 1973.
286. Brezniak N, Goren S, Zoizner R. A comparison of three methods to accurately measure root length. *Angle Orthod* 74: 786-791, 2004.
287. Vardimon A, Lambert W. Statistical evaluation of torque angles in reference to straight-wire appliance (SWA) theories. *Am J Orthod* 89: 56–66, 1986.
288. HousleyJA, NandaRS, CurrierGF. Stability of transverse expansion in the mandibular arch. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124: 184–188, 2003.
289. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 100-106, 2004.
290. Manni A, Cozzani M, Tamborrino F. Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews. *Eur J Orthod* 33: 388-395, 2011.
291. Lim WH, Lee SK, Wikesjö UM. A descriptive tissue evaluation at maxillary interradicular sites: implications of orthodontic mini-implant placement. *Clin Anat* 20: 760-765, 2007.
292. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for miniimplant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136: 230-235, 2009.
293. Li H, Zhang H, Smales RJ. Effect of 3 vertical facial patterns on alveolar bone quality at selected miniscrew implant sites. *Implant Dent* 23(1): 92-97, 2014.

294. Swasty D, Lee J, Huang JC. Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by cone-beam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 139(4 Suppl): e377-389, 2011.
295. Jorgic-Srdjak K, Plancak D, Bosnjak A. Incidence and distribution of dehiscences and fenestrations on human skulls. *Coll Antropol* 22 (Suppl): 111-116, 1998.
296. Gauthier C, Voyer R, Paquette M. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139(4 Suppl): 117-128, 2011.
297. Wong BKJ, Leichter JW, Chandler NP. Radiographic study of ethnic variation in alveolar bone height among New Zealand dental students. *J Periodontol* 78: 1070–1074, 2007.
298. Lennon MA, Davies RM. Prevalence and distribution of alveolar bone loss in a population of 15-year-old school children. *J Clin Periodontol* 1: 175–182, 1974.
299. Latham NL, Powell RN, Jago JD. A radiographic study of chronic periodontitis in 15-year-old Queensland children. *J Clin Periodontol* 10: 37–45, 1983.
300. Kallestal C, Matsson L. Criteria for assessment of interproximal bone loss on bite-wing radiographs in adolescents. *J Clin Periodontol*. 16: 300–304, 1989.
301. Kasai K, Kawamura A. Correlation between buccolingual inclination and wear of mandibular teeth in ancient and modern Japanese. *Arch Oral Biol* 46: 269–273, 2001.
302. Weinmann J, Sicher H. Bone and bones. 2nd ed. St Louis: C. V. Mosby; 1955.
303. Ichim I, Kieser JA, Swain MV. Functional significance of strain distribution in the human mandible under masticatory load: numerical predictions. *Arch Oral Biol* 52: 465-473, 2007.
304. Daegling DJ, Hotzman JL. Functional significance of cortical bone distribution in anthropoid mandibles: an in vitro assessment of bone strain under combined loads. *Am J Phys Anthropol* 122: 38-50, 2003.
305. Van Essen NL, Anderson IA, Hunter PJ. Anatomically based modelling of the human skull and jaw. *Cells Tissues Organs* 180: 44-53, 2005.
306. Herring SW, Rafferty KL, Liu ZJ. Jaw muscles and the skull in mammals: the biomechanics of mastication. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 131: 207-219, 2001.
307. Silvestrini-Biavati AS, Tecco S, Migliorati M. Three dimensional tomographic mapping related to primary stability and structural miniscrew characteristics. *Orthod Craniofac Res* 14: 88-99, 2011.
308. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 15: 474-480, 2004.
309. Ueda M, Matsuki M, Jacobsson M. Relationship between insertion torque and removal torque analyzed in fresh temporal bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 442-447, 1991.

- 310.** Heidemann W, Gerlach KL, Gröbel KH. Influence of different pilot hole sizes on torque measurements and pullout analysis of osteosynthesis screws. *J Craniomaxillofac Surg* 26: 50-55, 1998.
- 311.** Baumgaertel S. Predrilling of the implant site: is it necessary for orthodontic mini-implants? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137: 825-829, 2010.
- 312.** Volchansky A, Cleaton-Jones P. Bony defects in dried Bantu mandibles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 45: 647-653, 1978.
- 313.** Edel A. Alveolar bone fenestrations and dehiscences in dry Bedouin jaws. *J Clin Periodontol* 8: 491-499, 1981.
- 314.** Freitas MR, Santos MA, Freitas KM. Cephalometric characterization of skeletal Class II, division 1 malocclusion in white Brazilian subjects. *J Appl Oral Sci.* 13: 198–203, 2005.