T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADÖLESAN VE ERİŞKİN BİREYLERDE MİNİ İMPLANT ALANLARININ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÜZERİNDE MİMİCS PROGRAMI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dt. Kazım Çağrı COŞAR

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2017

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ADÖLESAN VE ERİŞKİN BİREYLERDE MİNİ İMPLANT ALANLARININ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÜZERİNDE MİMİCS PROGRAMI KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dt. Kazım Çağrı COŞAR

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2017

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

'Adölesan ve Erişkin Bireylerde Mini-implant Alanlarının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Üzerinde Mimics Programı Kullanılarak Değerlendirilmesi' başlıklı uzmanlık tezi …./.../2017 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU
Tezi Teslim Eden: Dt. Kazım Çağrı COŞAR

Jüri Üyesinin

	Ünvanı Adı Soyadı	Üniversitesi
Üye:	……	Dicle Üniversitesi
Üye :	……	Dicle Üniversitesi
Üye :	…….....	Dicle Üniversitesi
Üye :	……..	Dicle Üniversitesi
Üye :	……...	Dicle Üniversitesi

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

…../…../2017

Doç. Dr. Hakkı Murat BİLGİN
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca engin bilgileriyle bana ışık tutup her konuda yanımda olan, deneyim ve bilgilerini benden esirgemeyen sevgili hocam ve değerli danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet DOĞRU'ya,

Doktora eğitimim boyunca bilgilerini paylaşan, teorik ve pratik katkılarını esirgemeyen bölüm hocalarımızdan Prof. Dr. Seher GÜNDÜZ ARSLAN, Doç. Dr. Güvenç BAŞARAN, Yrd. Doç. Dr. Atılım AKKURT, Dr. Kamile KESKİN'e, tüm arkadaşlarıma ve bölüm personelimize,

Çalışmamızda istatistiksel değerlendirmeler ve ölçümlerde değerli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Ersin UYSAL'a

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, varlıkları ile bana güç veren ve bana bu satırları yazma mutluluğunu yaşatan sevgili eşim Elvan Tekin COŞAR'a teşekkür ederim.

İçindekiler

Onay Sayfası iii
Teşekkür Sayfası iv
İçindekiler Sayfası v
Şekiller Dizini vii
Tablolar Dizini viii
Simgeler ve Kısaltmalar xi
Özet xii
Summary xiii
1.GİRİŞ ve AMAÇ 1
2.GENEL BİLGİLER 4
2.1. Ortodontide Mini-implant Kullanımının Tarihsel Gelişimi 4
2.2. Ortodontik Mini-implantların Özellikleri ve Çeşitleri 11
2.2.1. Ortodontik Mini-vidaların Tasarımı 11
2.2.2. Ortodontik Mini-İmplantların Fonksiyonu 16
2.2.3. Ortodontik Mini-İmplantların Stabilitesi 17
2.3. Ortodontide İskeletsel Ankraj 20
2.3.1.Ortodontik Mini-İmplantlarda Ankraj 21
2.4. Bilgisayarlı Tomografi 27
2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Temeli 29
2.4.2. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Görüntüleme Yöntemlerine Göre Üstünlükleri ve Eksiklikleri 31
2.4.3. Bilgisayarlı Tomografi Çeşitleri 32
2.4.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Konvansiyonel Tomografiye Göre Üstünlükleri 35
2.4.5. KIBT'de İki ve Üç Boyutlu Görüntünün Oluşması ve İşleme Teknikleri 38
2.4.6. DICOM Formatındaki Görüntülerin Ortodontide Kullanımı 38
2.4.7. Ortodontide KIBT Kullanım Alanları 41
2.5. i-CAT Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazı 45
2.6. MIMICS Programı 46
3.GEREÇ VE YÖNTEM **49**
3.1.GEREÇ: 49
3.2. YÖNTEM 50

3.2.1. KIBT Görüntülerinin Mimics Programına Aktarılması 50
3.2.2. Oryantasyon ve Pencere Aralığının (Tresholding değeri) Belirlenmesi..... 53
3.2.3.Ölçümlerin Yapılması ve Standardizasyonu 55
3.3. İstatistiksel Değerlendirme 63
4. BULGULAR **..... 64**
4.1. Üst Çene ile İlgili Bulgular..... 64
4.2. Palatinal Kemik ile İlgili Bulgular 77
4.3. Alt Çene ile İlgili Bulgular 100
5. TARTIŞMA**..... 107**
5.1. Palatinal Kemik ile İlgili Bulguların Tartışılması..... 108
5.2. Alveoler Kret ile İlgili Bulguların Tartışılması..... 112
6. SONUÇ ve ÖNERİLER **..... 118**
KAYNAKLAR**..... 119**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. A. Tek kesitli bilgisayarlı tomografi B. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi.. 32
Şekil 2. Bilgisayarlı tomografi görüntüsü 33
Şekil 3. A.Konvansiyonel (Fan-beam) ve B. KIBT (Cone-Beam) çalışma prensibi. 33
Şekil 4. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüsü 34
Şekil 5. A. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide izotropik voksel boyutu B. Bilgisayarlı tomografide anizotropik voksel boyutları 36
Şekil 6. A. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide kesit alma biçimi B. Konvansiyonel tomografide kesit alma biçimi..... 37
Şekil 7. Ortodontik mini-implantların dijital olarak planlanması..... 44
Şekil 8. İ-Cat cihazında tomografinin çekimi ve elde edilen görüntü 46
Şekil 9. Mimics programında incelenebilen kesitler..... 47
Şekil 10. Mimics 15.0 programının masaüstünde açılması 50
Şekil 11. programa tomografi verisi aktarılmadığında sol üst köşede yazan uyarı ... 51
Şekil 12. 'New project wizard' sekmesinin tıklanması..... 51
Şekil 13. Seçilen bireye ait tüm DICOM verilerinin açılması..... 52
Şekil 14. DICOM verilerinin 'convert' sekmesi kullanılarak '.mcs' dosyasına dönüştürülmesi..... 52
Şekil 15. Görüntülerin yönünü doğru olarak belirleyebilmemiz için açılan 'Change orientation' ekranı..... 53
Şekil 16. 'Thresholding' sekmesinin açılması 54
Şekil 17. Kemik (bone) dokunun 'Thresholding' değerlerinin ayarlanması..... 54
Şekil 18. Ölçüm yapılacak bölgenin belirlenmesi 55
Şekil 19. Alveoler kret seviyesinin belirlenmesi 55
Şekil 20. Alveoler kret seviyesinin 4 mm apikalini belirleme..... 56
Şekil 21. Alveoler kretin 4 mm apikaline ölçüm kutucuklarının yerleştirilmesi..... 56
Şekil 22. Alveoler kret seviyesinin 6 mm apikal seviyesini belirleme 57
Şekil 23. Ölçüm kutucuklarının değer tablolarını düzenleme 57
Şekil 24. Alveoler kretten 6 mm apikal bölgeyi ölçmek için ölçüm kutucukların yerleştirilmesi..... 58
Şekil 25. Alveoler kretin 8 mm apikal seviyesini belirleme..... 58
Şekil 26. Görüntünün yakınlaştırılması 59
Şekil 27. Ölçüm kutucuklarının ölçüm alanlarına adaptasyonu 59
Şekil 28. Palatinal ölçüm için thresold (eşik) değerini *'Bone (CT)'* değerine getirme 60
Şekil 29. Yeşil bölgeleri aşmadan ölçüm alanını belirleme..... 60
Şekil 30. Sutura palatina medianın sağ sınırını belirleme 61
Şekil 31. Sağ paramedian bölgenin sınırının belirlenmesi..... 61
Şekil 32. Ölçüm kutucuklarının sağ paramedian bölgeye adaptasyonu 62
Şekil 33. Sutura palatina medianın sol sınırının belirlenmesi..... 62
Şekil 34. Sol paramedian bölgenin sınırlarının belirlenmesi..... 63
Şekil 35. Ölçüm kutucuklarının sol paramedian bölgeye adaptasyonu 63

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Self-tapping ile self-drilling mini-implantların karşılaştırılması 15
Tablo 2. Konik gövdeli ile silindirik gövdeli mini-implantların karşılaştırılması 15
Tablo 3. Mini-implantların dişeti durumlarına göre kullanım endikasyonları 18
Tablo 4. Çalışma gruplarının ortalama yaşları 50
Tablo 5. Sağ üst kanin ile birinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi..... 69
Tablo 6. Sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 70
Tablo 7. Sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 71
Tablo 8. Sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 72
Tablo 9. Sol üst kanin ile birinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi..... 73
Tablo 10. Sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 74
Tablo 11. Sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 75
Tablo 12. Sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 76
Tablo 13. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 84
Tablo 14. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 84
Tablo 15. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 85
Tablo 16. Sutura palatina medianın sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 86
Tablo 17. Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 86
Tablo 18. Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 87

Tablo 19. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 88
Tablo 20. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 88
Tablo 21. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 89
Tablo 22. Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 90
Tablo 23. Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 90
Tablo 24. Sutura palatina sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi..... 91
Tablo 25. Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 92
Tablo 26. Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 92
Tablo 27. Sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 93
Tablo 28. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 94
Tablo 29. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde,, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 94
Tablo 30. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 95
Tablo 31. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 96
Tablo 32. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 96

Tablo 33. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi 97
Tablo 34. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 98
Tablo 35. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde,, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 98
Tablo 36. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 99
Tablo 37. Sol alt kanin ile birinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 103
Tablo 38. Sol alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 103
Tablo 39. Sol alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 104
Tablo 40. Sol alt birinci molar ile ikinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 104
Tablo 41. Sağ alt kanin ile birinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 105
Tablo 42. Sağ alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 105
Tablo 43. Sağ alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 106
Tablo 44. Sağ alt birinci molar ile ikinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. 106

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine/Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim

HU: Hounsfield Unit

KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Sv: Sieverts

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

N: Newton

gr: Gram

mm: Milimetre

> : Büyüktür

< : Küçüktür

***%* :** Yüzde

(°) : Derece

***p*:** Anlamlılık

F: Fisher sabiti

kVp: Kilovolt doruğu (peak)

mA: Miliamper

s: Saniye

ÖZET

AMAÇ Bu çalışmada üst ve alt çenede mini-implant uygulanabilecek alanlardaki kemik yoğunluklarını adölesan ve erişkin bireylere ait konik ışınlı bilgisayarlı tomografi üzerinde Mimics 15.0 programı kullanarak karşılaştırmaktır.

GEREÇ Bu nedenle, Dicle Üniversitesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim dalı arşivinden 175 adet konik ışınlı bilgisayarlı tomografi verisi seçilmiştir.

YÖNTEM 175 adet KIBT verisi adölesan (13-18 yaş arası 46 erkek, 65 kız) ve erişkin (18-35 yaş arası 27 erkek, 37 kız) olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Üst ve alt çenenin daimi kanin ile ikinci molar arası interproksimal bölgelerin alveoler kretten 4-6mm ve 6-8 mm apikal seviyesindeki ve palatinal kemiğin aynı dişler arasındaki mid-palatal ve 3-6 mm paramedian bölgelerindeki kemik yoğunlukları ölçülmüştür. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) , istatistiksel anlamlılık söz konusu olduğunda farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemede TUKEY HSD çoklu karşılaştırma istatistik analiz testleri kullanılmıştır.

BULGULAR Çalışma gruplarımız arasında karşılaştırdığımız anatomik bölgelerde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Adölesan kızlar adölesan erkeklerden; erişkin kızlar da erişkin erkeklerden daha fazla kemik yoğunluğuna sahiptirler. Erişkin erkekler, adölesan erkeklere göre daha yoğun kemiğe sahiptirler. Erişkin kızlar, adölesan kızlara göre daha yoğun kemiğe sahiptirler.

SONUÇ Bizim araştırdığımız ‘‘*Adölesan dönemdeki hastalarda primer stabiliteyi etkileyen alveoler ve palatinal kemik yoğunlukları daha azdır’* hipotezi doğrulanmıştır. Adölesan dönemde kemik taslakları oluşmakla beraber erişkin döneme yakın kemik kalınlığına erişilmektedir. Kemik kalsifikasyon süreci ise adölesan dönemden erişkin döneme kadar kesintisiz sürmektedir.

Anahtar kelimeler: KIBT, HU (Hounsfield Unit), Mini-implant, Mimics 15.0 programı

SUMMARY

Conic Beam Computerized Tomography Assessment of Mini-Implant Sites in Adults and Adolescents on Mimics Software.

The aim of this study is to evaluate the density of the adolescent and adult subjects' mini-implant regions that is possible to insert both maxilla and mandibula by conic beam computerized tomography on Mimics 15.0 program.

MATERİALS The materials of this study is acquired from archives of Dicle University Department of Oral Diagnosis and Radiology.

METHODS The conic beam computerized tomographic datas of 175 subjects are divided into 4 groups thats adolescents (between 13-18 years, 46 males, 65 females) and adults (between 18-35 years, 27 males, 37 females). The density of 6-8 mm and 4-6 mm apical level of alveoler cret between permanent canin and second molar approximal bone both jaws and palatal bone (midpalatal and paramedian) between the same teeth was measured. ANOVA (Analysis of Variance) used for defining significance between groups and TUKEY HSD used for defining the which group is significantly different when significance is exists.

RESULTS Mini-implant regions that assessed between groups are significantly different. Adolescent females have more dense bone than adolescent males and adult females have more dense bone than adult males, too. Adult subjects (males and females) have more dense bone than adolescent subjects (males and females).

CONCLUSION The hypothesis of ' *Alveoler and palatinal bone density of adolescent subjects due to primary stability are less than adult subjects'* is confirmed. The thickness of bone template is similar both adolescent and adult age, but calcification (density) process of the templates are continues up to adult age.

Keys: CBCT, HU (Hounsfield Unit), Mini-implant, Mimics 15.0 programme

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Ortodontik tedavilerde dişleri hareket ettirmek amacıyla kullanılan kuvvetler etki-tepki esasına (Newton Yasası) dayanır. Dişlere uygulanan kuvvet destek dişlerde -aynı zamanda- aynı büyüklükte ve ters yönde vektörel resiprokal (karşılıklı) kuvvet de oluşturmaktadır. Ortodontik ankraj istenmeyen bu diş hareketine karşı gösterilen zıt yönlü dirençtir (1).

Destek dişlerin resiprokal kuvvetlere karşı direnci, ortodontik tedavinin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle iskeletsel ankraj üniteleri tercih edilmektedir. İskeletsel ankraj üniteleri olarak mini/mikro implant uygulamaları ile mini plak uygulamaları öne çıkmaktadır. Mini plak uygulamaları cerrahi prosedür gerektirdiği için dişsel hareketlerde mini/mikro implant uygulamaları daha çok tercih edilir olmuştur. Mini/mikro implantlar; maksimum ankraj vakalarında hasta kooperasyonu gerektirmeden, düşük maliyetli, kolay yerleştirme prosedürü ile yüksek başarıyı garantileyebilmektedir (2).

Primer stabilite; yeni yerleştirilmiş bir implantın kemik içindeki mekanik direncini ifade eder ve sorunsuz bir kemik-implant ara yüzeyi iyileşmesi için en önemli önceliktir (3).Yapılan çalışmalar, implant tasarımının ve implantın yerleştirildiği kemik bölgesine ait parametrelerin primer stabiliteyi etkilediğini göstermiştir (3-6).

Mini/mikro implantın başarısını etkileyen genel faktörlerin; kortikal kemik kalınlığı ve yoğunluğu, süngerimsi kemik yapısı, yumuşak doku özellikleri, mini implantın komşu dokulara yakınlığı ve yerleştirilen bölge olduğu bildirilmiştir (7).

Lim ve ark. yaptıkları sonlu elemanlar analizi çalışmasında, mini-implanta uygulanan kuvvet sonucu oluşan stresin büyük çoğunluğunun kortikal kemik tarafından absorbe edildiğini, süngerimsi (spongioz) kısma çok daha az stresin yansıdığını bildirmişlerdir (8).Total kemik yoğunluğunun mini-implantın primer stabilitesine etkisi, kortikal kemik kalınlığının etkisine göre oldukça az olduğu bildirilmiştir (9).

Kemik yoğunluğunun mini-implantların stabilitesine olan etkisini araştırmak için dual-enerji x-ray absorbtiyometri (DEXA), kantitatif bilgisayarlı tomografi ve mikrotomografi (mikro-bt) gibi yöntemler kullanılarak kemik ile ilgili parametreler ölçülmüştür (10). Tüm bu yöntemler kadavralar üstünde yapılan yöntemlerdir.

Ortodonti kliniğinde ise mini-implant uygulanacak hastaların –in vivo- değerlendirilmesinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) sıklıkla kullanılmaktadır. Bu görüntüleme tekniği sayesinde birçok teknikle birlikte birçok parametre elde edilebilmektedir. Deguchi ve ark. (11) KIBT kullanarak kortikal kemik kalınlıklarını; Kim ve ark. (12) ise maksiller posterior bölgede interdental mesafeleri mini-implant açısından değerlendirmişlerdir. Park ve ark (13) ise mini implantı yerleştirme ve primer stabilite açısından kortikal kemik kalınlığının ve interradiküler aralıkların üç boyutlu değerlendirmesini erişkinlerde yapmıştır.

Konu hakkında yapılmış benzer çalışmalarda, Fayed ve ark. yaş ve cinsiyetin anatomik ölçümleri etkileyen bir faktör olduğunu belirtmiştir, fakat kullandığı ölçüm KIBT üzerinden yapılan milimetrik cetvel ölçümüdür (14). Borges ve ark ise Mimics 10.0 yazılımı kullanarak Hounsfield Unit(HU) birimi değerinden maksilla ve mandibulanın ortalama yoğunluk (densite) değerlerini bulmuşlardır, fakat çalışma sadece 11 erişkin hastanın tomografi (BT) verisi üzerinde yapılmıştır (15).

Hastanın yaşının implant başarısını etkileyip etkilemediği konusunda ise literatürde görüş ayrılığı bulunmaktadır. Miyawaki ve ark. 20 yaş altındaki hastalarda mini vida başarısının 20 yaş üstü hastalara göre daha düşük olduğunu belirtirken, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (3). Motoyoshi ve ark. ise erişkin hastalarda adolesan hastalara göre anlamlı derecede yüksek başarı yüzdesi olduğunu bildirmiştir (16). Park ve ark ise 20 yaş üstü hastalardaki başarı oranını 20 yaş altı hastalara göre daha az bulmuştur (17).

Çalışmamızda '*Adölesan dönemdeki hastalarda primer stabiliteyi etkileyen alveoler ve palatinal kemik yoğunlukları daha azdır'* hipotezini araştırmayı amaçladık. Bu amaçla çalışmamızda adolesan ve erişkin hastalarda primer stabiliteyi etkileyen 64 alveoler ve 56 palatinal kemik parametrelerinin Hounsfield Unit (HU)

cinsinden konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) üzerinden Mimis 15.0 programı kullanarak karşılaştırmayı hedefledik.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontide Mini-implant Kullanımının Tarihsel Gelişimi

'İmplant' sözcüğü Latincede '*in*' içine, içinde, içerisine ve '*planto*' ekme, dikme ve yerleştirme anlamına gelen sözcüklerden oluşur. İmplant sözcüğü *fonksiyonel amaçla uygun bir bölgeye yerleştirilmiş organik veya inorganik cisim* anlamında kullanılmaktadır. Tıbbi olarak implantasyon ise*, bir materyalin vücut içerisine yerleştirilmesi işlemi* olarak bilinir (18).

Ortodonti literatüründe, ankraj amaçlı kullanılan implantlara çeşitli isimler verilmiştir. Mini vida, mikro vida, Mini İmplant, mikro implant ve günümüzde de geçici ankraj cihazı/kaynağı (Temprorary Anchorage Device, TAD) isimleri kullanılmıştır. İmplantlar günümüzde 3 sistem dahilinde kullanılmaktadır. Bunlar;

1.Osseointegre olarak stabilite sağlayan sistemler

a) Dental implantlar (1970)
b) Ortosistem implantlar (1996)
c) Biodegradable (BIOS) implantlar (1996)
d) Mini implantlar (1997)
e) Modüler transitional implantlar (MTI) (2000)

2.Biyoentegre Sistemler

a) Onplantlar (1995)

3.Mekanik olarak stabilite sağlayan sistemler

a) Zigomatik teller (1998)
b) Mini vidalar (1998)
c) Mini plaklar (1999)
d) Graz implant (2002)

1.a.Dental İmplantlar (1970)

1945 yılında Gainsforth ve Higley köpek mandibulasına Vitalium (kobalt-kromium-molibdenium) alaşımı vidalar uygulamışlardır. Maksiller dişlerin elastikler yardımıyla distalizasyonunda, bu vidaların 2-4 haftalık periodlarda düştüğünü rapor etmişlerdir (19).

1969 yılında Linkow ise insanlarda yaptığı çalışmada, maksiller dişlerin distalizasyonunda protetik blade implant kullandığını rapor etmiştir (20).

1959 yılında Branemark'ın yapmaya başladığı çalışmalar osseointegrasyon için dönüm noktası olmuştur (21). 1983 yılında elde ettiği sonuçlar, çene kemiğine osseointegre olarak çiğneme kuvvetlerine karşı koyabilecek kadar dayanımlı olan implantların, ortodontik ankraj için de kullanılabileceğini göstermiştir (22).

1978 yılında Sherman yayınladığı çalışmasında, üçüncü küçük azı dişleri çekilmiş köpeklere uygulanan 6 adet karbon dental implanttan sadece 2 tanesinin ankraj sağladığını belirtmiştir (23).

1979 yılında Smith yaptığı bir çalışmasında Bioglass kaplanmış alüminyum oksit implantlara ortodontik kuvvetler uygulamış ve ankrajın yeterli olduğunu belirtmiştir (24).

1983 yılında Creekmore ve Eklund yaptıkları bir çalışmada küçük boyuttaki Vitalyum kemik vidasını anterior nazal spinalar bölgesine yerleştirerek vida kaybı olmadan maksiller anteriorda intrüzyon sağladıklarını belirtmişlerdir (25).

1984 yılında Roberts ve ark. yüzeyi asitle pürüzlendirilmiş titanyum implantları tavşan femuruna yerleştirmiş ve bu implantların maksimum ankrajda etkili olduğunu belirtmiştir (26).

1988 yılında Shapiro ve Kokich yaptıkları bir yayında, doğru hasta seçildiğinde, protetik amaçla yerleştirilen dental implantların ortodontik ankraj için de kullanılabileceğini belirtmiştir (27).

1994 yılında Roberts ve ark. Branemark implantların (3.75 mm çapında ve 7,0 mm uzunluğunda) retromolar bölgeye tatbikiyle, meziale devrilmiş alt ikinci molar dişlerin dikleştirilebileceğini bildirmişlerdir (28).

1995 yılında Southard ve ark. mongrel cinsi köpeklerde yapılan intrüzyonda, osseointegre implantlar ile dişsel ankrajı karşılaştırmışlardır. Yazarlar, osseointegre implantların intrüzyon için mükemmel ankraj olduklarını belirtmişlerdir (29).

1996 yılında Shellart ve ark. yayınladıkları vakada, mandibuler 1. Moları çekilmiş hastaya dental implant uygulamışlardır. İmplant ankrajı kullanılarak hem mandibuler ikinci molarlar dikleştirilmiş hem de overbite ilişkisi düzeltilmiştir (30).

2000 yılında Singer ve ark. yayınladıkları vaka raporunda, maksiller yetersizliği olan tek taraflı dudak damak yarığı (DDY) hastasının zigomatik bölgesine 3.5 mm çapında 7,0 mm uzunluğunda dental implant yerleştirmiştir. Yaklaşık 8 ay boyunca günde 14 saat yüz maskesi uygulanmış ve kayda değer düzelme sağlanmıştır. Yazarlar, dental implant destekli yüz maskesi kullanımı ile dental komplikasyonlardan kaçınılabileceğini belirtmişlerdir (31).

2003 yılında Keleş ve ark. üst 1. molar distalizasyonu amacıyla palatal bölgeye 4,5 mm çapında 8 mm uzunluğunda osseointegre implantlar yerleştirmiştir. Üç aylık konsolidasyon süresi sonunda, 200 gr kuvvet uygulayan nikel-titanyum coil spring ile distalizasyon sağlanmıştır (32).

1.b.Ortosistem İmplantlar (1996)

Ortosistem implantlar, endoosseöz implant gövdesi, trans-mukozal boyun kısmı ve abutmentten oluşan tek parça titanyum implantlardır (33, 34). İlk kez Wehrbein ve ark. tarafından 1996 yılında ankrajı arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Daimi birinci premoları çekilmiş hastada, ikinci daimi premoların bandına 1 mm kalınlığında tel ile lehimlenerek ankraj arttırılmıştır. Dokuz ay sonunda keserlerde 8 mm retraksiyon elde edilirken, implantta herhangi bir hareket görülmemiş fakat daimi ikinci premolarda 0,5 mm mezializasyon bildirmişlerdir.

1.c. Biodegradable İmplantlar (BİOS) (1996)

Glatzmaier ve ark. 1996 yılında rezorbe olabilen poliactide alphapolyester materyalinden üretilen Biodegradable (BİOS) implantları tanıtmıştır (35). Bu implantın üstünlükleri olarak; ortodontik kuvvetlerden çok daha ağır kuvvetlere dayanım göstermesi, kırılma ve yerinden çıkma olmadığını, yerleştirildikten sonra 1 yıl stabil kaldığını ve kalıntı bırakmadan rezorbe olmasını rapor etmişlerdir.

1.d.Mini İmplantlar (1997)

Kanomi 1997 yılında 1,2 mm çapında ve 6 mm uzunluğunda titanyum mini implantları tanıtmış ve alt keserleri intrüze edebildiğini rapor etmiştir. Yazar, osseointegrasyon için birkaç ay beklediğini ve mini impant ankrajının molar distalizasyonu, molar intrüzyonu ve distraksiyon osteogenezisinde de kullanılabileceğini belirtmiştir (36).

Ohmae ve ark. 2001 yılında Beagle cinsi köpekleri üzerinde uyguladığı titanyum mini implantların ankraj değerlerini değerlendirmek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada köpek mandibuler posterior dişlerin intrüzyonunda titanyum mini implantlara 150 gr kuvvet uygulamışlar ve 12-18 aylık dönemde implantların stabil kaldıklarını bildirmişlerdir. Araştırıcılar, çalışma süresince mini implant kaybı olmadığını ve ortodontik ankraj için çok etkili olabileceğini belirtmişlerdir (37).

1.e.Modüler Transitional İmplantlar (MTI) (2000)

Gray ve Smith adlı araştırıcılar tarafından 2000 yılında, dental implantın kemiğe yerleştirildikten sonraki iyileşme sürecinde geçici olarak yapılan restorasyonlara destek olmak için geliştirilmiş geçici implantlardır. Bu sistem 1,8 mm çapında 14, 17 ve 21 mm uzunluğunda tasarlanmış titanyum alaşımlı vidalardan oluşur. Vaka raporunda, 68 yaşında bayan hastaya iki adet MTI uygulanmış ve implantlar titanyum barla birbirine bağlanmıştır. Yazarlar, implantlarda rotasyon olmaması için bir süre beklenilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (38).

2.Biyoentegre Sistemler

2.a.Onplantlar (1995)

Block ve Hoffman (39) 1995 yılında iskeletsel ankraj amaçlı onplantları tanıtmışlardır. Onplantlar; kemiğe bakan yüzeyleri Hidroksiapatit (HA) ile kaplanmış, subperiosteal titanyum bir disktir. HA kaplı biyoaktif yüzey, osseointegre olmadan, kemiğe mekanik olarak bağlanarak '*biyoentegrasyon'* sağlamaktadır. Cerrahi olarak yerleştirilen onplantların, biyoentegrasyon için yaklaşık 12 hafta beklenmesi gerekmektedir. Ortodontik tedavi sonunda ise ikinci bir cerrahi gerekmekte ve osteotom yardımı ile çıkarılabilmektedir. Tüm olumlu sonuçlarına rağmen iki cerrahi müdahale gerektirmesi nedeniyle travmatik olmaktadır (40).

Aynı araştırıcılar maymun ve köpek palatinalarına 2 mm yükseklikte ve 10 mm çapında onplantlar yerleştirerek yaklaşık 400 gr kuvvet uygulamışlardır (22). Çalışmanın sonunda maksimum ankrajın sağlandığını ve kemik ile Hidroksiapatit (HA) yüzey arasında direkt bağlantı oluştuğunu bildirmişlerdir.

Janssens ve ark. 2002 yılında 12 yaşında posterior damak yarığı ve konjenital diş agenezisi olan mental retarde hastada, gömülü daimi 1.molar dişin sürdürülmesi için ankraj amaçlı onplantları kullanmışlardır (41).

3.a.Zigomatik Teller (1998)

Melsen ve ark. 1998 yılında parsiyel dişsiz hastalarda kullanmak üzere zigomatik telleri tanıtmışlardır. Maksiller keserleri intrüze ve/veya retrüze etmek amacıyla 0.12 inç kalınlığındaki telleri ikiye katlayıp infrazigomatik çıkıntıya açılan iki adet delikten ortodontik arka tatbik etmişlerdir. Hasta rahatsızlığının olmadığını belirtmişlerdir (42).

3.b.Mini Vidalar (1998)

Mini vidalar farklı amaçlar için 1-2 mm arasında çapta, 5-14 mm uzunlukta üretilen titanyum vidalardır. Geniş kullanıma sahip olmalarının nedenleri arasında; yerleştirme ve çıkarılma prosedürlerinin kolay olması, diş kökleri arasına

yerleştirilmeleri, osseointegre olmadan sadece mekanik retansiyon göstermeleri sayılabilir (43-47).

1998 yılında Costa ve ark. manuel tornavida ile yerleştirdikleri ve hemen ortodontik kuvvet uyguladıkları mini vidaları tanıtmışlardır. Flepsiz yerleştirilen 2 mm çapındaki 16 mini vidadan sadece ikisinin tedavi sürecinde düştüğünü rapor etmişlerdir. Yazarlar, mini vidaların anterior nazal spinaya, midpalatal sutura, infrazigomatik kreste, retromolar alana, simfiz bölgesiyle interradiküler alana yerleştirilebileceğini belirtmişlerdir (48).

1999 yılında Majzoub ve ark. mini vidalara ortodontik kuvvet uygulamasından sonraki kemik cevabını incelemişlerdir. Tavşanların kalvaryal midpalatal suturalarına kısa vidalar yerleştirip 150 gr kuvvet uygulamışlardır. Sadece biri hariç tüm mini vidaların stabil kaldığını bildirmişlerdir (49). Park ve ark. ise aynı yıl, titanyum mikro vidalar ile kortikal kemik ankrajı sağlanarak tüm maksiler arkın distalize edilebileceğini göstermiştir (50).

2001 yılında Park ve ark. 1,2 mm çapında ve 6 mm uzunluğunda mini vida ankrajı ile bialveoler protrüzyon vakasını tedavi etmişlerdir. Birinci premolar dişlerin çekiminden sonra 4 adet mini vida üst çenede ikinci premolar ile birinci molar arasına, alt çenede ise birinci ve ikinci molarlar arasına yerleştirilmiştir. 18 aylık tedavi sonucunda; maksiler anterior dişlerde retraksiyon, mandibuler posterior dişlerde dikleşme ve intrüzyon, profilde ise önemli bir düzelme sağlandığını bildirmişlerdir (51). Aynı yıl Lee ve ark. ise mini vidanın lingual tedavide de başarıyla kullanılabileceğini bildirmiştir (52).

2002 yılında yine Park ve ark. alt ve üst molarların eksen eğimlerini düzelttikleri üç vaka sunmuşlardır (53). Bae ve ark ise maksiler ikinci premolar ile birinci molar arasına yerleştirilen 1,2 mm çapında mini vidalar ile maksiler ön 6 dişin en masse retraksiyonunun ankraj kaybı olmaksızın yapılabildiğini belirtmişlerdir (54).

2004 yılında Park ve ark. lingual ortodontik tedaviyle tedavi edilen hastada alt molarları dikleştirerek, üst molarları ise distalize ederek tedaviyi çekimsiz bitirdiklerini rapor etmişlerdir (55) . Gelgör ve ark. ise palatal bölgeye yerleştirilen

14 mm'lik tek mini vida ile üst birinci molarların distalize edilebileceğini belirtmişlerdir (56).

2011 yılında Polat-Özsoy ve ark. maksiler keserlerin intrüzyonunda utility arklar ile mini vidaların etkinliğini karşılaştırmışlardır. Keserlerin direnç merkezine yakın yerleştirilen mini vidaların molarlarda hareket oluşturmaksızın utility arklara göre daha ideal intrüzyon meydana getirebildiklerini rapor etmişlerdir (57).

2012 yılında Kocsis ve Seres 69 gömülü kanini bulunan 63 hastada gömülü kaninlerin sürdürülmesinde mini vida ankrajı kullanmışlar ve sadece birinde enflamasyon nedeniyle mini vida kaybı olduğunu, 61 gömülü kaninin başarı ile sürdüğünü belirtmişlerdir. Yazarlar, gömülü kaninlerin sürdürülmesinde mini vida ankrajının seçeneğinin akılda tutulması gerektiğini belirtmişlerdir (58). Kim ve Helmkamp (59) mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesi yaptıklarını, Luzi ve ark. (60) ise mini vida destekli Herbst apareyi kullandıklarını rapor etmişleridir.

Son yıllarda ise yapılan güncel çalışmalar, mini vidaların stabilitesini etkileyen faktörlerin açıklığa kavuşması için yapılan çalışmalardır (61-67).

3.c. Mini Plaklar

Mini plaklar, uzun süreden beri maksillo-fasial kırıklarda ve ortognatik cerrahide kullanılmaktadır. Mini plağın fiksasyonu ise 5-7 mm uzunluğunda mono-kortikal titanyum mini vidalar ile sağlanmaktadır. Bu nedenle de osseointegrasyon beklenmeden kuvvet uygulanabilmektedir.

1999 yılında Umemori ve ark. ilk defa open-bite tedavisinde maksiler molarları intrüze etmek için zigomatik kemiğin altındaki bukkal kemiğe yerleştirilen L şeklinde titanyum mini plakları ankraj amaçlı kullanmışlardır (68).

2002 yılında Sugawara ve ark. mandibuler molarların kökleri arasına yerleştirilen L şekilli mini plaklar yardımıyla alt molarları intrüze ederek, açık kapanışın düzeltilebileceğini göstermişlerdir (69).

De Clerk ve ark. ise zigoma bölgesine yerleştirilen titanyum plak ankrajı yardımı ile kanin distalizasyonunun başarıyla yapılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca

çalışmasında, mini plağın alt ucuna bağlanan Nikel-titanyum açık coil springler ile 50-100 gr. arasında kuvvet uygulayarak aylık 1,14 mm distal hareket sağlandığını bildirmişlerdir (70).

2004 yılında Erverdi ve ark. açık kapanışa sahip erişkin hastalarda zigomatik bölgelere yerleştirilen I şekilli mini plaklar yardımıyla, konvansiyonel ortodontik tedaviye göre daha kısa sürede düzelme sağlandığını belirtmişlerdir (71).

3.d.Graz İmplantlar

2002 yılında Karcher ve ark. molar distalizasyonu için gerekli ankrajın sağlanması için Graz implantları tanıtmışlardır. Titanyumdan üretilen Graz implantlar, dört adet deliği bulunan plak üzerindeki 9 mm'lik 2 adet pinden oluşmaktadır. 4 adet 5 mm'lik mini vida ile kemiğe yerleştirilmekte ve ossoeintegrasyon beklenmeden ortodontik kuvvetler uygulanabilmektedir. Yazarlar, osseointegrasyonu gerektirmemesi nedeniyle bekleme süresi içermediği ve ortodontik kuvvetlere daha dayanıklı olduklarını düşünerek Graz implantları tasarladıklarını belirtmişlerdir (72).

2.2. Ortodontik Mini-implantların Özellikleri ve Çeşitleri

2.2.1. Ortodontik Mini-vidaların Tasarımı

Günümüzde birçok farklı tasarıma sahip tek parça mini-implantlar üretilmektedir. Mini-implant için kullanılan materyaller; kobalt-krom bazlı alaşımlar (Co-Cr), yüksek kaliteli çelik, saf titanyum ve titanyum alaşımlardır.

Kobalt-krom (Co-Cr) bazlı alaşımların bir implant materyali olarak kemik üzerinde yan etkileri bildirilmiştir (19). Gray ve ark. Co-Cr alaşımlı mini vida ile kemik arasında histolojik olarak bağ dokusu oluşumunu göstermişlerdir (73).Yüksek kaliteli çelik materyalinin iskeletsel ankraj amaçlı kullanımda ise kemik ile mini vida arasında bağ dokusu oluşumu gözlenmiştir (74). Saf titanyum (commercial pure titanium-cp Ti) ve titanyum alaşımları ise günümüzde hem osseointegre implantlar için hem de mini-implantlar için kullanılan materyallerdir. Bu materyaller hem biyo-uyumlu hem de titanyum-kemik ara yüzünde yeni kemik formasyonu sağlamaktadır (75). Fakat saf titanyum, mikro implant için yeterli dayanıklılığa sahip değildir (76,

77). Bu nedenle günümüzde mini-implant materyali olarak daha dayanıklı olan titanyum alaşımları kullanılmakta ve biyouyumluluğu arttırmak için çeşitli işlemler (yüzey kumlama, asit ile pürüzlendirme vb.) yapılmaktadır (78).

Mikro-implant tasarımı üç farklı bölgeye göre tasarlanmaktadır.

a.Mini-implantların baş kısmı ile ilgili tasarımlar

b. Mini-implantların boyun kısmı ile ilgili tasarımlar

c. Mini-implantların gövde kısmı ile ilgili tasarımlar

Mini-İmplantların Baş Kısmı ile İlgili Tasarımlar

Mini implantın baş kısmı; yumuşak doku dışında kalan, yerleştirildiği bölgeye, hekimin isteğine ve kullanılacak apareye göre farklılık gösteren kısımdır (79).Baş kısmı çeşitleri; (80)

1. Hooklu (kancalı) mini-implantlar

Bu implantlar, maksiller ve mandibuler yapışık diş etlerinde kullanılırlar (79). Avantajı; geniş endikasyona sahiptirler. Mezial ve distal translasyon, intrüzyon vb. hareketlerde kullanılırlar. Elastik zincir, koil springler ve yuvarlak tellerle birlikte kullanılırlar. En büyük dezavantajı ise istenilen kuvvet yönüne göre kancasının doğrultusunun ayarlanamamasıdır (80).

2. Top başlı mini-implantlar

Avantajı; birçok elementle birçok endikasyonda kullanılabilmesidir. Hooklu (kancalı) mini-implantların aksine oryantasyon sorunu yoktur. Dezavantajı ise, sadece vida gövdesi ile başı arasından kuvvet uygulanabilmektedir. İndirekt ankraj uygulaması sınırlıdır. Yapışık diş eti ve damakta kullanılmaktadır (80).

3. Delikli mini-implantlar

Hooklu ve top başlı tasarımlara göre belirli bir üstünlükleri yoktur. Dezavantajı, delikten geçen yuvarlak veya köşeli tellerin dikkatli kullanılmazsa mini implantın stabilitesini etkileyebilmesidir (80).

4. Tek slotlu mini-implantlar

Birçok harekete (Uprighting, intrüzyon, ekstrüzyon vb) imkan vermektedir. Dezavantajı, slotun dik ya da yatay yerleştirilmesi gerektiğinde 90 derecelik fark ortaya çıkması sonucu stabilizasyonun bozulabilmesidir (80).

5. Braket başlı mini-implantlar

Daha önceki bütün tasarımların avantajlarına sahiptir. Diğerlerinden en büyük üstünlüğü, köşeli tellerin kullanılabilmesine imkan tanımasıdır. Bu nedenle 0,018'' ve 0,022'' boyutlarında üretilmektedir. İki çeşittir;

a.Sol elle kullanılan mini-implantlar: Uygulamada saatin tersi yönünde hareket eder.

b.Sağ elle kullanılan mini-implantlar: Uygulamada saat yönünde hareket eder.

Mini-İmplantların Boyun Kısmı ile İlgili Tasarımlar

Mini implantın boyun kısmı, kemiğin dışında olan ve yumuşak doku içinde kalan kısmıdır. Yumuşak dokunun boyun kısmında perforasyon olması mikroorganizmaların birikimine ve prematür kayba neden olabilir (81).

Mini implantların transgingival boyun kısmı tasarımları; silindirik, konik, çok açılı veya boyunsuz olabilir (80). Yumuşak dokular tüm transgingival boyun tasarımlarına adaptasyon gösterebilirler. Tasarımdaki farklılıklar sayesinde boyun kısmı mukazaya şişe mantarı gibi sıkıca oturabilir, kanamanın önüne geçebilir ve mikrosızıntıyı azaltabilir (82). Örneğin, mukozaya giriş açısı farklı olan mini implantlarda silindirik boyun bir tarafta aşırı basınç oluşturabilirken, konik boyun bunu önleyebilir. Eğer doku pençi yapılması gerekiyorsa, mikro implantın çapından daha küçük çapta mukoza çıkarılması tavsiye edilir. Hekzagonal boyuna sahip mini implantlarda ise; tornavida kontrolü tamdır, fakat mukozaya baskı yapması istenmeyen bir durumdur. Gedrange ve ark. supraperiosteal boyuna sahip mini implantların kuvveti kemik üzerinde çok iyi yaydıklarını FEM analizinde göstermişlerdir (83).

İmplant yerleştirmeden önce dişeti kalınlığı ölçülmelidir (9). Dişeti kalınlığı ölçülen bölgeye göre 1-4 mm arasında değişmekle beraber, ortalama 1,25 mm kadardır (84). Bu nedenle de transgingival boyun uzunlukları 1-3 mm arasında değişmektedir.

Mini-İmplantların Gövde Kısmı ile İlgili Tasarımlar

Mini implantların gövde kısımları; çap, boy ve uygulama alanlarına göre farklı tasarlanmaktadır. Mini implantın optimal çapı; amacına, yerleştirilen bölgeye kemik miktarına ve kalitesine göre değişmektedir.

Mini implant çapları 1,2 mm'den 2,3 mm'ye kadar değişmektedir. Bahsedilen çaplar vida dişlerinin dış çapıdır. Mini vida stabilitesini etkileyen faktörlerden biri de gövde çapı (iç çap) ile diş çapı (dış çap) arasındaki farktır. İç ve dış çap arası fark 0,4-0,6 mm kadar olmalıdır (82).

Mini implantın stabilitesini ve güvenliğini belirleyen vida etrafındaki kemik miktarıdır. Vida etrafında 1 mm kemik olması güvenli kabul edilmiştir (46). Mini implantın dişleri ve gövdesi maksimum primer stabilite sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Mini implantın kökler arasına yerleştirilirken vidanın köke uzaklığı hakkında ise konsensüs sağlanamamıştır.

Mini implantların boyları 4-15 mm arasında değişmektedir. Uygun boy seçiminde etkili olan faktörler; kemiğin kalınlığı, gingiva kalınlığı ve vidanın baş uzunluğudur. İmplantın kemik içindeki uzunluğu, en az kemik dışındaki uzunluğu kadar olmalıdır. Alt çene için 6 mm uzunluğundaki mini implantlar tercih edilirken, 8 mm uzunluğundakiler her iki çene için de kullanılabilirler. 10 mm ve üstü vidalar ise bikortikal ankraj için (retromolar bölge vb.) uygundur (85).

Self-drilling ve Self-tapping vidalarının hangisinin daha iyi olduğu konusunda bir görüş birliği sağlanamamıştır (80). Self-tapping mini implantlar rehber frez yardımıyla önceden boşluk açılan sistemlerdir. Self-drilling mini implantlarda ise gerekli olan boşluk vidanın hareketi sırasında kemiğin sıkıştırılması ile elde edilir. Klinik uygulamalarda üst çenede self-drilling, alt çenede self-tapping mini implant kullanımı önerilmektedir.

Tablo 1. Self-tapping ile self-drilling mini-implantların karşılaştırılması

Self tapping mini implantlar	**Self drilling mini implantlar**
Yüksek hasta konforuna sahiptirler	Düşük hasta konforuna sahiptirler.
Uygulamadan sonra birkaç saat için ağrı oluşabilir.	Uygulamadan sonra birkaç gün süren ağrı oluşabilir.
Rehber freze ihtiyaç vardır.	Rehber freze ihtiyaç duyulmaz,fakat kortikal kemik kalınlığı kadar (1 mm'den fazla) yuva açılması tavsiye edilir.
Yerleştirme yönü kontrol edilebilir.	Yerleştirme yönünü kontrol etmek zordur.
Kemiğe giriş yerinde genişletme yapmazlar (rehber frez kullanıldığı için)	Kemiğe giriş yerinde genişlemeye neden olurlar.
Ortalama tork kuvveti ile yerleşirler.	Orta veya yüksek tork kuvveti ile yerleşirler.
Yerleştirme esnasında kemikte çok az ısı ortaya çıkabilir.	Yerleştirme esnasında kemikte ısı ortaya çıkabilir.
Primer stabilitesi rehber oluğa bağlıdır.	Primer stabilitesi iyidir.
Kırılma ihtimali düşüktür ve yerleştirme zamanı kısadır.	Kırılma ihtimali yüksektir ve yerleştirme zamanı kısadır.
Uç kısımları künttür.	Uç kısımların diş yapısı sivridir ve tirbüşon benzeri yapıya sahiptir.

Optimal stabiliteyi ve her bir turdaki hareket miktarını belirleyen faktör, vidanın dişleri arasındaki mesafedir ve optimal genişliğin 0,8 mm olması yeterlidir. Stabilitenin arttırılması için gövde kısmı da konik ve silindirik tasarımlara sahiptir. Mini implantlarda osseointegrasyon beklenmediği için stabilizasyonda istenen şey kemik-implant temasıdır (86).

Tablo 2. Konik gövdeli ile silindirik gövdeli mini-implantların karşılaştırılması

Konik gövde yapılı mini implantlar	***Silindirik gövde yapılı mini implantlar***
Daha sıkı kemik teması	Daha zayıf kemik teması
Daha stabil (87, 88)	
Alveol kretinde daha fazla strese neden olmaktadır.	Daha az stres oluşturur.
Yüksek tork gerektirir.	Daha az tork kuvveti gerekir (90).
Rotasyonel kuvvetlere karşı zayıftırlar.	Rotasyonel kuvvetlere daha fazla direnç gösterirler (91).
Çıkarılmaları kolaydır.	Çıkarılma esnasında kırılma riskleri daha fazladır (91).

2.2.2. Ortodontik Mini-İmplantların Fonksiyonu

Mini implantlar, fonksiyon görmeleri için 2 şekilde kullanılabilirler;

a.Direkt Ankraj; mini implantın baş bölgesine doğrudan kuvvet uygulanarak ankraj elde edilmesidir.

b.İndirekt Ankraj; mini implantın diş veya diş grubuna ligatüre edilmesi ile ankrajı arttırılan diş grubuna kuvvet uygulanarak ankraj elde edilmesidir (92, 93).

Mini implantların kullanım alanları;

1.Açık kapanış vakalarında maksiller anterior segmentin gömülmesi veya anterior segmentin uzatılmasında

2.Aşırı uzamış bir diş veya diş grubunun gömülmesinde

3.Çekimsiz tedavi edilen vakalarda bütün segmentlerin hareket ettirilmesinde

4.Çekimli vakalarda anterior ve posterior segmentlerin hareket ettirilmesinde

5.Gömük dişlerin sürdürülmesinde

6.Çekim boşluğuna doğru devrilmiş dişlerin eksen eğimlerinin düzeltilmesinde

7.Büyüme ve gelişmenin belirlenmesi aşamasında rijit referans noktası olarak kullanılmasında

8.Çeneler arası ortopedik kuvvet uygulanmasında

9.Ortognatik cerrahi vakalarında çenelerin stabilizasyonu amacıyla

10.Sınıf II vakaların tedavisinde, üst molarların distalizasyonunda

11.Proteze hazırlık aşamasında, dişlerin dizilmesi ve eksen eğimlerinin düzeltilmesinde ankraj amacıyla kullanılması şeklinde sınıflandırılabilir (45).

2.2.3. Ortodontik Mini-İmplantların Stabilitesi

İmplantın yerleştirildikten hemen sonraki stabilitesine *primer stabilite* denir. Primer stabilite tedavi süresince implantın retansiyonunda oldukça önemlidir (93, 94). Primer stabiliteyi etkileyen faktörler; implantın tasarımı, kemik kalitesi (yoğunluğu) ve implant bölgesi hazırlığıdır (uygulama açısı, delici frez kullanıp kullanılmadığı, rehber frez çapı, uygulama derinliği vb.) (92). Literatürde mini implantların başarısızlık oranları %10-30 arasında değişmektedir (95). Bu oran, tatmin edici değildir. Stabiliteyi sağlayan mekanik kilitlenmede osseointegrasyon beklenmemesine rağmen erken yükleme altında bile osseointegrasyon olabildiğini gösteren yayınlar da mevcuttur (93, 96).

Mini implantların başarı kriterleri mobilite ve enflamasyon olmaksızın ankraj sağlamasıdır (97). Özellikle monokortikal mini implantlar için kortikal kemik kalitesi ve kalınlığı çok önemlidir (97, 98). Miyawaki ve ark. implant başarısının implant çevresi doku enflamasyonu ve mandibuler düzlem açısı ile ilişkili olduğunu; azalmış mandibuler düzlem açısına sahip hastalarda daha kalın kortikal kemik olduğunu ve bu nedenle de stabilitenin arttığını belirtmiştir. 1,5 ve 2,3 mm çapında implantların başarıları açısından farkları olmadığını fakat 1,0 mm çaplı implantlara göre daha başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, 5 mm'den uzun mini implantların stabiliteleri arasında fark olmadığını eklemişlerdir (95).

İmplant boynu çevresi enflamasyonu mobilitenin ana nedenidir (95). Bu nedenle mini implantın yapışık dişetine yerleştirilmesi ve yerleştirmeden sonra dişeti kalınlığının ölçülmesi tavsiye edilir (92). Optimum tork uygulamak için 1-1,5 mm kalınlığında dişeti olan bölgelerde mini implantın transgingival yerleştirilmesi önerilmektedir. Dişetinin kalın olduğu bölgelerde ise submukozal yerleştirilmesi önerilirken, rehber frezden kaçınılması gerektiği veya küçük çaplı rehber frez kullanılabileceği belirtilmiştir. Çok ince dişetinin olduğu bölgelerde ise geniş çaplı rehber frez kullanarak daha fazla tork uygulamamak gerekmektedir (92). Maino ve ark. ise hareketli mukozaya mini implant yerleştirirken uygulama öncesi vertikal bir kesinin atılmasının, fazla kompakt kemiğin olması durumunda da delici frez kullanımının başarıyı arttırdığını belirtmişlerdir (99).

Tablo 3. Mini-implantların dişeti durumlarına göre kullanım endikasyonları

1-1,5mm yapışık dişeti varlığında	Transgingival yerleştirilmeli (92) Daha uygun tork elde edilebilir.
Yapışık dişetinin kalın olduğu durumlarda	Submukozal yerleştirilmeli (92) Rehber frez kullanılmamalı Küçük çaplı frez kullanılabilir.
Yapışık dişetinin çok ince olması durumunda	Geniş çaplı rehber frez kullanılmalı (92) Daha fazla tork uygulamamalı
Hareketli mukozaya yerleştirilirken	Vertikal kesi atılmalı (99)
Aşırı kompakt kemik varlığında	Rehber frez kullanılmalı (99)

Delici frez ile rehber yuva açılmadan yapılan (drill-free) mini implantlarda; daha sıkı kemik-implant ilişkisi sağlandığı, daha az kemik talaşına ve termal hasara neden olduğu belirtilmiştir (96, 100, 101). Delici frez ile rehber yuva açılacak ise frez çapının mini vida çapından 0,2-0,3 mm daha az olması önerilmektedir (102).

Rehber frezin çapı arttıkça uygulama torku ve primer stabilite azalmaktadır (92). Primer stabiliteyi arttırmak için, uygulama derinliğini arttırmak gerekmektedir. Böylece, primer stabiliteyi arttırırken kortikal kemiğe gelen yüksek strese neden olan tipping hareketi de engellenmiş olacaktır (103).

İnce kortikal kemiğin dezavantajlarından biri, mini implantın tipping hareketi yapması sonucu kemikte aşırı stres oluşmasıdır. Ortodontik kuvvetler karşısında mini implantların üzerinde oluşan stres boyun kısmında oluşurken, boyun kısmına temas eden ve esas tutuculuğu sağlayan kortikal kemiğe de stres oluşturarak kortikal kemik rezorbsiyonuna ve mini implant kaybına neden olmaktadır (104). Özellikle high-angle vakalarda, maksilladaki ince kortikal kemiğin dezavantajlarından etkilenmemek için Mini-İmplant –Ring (MİR) gibi yardımcı aparatlar kullanılması tavsiye edilir (105, 106). Mini-implant Ring (MİR) sayesinde, boyun kısmındaki stres daha perifere yayılabilmektedir (104). Ayrıca stabiliteyi arttırmak için MİR kullanımının yanında, açılı uygulamalar ve farklı yiv yapılarına sahip mini implantlar da denenebilir (107, 108).

Mini implantlara kuvvet uygulamak için beklemenin gerekmediği ve tedavi sonunda kolayca uzaklaştırabildiği belirtilmiştir (89, 109, 110). Liou ve ark. 16 hasta ile yaptıkları bir çalışmada; mini implantların ortodontik kuvvetler karşısında tamamen stabil kalmadıklarını, baş kısımlarından 0,5-1,5 mm kadar uzama ve devrilmeye maruz kaldıklarını, vital dokulardan (damar, sinir, kanal vb.) uzağa dişsiz bölgeye yerleştirilmesi gerektiğini, kökler arasına yerleştirilmesi durumunda da kökten 2 mm uzakta yerleştirilmesinin güvenli olacağı sonucuna varmıştır (110). Ayrıca kökler arası mesafe ve kortikal kemik kalınlığı açısından en uygun olan alanın birinci molarların meziali veya distali olduğunu, en uygun mini implantın da 1,5 mm çapında 6-8 mm boyunda olduğunu belirtilmiştir (111).

Ortodontide istenen diş hareketlerine göre uygulanan kuvvetler 0,3-4 Newton arasında değişmektedir (112). Translasyon hareketi için 70-200 gr (113), intrüzyon için ise 150 gr (93) kuvvet gereklidir. Mini implantlar uzun eksenine dik olarak uygulanan kuvvetlere karşı (388,3 gr) dayanıklı iken, dik olmayan kuvvetlere (rotasyon, tipping vb.) karşı çok fazla dayanıklı değillerdir (98).

Başarılı mini implant uygulaması için, 1,6 mm çapındaki mini implanta uygulanması gereken tork değeri 5-10 Newton olmalıdır (94). 10 Newtonu aşan tork değerinde daha fazla implant kaybı (94), implant kırıkları (114) ve mikro hasarlı kemik kompresyonları (115) görülmektedir. Bu sonuçlar, daha fazla tork uygulanması gereken alt çenede implant kayıplarını açıklayabilir (94, 114, 116).

Mini implantın kortikal kemiğe yerleştirilme açısının stabiliteyi etkilediği ve 60-70 derecelik açının maksimum stabiliteyi sağladığı rapor edilmiştir (117). Alt çene için ideal uygulama açısı dişlerin uzun ekseni ile 10-20 derece iken; üst çenede dişlerin uzun ekseni ile 30-40 derecedir (102, 118, 119). İdeal açıyı sağlamak ve anatomik sınırlardan kaçınmak için cerrahi splint kullanımının en güvenli metod olduğu rapor edilmiştir (120-123).

Mini-implantın yerleştirilmesinde Bae ve ark. (120) rehber tel ve x-ray metodunu, Maino ve ark. (121) paralel teknik ile birden fazla radyografi alarak rezin rehber ve x-ray metodunu uygulamışlardır. Morea ve ark. ise protetik implantların splintine benzer bir splint hazırlayarak uygulama yapmıştır (122). Yaygınlaşan üç

boyutlu görüntüleme teknikleri ile mini-implant splintleri de kullanılmaya başlanmıştır.

Mini implantın stabilitesini arttırmaya yönelik değiştirilen yüzey karakteristiklerinin (kumlanmış, yüzeyi asitlenmiş, SLA uygulanmış) erken yükleme protokolünde implant başarısını etkilemediği, 6-8 haftalık bekleme periodunda daha başarılı sonuçlar alınmasının muhtemel olduğu bildirilmiştir (124). Garfinkle ve ark. başarı ile klinik öğrenmenin arasında bir eğri olduğunu, zamanla başarının arttığını belirtmektedir (125).

2.3. Ortodontide İskeletsel Ankraj

Konvansiyonel ankraj apareyleri diş destekli olması veya hasta kooperasyonuna bağımlı olmaları nedeniyle kritik ankraj vakalarında yetersiz kalmaktadır. Roberts ve ark. iskeletsel ankrajın önemini farkederek, endosseous implantların iskeletsel kemik ankrajı elde etmek için gelecek vaadeden bir seçenek olabileceğini belirtmiştir (126).

Creekmore ve Eklund 1983 yılında ilk defa iskeletsel yapıdan destek almak amacıyla mini-vida kullanımını tanıtmıştır (127). Ludwig ve ark. ise ortodontide kullanılan iskeletsel ankrajı 5 maddede sınıflandırmıştır; **a.**kemik ligatürü veya ankiloze diş gibi özellikli tip ankraj **b.**geleneksel protetik implantlar **c.**ortodontik palatal implantlar **d.**mini-vidalar **e.**mini-plaklar (128). Klinik uygulamalarda ise mini-vida ve mini-plaklara ağırlık verilmektedir (129).

Mini İmplantlar

Mini implantlar 1,2-2,2 mm çapında ve 5-15 mm uzunluğunda transmukozal olarak yerleştirilen titanyum veya titanyum alaşımından yapılmışlardır (130). Avantajları; ortodontistler tarafından kolayca yerleştirilmeleri ve küçük boyutta olmalarıdır. Dezavantajları ise; kayıp oranlarının yüksek olması, yerleştirilmeleri esnasında kırılmaları, diş köklerinin zarar görme riski, diş hareket yönü ve pozisyonlarının kısıtlanmalarıdır (131).

Mini Plaklar

Jenner ve Fitzpatrik 1985 yılında mini vidaların dezavantajlarını giderebilmek amacıyla, maxillofacial cerrahide kullanılmakta olan osteosentez plaklarını modifiye ederek, ortodontik ankraj amacıyla kullanılmaya başlamıştır (132). 1999 yılında ise kritik ankraj apareyi olarak kullanılmak üzere saf titanyum miniplak ve fiksasyon vidalarından oluşan ilk iskeletsel ankraj sistemi tanıtılmıştır (129, 133).

Ortodontik mini-plaklar grade 2 titanyumdan (Astm F-65,ISO 5832-2) imal edilirken; baş, kol ve gövde olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Baş kısmı, ortodontik kuvvetin uygulandığı ataşmandır. Kol kısmı diğer iki parçayı birleştiren transmukozal parçadır. Kullanım amacına göre kısa (10,5 mm), orta (13,5 mm) ve uzun (16,5 mm) farklı boyutlarda üretilmektedir. Gövde kısmı, yerleştirilecek anatomik bölgeye göre çeşitli konfigürasyona sahip (I, Y, T ve L) olmakla beraber, cerrahi operasyon sırasında pens veya el ile bükülerek uyumlandırabilmektedir. Fiksasyon vidaları ise, 2 mm çapında 5-7 mm uzunluğunda grade 5 titanyumdan (TiAl6V4, Astm F-136, ISO 5832-3) imal edilen, plağı monokortikal olarak kemiğe fikse eden vidalardır.(134)

2.3.1.Ortodontik Mini-İmplantlarda Ankraj

Mini vidalar ankraj ünitesi olarak kullanılırken, kuvvet iki şekilde uygulanmaktadır.

a.direkt ankraj: ortodontik kuvvet direkt olarak mini implanta uygulanır. Kuvvet çizgisi, okluzal düzlem ile bir açı yapar ve sürekli bir intrüzyon kuvveti uygular. Mini-implanta ve çevresindeki kemik üzerinde yük miktarı fazladır. Dişlere kuvvet uygulamadan ortopedik (mini implant destekli reverse headgear vb.) etkiler elde etmek için kullanılabilirler.

b.indirekt ankraj; ortodontik kuvvet, mini implant ile güçlendirilmiş diş veya diş grubuna uygulanmaktadır. Kuvvetler genelde okluzal düzlem seviyesinde olmaktadır. Straight-wire ve diğer tüm konvansiyonel kuvvetler ile kombine edilebilir. Destek diş sayısı arttıkça, kemik üzerindeki yük de azalmaktadır. Yüksek

ortodontik kuvvetler uygulanacak ise mini vida kaybetme riskini azaltmak için, destek dişlere rijit bağlanması tavsiye edilmektedir. (135)

2.3.1.1. Sagittal Yönde Mini İmplant Ankrajı

Distalizasyon

Mini-implantlardan destek alınarak diş kavsinde önce molarlar sonra premolarlar ve sonrasında diğer dişler distalize edilebileceği gibi tüm diş kavsini de distalize etmek mümkündür. Dişlerin kökleri ile mini-implantın temasını engellemek için kökler arasına dik bir şekilde yerleştirilmelidir (136).

Üst çenedeki molar distalizasyonunda ikinci molar varlığında önce ikinci molarların distalizasyonları veya her iki moların en-masse hareketi gereklidir**.** Maxillada iskeletsel ankraj uygulama yerleri; bukkal kortikal ve palatinadır. Molar bölgede bukkokortikalden destek alınacaksa, indirekt uygulama tercih edilir. Mini-implantların, diş hareketi meydana geldikçe çıkarılıp yeniden yerleştirilmesi dezavantajlarıdır (137).

Palatinalden destek alınacak ise direkt ankraj uygulaması, molarların paralel hareketine izin verdiği için tercih edilir. Palatinal implantın diş kökleri arası seviyesinde veya midpalatinalde kullanılması mümkündür. Midpalatal uygulamanın diş hareketi sırasında diş köklerinden uzak olması ve 15 yaş altındaki hastalarda bile iyi bir stabiliteye sahip olması avantajlarındandır (138).

Alt çenede ise molar distalizasyonu amacıyla mini-implantın retromolar bölgeye yerleştirilmesi, yumuşak doku enfeksiyonu nedeniyle tercih edilmez. Bu nedenle daha anterior konumlandırma veya mini-plak uygulaması denenebilir (139, 140).

Dikkat edilecek hususlardan biri, keser braketlerin daha sonradan yerleştirileceği segmental mekaniklerin kullanılacağı kesici çapraşıklığı vakalarında, bukkal kortikalden destek alan mini-implantların kuvvet kolu daha bukkalden geçeceği için, premolar bölgesinde istenmeyen ekspansiyon meydana gelebilmesidir. Bunu önlemek için, premolarlar arasında palatal bar kullanılması ya da indirekt ankraj uygulaması düşünülebilir (141, 142).

Anterior Retraksiyon

Anterior dişlerin retraksiyonunda mekanik dizayn çok önemlidir; anterior tork kontrolü, kanin aksının kontrolü ve anterior dişlerin verikal kontrolü dikkate alınmalıdır. Aşırı retraksiyon hasta profilini kötüleştirirken, yetersiz retraksiyon ise ankraj kaybına sebep olur (149, 150, 151). Mini-implant ankrajı, her türlü diş hareketini mümkün kılmaktadır. Ancak biyolojik limitler içinde kalmak gerekir. Diş hareketi miktarı arttıkça, kök rezorbsiyonu ve alveoler kemik kaybı riski de artmaktadır (143, 144).

Anterior retraksiyonda bukkal kortikalden direkt ankraj kullanıldığı zaman, kuvvet yönü oklüzal düzlemin üstünden gelirken intrüziv kuvvet vektörü oluşmaktadır. Sağda ve solda yerleştirilen mini vidaların vertikal olarak farklı seviyede intrüzyon kuvveti uygulamaları -iatrojenik olarak- kant oluşmasına neden olabilmektedir. Kuvvetin uygulandığı çengelin daha anteriora kaydırılması durumunda intrüzyon etkisi artarken, çengelin uzunluğunu arttırarak uygulama noktası daha yukarı kaydırılarak daha gövdesel paralel hareket elde edilebilir. Anterior dişlerin retraksiyonunda ark telinin molar tüplerden kaymaması nedeniyle, molar dişerin spontan distalizasyonu da mümkündür. Bu durumda yapılacak işlem, posterior ark telinin inceltilip yuvarlatılması ya da diş gruplarında karşılıklı ankraj alınarak boşlukların kapatılması olmalıdır (145).

Anterior retraksiyon miktarı arttıkça, ark formuna özen göstermek gerekmektedir. Ark formunu korumak için özellikle kaninin tork ve aksının kontrolü gereklidir. Kaninlerin linguale ve distale devrilmesi ile ark V formunu alırken kaninler-arası mesafe azalır. Ayrıca distale devrilen kaninler, anterior dişlerin torkunu ve vertikal pozisyonunu da değiştirir. Okluzal düzlemin saat yönünde rotasyonu, posterior dişlerin intrüzyonu veya premolar bölgesinde ark telinde ‘bowing’ oluşmasına neden olabilir (bowing effect). Bunu önlemek için 0,022 inç slot kullanıldığında, 0.017×0,025 inç ve daha kalın ark telleri kullanılmalı, aşırı retraksiyon kuvvetinden kaçınmalı ve ark telinin keser dişler bölgesine pozitif kök torku bükülmelidir (141).

Mezializasyon

Çekim boşluklarının mezializasyonla kapatılması, hekimin tercihine göre, direkt ya da indirekt olarak yapılabilir. Molarların öne alınmasında çekim boşluğunun alveoler kemik kaybı ve hastanın diş yaşı (kök formasyonunun tamamlanıp tamamlanmaması) tedavi başarısını etkiler (141, 142, 146). Dişsiz alanlara yapılan hareketlerde ataşman kaybı görülebilmektedir. Genç hastalar dışındaki hastalarda, mezializasyona aynı zamanda fizyolojik diş sürmesi de eşlik etmiyorsa, ataşman kaybı bakımından dikkatli olunmalıdır (147, 148, 149).

Kamuflaj tedavisi gören Class 3 hastalarında molarların en masse protraksiyonu veya dekompanzasyon yapılan cerrahi hastalarında tüm dental arkın protraksiyonu mini-implant sayesinde mümkündür. Ayrıca erken dönemde mini – implantlar ile intermaksiller düzeltmeler yapılabilir. Fakat implantlara yüksek kuvvetler geleceği düşünülerek Mini-İmplant-Ring (MİR) uygulanmalıdır. Protraksiyon sırasında alveoler kemik kaybı, dişeti çekilmesi ve dehissens oluşumu riskine karşı önlem almalıdır (147, 148, 149).

Ark formunu korumak için mezialize edilen molarların birinci düzenlerinin kontrol altında tutulması gerekir. Mezial rotasyonun önlenmesi için toe-in verilmesi, transpalatal/lingual ark kullanılması önerilir. İkinci düzende ise, gingivalden uygulanan kuvvetler, molarlarda mezial tippinge neden olabilir. Bunu önlemek için (özellikle alt çenede) kuvvet kolunu daha gingivale almak, kompanse edici spee bükümü veya kalın tel uygulaması önerilir. Ayrıca yan etkileri azaltmak için, kuvvetin daimi birinci molarlardan verilmesi de avantajlıdır (142, 150).

Molar Aksın Kontrolü

Bozulmuş olan molar aksını düzeltmek için en sık tercih edilecek seçenekler; retromolar bölgeye yerleştirilen mini-implanttan direkt ankraj alarak distale kuvvet uygulamak veya anterior bölgeye yerleştirilmiş mini implanttan indirekt ankraj almak olabilir. Fakat dikkat edilecek husus, uprighting springler ile moların ekstrüze olmasını engellemektir.

2.3.1.2. Vertikal Yönde Mini İmplant Ankrajı

İntrüzyon

Mini-implant ankrajı sayesinde saf intrüziv hareketler elde edilebilmektedir. Maksiller molarların intrüzyonunda, indirekt ankrajdan ziyade direkt ankraj-özelikle palatal bölgeye yerleştirilen mini-implantlar- tercih edilmektedir. Maksiler molarlara palatinalden veya bukkalden kuvvet uygulamak, kuronun devrilmesiyle sonuçlanır. Bunu engellemenin yolları; transpalatal ark kullanmak, Hyrax tipi genişletme apareyi kullanmak (özellikle açık simante edilirse arkı daraltmak dahi mümkündür) veya diğer tarafa da mini-implant yerleştirmektir (151).

Ekstrüze olmuş alt keserlerin *direkt ankraj* ile intrüzyonu basit gibi görünse de komplikasyon riski yüksektir. Kontrolsüz devrilebilen alt keserlerin alveol kretleri bukkolingual olarak dar ise bukkal kret rezorbsiyonu ile kronların ileri hareketi ve kökün lingual kemiğe teması sonucu kök rezorbsiyonu meydana gelebilir. Ayrıca kökler arasına yerleştirilen mini implant, yumuşak doku altında kalabilir (146). *Continous (devamlı) ark* üzerinde planlanan intrüzyon vakalarında, alt kaninlerin aksı çok önemlidir. Alt kaninlerin devrik olduğu durumlarda, kaninin mezialinden kuvvet uygulamak avantajlıdır. Böylece, alt kaninlerin ekstrüze olmasının da önüne geçilmiş olmaktadır. Seviyelenme sağlandıktan sonra, alt kaninlerin ikinci düzen bükümleri kontrol edilmelidir (57). *Segmental (parçalı) ark* mekaniği ile yapılacak intrüzyonda ise intrüzyon arkının oluşturacağı tip back momenti ile posterior dişlerin uzaması mümkündür. Bunu önlemek için, posterior segment mini implant ile fikse edilerek indirekt ankraj oluşturulmalıdır (57).

Ekstrüzyon

Eksrtüzyon genellikle açık kapanış vakalarında anterior dişleri posterior oklüzal düzleme yaklaştırmak amacıyla yapılır. İntrüzyondan daha kolay elde edilebildiği halde periodontal yumuşak dokuların gerilimi meydana geldiği için, özellikle yetişkin hastalarda nüks riski fazladır ve uzun süreli retansiyon gerektirir. Retansiyon döneminde fonksiyonel problemlerin ortadan kaldırılması ve/veya alışkanlık kırıcıların (habit breaker) 1 yıl kadar kullanılması gerekebilir.

Maksiler molarların ekstrüzyonunda, palatal bölgeye yerleştirilen mini-implantlar ile tek/çift taraflı ekstrüzyon mümkündür. Hasta kooperasyonu iyiyse, implantlardan direkt veya indirekt ankraj alınarak intermaksiller elastikler kullanılabilir. Elastiğin yönü, tork kontrolü sağlanacak şekilde ayarlanabilir. *Kantilever (ekstrüzyon arkı)* kullanımı hem ankraj kontrolü hem de kuvvet uygulama noktasının değiştirilebilmesi nedeniyle biyomekanik olarak iyi bir alternatiftir. Continous (devamlı) ark ile seviyeleme ile kesicilerin ekstrüzyonu için basit bir yöntem gibi görünse de; keserlerde kontrolsüz devrilme, anterior torkta azalma, kesici kök uçlarının istenmeyen ileri hareketi ve kaninlerde intrüziv kuvvet oluşabilir. *Yardımcı itici mekanikler*; keserlerin ekstrüzyonunda kuvvet kontrolü sağlarken, biyomekanik açıdan verimli bir sistem oluşturur. Bu sistem tek bir dişin ya da diş grubunun ekstrüzyonunda da etkilidir (152).

2.3.1.3. Transversal Yönde Mini İmplant Ankrajı

Ekspansiyon

Mini-implant kullanımı ile asimetrik transversal genişletme mümkün olmaktadır. Direkt ankraj uygulaması intrüziv vektör de oluşturmaktadır. Eğer intrüziv kuvvet istenmiyorsa indirekt ankraj alınabilir fakat indirekt ankraj her zaman mutlak (kesin) ankraj elde edilmesi demek değildir. Transversal genişletmenin bir takım riskleri de vardır; molarların alveol kreti dışına hareketi ile dehissens ve dişeti çekilme riski vardır. Travmatik oklüzyon varlığında ise, tedavi ilerledikçe oklüzal ayarlamalar yapmak gerekir (153).

Dental Orta Hat Düzeltimi

Kesici dişlerin gövdesel hareketi ile dişsel orta hat düzeltilmesine geçmeden önce molar ve kaninlerin sınıf 1 ilişkiye getirilmesi ve doğru bir ark formunu elde edilmesi gerekir. Eğer intermaksiller elastikler ile orta hat düzeltilmesi düşünülüyorsa, oluşan vertikal kuvvet vektörünün oklüzal kanta neden olabileceğini göz önünde bulundurmak gerekir. Bunu önlemek için; rijit kalın köşeli tellerin kullanımı ve kuvvet uygulama noktasının gingivale taşınması gerekir (153, 154).

2.4. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi, eski Yunancada *tomo* (kesit) ve *graphy* (görüntü) kelimelerinden meydana gelmiştir. Buradan yola çıkarak *bilgisayar yardımıyla birleştirilen kesit görüntüleri* anlamına gelmektedir denebilir. Bilgisayarlı tomografi (BT) fikri, ilk defa Cormak tarafından 1963 yılında ortaya atılmış fakat 1972 yılında Hounsfield ve Ambrose adlı iki bilim adamı tarafından bilim dünyasına tanıtılmıştır (155).

Konvansiyonel X-ışını kullanarak kesit görüntüsü elde edebilen bu cihazlar, diğer X-ışını cihazlarından farklı olarak sabit bir tüp bulundurmak yerine, hasta etrafında dönebilen *gantry*'ye (X-ışını tüpünü ve dedektörleri tutan metal halka) sahiptirler. Dönebilen gantri'nin karşısına yerleştirilen dedektörler sayesinde, çeşitli kesitlerden görüntüler alabilmektedir (155).

Bilgisayarlı tomografi cihazları temel olarak *gantri*, *kabinetle*r ve *görüntü işleme ve operatör bilgisayarları* olmak üzere 3 adet ana yapıdan oluşmaktadırlar. Gantri; bir ucunda gelişmiş X-ışını tüpü diğer ucunda ise hassas dedektörler barındıran halka şeklinde geometriye sahip dönebilen bir yapıdır. Anatomik yapı etrafından belirli bir hızda dönerek kesit almayı sağlayan yapı budur. Dedektörlerden elde edilen verileri kabinet yardımıyla operatör bilgisayarlara iletirler. Kabinetler; gantry ve operatör bilgisayarları taşıyan, aralarında veri akışını ve bu yapılara güç kaynağı sağlayan ana yapılardır. Görüntü işlem ve operatör bilgisayarları ise; gantry'den gelen verileri işleyen ve görüntü elde eden 4 adet bilgisayardan oluşan merkezdir (155).

Bilgisayarlı tomografi cihazları, gelişiminin ilk aşamalarında çok da kullanışlı değildi. Tek bir kesitin elde edilmesi için 5 dakika gibi bir zamana gereksinim duyulurken, yüksek dozda radyosyana da maruz kalınmaktaydı. Bu zorluklar bilgisayarlı tomografinin kullanımını zorlaştırmıştır. İlk zamanlarda uzun süren çekimler sırasında meydana gelen solunum, peristaltizm vb. fizyolojik hareketler batın ve gögüs kafesi çekimlerini zorlaştırdığı için, sadece beyin kesitleri elde etmek için kullanılmıştır (155).

Klinik dezavantajlarının elimine edilmesi ve kullanımının artması için, bilgisayarlı tomografi 5 nesil geçirmiştir (155).

Birinci Nesil Bilgisayarlı Tomografiler (pencil beam);

İlk nesil cihazlar, kalem ışıması (pencil beam) adı verilen doğrusal (lineer) bir tarama işlemini içeriyordu. Sadece bir adet x-ışını tüpü ve bir adet dedektörden oluşmaktaydı. Çalışma prensibi ise çevirme-döndürme (translate-rotate) olduğu için, anatomik yapı doğrusal olarak tarandıktan sonra tüp, 10 derecelik bir dönüş yapmakta ve tekrar doğrusal taranmaktaydı. Bu işlem 180 dereceye kadar sürmekte ve tarama işleminin süresini uzamaktaydı.(155)

İkinci Nesil Bilgisayarlı Tomografiler (fan-beam);

Kısa sürede daha fazla alan tarayarak tarama süresini azaltmak için X-ışını hüzmesi, yelpaze ışıması (fan-beam) şeklinde genişletilmiş; dedektör sayısı da arttırılmıştır. İkinci nesil cihazlar da çevirme-döndürme (translate-rotate) prensibine dayanmaktadır (155).

Üçüncü Nesil Bilgisayarlı Tomografiler;

Çevirme-döndürme (translate-rotate) prensibine dayanan son nesil olan üçüncü nesil cihazlarda; x-ışını tüpü daha geniş yelpaze şeklinde ışıma yaparken, karşısında konveks bir dedektör vardır. Diğer iki nesilden farklı olarak, 360 derecelik tam bir dönüş ile birden fazla kesit de alabilmekteydi (155).

Dördüncü Nesil Bilgisayarlı Tomografiler;

Artık çalışma prensibi döndürme-sabit (rotate-stationary) olarak değişmiştir. Tek bir x-ışını tüpü anatomik yapı etrafında 360 derece dönüş yaparken dedektörler oyuk (gantry) etrafında sabitlenmiştir. Bu sayede kesit alma süresi 1-2 saniyeye kadar düşmüştür (155).

Beşinci Nesil Bilgisayarlı Tomografiler (ultrafast);

Son nesilde dedektör sistemi, bir önceki nesile benzer şekilde oyukların içine gömülmüş şekildedir. X-ışınının yerini ise yüksek güce sahip 4 adet tungsten hedef

anotlu elektron ışını almıştır. Son nesilde hareketli parçalar bulunmadığı ve elektron ışını kullanıldığı için bu nesil cihazlar *'ultrafast'* olarak adlandırılmıştır (155).

Bu nesil cihazlarda, düşük ve yüksek çözünürlükte görüntü almak mümkündür. Düşük çözünürlükte saniyede 16 adet kadar kesit almak mümkün iken; yüksek çözünürlükte 0.1 -0.4 saniyede bir kesit almak mümkündür (155).

2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Temeli

X-ışınları monokromatik demet halinde homojen ortamdan geçerken, doku tarafından emilerek (absorbsiyon) azalırlar. Yüksek emilim görülen anatomik dokularda (örneğin kemik) açık (aydınlık); düşük emilim gösteren ortamlarda koyu (karanlık) olarak (örn, hava) görüntü verirler (155).

Bilgisayarlı tomografiler, *'piksel'* adı verilen 2 boyutlu elemanlardan oluşmaktadır. '*Picture Elements'* kelimelerinin kısaltması olarak kullanılan bu birim, teknolojik gelişmelere göre 256×256, 512×512 veya 1024×1024 matris boyutuna sahip olabilirler. Kesit kalınlıkları halinde elde edilen piksellere *'Voksel'* adı verilir. Kesitin kalınlığı da söz konusu olduğu için 3 boyutlu eleman anlamına gelen *'Volume element'* kelimelerinin kısaltılmışıdır (155).

Vokselin birim hacminde organizmayı geçen x-ışını foton sayısını gösteren sayısal değerine *'Hounsfield Unit'* adı verilir. Bu değer -1000 ile +1000 değerler arasındadır. '0' değeri suyu temsil ederken; negatif değerleri hava ve yağ dokusu vb. dokuları; pozitif değerleri ise kan ve kemik yapıları temsil etmektedir (155).

Bilgisayarlı tomografinin kesitini oluşturan görüntünün alanına *görüntüleme alanı-FOV(Field of View)* denir. Görüntüleme alanı büyüdükçe, birim başına düşen piksellerin boyutları artacağı için çözünürlük (geometrik çözümlemesi) azalacaktır. Bu nedenle, detaylı taramaların düşünüldüğü çalışmalarda, görüntüleme alanının geniş tutulmaması gerekmektedir (155).

İncelenecek anatomik bölgenin çözünürlüğünü arttırmak için, gri ton başına düşen doku yoğunluğunun (absorpsiyon farklılığı) değiştirilmesine *'pencereleme'* denmektedir. Bilgisayarlı tomografilerde her bir kesit, -1000 ile +1000 Hounsfield

birimi arasında işlenmektedir. Pencere genişliğini daraldıkça gri ton başına düşen doku ayrıntıları ve görüntünün çözünürlüğü artmaktadır (155).

Bilgisayarlı tomografi kesitlerinin sayısal olarak işlenmesi, kesitler üstünde ölçümlerin yapılmasını olanaklı kılar. Bu çalışmada, kemik dokularındaki sıklık (densite) Hounsfield birimi cinsinden ölçülmesi düşünülmektedir. Sıklık (densite) ölçüm alanları ya boyutları ayarlanabilir dörtgenlerle ya da yuvarlak-oval şekildeki işaretleyiciler (cursor) ile belirlenmektedir (155).

Bilgisayar programları, ilgili alandaki toplam Hounsfield birimi değerlerinin toplamını, piksel sayısına bölerek ortalama bir değer vermektedir. Gerçeğe en yakın değerlendirme için işaretlenen anatomik bölgenin homojen ve gerektiğinden daha büyük olmaması büyük önem taşımaktadır (155).

Bilgisayarlı tomografi cihazları, aksiyal (x ekseni) yönde kesitler alsalar da, özel olarak geliştirilen algoritmalar sayesinde koronal (y ekseni) ve sagittal (z ekseni) kesitlerinde de inceleme yapmak mümkündür. Elde edilen kesitlerin, istenilen başka bir düzlemde yeniden oluşturulması işlemine *reformasyon* veya *rekonstrüksiyon* denmektedir. Bilgisayar programı ne kadar iyi yapılırsa yapılsın, oluşturulan düzlemler doğrudan elde edilen kesitler kadar iyi çözünürlük verememektedir, çünkü rekonstrükte edilen (yeniden yapılandırılan) görüntülerin çözünürlüğü, doğrudan elde edilmiş olan kesitlerin kalınlığına ve kesitler arası boşluklara bağlıdır. Diğer düzlemlerde yüksek çözünürlük elde etmek için; kesit kalınlıklarının birbirine eşit, kesitlerin mümkün olduğunca ince, kesitler arası aralıkların dar ya da aralıksız olması gerekmektedir (155).

Ne kadar ideal olursa olsun, oluşturulan düzlemlerdeki çözünürlük, doğrudan elde edilmiş çözünürlükten daha yüksek olamamaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda doğrudan elde edilen aksiyal (x-ekseni) eksen üzerinde ölçüm yapılmıştır.

Bilgisayarlı tomografi kesitlerinde işlem yapmak için geliştirilen yeni programlarda, ileri algoritmalar kullanılarak mevcut görüntüler üzerinden 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar elde edilebilmektedir. Buna bir örnek olarak, yüzey rekonstüksiyonu (surface reconstruction) uygulamasında, aksiyal kesitler üst üste yerleştirildikten sonra, belirli sınırlar içinde bir HU değeri (threshold değeri)

belirlenmekte ve bu değerler arasındaki anatomik yapılar 3 boyutlu olarak yapılandırılmaktadır.

2.4.2. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Görüntüleme Yöntemlerine Göre Üstünlükleri ve Eksiklikleri

Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi, özellikle tıp alanında yaygın kullanıma sahip bir görüntüleme yöntemidir. Tıpta kullanılan diğer görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak yumuşak ve sert dokuları beraber görüntüleyebilmektedir. Bu nedenle maksillofasiyal cerrahide, kbb, ortopedi ve onkoloji gibi alanlarda kullanımı oldukça sıktır. Maksillofasiyal alanda kafa içi kanamaların acil olarak görüntülenmesinde, orta kulak içindeki kemikçiklerinin incelenmesinde, kraniyal sinüslerin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Ortopedide omurganın hem kemik hem de disk vb. dokularını görüntüleyebildiği için, fıtık teşhisinde kritik öneme sahiptir. Gögüs kafesi ve batın içindeki patolojik oluşumların sınırlarını ve yayılımlarının incelenebilmesi tıpta kullanımını arttırmıştır (155).

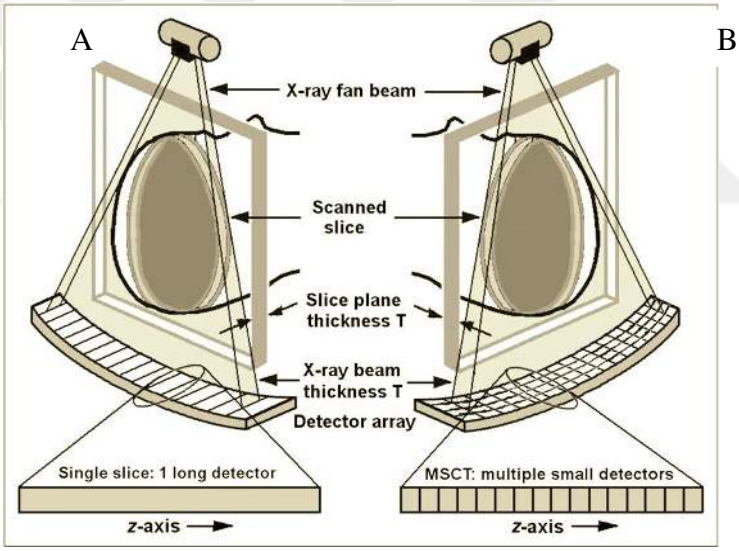
Bilgisayarlı tomografi, kesitsel görüntüyü X-ışını ile elde etmektedir. X-ışınının tüm avantaj ve dezavantajlarına sahiptir. İlk cihazlar uzun çekim süreleri ve yüksek dozlar gerektirirken, teknolojideki gelişimler ile bu sakıncalar azalmıştır, fakat X-ışını nedeniyle çekimlerin korumalı alanlarda yapılması gerekliliği devam etmektedir.

2.4.3. Bilgisayarlı Tomografi Çeşitleri

a. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi
b. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

2.5.3.1. Konvansiyonel Bilgisayarlı Tomografi

Konvansiyonel tomografi cihazları, yelpaze ışıması (fan beam) şeklinde tek veya çok kesitli görüntü alma yeteneğine sahip cihazlardır. Bu cihazların tek veya çok kesit almaları, dedektör tasarımlarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Tek kesitli bilgisayarlı tomografi cihazlarında, z aksı boyunca uzunlamasına yerleşmiş tek parçalı bir dedektör kullanılmaktadır. Çok kesitli tomografi cihazları ise z aksı boyunca birkaç sıra halinde dizilmiş küçük dedektörlerden oluşmaktadır. Aslında 'çok kesitli' terimi evrensel bir tanımlama değildir, 'çok sıralı' veya 'çok dedektörlü' terimleri de kullanılmaktadır (156).



Şekil 1. **A.** Tek kesitli bilgisayarlı tomografi **B**. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi

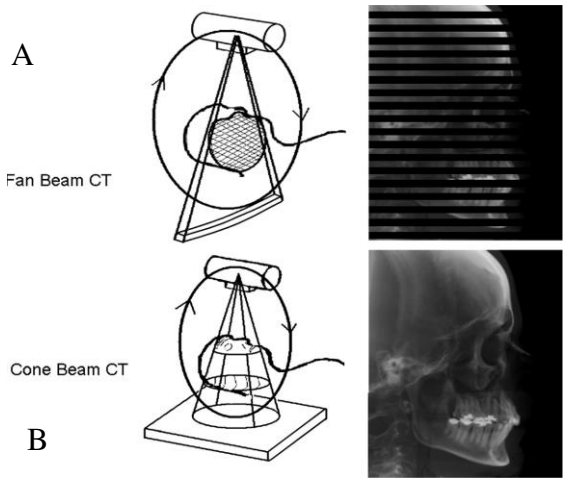
Yelpaze ışıması (fan beam) yapan cihazlarda görüntülerin ayrı kesitler halinde elde edilmeleri, doğru değerlendirme için düzgün dizilmelerini gerektirmektedir (156).

Şekil 2. Bilgisayarlı tomografi görüntüsü

2.4.3.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografiler, ilk defa 1982 yılında Mayo Clinic tarafından anjiografi teşhisi amacıyla kullanılmıştır (157).

Konik ışınlı tomografiler ise adlarını ışıma şekillerinden almışlardır. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografilerde yelpaze tipi ışıma (fan-beam) kullanılırken, konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde konik tip ışıma (conic-beam) kullanılmaktadır (157).



Şekil 3. A.Konvansiyonel (Fan-beam) ve B. KIBT (Cone-Beam) çalışma prensibi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide görüntüler, X-ışını ve dedektörü taşıyan gantrinin (bu yapıları taşıyan dairesel metal iskelet) sabitlenen baş etrafında 360 derece tam tur dönmesi ile elde edilirler. Bu sayede kraniyofasial alan çok kısa zamanda taranabilmektedir. Bu tam dönüş sayesinde, belirli aralıklarda izdüşümler elde edilir. Bilgisayar programlarındaki algoritmalar sayesinde bu izdüşümleri, aksiyel sagittal ve koronal düzlemlerden reformasyon (rekonstrüksiyon) oluşturmak için kullanılabilirler (157, 158, 159).

Konik ışınlı yaklaşım, yelpaze şeklinde ışımanın birçok dezavantajını gidermiştir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazları, gantri'nin tek bir dönüşünde tüm çekim alanının taranmasına imkan veren 2 boyutlu dikdörtgen veya yuvarlak dedektör kullanmaktadırlar. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografiden doğal olarak daha hızlı ve daha ekonomik görüntüler elde edilebilmektedir. Konik ışımayla elde edilen hacimsel görüntüler izotropik olduğu için, üzerinde yapılan ölçümler her boyutta daha kesin olmaktadır (157).

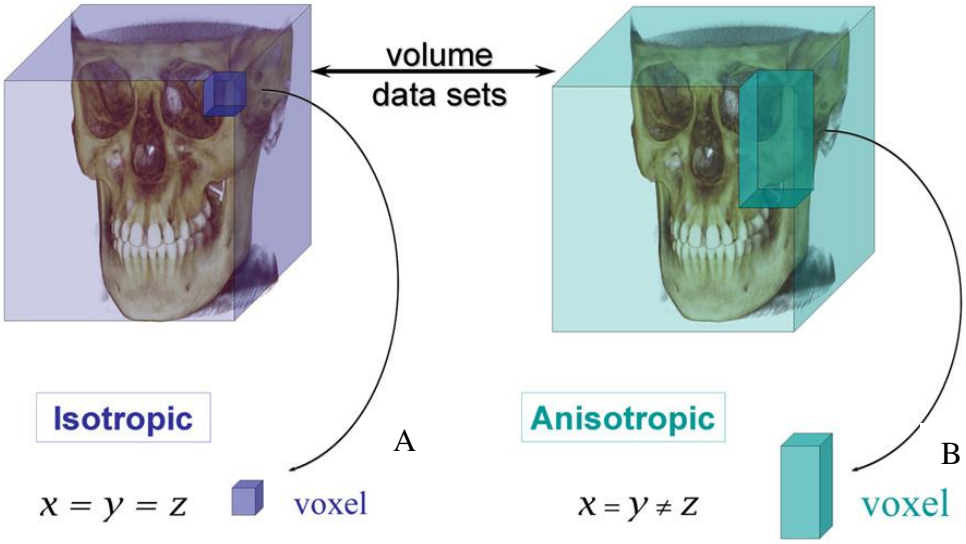
Şekil 4. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüsü

2.4.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Konvansiyonel Tomografiye Göre Üstünlükleri

KIBT'nin klinik uygulamaları, konvansiyonel BT'lere göre birçok avantaja sahiptir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografiler, yüksek kontrasta sahip oldukları için, kemik ve diş gibi kalsifiye dokuların değerlendirilmesinde çok uygundur. KIBT cihazları, tüm kraniofasial bölgeyi 10 saniyenin altında tarayabilirken, konvaniyonel BT'ler bunun birkaç katı sürede tarayabilirler. KIBT' nin daha kısa sürede tarama gerçekleştirmesi, hem hastanın hareketinden kaynaklı artefaktları hem de hastanın aldığı radyasyon dozunu azaltmaktadır. Ayrıca her hastaya optimum dozda radyasyon verilmesi yanında tüm kraniofasial yapılar olduğu gibi kısıtlı anatomik bölgelerin de (örn. gömülü diş varlığında) görüntülenmesine olanak sağlarlar. Bu özellikleri KIBT cihazlarını genel diş hekimliği ve ortodonti için vazgeçilmez kılmıştır (157).

KIBT'de voksel boyutları izotropik iken, konvansiyonel BT'de voksel boyutları anizotropiktir. Voksel boyutlarını belirleyen lateral kesitlerin (transvers yöndeki) kalınlıklarıdır. Konik ışın prensibinde dedektörler 2 boyutludur ve bu sayede koronal ve aksiyel kesitlerin kalınlıkları birbirine eşittir. Yelpaze ışıma (fan-beam) prensibine sahip konvansiyonel BT'lerde ise lateral kesitlerin kalınlıklarını gantrinin dönüşü belirlemektedir. Bu nedenle de koronal ve aksiyel kesit kalınları farklı olmaktadır.

KIBT cihazlarında, konvansiyanel BT'lerden farklı olarak, 0.07-0.025 mm izotropik voksel büyüklüklerine sahiptir. Bu özellik, özellikle ortodontide ankiloz teşhisi koymak için izlenen periodontal ligamentin görülebilmesi için çok önemlidir (157).

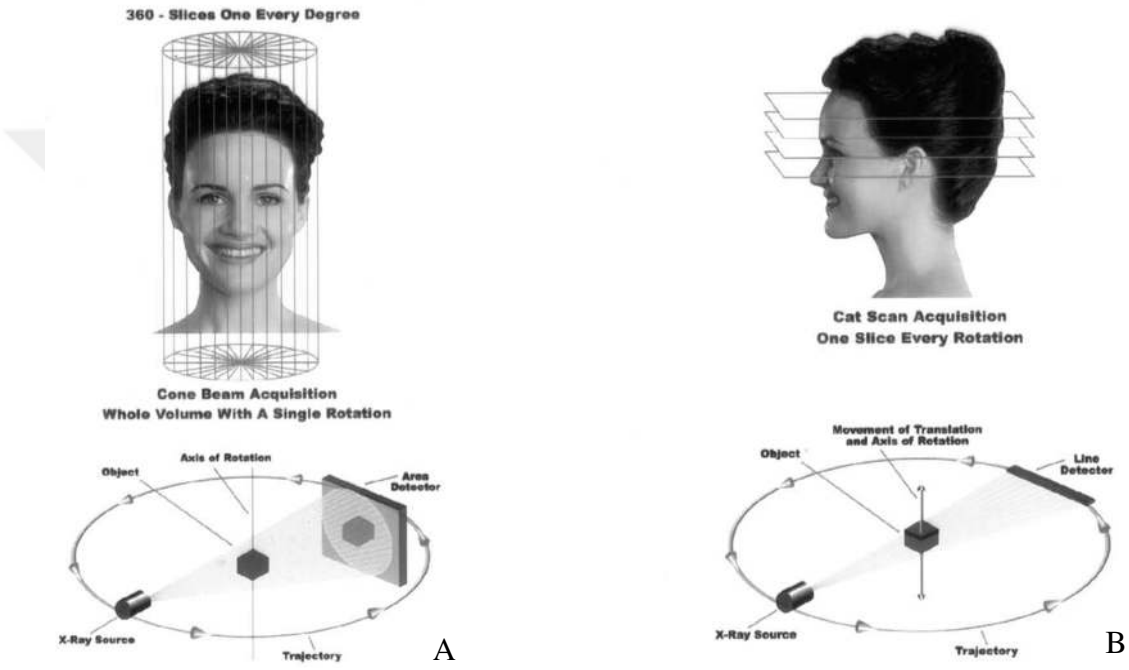


Şekil 5. A. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide izotropik voksel boyutu B. Bilgisayarlı tomografide anizotropik voksel boyutları

Konik ışınlı Bilgisayarlı tomografiden elde edilen görüntülerin voksel büyüklükleri 0,09-0,4mm aralığında ve homojen boyutlarda olduğu için, kesitler arası mesafeler çok kısadır (159). Geliştirilen yazılımların algoritmaları sayesinde kesitler arasındaki bu aralıklar giderilerek daha doğru görüntüler elde edilmektedir. Yapılan çalışmalarda anatomik bölgeler büyütülebilmekte, anatomik noktalar daha hassas bir şekilde işaretlenebilmekte ve daha kesin ölçümler yapılabilmektedir (157). Mommaerts ve ark. yüz yüksekliği/genişliği oran indeksi ve antropolojik ölçümlerin güvenilirliğini araştırdıkları bir çalışmada, dijital pupillometre, antropometrik Tessier cetveli ve KIBT ölçümlerini karşılaştırmışlar; yumuşak doku ve sert dokuyu beraber gösteren KIBT ölçümünün daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (160). Ayrıca Estrela ve ark. karışık dişlenme dönemindeki 18 hastaya ait KIBT tomografi üzerinde henüz sürmemiş dişlerin doğrusal boyutlarını ölçmüş ve sürdükten sonraki ölçümleriyle karşılaştırmıştır. KIBT üzerinde yapılan ölçümün güvenilir olduğu sonucuna ulaşmıştır (161).

Panaromik radyograf gibi 3 boyutlu cisimlerden elde edilen 2 boyutlu radyografik görüntülerde orta hattan uzaklaştıkça distorsiyon, magnifikasyon ve projeksiyon artefaktları meydana gelmektedir. Bunun nedeni, gelen X-ışınlarının hafifçe negatif açılanmaya sahip olmasıdır. Radyolojik teşhis koyan hekimler, bu artefaktı hesaba katarak değerlendirme yaparlar. KIBT'de ise X ışını neredeyse

birbirlerine paralel olacak şekilde ortogonal olarak gelmektedir. Çünkü cisim sensöre yakındır ve çok az projeksiyon artefaktına neden olur. Buna ek olarak, bu etki bilgisayar programı tarafından düzeltilerek birebir ölçüm sağlanmış olur (162). Geliştirilen yeni programlar sayesinde, amalgam dolgu veya ortodontik apareyler gibi metal yapıların meydana getirdiği ışıma yansımaları, KIBT'lerde daha az gerçekleşmektedir (163).



Şekil 6. A. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografide kesit alma biçimi **B.** Konvansiyonel tomografide kesit alma biçimi

2.4.5. KIBT'de İki ve Üç Boyutlu Görüntünün Oluşması ve İşleme Teknikleri

1980'li yılların başında, Amerika Radyoloji akademisi ve Ulusal Elektrik Üreticileri birliği, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans ile elde edilen görüntülerin kodlarının standardize edilmesi için birlikte çalışmalar yürütmüştür. Bu başarılı birliktelik sonucu 1993 yılında DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine/ Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim) formatını oluşturulmuş ve benimsenmiştir (164).

DICOM formatı (.dcm), DICOMDIR dosyası ve aksiyal kesitlerin sıralı görüntüleri olmak üzere iki kısımdan meydana gelmektedir. DICOMDIR dosyası, hasta bilgilerini, elde edilen görüntülere ait bilgileri ve 3 boyutlu görüntünün aksiyal görüntüsüne karşılık gelen görüntü listesini içerir. Sonuç olarak, elde edilen aksiyal kesitlerin doğru sırada birleştirilmesi bize 3 boyutlu görüntüyü verecektir (165).

2.4.6. DICOM Formatındaki Görüntülerin Ortodontide Kullanımı

DICOM formatındaki görüntüleri işleyen birçok ticari yazılım mevcuttur. Ortodontide kullanıma özel olarak üretilmiş, yaygın kullanımda 3 adet program mevcuttur:

(1) Dolphin Imaging (Dolphin Imaging, Chatsworth, California)
(2) 3dMDVultus Software (3dMD, Atlanta, Ga) ve
(3) InVivoDental (Anatomage, San Jose, California).

DICOM formatı görüntüler ortodontide;

- KIBT üzerinde ölçüm yapabilmeyi
- 3 boyutlu görüntüden istenilen bölgeden 2 boyutlu görüntüler elde edebilmeyi
- Görüntüler üzerinde segmentasyon yapabilmeyi
- 3 boyutlu görüntülerim birbiri üzerine süperpoze edilebilmesini
- Hava yolu ölçümü, implant simülasyonu gibi sayısal analizler yapabilmeyi
- 3 boyutlu cerrahi tahminler yapabilmeyi sağlar (165).

KIBT'nin Avantajları

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografiler, sert ve yumuşak dokuların görüntülenebilmesi sayesinde, kraniyofasial bölgede vazgeçilmez bir tanı aracıdır. Daha önceki görüntüleme yöntemlerine göre çok belirgin avantajlara sahiptir.

Radyasyon Dozunun Azaltılması

'Sieverts (Sv)' ölçü birimi, etkili radyasyon doz miktarını belirlemek için Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP) tarafından kabul edilen birimdir (12). KIBT cihazlarından hastanın aldığı radyasyon dozu (patient effective exposure dose) 40-135 μSv arasındadır. Bu değer Paris-Tokyo arasında gidiş dönüş yolculuk yapan bir yolcunun aldığı radyasyon miktarı kadar olduğu belirtilmiştir (129 ± 10 μS v) (167).

Birçok araştırıcı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarının, konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye göre %51-96 oranında daha az olduğunu belirtmişlerdir (168-170).

Silva ve ark. 2008 yılında yaptığı bir çalışmada baş ve boyun bölgesindeki yumuşak ve sert dokuların KIBT, çok-kesitli Konvansiyonel BT ve panaromik radyografik çekimlerde maruz kaldıkları radyasyon dozunu incelemişlerdir. Araştırıcılar, ortodontik tedavilerde 3 boyutlu görüntülemeye gerek olmadıkça KIBT'nin rutin olarak kullanılmamasını, 3 boyutlu görüntüleme istendiği zaman ise KIBT'nin konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (171).

Birçok araştırmacı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin neden olduğu radyasyon dozunun çok-kesitli bilgisayarlı tomografiye göre önemli derecede az olduğunu (172, 173), konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye göre %40 daha az fakat panaromik radyograftan ise 3-7 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir (174, 175).

Grünheid ve ark. 2012 yılında iCAT tomografi cihazı ile konvasiyonel panaromik ve sefalometrik radyografi ile yaptıkları radyasyon dozu karşılaştırmalarında, konik ışınlı bilgisayarlı tomografide daha yüksek dozda radyasyona maruz kalındığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar konik ışınlı bilgisayarlı

tomografiyi teşhis ve tedavi için kullanacak olan hekimlerin, yüksek radyasyon düzeyini göz önünde bulundurmalarını tavsiye etmektedirler (176).

Görüntü Kalitesi

KIBT'de elde edilen görüntülerin çözünürlüğü ve detayları, cihazın sağladığı voksel büyüklüklerine bağlıdır. Voksel boyutları, konvansiyonel BT'den farklı olarak, cihazın dedektör bölgesindeki piksel boyutlarına ve kesit kalınlıklarına bağlıdır. Dedektör bölgesindeki piksel boyutları milimetrenin altında (0,09-0,4mm) boyutlardadır ve prensip olarak voksel boyutunu verir. KIBT'nin voksel boyutları, konvasiyonel BT'nin aksine 3 boyuttada eşit olup, izotropiktir (157, 159).

Hızlı Tarama

KIBT cihazları tek bir dönüşle tüm projeksiyonlardan görüntü elde ettiği halde, panaromik röntgen çekimi ile aynı sürede çekilir. Bilgisayar işleme süresi ise; görüntüleme alanına, elde edilen kesit sayısına, çözünürlüğe ve işleyen algoritmaya göre 1-20 dakika kadar sürebilmektedir (159).

Çekim süresini kısa sürmesi (10-90 sn) hasta konforu için istenilen bir özelliktir (4).

X Işının Sınırlanması

KIBT cihazından çıkan X-ışınlarının ilgili alana yönlendirilebilmesi, dokuların aldığı radyasyon dozunu azaltıcı etki yapabilmektedir. Bu nedenle, gömülü diş değerlendirmesi gibi kısıtlı alanların çekilebilmesi, KIBT lerin avantajlarındandır (159).

Üç Boyutlu Rekonstrüksiyon Özelliği

KIBT cihazlarından elde edilen kesit görüntülerin bilgisayar ortamında birleştirilmesi ile elde edilen 3 boyutlu görüntüler, birçok yardımcı yazılımla beraber kraniofasiyal anatomi hakkında paha biçilemez bilgiler vermektedir. Bu yardımcı yazılımlar ile istenilen dokular uzaklaştırılarak, ortodontik tedaviler için önemli olan saklı anatomiyi ortaya çıkarabilmektedir (177).

Multiplanar Düzlem Görüntüsü Elde Edebilme

Dikey olmayan düzlemlerde ve oblik oryantasyonlarda (oblik, panaromik ve cross-sectional kesitlerde) görüntüler elde edilmesi *Multiplanar Reformasyon (MPR)* olarak adlandırılır. KIBT ile izotropik hacimler elde edilebilmesi, gerçek voksel boyutları ile aynı uzaysal çözünürlükte multiplanar düzlem görüntülerinin elde edilebilmesini olanaklı kılar. Bu sayede, sagittal veya koronal düzlemde net olarak görülemeyen birkaç anatomik yapı, MPR sayesinde incelenebilir olmuştur (157, 178).

KIBT'in Dezavantajları

Birçok araştırmacı, KIBT kullanımı ile maruz kalınan radyasyon dozu ile klinik fayda arasında vicdanlı olunması gerektiğini belirtmektedirler (166, 167, 171, 172, 173, 174, 175, 176).

2.4.7. Ortodontide KIBT Kullanım Alanları

KIBT'nin ortodontide kullanılmaya başlanması, birçok ortodontik sorunun çözülmesini kolaylaştırmıştır.

Botticelli ve ark.'nın 2011 yılında gömülü maksiller kanin teşhisinde iki ve üç boyutlu görüntülemeler arasındaki farklılığı araştırdığı çalışmada, gömülü kaninlerin lokalizasyonunu ve arktaki boşluk miktarını daha kesin biçimde değerlendirdiği için KIBT'nin daha üstün olduğunu belirtmiştir (179).

Algerban ve ark. yine 2011 yılında yaptıkları bir diğer çalışmada, gömülü kaninlerin lokalizasyonu ve komşu maksiller kesicilerdeki gömülü kanin kaynaklı kök rezorpsiyonunu KIBT (3B) ve panaromik (2B) görüntüler üzerinde karşılaştırmış ve KIBT'nin hem gömülü kaninin lokalizasyonunda hem de komşu dişlerdeki kök rezorbsiyonunun teşhisinde daha hassas olduğunu belirtmiştir (180).

Algerban ve ark. 40 hasta üzerinde 2014 yılında yaptıkları başka bir çalışmada ise, geleneksel ortodontik kayıtlar (2B panaromik, sefalometrik kayıtlar ile alçı modeller) ile tek bir KIBT görüntüsünün gömülü kaninlerin tedavi planlamadaki

etkisini karşılaştırmışlar fakat iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (181).

Algerban ve ark. 2014 yılında KIBT'nin maksiller gömük kaninlerin teşhisinde tedaviye katkısını araştırdığı bir diğer çalışmada, KIBT'nin teşhis yeteneği sayesinde başarı oranının arttığını ve zor vakaların 2 boyutlu görüntülerle tedavi edilebilen daha kolay vakalar kadar kolay tedavi edilebildiğini belirtmişlerdir (182).

Waugh ise, KIBT'nin palatinal tarafta gömük kalan maksiller kaninlerin teşhisinde direkt objektif bir yöntem olduğunu savunmuştur (183).

Faringeal havayolu ölçümü, ortodonti kliniğinde rutin olarak lateral sefalografiler ile değerlendirilmektedir. Geleneksel radyografiler ile KIBT'den elde edilen 2 boyutlu görüntüler de benzer değerlendirmeler yapmaya neden olur. Fakat KIBT görüntülerindeki aksiyal kesitler, konvansiyonel radyografilere göre daha üstün havayolu değerlendirmeleri yapabilirler (184).

KIBT sayesinde servikal vertebraların değerlendirilmeleri güvenilir kesinlikte yapılabilmektedir. Bu nedenle hastaların kalan büyüme miktarları tutarlı bir şekilde tahmin edilebilmektedir (185).

Geleneksel sefalometrik radyografi, 3 boyutlu anatomik yapıların 2 boyutlu düzlemde tam olarak değerlendirilebilmesinde yetersiz kalmaktadır. Sonuç olarak anatomik yapıların süperpoze olmaları bu yapıların ayırt edilmesinde zorluk oluşturmaktadır. Bunun tam tersi olarak, KIBT ise aynı anatomik noktaları magnifikasyon ve kontrast sıkıntısı yaşamadan her üç düzlemde (sagittal, koronal ve transvers) de görüntüleyebilmektedir (186).

Van Vlijmen ve ark. KIBT'den elde edilen sefalometrik radyograf ile geleneksel radyograflarda yaptıkları tekrarlı ölçümleri karşılaştırmışlar ve KIBT'den elde edilen sefalometrik röntgenlerin daha başarılı oldukları sonucuna varmışlardır (187). Ludlow ve ark. ise multiplanar düzlem görüntülerinin, kondilon, gonion, orbita gibi çok sık süperpoze olan bilateral anatomik yapıların belirlenmesinde avantaj sağladıklarını belirtmişlerdir (188).

Honey ve ark, TME kompleksinden elde edilen panaromik radyografi ve lineer tomografik görüntüler ile KIBT görüntülerini arasında yaptıkları karşılaştırmada, kondiler morfoloji bozuklukları ve erozyonların teşhisinde KIBT görüntülerinin daha kesin ve daha üstün güvenilirlikte olduklarını belirtmiştir (189).

Hintze ve ark ise, bilateral eklem muayenesi için, her bir eklem için lateral ve frontal düzlemlerden ortalama 4 adet tomografi kesitinin alınması gerektiğini belirtmektedirler. Bu nedenle, KIBT'nin tam bir tur (360 derece) dönüş ile her iki eklemden de görüntü alabilmesi, daha az radyasyon dozu içermesi ve istenilen açılardan multiplanar görüntü elde edilebilmesi avantaj sağlamaktadır (190).

Dudak damak yarığı hastalarının operasyon öncesi ve tedavi amaçlı değerlendirilmesinde, KIBT oldukça yararlı bir yöntemdir. Elde edilen görüntülerin 3 boyutlu rekonstrükte edilebilmesi ve cerrahi öncesinde kemik defektinin net bir biçimde görülebilmesi ile kemik defektinin lokalizasyonunu, hacminin ölçümünü, defekt bölgesindeki süpernumere dişlerin ve defekte komşu bölgedeki daimi dişler ile alveoler kemik morfolojisinin değerlendirilebilmesini olanaklı kılar (191).

Albuquerque ve ark. hem alveoler ve palatal bölgedeki kemik defekti hacimlerinin hem de defekt bölgesinin rehabilite edilmesi için donör bölgeden alınacak kemik hacimlerinin değerlendirilmesinde, KIBT ile çok-kesitli BT'yi birbirine yakın bulmuşlardır (192).

Tedavi Planlamaları

Ortognatik cerrahi planlama amacıyla elde edilen KIBT görüntüleri, hekime hem yumuşak hem de sert dokunun beraber değerlendirme imkanı sunmaktadır. Ortognatik cerrahi planlamada, sert dokuların uzaydaki konumunu değiştirerek cerrahi amaçlı slintlerin oluşturulması ve anatomik olarak doğru boyutlarda greft oluşturmada faydalıdır (186).

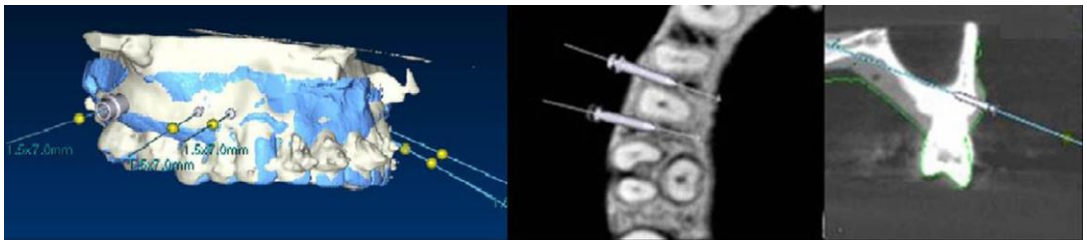
Schendel ve ark. yaptıkları çalışmada, ortognatik cerrahi planlamada hastanın görüntülerini de birleştirerek hastaya-özgü anatomik rekonstrüksiyon elde etmişler ve tedavi sonuçlarının memnun edici olduğunu belirtmişlerdir (193).

Hatcher ve ark. KIBT'nin implant cerrahisinde kullanıma uygun olduğunu (194), Valiyaparambil ve ark. KIBT'nin gri değerinin kemik yoğunluğu anlamına geldiğini ve muhtemel implant alanlarının tahmin edilmesinde yardımcı olabileceğini belirtmiştir (195).

Hamada ve ark, 13 DDY'li hastaya uyguladıkları on yedi alveoler greftleme çalışmasında, dental implantların yerleştirilmesinden önce ve yerleştirilmesinden sonra alveoler greftleme ile yarığa komşu dişlerin ortodontik tedavilerinin klinik değerlendirilmesinde oldukça uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (196).

3 boyutlu tarama, implantın yerleştirilmesi düşünülen bölgede kemik miktarının ve kalitesinin değerlendirilmesinde oldukça yararlıdır (197). Sadece tek bir tarama ile geçici ankraj aygıtının stabilitesini ve başarısını etkileyen faktörlerden çevre dokular hakkında bilgiler, köklerin yakınlığı, maksiller sinüs morfolojisi ve inferior alveoler kanalın görüntüsü elde edilebilir. Yüksek çözünürlüklü KIBT görüntülerinden elde edilen cerrahi rehberler ile geçici ankraj aygıtlarını bukkal açıdan hatasız yerleştirilmesi mümkündür (198).

Mini implant yerleştirilmesinde 3 boyutlu KIBT görüntülerinden elde edilen stereo lithographic cerrahi rehberler, 2 boyutlu cerrahi rehberlerden daha güvenilir bulunmuştur (199).



Şekil 7. Ortodontik mini-implantların dijital olarak planlanması

Cevidanes ve ark, büyüme-gelişme döneminde maksiller protraksiyon ile tedavi edilen klas 3 anomaliye sahip hastalarda, tedavi sonuçlarının KIBT taramaları ile değerlendirebilme olasılığını araştırmışlar ve 3 boyutlu çakıştırma ile büyüme ve tedavi sonuçlarının hem görsel hem de sayısal olarak değerlendirilebileceğini bulmuşlardır (200).

Garret ve ark ise rapid maksiller ekspansiyon tedavisi ile meydana gelen değişikliklerin KIBT ile değerlendirilebileceğini belirtmiştir. 3 boyutlu taramalar sayesinde çakışan anatomik yapıların çıkardığı zorlukların üstesinden gelinerek, iskeletsel ve dişsel değişiklikler daha doğru değerlendirilebilmektedir (201).

Ayrıca bazı araştırıcılar, yapılan çalışmaların daha kısa zamanda ve araştırıcıdan bağımsız bir şekilde yapılabilmesi için, çakıştırma yapılan anatomik noktaların standardize edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (202).

Almeida ve ark. mandibuler ilerletme cerrahisinde, ortognatik cerrahi sonrası mandibulayı örten yumuşak dokuyu değerlendirmek için KIBT'den elde edilen sanal yüz modellerini kullanmışlardır. Cerrahi öncesi ve sonrası değişiklikleri sayısal olarak değerlendirmek için kafa kaidelerini çakıştırmışlardır (203). Buna benzer vakalar ,diğer araştırmacılar tarafından da değerlendirilmiştir (204).

2.5. i-CAT Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazı

i-CAT tarayıcı, baş ve boyun bölgesinin taranması için kullanılan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve panaromik görüntüleme cihazıdır. Cihazın içeriğinde; tarayıcı**,** tarayıcı kontrol ünitesi, dokunmatik ekranı ve ofis kullanımına uygun klavyesi bulunmaktadır. Cihazın bünyesinde yüksek frekanslı, stabil potansiyelli ve sabit anot X-ray kaynağı bulunmaktadır (120 kVp, 3-8 mA). Ayrıca amorf 20cm×25 cm boyutlarında düz görüntü paneli ile sezyum iyodid çevirici tabakasını birleştirmektedir. Tarama alanı 17cm×13cm kadardır. Daha geniş tarama alanı ihtiyacı olduğunda, bu boyut 17cm×22cm'e çıkarılabilmektedir (205).

Ortodontide i-CAT kullanımının avantajları;

- i-CAT tomografi hastaya göre görüntü alanını (FOV) ayarlayarak, geniş veya sınırlı alanların görüntüsünü elde edebilir.
- Ortodontik amaçlı düşük dozda 4.8 sn çekim yaparak, önemli miktarda az radyasyon kullanarak detaylı bir 3 boyutlu görüntüleme elde etmektedir.
- Dişleri, kökleri, TME, havayolu ve sinüsleri görüntülerini magnifikasyon ve distorsiyon olmadan tam doğrulukta elde eder.

- Kök angulasyonlarını ve süpernumere dişlerin lokalizasyonlarını tam olarak göstererek, oral cerrahların keşif cerrahilerine gerek duyulmadan diş çekim işlemlerini kolaylaştırırlar.
- Geniş mini-implant arşivinden elde edilebilen veriler ile mini-implant yerleştirilmeleri simüle edilebilir.
- Kron, kök, gelişen ve gömük kalmış dişler ile alveoler kemiği derleyerek kolayca ve hızlı sanal çalışma modeli oluşturabilirler.
- Tüm 2 boyutlu sefalometrik analizlerin yerini alabilecek 3 boyutlu sefalometrik analizler yapılabilir (206).

Şekil 8. İ-Cat cihazında tomografinin çekimi ve elde edilen görüntü

2.6. MIMICS Programı

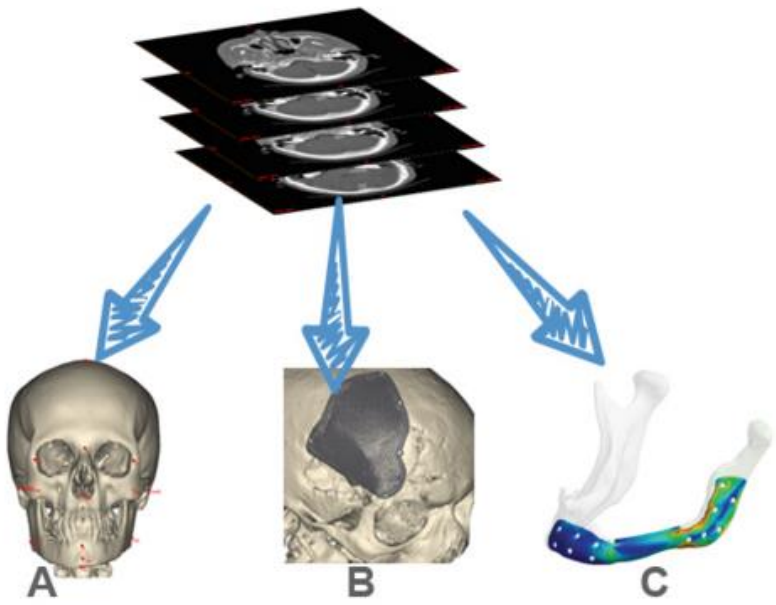
Mimics programı, tıbbi görüntülerin işlenebilmesi için özel olarak Belçikalı Materialise firmasınca üretilen bir yazılımdır. Birçok tıbbi taramadan elde edilen görüntüleri (BT, KIBT, MRI, mikro-BT, 3B Ultrasound, Konfokal Mikroskopi) segmente edebilmekte ve hastanın anatomisine tam uyumlu olarak 3 boyutlu modelleyebilmektedir. Hastaya özel elde edilen bu 3 boyutlu modeller, Materialise Mimics veya Materialise 3-matic gibi mühendislik uygulamalarında kullanabileceği gibi bu modelleri dışarıya aktararak da istatistiksel, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve Sonlu elemanlar analizinde de (FEA) kullanılabilir.

Mimics programı, görüntü işlemek için DICOM, JPEG, TIFF, BMP, X-ışını veya ham görüntü verilerini kullanabilir.

Mimics programı;

- Elde edilen görüntü verilerinden hızlı ve çabuk 3 boyutlu model elde etmek
- Tam olarak 2 ve 3 boyutlu ölçüm yapmak
- İlave üretimler için 3 boyutlu modelleri STL formatında dışa aktarmak
- Sonlu elemanlar analizi (Finite Elements Analysis-FEA) ve hesaplanabilir sıvı dinamikleri (Computational Fluid Dynamics-CFD) için 3 boyutlu modelleri 3-matic yazılımına aktarmak için kullanılabilir (207).

Dişhekimliğinde, ortopedide, Kranio maxillo-fasial, pulmoner, kardiyovasküler cerrahide, veterinerlikte, protez - ortez vb. simülasyon gerektiren anabilim dallarında kullanıma uygundur (208).



Şekil 9. Mimics programında incelenebilen kesitler

Kranio maksillo-fasial alanda kullanılma nedenleri;

- Kafatası üzerinde yüksek doğrulukta 3 boyutlu ölçümler yapabilir.
- Ölçümleri istatistiksel olarak analiz edebilmek veya ek ölçümler yapabilmek için *Matlab programı'*na aktarabilir.

- Hastanın kendi anatomik yapısı üzerinde implant ve cerrahi rehber tasarlayabilir.
- Kemik üzerinde oluşan stresi ve gerilmeyi analiz edebilmek için, elde edilen ağ yapılarını (mesh) Sonlu Elemanlar Analizi (FEA) programına aktarabilir.
- Kranio maksillo-fasial cerrahide; osteotomileri, distraksiyonları ve kemik repozisyonlarını simule ederek, yapılacak cerrahi operasyonun ideale yakın gerçekleşmesini sağlar.
- Cerrahi operasyon öncesi, hastanın gerçek anatomisinin görüntülenmesini sağlayabilir
- İskeletsel osteotomileri simüle ederek sanal olarak rekonstrüksiyon yapabilir.
- Kompleks anatomiye sahip hastalarda yapılacak işlemi, cerrahi öncesinde fiziksel olarak test edebilmek için 3 boyutlu yazıcılar sayesinde elle tutulur-somut modeller üretebilir,
- Amerika ve Avrupa pazarında güvenilir bir altyapısının olmasıdır (209).

Kranio Maksillo-Fasial Ölçümler ve Analizler;

Kranio-Maksillofasial cerrahide cerrahi planlama için sefalometrik analiz hayati öneme sahiptir. Bu nedenle Mimics İnnovation Suite programı, standard sefalometrik analizleri (McNamara, Frankfort, Steiner, Lefort vb.) içerdiği gibi kullanıcıya kendi ihtiyaçları doğrultusunda yeni bir analiz oluşturmasına da imkan vermektedir. Mimics programı sayesinde;

- Standard ya da kişiye özel sefalometrik analizler,
- Cerrahi öncesi ve sonrası ölçüm karşılaştırmaları,
- Normalize değerler ile sonuçların değerlendirilmesi,
- Kemik kalınlığının ve cerrahi operasyonun yumuşak doku üzerindeki etkisinin analizi
- Kemik duvar kalınlıklarını analizi ile istatistiksel bilgiler elde edilebilmektedir (210)

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.GEREÇ:

Çalışmamızın materyalini Dicle Üniversitesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı arşivinden seçilen 175 konik ışınlı bilgisayarlı tomografi verisi oluşturmuştur. Seçilen bu veriler; yaş grubuna (adölesan /erişkin) ve cinsiyete göre (erkek/kız) 4 gruba ayrılmıştır. Yapılan tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından ölçülmüştür. Araştırma, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı tarafından onaylanmıştır.

Çalışmamızda bu gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek hedeflenmiştir. Bu amaçla elde edilen verilerde şu kriterler aranmıştır:

1. Karışık dişlenme döneminin bitmiş olması,
2. Aşırı ektopik sürmüş dişlerin (örn: bukkale sürmüş kanin vb.) olmaması,
3. Üçüncü azılar hariç diş eksikliğinin olmaması,
4. Çalışma bölgelerini etkileyecek şiddette periodontal kemik kayıplarının olmaması,
5. Herhangi bir kist, rezeksiyon vb. sert doku cerrahisi geçirilmemiş olması,
6. Önceden ortodontik tedavi görmemiş olması,
7. Persiste süt dişinin olmaması,
8. Bilgisayarlı tomografi görüntülerinin net ve artefakt içermemesidir.

Çalışmamız retrospektif olduğu için, hastanın çalışmadan çıkarılması söz konusu değildir.

İ-CAT cihazından elde edilen verilerin parametreleri 120 kVp, 5mA, ışınlama süresi 4 s, görüş alanı 126 mm ve voksel boyutu 0,300 mm'dir.

Çalışmamızda kullanacağımız MİMİCS 15.0 programı ise ortalama HU (Hounsfield Unit) değerinin yanında ortalama hesapladığı bölgeden standard sapma değerini de hesaplayarak, daha kesin ölçüm imkanı sağlamaktadır.

Tablo 4. Çalışma gruplarının ortalama yaşları

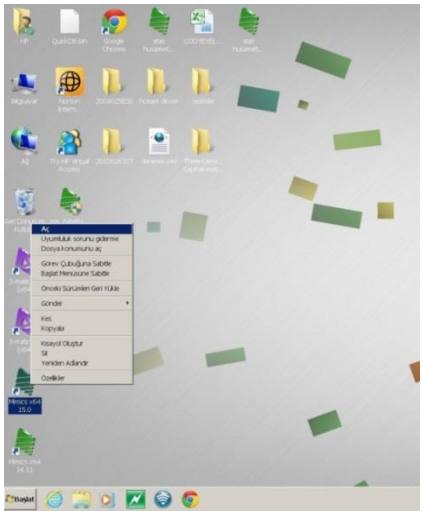
Gruplar	n	Min. Yaş	Max. Yaş	Ort. yaş	Std sapma
Adölesan Erkek	46	12,33	17,83	14,52	1,84
Adölesan Kız	65	12,45	17,98	15,00	2,73
Erişkin Erkek	27	18,16	34,74	24,58	4,79
Erişkin Kız	37	18,03	36,94	23,08	4,34
Toplam	175				

3.2. YÖNTEM

3.2.1. KIBT Görüntülerinin Mimics Programına Aktarılması

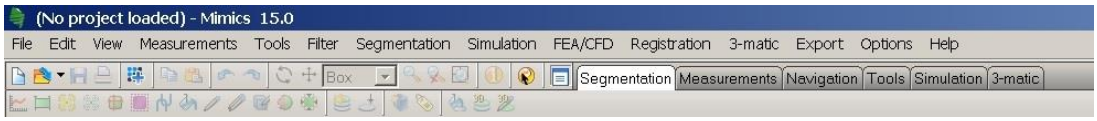
175 bireye ait tomografi verisi Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) verisi olarak bir masaüstü bilgisayarında saklanmıştır. Bireylerin DICOM verileri, Mimics 15.0 (Materialise, Leuven, Belçika) yazılım programına aktarılmıştır. Mimics 15.0 yazılımının 'Measurements' modülü kullanılarak, seçilen anatomik bölgelerin kemik yoğunlukları (densite) Hounsfield Unit (HU) cinsinden ölçülmüştür.

Bu amaçla önce eldeki verilerin Mimics 15.0 programına aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle masaüstünde yer alan Mimics kısayolu mouse'ın sağ tuşu ile tıklanıp, ardından aç sekmesi seçilir ve programın çalışması başlatılır.



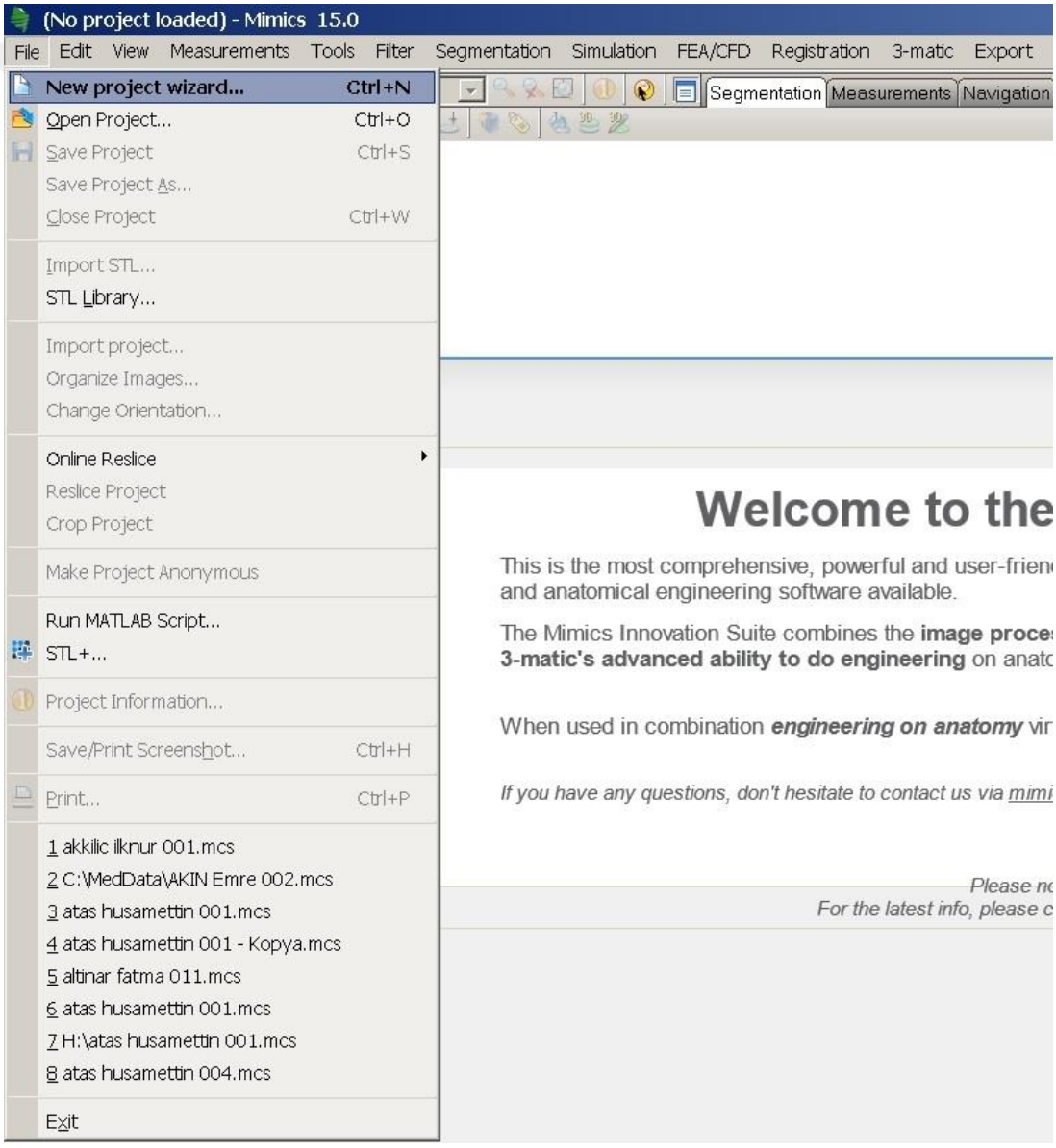
Şekil 10. Mimics 15.0 programının masaüstünde açılması

Programa herhangi bir veri aktarılmadığı zaman, masaüstünün sol üst köşede ‘No Project Loaded’ yazısı görülmektedir.



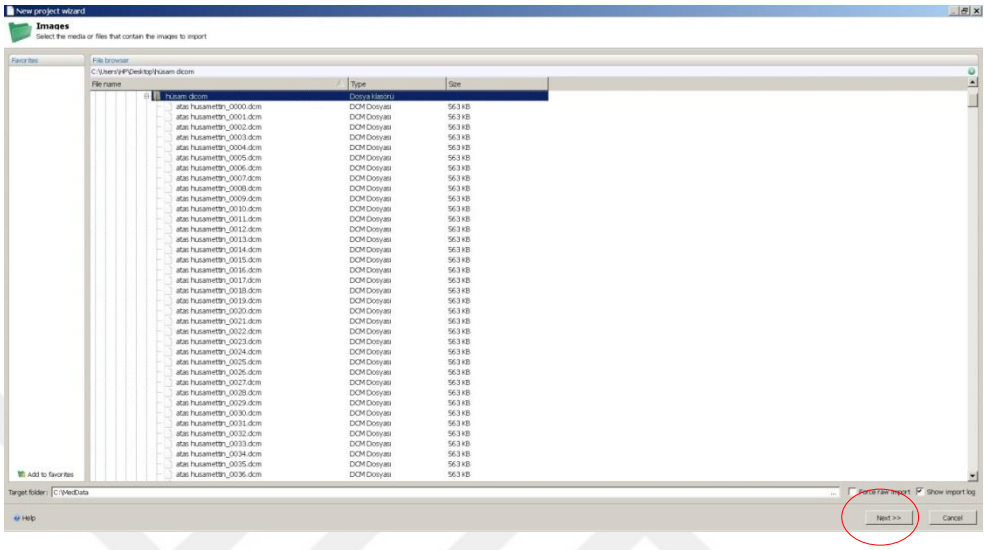
Şekil 11. programa tomografi verisi aktarılmadığında sol üst köşede yazan uyarı

Programa tomografi verisi aktarmak için sol üst köşedeki ‘File’ sekmesini tıklayıp ‘New Project Wizard’ sekmesi seçilir.



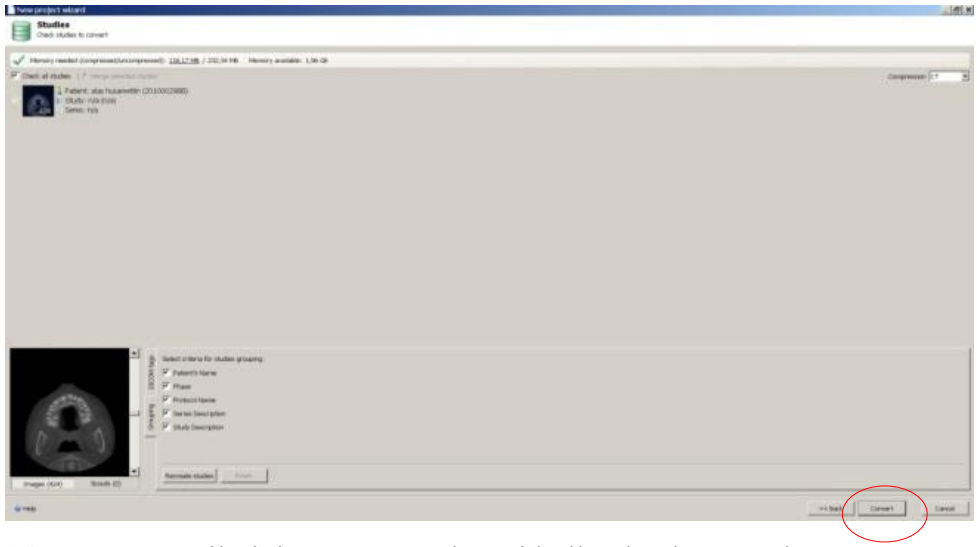
Şekil 12. 'New project wizard' sekmesinin tıklanması

Bu sekme seçildikten sonra, açmak istediğimiz DICOM verisi bilgisayar arşivinden seçilir. Seçtiğimiz hastanın tüm DICOM kesitleri ekranda sıralanmaktadır. Doğru bir değerlendirme için sağ altta yer alan ‘next’ sekmesi tıklanarak tüm DICOM verileri seçilmiş olur.



Şekil 13. Seçilen bireye ait tüm DICOM verilerinin açılması

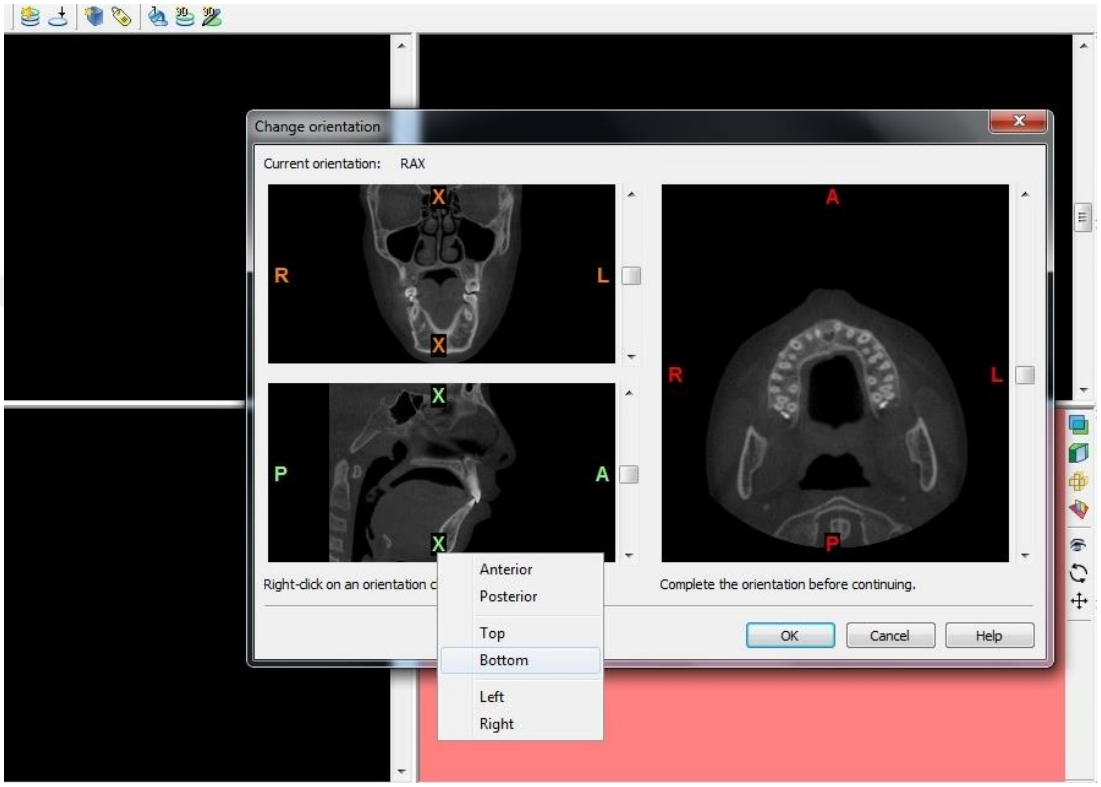
‘next’ sekmesi tıklandıktan sonra ekrana format değiştirici bilgi ekranı gelmektedir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazları, tüm DICOM verilerini ‘.dcm’ formatında elde etmektedirler. Birçok yazılım bu verileri işleyebilmek için ‘.dcm’ formatını kendi formatına çevirmesi gerekmektedir. Bu nedenle, Mimics 15.0 programının ekranın sağ alt köşesindeki ‘convert’ sekmesi ile ‘.dcm’ formatını ‘.mcs’ formatına çevirmesi gerekmektedir.



Şekil 14. DICOM verilerinin 'convert' sekmesi kullanılarak '.mcs' dosyasına dönüştürülmesi

3.2.2. Oryantasyon ve Pencere Aralığının (Tresholding değeri) Belirlenmesi

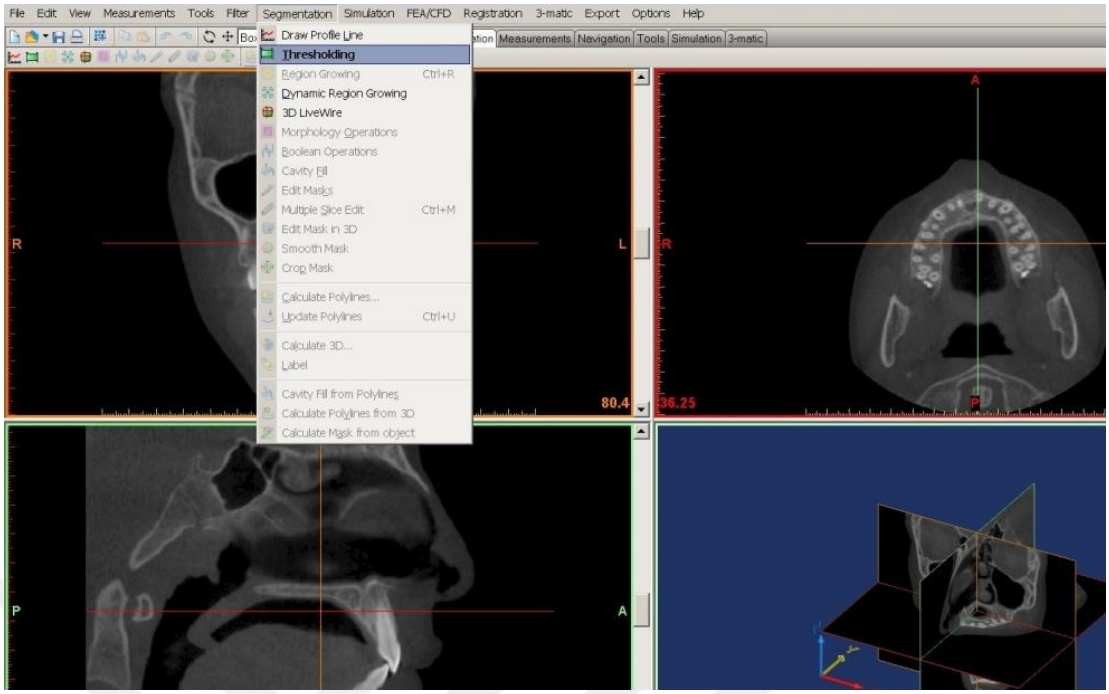
Hastanın DICOM verileri Mimics programına aktarıldığında, kesitlerin doğru birleştirilmesi ve hastanın yönünün tayin edilebilmesi için 'oryantasyon' penceresi açılmaktadır. 'X' ile ifade edilen bölgelerden biri (anterior-posterior,right-left,top-bottom/ön-arka, sağ-sol, üst-alt) seçilerek, görüntünün oryantasyonu ayarlanır.



Şekil 15. Görüntülerin yönünü doğru olarak belirleyebilmemiz için açılan 'Change orientation' ekranı

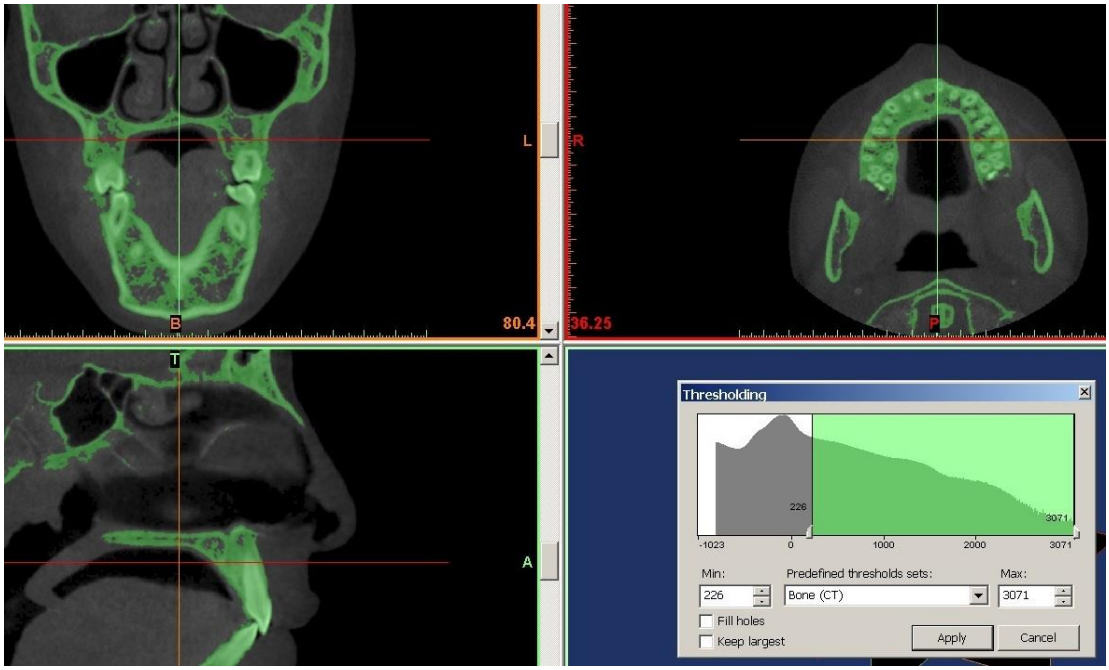
Tomografi görüntülerinde sert ve yumuşak dokular Hounsfield Unit (HU) cinsinden farklı yoğunluklarda görüntülenmektedir. Genel olarak '0' su yoğunluğunu göstermektedir. Eksi değerlere gidildikçe hava içeren anatomik yapıların, artı değerlere gidildikçe de kalsifiye dokuların görüntüleri ayırt edilmektedir.

Bizim çalışmamızda, kemik yoğunlukları ölçüleceği için sert dokuları gösteren 'threshold (eşik değeri)' seçilmiştir. Bunun için *'segmentation'* başlığı altında '*Thresholding'* sekmesi seçilmiştir.



Şekil 16. 'Thresholding' sekmesinin açılması

Çalışma alanımızda yapacağımız ölçümlerde hata olmaması için; maksiller sinüs, nazal kavite vb. dokuların kolay ayırt edebilmemiz gerekmektedir. Bu amaçla ‘thresolding’ sekmesini tıkladığımızda ‘bone’ seçeneğini seçmeliyiz. ‘Bone’ sekmesi 226-3071 HU değerleri arasındadır ve bu değer yazılımda kayıtlıdır.



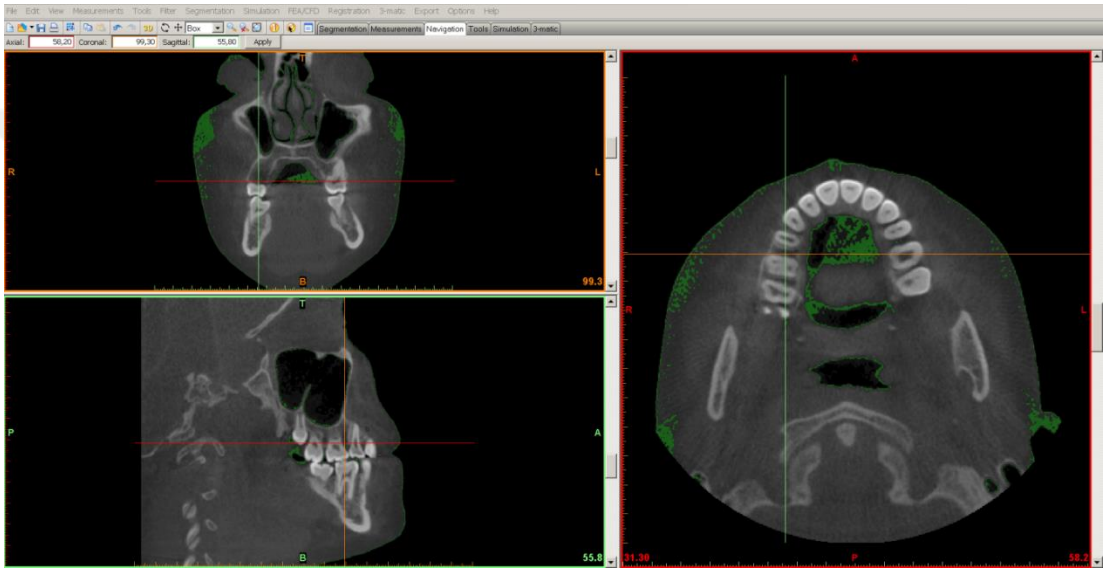
Şekil 17. Kemik (bone) dokunun 'Thresholding' değerlerinin ayarlanması

3.2.3.Ölçümlerin Yapılması ve Standardizasyonu

3.2.3.1. Alveoler Kret Seviyesinde Yapılan Ölçümler

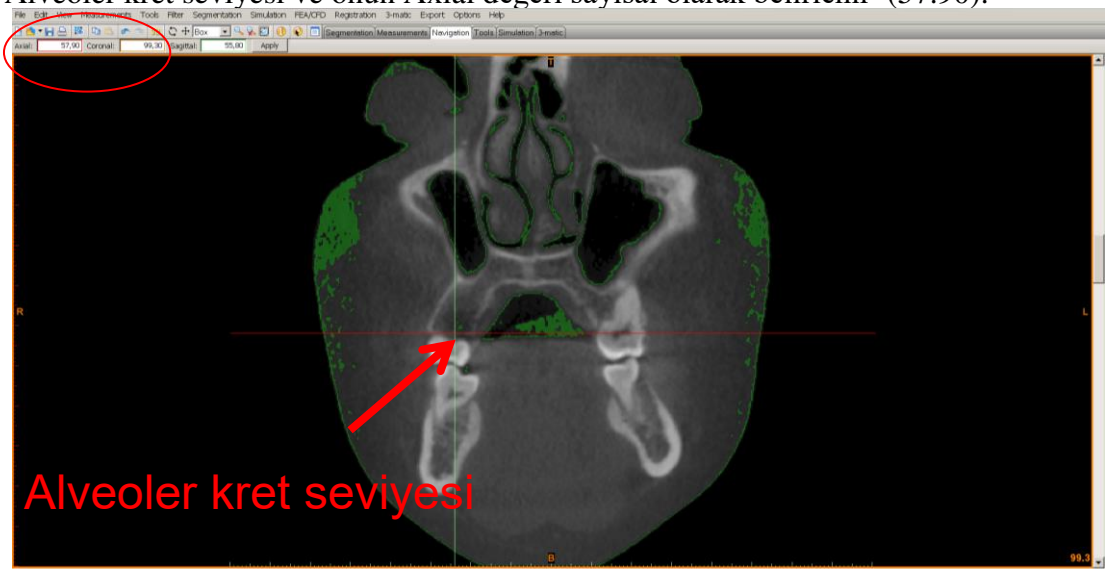
Bu çalışmada alveoler bölgede çalışma yapılacak bölgeler; alveol kretten 4-6 mm apikaldeki kemik seviyesi ile 6-8 mm apikaldeki kemik seviyeleridir.

Öncelikle genel görüntü üzerinde ölçüm yapacağımız bölgenin seçimini yapıyoruz. Örnekte seçtiğimiz bölge 15 ve 16 nolu dişlerin aproksimal aralığına denk gelen kesittir.(sinüs vb hava içeren anatomik bölgelerin kolay ayırt edilmesi için threshold değeri düşük tutulmuştur.)



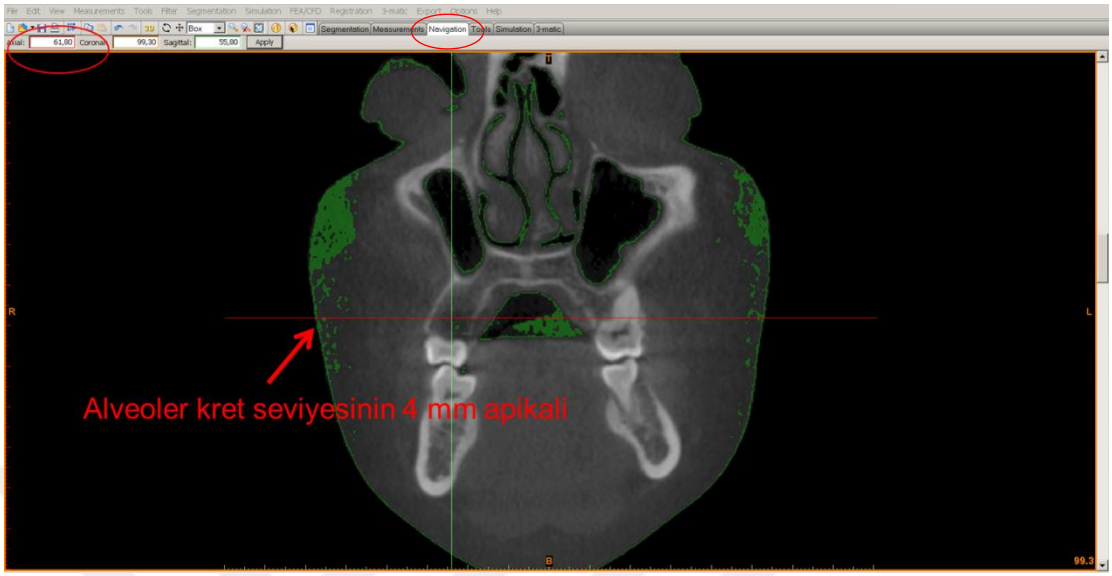
Şekil 18. Ölçüm yapılacak bölgenin belirlenmesi

Alveoler kret seviyesi ve onun Axial değeri sayısal olarak belirlenir (57.90).



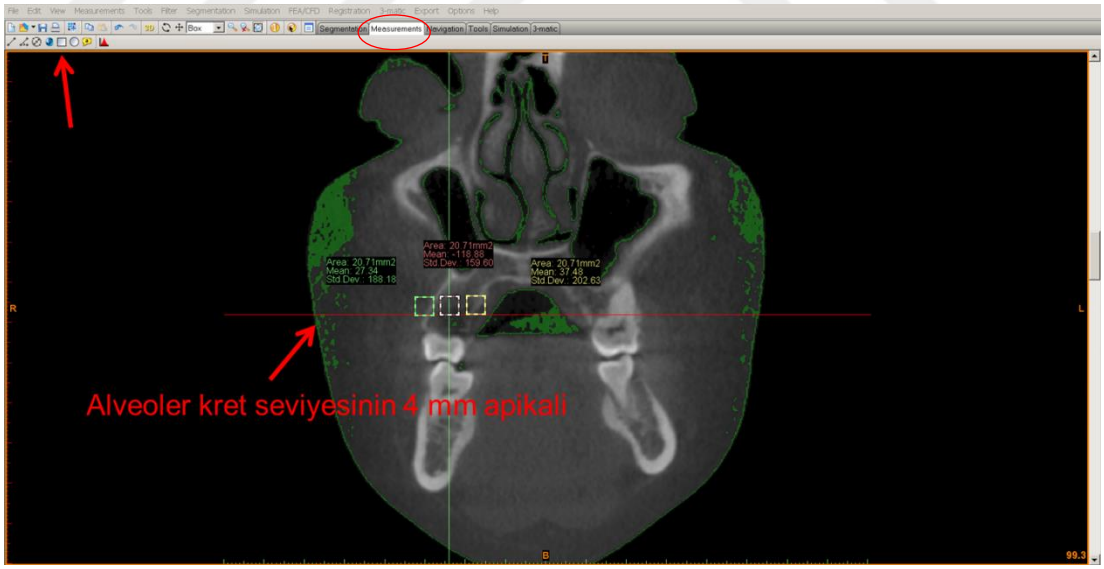
Şekil 19. Alveoler kret seviyesinin belirlenmesi

Alveoler kretten 4 mm apikal bölgeyi *'Navigation'* sekmesindeki axial değere 4 ekleyerek belirliyoruz (61.80).



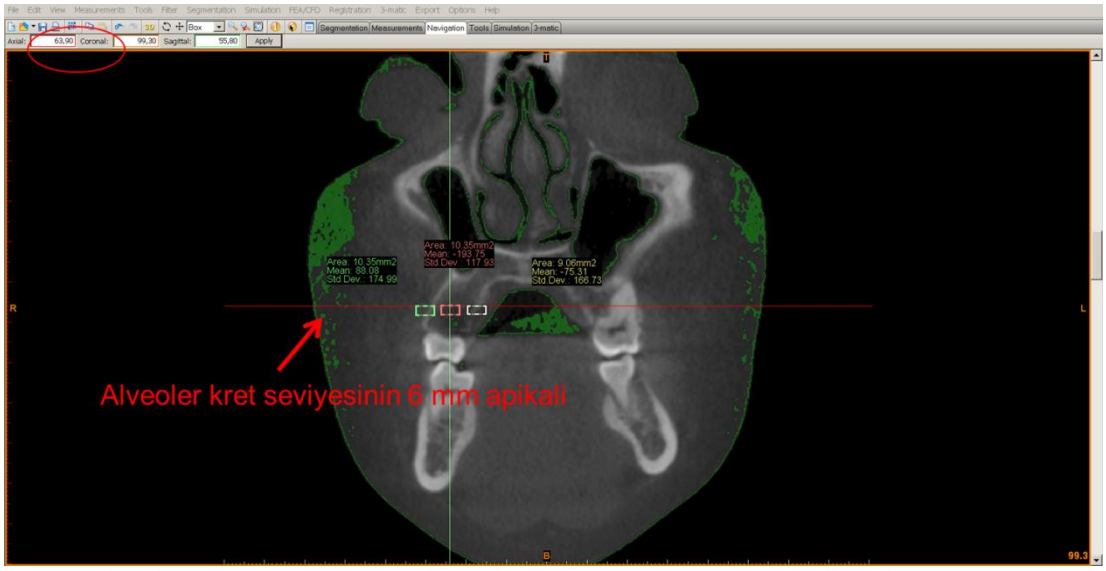
Şekil 20. Alveoler kret seviyesinin 4 mm apikalini belirleme

4 mm seviyesindeki densiteyi belirlemek için 3 adet dörtgen yerleştiriyoruz. *'Measurements'* başlığı altında ekranın sol üst tarafındaki ikonlardan 'kare' olanını seçiyoruz.



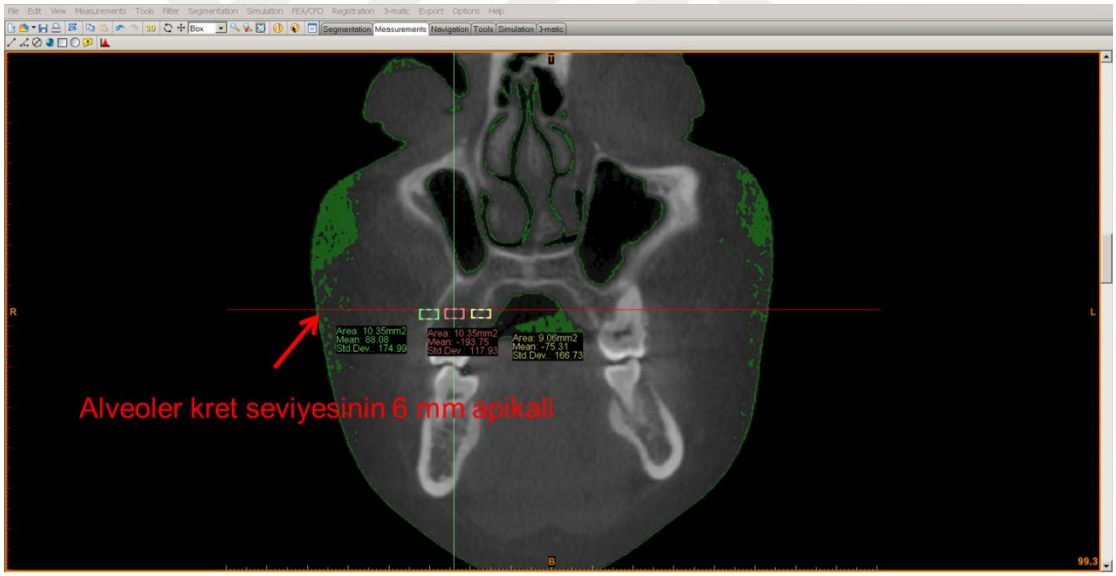
Şekil 21. Alveoler kretin 4 mm apikaline ölçüm kutucuklarının yerleştirilmesi

Alveol kretin 4 mm apikalindeki axial değere 2 mm daha ekleyerek 6 mm seviyesini belirliyoruz (63,90). 3 adet dörtgenimizin kalınlıklarını standartlaştırıyoruz.



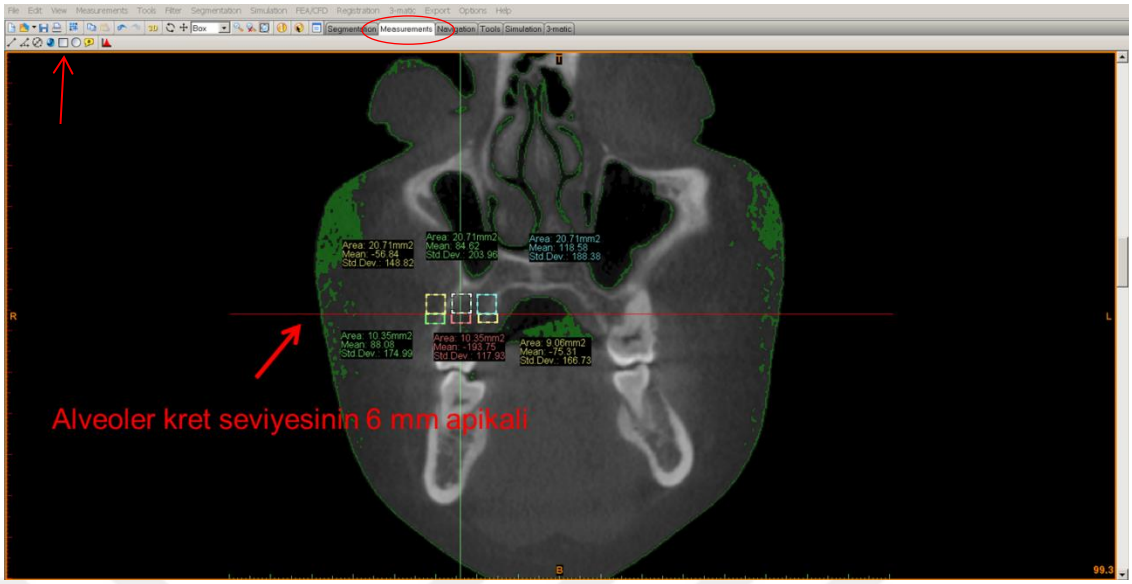
Şekil 22. Alveoler kret seviyesinin 6 mm apikal seviyesini belirleme

Sistem tarafından yukarıya yerleştirilen değerleri aşağıya yerleştirerek, ileride oluşacak görüntü kalabalığının önüne geçilmeye çalışılmıştır.



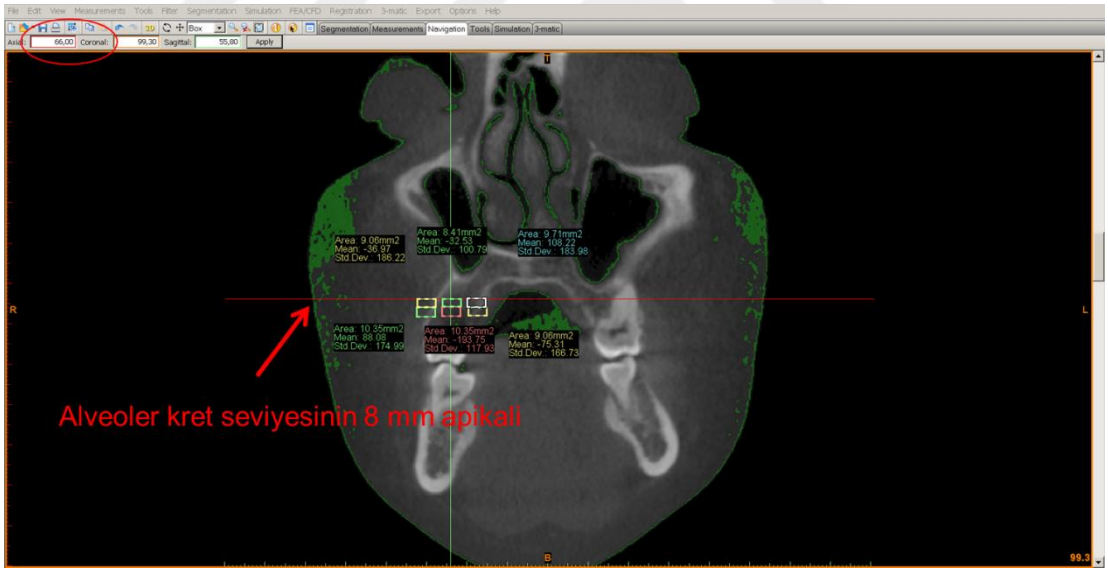
Şekil 23. Ölçüm kutucuklarının değer tablolarını düzenleme

6 mm seviyesinin üstüne, 3 adet dörtgen daha yerleştiriyoruz. *'Measurements'* başlığı altında ekranın sol üst tarafındaki ikonlardan 'kare' olanını seçiyoruz.



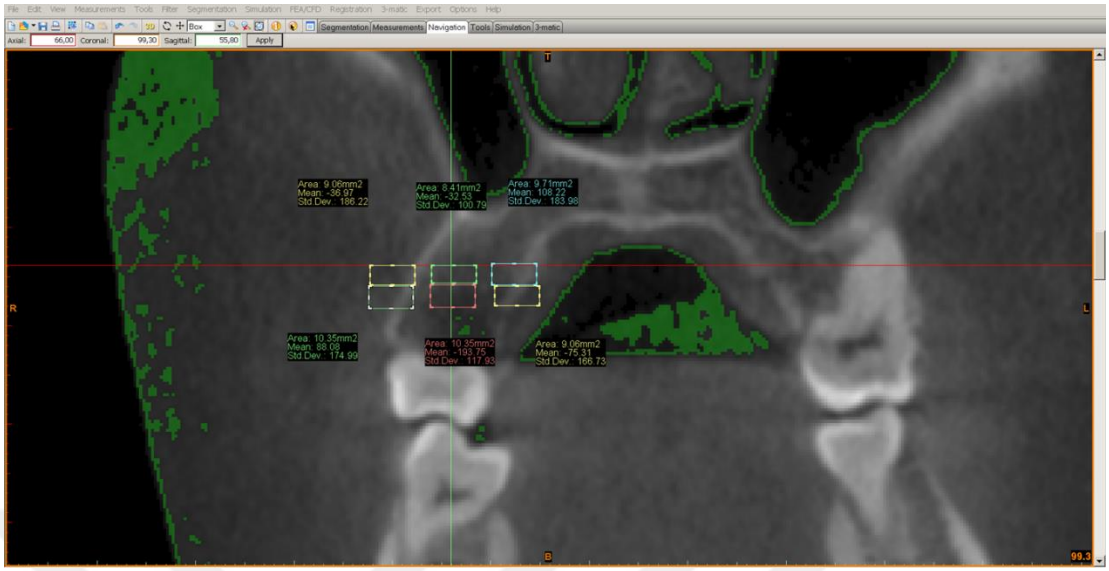
Şekil 24. Alveoler kretten 6 mm apikal bölgeyi ölçmek için ölçüm kutucukların yerleştirilmesi

Alveoler kretin 8 mm apikal seviyesi, aksiyal değere 2 mm eklenerek bulunur (66.0). Ayrıca ikinci sıra dörtgenlerin kalınlıklarını da belirliyoruz.



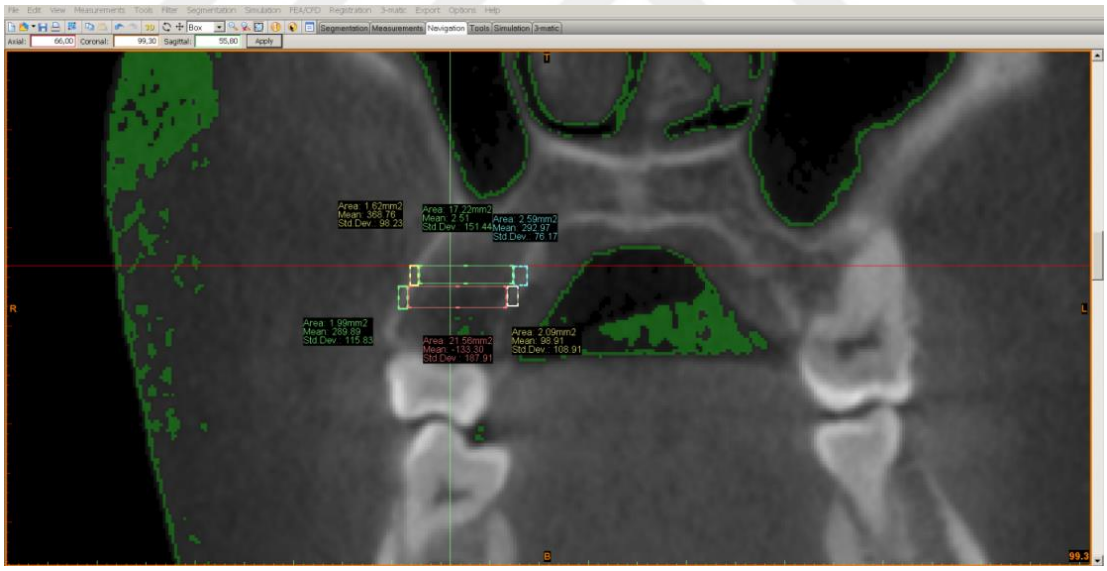
Şekil 25. Alveoler kretin 8 mm apikal seviyesini belirleme

Görüntüyü yakınlaştırıyoruz.



Şekil 26. Görüntünün yakınlaştırılması

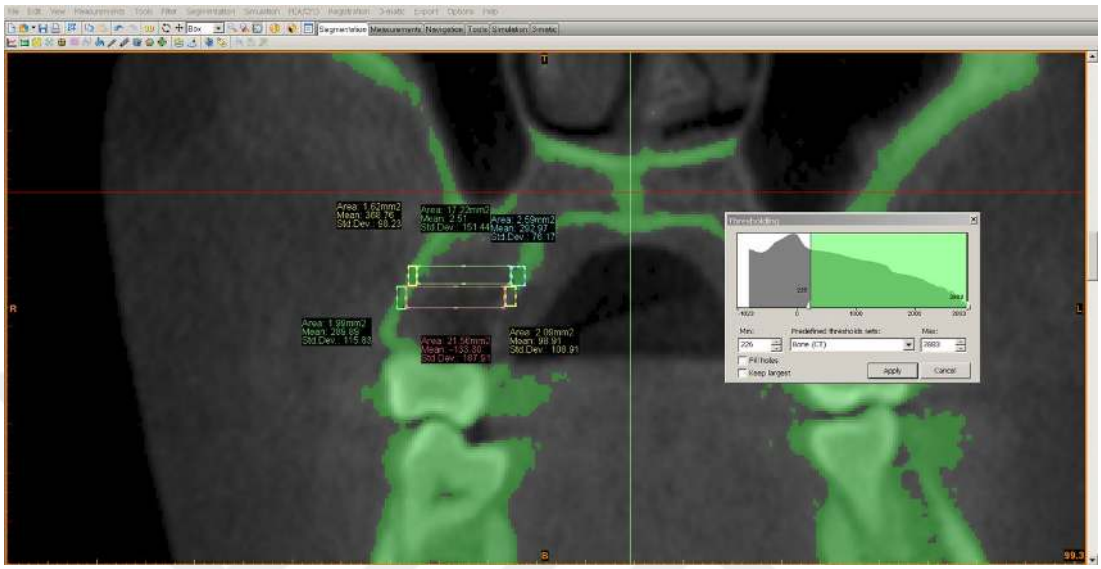
Kalınlıkları standart olarak 2 mm olarak ayarlanan dörtgenlerin genişlikleri, ölçülmesi istenen dokulara göre adapte edilir.



Şekil 27. Ölçüm kutucuklarının ölçüm alanlarına adaptasyonu

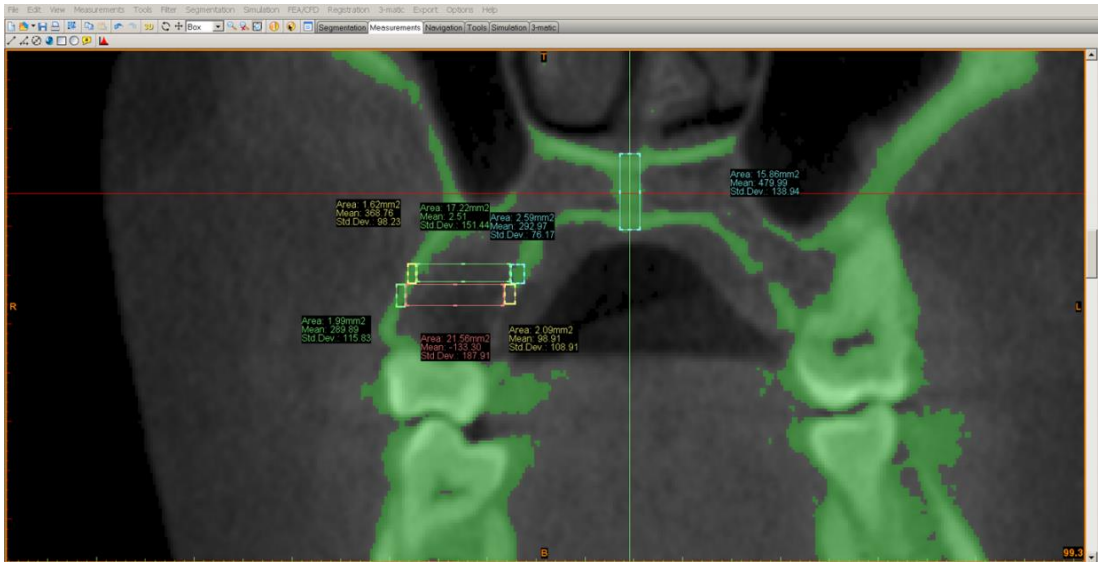
3.2.3.2. Palatinal Bölgede Yapılan Ölçümler

Palatinal bölgenin ölçümlerini net olarak yapmak için, threshold (eşik) değerimizi *'Bone(CT)'* değerine getiriyoruz.



Şekil 28. Palatinal ölçüm için thresold (eşik) değerini *'Bone (CT)'* değerine getirme

Sutura palatina media yapısının kalınlığı hastaya göre değişmektedir. Densite değerini doğruya en yakın hesaplayabilmek için, dörtgenin sınırlarını yeşil bölgeleri aşmayacak şekilde belirlemeliyiz.

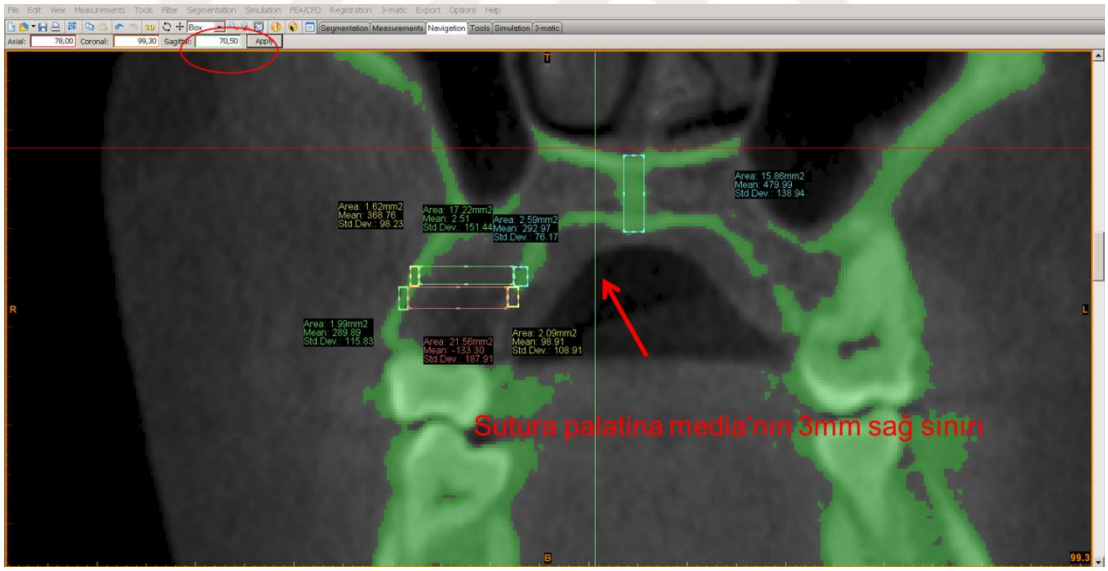


Şekil 29. Yeşil bölgeleri aşmadan ölçüm alanını belirleme

Paramedian bölgeleri belirlemek için, sutura palatina media'nın sınırları belirlenir. Sağ bölgede, sagittal 73,50 'yi göstermektedir.

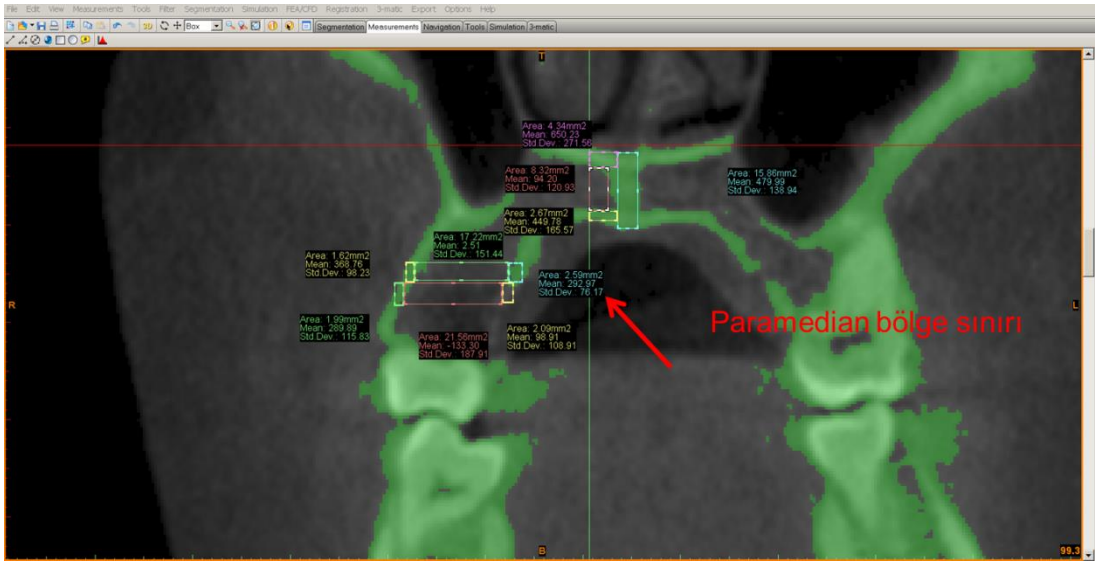
Şekil 30. Sutura palatina medianın sağ sınırını belirleme

Sagittal değerden 3 mm çıkararak, suturanın 3 mm sağ paramedian bölgenin sınırı belirlenir. Sagittal değerimiz 70,50'dir.



Şekil 31. Sağ paramedian bölgenin sınırının belirlenmesi

İki sınır arasına 3 adet dörtgen yerleştirilir. Dörtgenlerin sınırları bellidir. Kortikal bölgeleri ölçerken yeşil alanları mümkün olduğunca dahil ederken Spongioz bölgeyi ölçerken, yeşil alanlardan mümkün olduğunca kaçınıyoruz.

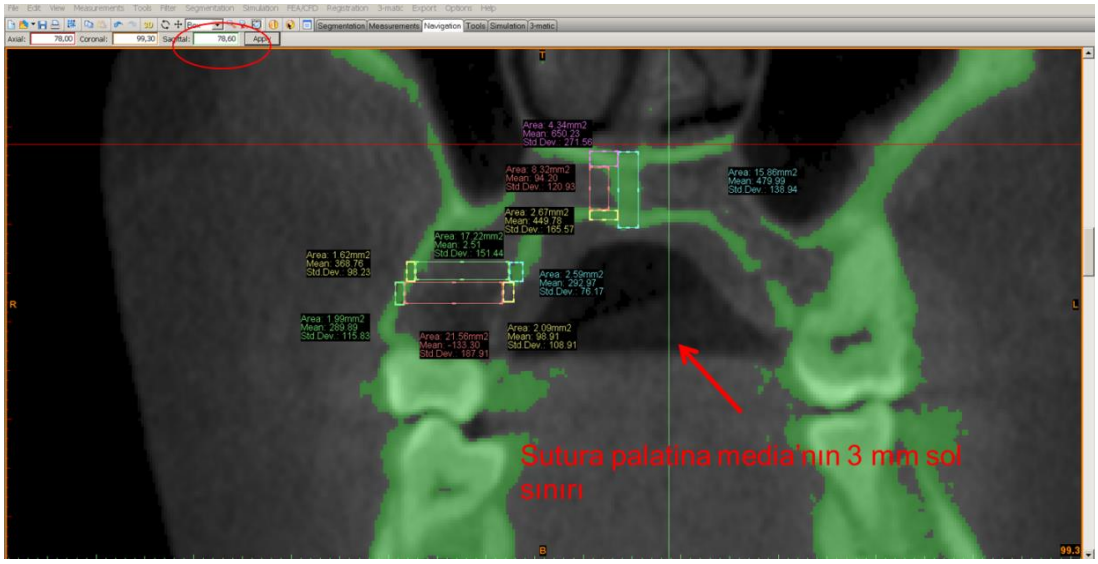


Şekil 32. Ölçüm kutucuklarının sağ paramedian bölgeye adaptasyonu

Sutura palatina media'nın sol sınırı belirlenir. Sol sınırın sagittal değeri 75,60'tır.

Şekil 33. Sutura palatina medianın sol sınırının belirlenmesi

Suturanın sol sınırının sagittal sayısal değerine 3 ekliyoruz. Sagittal değerimiz 78,60'tır.



Şekil 34. Sol paramedian bölgenin sınırlarının belirlenmesi

İki sınır arasına 3 adet dörtgen yerleştirilir. Dörtgenlerin sınırları bellidir. Kortikal bölgeleri ölçerken yeşil alanları mümkün olduğunca dahil ederken, spongioz bölgeyi ölçerken, yeşil alanlardan mümkün olduğunca kaçınıyoruz.

Şekil 35. Ölçüm kutucuklarının sol paramedian bölgeye adaptasyonu

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada tanımlayıcı istatistik olarak ortalama, standart sapma, standart hata, minimum ve maksimum değerleri verilmiş olup tüm veriler bilgisayar

ortamında değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım varsayımına uygunluğu Kolmogorov-Smirnow testi, homojenliği ise Levene testi ile incelenmiştir.

İkiden fazla bağımlı gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) , istatistiksel anlamlılık söz konusu olduğunda farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemede TUKEY HSD çoklu karşılaştırma istatistik analiz testleri kullanılmıştır.

İstatistik analiz testlerinde % 95 lik güven aralığı uygulanmış olup; tanımlayıcı istatistikler ve analizler R version 3.2.3 (2015-12-10), Copyright (C) 2015 The R Foundation for Statistical Computing free software bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır. $p<0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Üst Çene ile İlgili Bulgular

Üst çenede kanin ile ikinci molar dişler arasındaki interradiküler bölgenin alveoler kretten 4-6 mm ve 6-8 mm apikal seviyedeki kemik yoğunlukları ölçülmüştür.

Sağ üst kanin diş ile birinci premolar arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alandaki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 5)**

Sağ üst kanin diş ile birinci premolar arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin

kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 5)**

Sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Fakat bu farklılık karşılaştırma yaptığımız gruplar arasında bulunmamaktadır. **(Tablo 6)**

Sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 6)**

Sağ üst birinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 7)**

Sağ üst birinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Spongioz

kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,01 düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında p<0,05 düzeyindedir. (**Tablo 7)**

Sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,001 düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında p<0,01 düzeyindedir. (**Tablo 8)**

Sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında p<0,001 düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında p<0,01 düzeyindedir. (**Tablo 8)**

Sol üst kanin diş ile birinci premolar arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,001 düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). (**Tablo 9)**

Sol üst kanin diş ile birinci premolar arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında ise $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılık adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde bulunmaktadır. **(Tablo 9)**

Sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 10)**

Sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fakat bu farklılık bizim karşılaştırdığımız gruplar arasında bulunamamıştır. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fakat bu farklılık bizim karşılaştırdığımız gruplar arasında bulunamamıştır. **(Tablo 10)**

Sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fakat bu farklılık bizim karşılaştırdığımız gruplar arasında değildir. **(Tablo 11)**

Sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 11)**

Sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fakat bu farklılık bizim karşılaştırma yaptığımız gruplar arasında değildir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 12)**

Sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 12)**

Tablo 5. Sağ üst kanin ile birinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi.(p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

13-14 interproksimal		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std hata	F	*p*
6-8 mm	BUKKAL KORTIKAL	adölesan erkek	46	698,67	236,001	34,796	10,820	0,000
		adölesan kız	65	700,03	233,641	28,980		
		erişkin erkek	27	898,55	152,647	29,377		
		erişkin kız	37	882,62	176,816	29,068		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	403,36	206,355	30,425	2,290	0,080
		adölesan kız	65	481,31	226,781	28,129		
		erişkin erkek	27	380,32	207,883	40,007		
		erişkin kız	37	474,62	197,318	32,439		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	686,89	217,784	32,111	9,098	0,000
		adölesan kız	65	748,71	221,921	27,526		
		erişkin erkek	27	877,80	96,427	18,557		
		erişkin kız	37	878,63	185,757	30,538		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	690,93	225,994	33,321	6,740	0,000
		adölesan kız	64	684,87	253,549	31,694		
		erişkin erkek	27	834,67	170,817	32,874		
		erişkin kız	37	847,89	173,758	28,566		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	354,04	161,380	23,794	1,509	0,214
		adölesan kız	65	415,15	194,496	24,124		
		erişkin erkek	27	344,15	163,934	31,549		
		erişkin kız	37	385,76	185,864	30,556		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	672,68	203,235	29,965	7,156	0,000
		adölesan kız	65	682,68	199,013	24,685		
		erişkin erkek	27	804,27	114,157	21,970		
		erişkin kız	37	820,74	185,437	30,486		

Tablo 6. Sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

14-15 interproksimal		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	633,58	208,295	30,711	4,580	0,004
		adölesan kız	65	653,21	250,218	31,036		
		erişkin erkek	27	778,47	134,955	25,972		
		erişkin kız	37	770,77	242,026	39,789		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	293,23	148,977	21,966	1,951	0,123
		adölesan kız	65	336,73	183,448	22,754		
		erişkin erkek	27	294,45	154,413	29,717		
		erişkin kız	37	375,84	193,899	31,877		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	543,70	196,746	29,009	5,305	0,002
		adölesan kız	65	583,87	222,160	27,556		
		erişkin erkek	27	657,17	149,607	28,792		
		erişkin kız	37	706,24	203,630	33,477		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	642,12	209,347	30,867	4,264	0,006
		adölesan kız	65	651,54	233,441	28,955		
		erişkin erkek	27	769,37	129,968	25,012		
		erişkin kız	37	767,56	237,907	39,112		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	311,35	148,132	21,841	0,993	0,398
		adölesan kız	65	320,13	180,906	22,439		
		erişkin erkek	27	306,83	170,785	32,868		
		erişkin kız	37	367,93	179,523	29,513		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	539,76	195,365	28,805	4,452	0,005
		adölesan kız	65	565,28	210,072	26,056		
		erişkin erkek	27	628,25	141,920	27,313		
		erişkin kız	37	682,56	202,241	33,248		

Tablo 7. Sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

15-16 interproksimal		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	709,56	177,437	26,162	1,784	0,152
		adölesan kız	65	756,88	188,479	23,378		
		erişkin erkek	27	766,86	184,291	35,467		
		erişkin kız	37	802,94	190,220	31,272		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	246,55	129,399	19,079	3,475	0,017
		adölesan kız	65	238,04	160,034	19,850		
		erişkin erkek	27	189,25	95,281	18,337		
		erişkin kız	37	306,45	173,143	28,464		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	434,88	136,703	20,156	4,902	0,003
		adölesan kız	65	446,39	160,568	19,916		
		erişkin erkek	27	469,74	125,249	24,104		
		erişkin kız	37	546,97	141,861	23,322		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	706,99	177,951	26,237	2,650	0,050
		adölesan kız	65	735,12	175,245	21,736		
		erişkin erkek	27	757,78	184,166	35,443		
		erişkin kız	37	816,52	198,240	32,590		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	270,06	119,629	17,638	2,098	0,102
		adölesan kız	65	253,36	159,832	19,825		
		erişkin erkek	27	215,39	86,279	16,604		
		erişkin kız	37	303,69	173,146	28,465		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	426,80	143,653	21,180	6,446	0,000
		adölesan kız	65	439,97	145,972	18,106		
		erişkin erkek	27	454,51	113,344	21,813		
		erişkin kız	37	544,85	107,228	17,628		

Tablo 8. Sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

16-17 interproksimal		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	519,31	169,812	25,037	19,751	0,000
		adölesan kız	65	583,50	205,046	25,433		
		erişkin erkek	27	702,72	187,829	36,148		
		erişkin kız	37	798,18	124,581	20,481		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	240,43	141,696	20,892	1,040	0,376
		adölesan kız	65	243,59	186,827	23,173		
		erişkin erkek	27	194,40	98,743	19,003		
		erişkin kız	37	262,95	148,579	24,426		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	504,35	163,906	24,167	4,545	0,004
		adölesan kız	65	564,42	193,612	24,015		
		erişkin erkek	27	457,50	175,428	33,761		
		erişkin kız	37	601,25	154,237	25,356		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	515,77	149,978	22,113	21,608	0,000
		adölesan kız	65	574,81	188,395	23,368		
		erişkin erkek	27	682,50	164,551	31,668		
		erişkin kız	37	778,96	108,643	17,861		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	279,55	141,560	20,872	2,791	0,042
		adölesan kız	65	290,99	172,465	21,392		
		erişkin erkek	27	196,20	107,662	20,719		
		erişkin kız	37	293,01	159,530	26,227		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	511,89	167,945	24,762	6,849	0,000
		adölesan kız	65	578,71	183,075	22,708		
		erişkin erkek	27	437,77	164,130	31,587		
		erişkin kız	37	607,61	140,439	23,088		

Tablo 9. Sol üst kanin ile birinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

23-24 nolu interproksimal		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	730,18	161,722	23,845	3,739	0,000
		adölesan kız	65	746,91	257,131	31,893		
		erişkin erkek	27	944,28	146,909	28,273		
		erişkin kız	37	940,05	160,316	26,356		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	396,47	195,318	28,798	2,468	0,062
		adölesan kız	65	484,92	238,216	29,547		
		erişkin erkek	27	369,67	172,926	33,280		
		erişkin kız	37	445,52	227,331	37,373		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	879,48	1161,167	171,205	1,280	0,283
		adölesan kız	65	680,12	247,306	30,674		
		erişkin erkek	27	872,10	151,849	29,223		
		erişkin kız	37	859,72	201,701	33,159		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	705,29	152,610	22,501	7,956	0,000
		adölesan kız	65	725,87	250,388	31,057		
		erişkin erkek	27	857,82	121,397	23,363		
		erişkin kız	37	868,43	158,349	26,032		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	399,36	177,811	26,217	2,010	0,114
		adölesan kız	65	437,96	228,348	28,323		
		erişkin erkek	27	330,08	136,134	26,199		
		erişkin kız	37	429,98	214,437	35,253		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	701,25	186,059	27,433	4,804	0,003
		adölesan kız	65	680,66	253,206	31,406		
		erişkin erkek	27	816,08	153,928	29,623		
		erişkin kız	37	811,35	189,057	31,081		

Tablo 10. Sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

24-25 arası		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	546,24	204,619	30,169	5,202	0,002
		adölesan kız	65	572,29	232,777	28,872		
		erişkin erkek	27	664,31	129,764	24,973		
		erişkin kız	37	704,17	219,132	36,025		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	290,57	170,799	25,183	1,871	0,136
		adölesan kız	65	336,06	224,482	27,844		
		erişkin erkek	27	255,75	136,039	26,181		
		erişkin kız	37	357,74	212,914	35,003		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	634,71	211,982	31,255	5,972	0,001
		adölesan kız	65	627,66	272,246	33,768		
		erişkin erkek	27	799,16	170,408	32,795		
		erişkin kız	37	776,16	230,545	37,901		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	533,40	199,807	29,460	3,769	0,012
		adölesan kız	65	554,09	215,737	26,759		
		erişkin erkek	27	612,84	125,860	24,222		
		erişkin kız	37	665,00	201,539	33,133		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	305,01	188,274	27,759	1,164	0,325
		adölesan kız	65	331,90	241,534	29,959		
		erişkin erkek	27	259,25	141,919	27,312		
		erişkin kız	37	349,92	207,435	34,102		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	627,22	218,944	32,281	6,526	0,000
		adölesan kız	65	621,38	262,108	32,510		
		erişkin erkek	27	799,58	157,258	30,264		
		erişkin kız	37	771,26	231,568	38,070		

Tablo 11. Sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

25-26 arası		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	401,96	141,834	20,912	7,854	0,000
		adölesan kız	65	419,35	149,092	18,493		
		erişkin erkek	27	463,35	135,064	25,993		
		erişkin kız	37	545,72	158,426	26,045		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	206,99	126,386	18,635	2,045	0,109
		adölesan kız	65	272,07	172,034	21,338		
		erişkin erkek	27	240,13	152,159	29,283		
		erişkin kız	37	269,72	119,340	19,619		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	719,17	184,330	27,178	3,309	0,022
		adölesan kız	65	769,94	200,554	24,876		
		erişkin erkek	27	776,29	236,451	45,505		
		erişkin kız	37	856,66	181,745	29,879		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	407,79	153,446	22,624	7,206	0,000
		adölesan kız	65	427,24	144,211	17,887		
		erişkin erkek	27	433,43	123,761	23,818		
		erişkin kız	37	542,54	137,633	22,627		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	225,52	121,073	17,851	1,527	0,209
		adölesan kız	65	282,48	176,793	21,928		
		erişkin erkek	27	235,85	147,827	28,449		
		erişkin kız	37	271,04	145,906	23,987		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	708,54	188,983	27,864	3,663	0,014
		adölesan kız	65	734,18	207,941	25,792		
		erişkin erkek	27	761,78	201,390	38,758		
		erişkin kız	37	842,03	161,155	26,494		

Tablo 12. Sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

26-27 arası		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	433,72	144,323	21,279	6,494	0,000
		adölesan kız	65	512,68	197,232	24,464		
		erişkin erkek	27	492,33	130,617	25,137		
		erişkin kız	37	593,10	146,494	24,084		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	228,75	154,332	22,755	3,188	0,025
		adölesan kız	65	191,05	171,617	21,286		
		erişkin erkek	27	191,38	133,457	25,684		
		erişkin kız	37	282,48	128,487	21,123		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	513,55	174,724	25,762	22,126	0,000
		adölesan kız	65	592,17	238,439	29,575		
		erişkin erkek	27	765,00	142,591	27,442		
		erişkin kız	37	811,01	129,354	21,266		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	429,37	142,776	21,051	6,378	0,000
		adölesan kız	65	516,21	204,743	25,395		
		erişkin erkek	27	469,65	118,025	22,714		
		erişkin kız	37	584,75	152,575	25,083		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	254,88	160,296	23,634	1,122	0,342
		adölesan kız	65	274,64	183,954	22,817		
		erişkin erkek	27	229,16	143,395	27,596		
		erişkin kız	37	300,39	142,641	23,450		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	518,21	157,294	23,192	21,906	0,000
		adölesan kız	65	586,74	234,755	29,118		
		erişkin erkek	27	750,89	146,344	28,164		
		erişkin kız	37	802,60	113,907	18,726		

4.2. Palatinal Kemik ile İlgili Bulgular

Sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır; fakat bu farklılık karşılaştırma yaptığımız gruplar arasında bulunmamaktadır. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 13)**

Sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluğunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 14)**

Sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ile adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 15)**

Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 16)**

Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluğunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 17)**

Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde; nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ile adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 18)**

Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında

p<0,05 düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında p<0,01 düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında p<0,001 düzeyinde ve adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,05 düzeyindedir. **(Tablo 19)**

Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluğunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında ise p<0,01 düzeyindedir. **(Tablo 20)**

Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında p<0,05 düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kız hastalar arasında p<0,01 düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında p<0,05 düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ile adölesan kızlar arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,01 düzeyindedir. **(Tablo 21)**

Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında p<0,001 düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında p<0,01 düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında p<0,001 düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında p<0,01 düzeyinde, adölesan kız

ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 22)**

Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluğunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kız arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 23)**

Sutura palatina sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Bu farklılık adölesan erkek ile adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 24)**

Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal planında, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğuluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ile erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. (**Tablo 25)**

Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal planında, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık

adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 26)**

Sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Palatokortkal kemik yoğunluklarında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkek arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arsında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 27)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 28)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. (**Tablo 29)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik

yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Palatokortkal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. (**Tablo 30)**

Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 31)**

Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 32)**

Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında

gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 33)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Palatokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. **(Tablo 34)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 35)**

Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesinde nazal kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Fakat bu farklılık karşılaştırma yaptığımız gruplar arasında değildir. Spongioz kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Palatokortkal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,001$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 36)**

Tablo 13. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
13-14	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	619,80	200,77	29,60	12,149	0,000
		adölesan kız	64	638,96	170,73	21,34		
		erişkin erkek	27	765,48	170,78	32,86		
		erişkin kız	37	821,12	175,30	28,82		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	320,20	155,17	22,87	4,217	0,007
		adölesan kız	64	343,92	160,33	20,04		
		erişkin erkek	27	421,27	166,59	32,06		
		erişkin kız	37	426,81	185,19	30,44		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	649,44	169,00	24,91	17,171	0,000
		adölesan kız	64	765,29	159,98	19,99		
		erişkin erkek	27	785,94	141,69	27,26		
		erişkin kız	37	892,31	131,82	21,67		

Tablo 14. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
13-14	KORTİKAL	adölesan erkek	46	460,32	140,85	20,76	13,247	0,000
		adölesan kız	64	545,54	141,22	17,65		
		erişkin erkek	27	642,70	118,38	22,78		
		erişkin kız	37	610,72	134,11	22,04		

Tablo 15. Sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
13-14	NAZAL-KORTİKAL	adölesan erkek	46	603,55	171,22	25,24	13,413	0,000
		adölesan kız	64	616,89	177,54	22,19		
		erişkin erkek	27	786,92	172,21	33,14		
		erişkin kız	37	787,99	186,52	30,66		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	309,13	168,23	24,80	4,343	0,006
		adölesan kız	64	334,52	168,71	21,08		
		erişkin erkek	27	441,04	168,49	32,42		
		erişkin kız	37	400,53	196,54	32,31		
	PALATO-KORTIKAL	adölesan erkek	46	644,75	154,91	22,84	18,479	0,000
		adölesan kız	64	732,45	163,46	20,43		
		erişkin erkek	27	809,81	132,33	25,46		
		erişkin kız	37	896,11	175,04	28,77		

Tablo 16. Sutura palatina medianın sağ üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
14-15	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	44	481,46	142,58	21,49	13,196	0,000
		adölesan kız	60	532,87	193,04	24,92		
		erişkin erkek	27	640,69	164,70	31,69		
		erişkin kız	35	711,03	199,96	33,80		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	43	265,31	142,17	21,68	6,709	0,000
		adölesan kız	54	310,89	167,45	22,78		
		erişkin erkek	25	363,84	125,63	25,12		
		erişkin kız	31	417,53	156,18	28,05		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	44	511,07	143,17	21,58	22,473	0,000
		adölesan kız	60	604,64	195,85	25,28		
		erişkin erkek	27	748,15	155,37	29,90		
		erişkin kız	35	792,33	160,20	27,07		

Tablo 17. Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
14-15	KORTİKAL	adölesan erkek	44	400,08	121,79	18,36	17,590	0,000
		adölesan kız	60	498,90	141,80	18,30		
		erişkin erkek	27	595,43	103,76	19,96		
		erişkin kız	35	583,60	146,57	24,77		

Tablo 18. Sutura palatina medianın sağ üst birinci ve ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
14-15	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	44	454,91	145,94	22,00	13,519	0,000
		adölesan kız	60	509,84	215,02	27,75		
		erişkin erkek	27	660,93	194,27	37,38		
		erişkin kız	35	692,87	208,93	35,31		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	43	259,97	147,94	22,56	7,195	0,000
		adölesan kız	55	289,53	182,06	24,54		
		erişkin erkek	25	369,01	170,52	34,10		
		erişkin kız	31	423,77	159,14	28,58		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	44	501,50	159,78	24,08	24,166	0,000
		adölesan kız	60	595,10	197,38	25,4818		
		erişkin erkek	27	743,32	149,40	28,75		
		erişkin kız	35	788,43	125,80	21,26		

Tablo 19. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
15-16	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	349,00	150,13	22,13	8,752	0,000
		adölesan kız	62	415,14	165,95	21,07		
		erişkin erkek	27	479,04	132,06	25,41		
		erişkin kız	35	526,14	195,72	33,08		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	33	211,95	104,95	18,27	6,822	0,000
		adölesan kız	40	312,96	164,80	26,05		
		erişkin erkek	14	348,05	132,54	35,42		
		erişkin kız	18	371,57	124,12	29,25		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	368,47	127,565	18,80	17,770	0,000
		adölesan kız	65	477,28	170,10	21,09		
		erişkin erkek	27	555,12	114,91	22,11		
		erişkin kız	37	594,72	161,84	26,60		

Tablo 20. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
15-16	KORTİKAL	adölesan erkek	46	297,92	110,29	16,26	19,997	0,000
		adölesan kız	65	397,86	125,67	15,58		
		erişkin erkek	27	451,90	99,05	19,06		
		erişkin kız	37	484,76	119,89	19,71		

Tablo 21. Sutura palatina medianın sağ üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
15-16	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	332,42	132,83	19,58	13,606	0,000
		adölesan kız	62	407,41	173,50	22,03		
		erişkin erkek	27	479,05	128,21	24,67		
		erişkin kız	35	532,53	131,72	22,26		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	33	220,71	105,72	18,40	7,397	0,000
		adölesan kız	39	309,36	154,18	24,68		
		erişkin erkek	15	296,23	129,98	33,56		
		erişkin kız	18	397,22	114,77	27,05		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	371,53	139,38	20,55	16,619	0,000
		adölesan kız	65	484,98	142,37	17,65		
		erişkin erkek	27	524,51	105,93	20,38		
		erişkin kız	37	577,23	147,31	24,21		

Tablo 22. Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
16-17	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	45	311,17	123,34	18,38	11,268	0,000
		adölesan kız	61	343,78	166,32	21,29		
		erişkin erkek	27	342,93	137,83	26,52		
		erişkin kız	35	500,35	180,85	30,57		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	19	240,23	132,62	30,42	2,170	0,102
		adölesan kız	27	347,04	176,46	33,96		
		erişkin erkek	23	260,31	62,47	36,06		
		erişkin kız	11	345,43	127,16	38,34		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	361,92	107,37	15,83	20,127	0,000
		adölesan kız	64	473,61	132,83	16,60		
		erişkin erkek	27	456,66	80,84	15,55		
		erişkin kız	37	566,20	134,77	22,15		

Tablo 23. Sutura palatina medianın sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
16-17	KORTİKAL	adölesan erkek	46	278,73	114,35	16,86	14,800	0,000
		adölesan kız	64	359,79	132,32	16,54		
		erişkin erkek	27	350,03	95,13	18,30		
		erişkin kız	37	454,69	119,13	19,58		

Tablo 24. Sutura palatina sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
16-17	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	286,94	144,62	21,32	7,560	0,000
		adölesan kız	61	362,98	172,74	22,11		
		erişkin erkek	27	357,00	162,78	31,32		
		erişkin kız	35	457,11	150,66	25,46		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	19	243,63	137,62	31,57	3,130	0,033
		adölesan kız	26	353,80	173,14	33,95		
		erişkin erkek	3	205,81	67,68	39,07		
		erişkin kız	11	371,22	104,65	31,55		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	352,78	108,70	16,02	16,125	0,000
		adölesan kız	64	478,36	143,18	17,89		
		erişkin erkek	27	441,85	107,60	20,70		
		erişkin kız	37	536,88	125,83	20,68		

Tablo 25. Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
23-24	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	576,30	170,72	25,17	13,152	0,000
		adölesan kız	63	624,97	186,94	23,55		
		erişkin erkek	27	716,45	187,31	36,04		
		erişkin kız	37	806,28	171,72	28,23		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	303,93	157,23	23,18	6,762	0,000
		adölesan kız	63	340,05	164,74	20,75		
		erişkin erkek	27	403,03	164,96	31,74		
		erişkin kız	37	462,13	203,03	33,37		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	627,73	154,24	46,00	13,649	0,000
		adölesan kız	63	750,03	169,847	63,32		
		erişkin erkek	27	744,06	135,804	27,28		
		erişkin kız	37	851,17	163,925	37,46		

Tablo 26. Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
23-24	KORTİKAL	adölesan erkek	46	443,74	142,11	20,95	16,946	0,000
		adölesan kız	63	510,85	144,64	18,22		
		erişkin erkek	27	638,00	108,28	20,84		
		erişkin kız	37	619,02	139,91	23,00		

Tablo 27. Sutura palatina medianın sol üst kanin diş ile birinci premolar seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
23-24	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	580,02	195,22	28,78	8,054	0,000
		adölesan kız	63	634,84	196,02	24,69		
		erişkin erkek	27	754,43	160,14	30,82		
		erişkin kız	37	748,69	188,50	30,99		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	46	299,33	165,87	24,45	4,807	0,003
		adölesan kız	63	353,95	174,64	22,00		
		erişkin erkek	27	439,22	162,67	31,30		
		erişkin kız	37	418,66	209,76	34,48		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	617,74	151,76	22,37	16,684	0,000
		adölesan kız	63	735,63	165,10	20,80		
		erişkin erkek	27	740,14	131,92	25,38		
		erişkin kız	37	868,08	180,26	29,63		

Tablo 28. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
24-25	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	44	459,01	141,68	21,36	13,062	0,000
		adölesan kız	59	530,31	180,56	23,50		
		erişkin erkek	27	615,94	185,83	35,76		
		erişkin kız	35	689,07	183,70	31,05		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	43	264,32	139,02	21,20	9,099	0,000
		adölesan kız	53	304,73	169,17	23,23		
		erişkin erkek	25	381,68	147,00	29,40		
		erişkin kız	31	441,44	164,12	29,47		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	44	460,67	157,99	23,81	15,418	0,000
		adölesan kız	59	591,62	167,48	21,80		
		erişkin erkek	27	678,37	169,98	32,71		
		erişkin kız	35	694,01	184,59	31,20		

Tablo 29. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
24-25	KORTİKAL	adölesan erkek	44	382,69	120,26	18,13	22,868	0,000
		adölesan kız	59	502,99	135,44	17,63		
		erişkin erkek	27	578,50	96,16	18,50		
		erişkin kız	35	596,44	137,90	23,31		

Tablo 30. Sutura palatina medianın sol üst birinci premolar ile ikinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
24-25	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	44	433,92	136,71	20,61	13,297	0,000
		adölesan kız	59	537,95	173,48	22,58		
		erişkin erkek	27	628,79	188,09	36,19		
		erişkin kız	35	658,78	195,96	33,12		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	43	269,22	153,17	23,35	8,740	0,000
		adölesan kız	54	304,62	174,31	23,72		
		erişkin erkek	25	386,46	160,07	32,01		
		erişkin kız	31	453,90	181,33	32,56		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	44	452,07	180,98	27,28	22,213	0,000
		adölesan kız	59	611,95	166,63	21,69		
		erişkin erkek	27	681,65	164,97	31,74		
		erişkin kız	35	749,56	163,34	27,61		

Tablo 31. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
25-26	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	347,70	149,84	22,09	8,443	0,000
		adölesan kız	62	404,30	165,61	21,03		
		erişkin erkek	27	475,54	117,30	22,57		
		erişkin kız	35	513,99	187,70	31,72		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	33	218,54	99,05	17,24	9,734	0,000
		adölesan kız	39	298,39	139,56	22,34		
		erişkin erkek	14	364,11	128,89	34,44		
		erişkin kız	18	402,24	137,49	32,40		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	350,44	116,87	17,23	15,373	0,000
		adölesan kız	65	475,35	161,49	20,03		
		erişkin erkek	27	516,58	110,04	21,17		
		erişkin kız	37	552,76	165,71	27,24		

Tablo 32. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
25-26	KORTİKAL	adölesan erkek	46	299,31	101,95	15,03	18,424	0,000
		adölesan kız	65	393,41	133,05	16,50		
		erişkin erkek	27	433,73	88,66	17,06		
		erişkin kız	36	482,17	114,00	19,00		

Tablo 33. Sutura palatina medianın sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
25-26	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	325,52	122,23	18,02	11,222	0,000
		adölesan kız	62	390,71	177,96	22,60		
		erişkin erkek	27	455,24	132,19	25,44		
		erişkin kız	35	511,03	143,96	24,33		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	33	223,19	116,43	20,26	8,699	0,000
		adölesan kız	38	314,93	155,82	25,27		
		erişkin erkek	15	321,47	135,31	34,93		
		erişkin kız	18	424,85	127,93	30,15		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	354,89	142,02	20,94	16,937	0,000
		adölesan kız	65	494,16	148,37	18,40		
		erişkin erkek	27	506,45	109,32	21,03		
		erişkin kız	37	562,14	141,52	23,26		

Tablo 34. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sağ paramedian bölgesinde kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SAĞ PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
26-27	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	313,15	125,39	18,48	8,310	0,000
		adölesan kız	60	360,98	166,02	21,43		
		erişkin erkek	27	345,81	138,44	26,64		
		erişkin kız	35	481,56	183,65	31,04		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	19	252,32	129,06	29,61	2,176	0,101
		adölesan kız	25	332,95	144,57	28,91		
		erişkin erkek	3	250,58	85,96	49,63		
		erişkin kız	11	364,19	129,99	39,19		
	PALATOKORTIKAL	adölesan erkek	46	360,39	107,77	15,89	16,221	0,000
		adölesan kız	63	477,84	156,31	19,69		
		erişkin erkek	27	446,46	86,13	16,57		
		erişkin kız	37	557,51	135,61	22,29		

Tablo 35. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgeki kortikal kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

MİD-PALATAL		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
26-27	KORTİKAL	adölesan erkek	46	282,24	111,85	16,49	12,654	0,000
		adölesan kız	63	363,65	135,14	17,02		
		erişkin erkek	27	356,07	96,87	18,64		
		erişkin kız	37	442,93	109,70	18,03		

Tablo 36. Sutura palatina medianın sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, sol paramedian bölgesindeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

SOL PARAMEDİAN		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	*p*
26-27	NAZAL KORTİKAL	adölesan erkek	46	302,37	133,80	19,72	5,643	0,001
		adölesan kız	60	366,06	171,60	22,15		
		erişkin erkek	27	364,47	153,61	29,56		
		erişkin kız	35	442,20	134,17	22,67		
	SPONGIOZ	adölesan erkek	19	240,31	136,99	31,42	2,245	0,093
		adölesan kız	26	338,97	177,77	34,86		
		erişkin erkek	3	240,12	46,24	26,70		
		erişkin kız	11	360,67	119,53	36,04		
	PALATO KORTIKAL	adölesan erkek	46	332,16	122,57	18,07	17,051	0,000
		adölesan kız	63	477,03	154,06	19,40		
		erişkin erkek	27	435,78	121,02	23,29		
		erişkin kız	37	536,80	135,17	22,22		

4.3. Alt Çene ile İlgili Bulgular

Alt çenede kanin ile ikinci molar dişler arasındaki interradiküler alanlardaki bukko-kortikal kemik yoğunlukları ölçülmüştür.

Sol alt kanin ile birinci premolar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,01$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 37)**

Sol alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 38)**

Sol alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 39)**

Sol alt birinci molar ile ikinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 40)**

Sağ alt kanin ile birinci premolar dişler arası interproksimal alanda, alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 41)**

Sağ alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası interproksimal alanda, alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,05$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. **(Tablo 42)**

Sağ alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası interproksimal alanda, alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindedir. **(Tablo 43)**

Sağ alt ikinci molar ile birinci molar dişler arası interproksimal alanda, alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyindedir. Alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). **(Tablo 44)**

Tablo 37. Sol alt kanin ile birinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

33-34		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1062,07	190,86	28,14	12,423	0,000
		adölesan kız	65	982,20	229,18	28,42		
		erişkin erkek	27	1248,84	121,91	23,46		
		erişkin kız	37	1161,27	246,17	40,47		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1002,76	195,54	28,83	17,105	0,000
		adölesan kız	65	894,20	215,18	26,69		
		erişkin erkek	27	1199,74	137,81	26,52		
		erişkin kız	37	1098,06	231,21	38,01		

Tablo 38. Sol alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

34-35		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1041,61	291,50	42,98	6,475	0,000
		adölesan kız	65	986,65	359,38	44,57		
		erişkin erkek	27	1241,23	158,17	30,44		
		erişkin kız	37	1176,99	240,69	39,56		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1003,94	283,70	41,83	9,738	0,000
		adölesan kız	65	884,42	336,62	41,75		
		erişkin erkek	27	1195,36	154,08	29,65		
		erişkin kız	37	1131,38	293,55	48,26		

Tablo 39. Sol alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

35-36		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1097,08	207,36	30,57	6,694	0,000
		adölesan kız	65	1094,86	222,07	27,54		
		erişkin erkek	27	1231,40	142,92	27,50		
		erişkin kız	37	1227,43	120,79	19,85		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1041,79	191,77	28,27	9,064	0,000
		adölesan kız	65	1011,01	225,51	27,97		
		erişkin erkek	27	1166,62	150,92	29,04		
		erişkin kız	37	1183,92	134,57	22,12		

Tablo 40. Sol alt birinci molar ile ikinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

36-37		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1152,52	153,68	22,66	4,919	0,003
		adölesan kız	65	1166,63	210,19	26,07		
		erişkin erkek	27	1190,32	122,12	23,50		
		erişkin kız	37	1278,91	86,77	14,26		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1104,29	153,90	22,69	5,667	0,001
		adölesan kız	65	1105,70	208,92	25,91		
		erişkin erkek	27	1125,16	110,35	21,23		
		erişkin kız	37	1231,68	95,13	15,64		

Tablo 41. Sağ alt kanin ile birinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

43-44		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1069,49	196,44	28,96	20,056	0,000
		adölesan kız	65	985,20	242,39	30,06		
		erişkin erkek	27	1265,00	171,05	32,91		
		erişkin kız	37	1245,28	128,27	21,08		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	993,61	176,73	26,05	30,168	0,000
		adölesan kız	65	885,22	224,78	27,88		
		erişkin erkek	27	1203,08	138,59	26,67		
		erişkin kız	37	1167,60	103,21	16,96		

Tablo 42. Sağ alt birinci premolar ile ikinci premolar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

44-45		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1054,59	284,15	41,89	6,987	0,000
		adölesan kız	65	983,04	348,09	43,17		
		erişkin erkek	27	1247,25	140,59	27,05		
		erişkin kız	37	1174,30	244,87	40,25		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	987,86	275,09	40,56	8,966	0,000
		adölesan kız	65	902,10	329,62	40,88		
		erişkin erkek	27	1182,14	126,48	24,34		
		erişkin kız	37	1118,74	237,57	39,05		

Tablo 43. Sağ alt ikinci premolar ile birinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

45-46		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1112,26	166,76	24,58	3,863	0,010
		adölesan kız	65	1079,16	223,52	27,72		
		erişkin erkek	27	1198,49	153,15	29,47		
		erişkin kız	37	1181,85	163,22	26,83		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1043,71	171,80	25,33	7,812	0,000
		adölesan kız	65	1004,95	216,42	26,84		
		erişkin erkek	27	1157,25	163,29	31,42		
		erişkin kız	37	1161,10	163,03	26,80		

Tablo 44. Sağ alt birinci molar ile ikinci molar dişler arası bölgedeki kemik yoğunluklarının gruplar arası istatistiksel analizi. (p<0,05, F: Fisher sabiti, p: olasılıklık (probability))

46-47		Gruplar	n	Ortalama	Std. sapma	Std. hata	F	p
6-8 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1137,07	108,15	15,94	4,920	0,003
		adölesan kız	65	1134,19	183,75	22,79		
		erişkin erkek	27	1140,29	162,76	31,32		
		erişkin kız	37	1240,65	92,86	15,26		
4-6 mm	BUKKALKORTIKAL	adölesan erkek	46	1047,13	186,58	27,51	1,759	0,157
		adölesan kız	65	1060,56	175,77	21,80		
		erişkin erkek	27	1434,26	1939,12	373,18		
		erişkin kız	37	1447,99	1634,31	268,68		

5. TARTIŞMA

Mini implantların primer stabilite başarısı, kortikal kemiğin kalitesi ve yoğunluğundan etkilenmektedir. Eğer mini-implantın yerleştirildiği kemik dokusu yeteri kadar kalın ve yoğun değilse, primer stabilite eksikliğine bağlı implant kayıpları meydana gelecektir. Tam tersine, mini implantın yerleştirildiği kemik kalın ve aşırı yoğun ise de kemik dokuda aşırı ısıya bağlı hasar veya implantta kırık meydana gelebilmektedir (3, 211). Hasta değerlendirmede mini-implant yerleştirilecek anatomik bölgenin kalınlık ve yoğunluk açısından dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (105).

Türkyılmaz ve ark. mini-implant cerrahisi öncesi çekilmiş bilgisayarlı tomografi görüntüsünün değerlendirilmesi ile primer implant stabilitesinin tahmin edilebileceğini göstermişlerdir. Son dönemde yapılan birçok çalışma da bu sonuçları desteklemektedir (212, 213, 214). Bununla birlikte, mikro-bt çalışmalarında hem kortikal hem de spongioz kemiğinin mini-implant stabilitesinde önemli bir role sahip olduğu gösterilmiştir (215, 216). Bu nedenle biz de çalışmamızda mini-implant uygulayabileceğimiz anatomik alanların kemik yoğunluklarını ölçtük.

Mini-implantlar üzerinde yapılan birçok çalışmada, adölesan bireylere uygulanan implantlarda yetişkin bireylere göre daha sık başarısızlık rapor edilmiştir. Chen ve ark. hastanın yaşının öncelikli başarısızlık nedeni saymıştır (217). Park ve ark. ise 11-28 yaşları arasında mini-implant uyguladığı hastalarda, sadece 14 yaşın altındaki bireylerde mini-implant kaybının olduğunu raporlamıştır (218). Garfinkle ve Motoyoshi ise adölesan bireylere uygulanan implantlardaki başarısızlıkları sırasıyla %70.3 ve %63.8 olarak bildirmişlerdir (16, 125).

Bu çalışmanın amacı, mini-implant uygulanabilecek adölesan ve erişkinler bireyler arasında kemik kalitelerinin karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla mini-implantların uygulanabileceği anatomik alanların kemik yoğunlukları HU (Hounsfield Unit) biriminden ölçülmüştür.

5.1. Palatinal Kemik ile İlgili Bulguların Tartışılması

Sınıf 2 anomaliye sahip adölesan hastalarda, üst molar distalizasyonu sıklıkla tercih edilen tedavi yöntemleridir. Bu amaçla, dişsel ankrajdan ziyade palatinal kemik bölgesinden mutlak iskeletsel ankraj elde edilmeye çalışılmaktadır. Palatinal kemik yeterli kortikal kemiğe ve keratinize yumuşak dokuya sahip olması nedeniyle, geçici amaçlı uygulanan mini implantlar için oldukça tercih edilen bir bölgedir (219, 220). Özellikle mid-palatal suturun lateralinde yer alan *paramedian bölgeler*, adölesan bireylerde sutura palatina media'nın gelişiminde de minimum etkiye sahiptir (219, 220, 221, 222).

Kim ve ark. palatinaya uygulanan ortodontik mini-implantlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yaşları 8-56 arası değişen 128 hastaya (101 bayan, 27 erkek) yerleştirilen mini-implantların klinik başarı oranlarını karşılaştırmıştır (223). Çalışma sonunda palatinaya uygulanan ortodontik mini implantların başarı oranları ile cinsiyetler arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Aynı şekilde palatinaya uygulanan ortodontik mini implantların başarıları ile sagittal-vertikal iskeletsel ilişkiler arasında da anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Fakat palatinaya uygulanan ortodontik mini implantın başarı oranı ile hastanın yaşı ve hastaya uygulanan bölgenin (mid-palatal ya da para-palatal) arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu savunmuştur. Çalışmanın sonucunu yetişkin hastalarda başarı oranının daha yüksek olduğunu, aynı şekilde mid-palatal bölgeye uygulanan implantların para-palatale göre daha başarılı olduğunu bildirmiştir.

Gracco ve ark. 10-44 yaşları arasındaki 162 bireye (80 erkek, 82 bayan) ait tomografik verilerin değerlendirildiği çalışmasında, bireyleri 10-15 yaş, 15-20 yaş ve 20-44 yaşlar arasında üç gruba ayırmıştır. Ölçüm alanları insisiv foramenden 4 mm, 8 mm, 16 mm ve 24 mm posterior ve mid-palatalden 3 mm ve 6 mm paramedian olacak şekilde belirlenmiştir. Seçilen bölgelerin kemik kalınlıkları milimetre (mm) cinsinden ölçülmüştür. Sonuç olarak erişkin ve adölesan bireylerdeki ve bu bireylerin farklı cinsiyetleri arasındaki palatal kemik kalınlıklarında anlamlı bir fark olmadığını, palatal kemiğin mini implant için uygun bir bölge olduğunu belirtmiştir (224).

Bizim çalışmamızda ise, bu çalışmanın anatomik bölgeleriyle uyumlu olarak kemik yoğunlukları Hounsfield Unit (HU) cinsinden ölçülmüştür. Adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında mid-palatal seviyesindeki kortikal kemik yoğunlukları arasında sağ üst kanin ile birinci premolar, birinci premolar ile ikinci premolar, ikinci premolar ile birinci molar, sol üst birinci premolar ile ikinci premolar ve ikinci premolar ile birinci molar bölgelerinde $p<0,001$ düzeyinde; sol üst kanin ile birinci premolar arasında da $p<0,01$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Adölesan kız ve erişkin kızlar arasında mid-palatal bölgedeki kortikal kemik yoğunlukları arasında ise sağ birinci premolar ile ikinci premolar seviyesinde $p<0,05$ düzeyinde; sağ ikinci premolar ile birinci molar, sağ birinci molar ile ikinci molar, sol kanin ile birinci premolar, sol birinci premolar ile ikinci premolar, sol ikinci premolar ile birinci molar ve sol birinci molar ile ikinci molar seviyesinde $p<0,01$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Bu sonuçlar bize büyüme&gelişme sürecinde benzer kalınlıkta kemik taslaklarının oluştuğunu ve bu taslakların cinsiyete göre farklı miktarlarda kalsifiye olduğunu düşündürmektedir.

Ryu ve ark ise 38 erken karışık dönemde (ort. 8,03 yaş), 40 geç karışık dönemde(ort. 11,51 yaş) ve 40 kalıcı dişlenme döneminde (ort. 20,92 yaş) bireylerin karşılaştırıldığı çalışmasında, palatal kemik kalınlıklarını değerlendirmiştir (225). Palatal kemik kalınlıkları karşılaştırıldığında; geç karışık dönem ve daimi dişlenme dönemindeki bireyler arasında anlamlı bir farklılık bulunamazken, erken karışık dönemde daha düşük kemik kalınlıkları rapor etmiştir. Ayrıca, adölesan kızlar ve adölesan erkekler arasında da anlamlı bir farklılık belirtmemişlerdir.

Bizim çalışmamızda, Ryu ve ark.'nın yaptığı çalışmadan farklı olarak adölesan kızlar ve adölesan erkekler arasında sutura palatina medianın sağ üst kanin diş ile birinci premolar, sağ üst birinci ve ikinci premolar, sağ üst birinci molar ile ikinci molar, sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında $p<0,01$ düzeyinde; sağ üst ikinci premolar ile birinci molar, sol üst birinci premolar ile ikinci premolar ve sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler

seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında $p<0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Bu veriler, palatal kemik taslağının erken karışık dişlenme döneminden sonra geliştiğini, adölesan erkek ve kızlarda benzer kalınlıklara ulaştığını göstermektedir. Benzer kalınlıklardaki kemik taslaklarının posterior bölgelerde farklı miktarlarda kalsifiye olduğunu düşündürmektedir.

Kang ve ark ise 18-35 yaşları arasındaki 9 yetişkin erkek ve 9 yetişkin kız bireye ait bilgisayarlı tomografi verisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, sutura palatina media ve paramedian bölgelerdeki kemik kalınlıkları ölçmüşlerdir (226). Çalışma sonunda yetişkin bireyler arasında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık olduğunu ve yetişkin erkek bireylerin yetişkin kızlara göre posterior bölgelere doğru mid-palatal bölgede daha kalın palatinal kemiğe sahip olduğunu belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda erişkin erkek ve erişkin kız bireyler arasındaki kemik yoğunluklarında da anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Erişkin erkek ve erişkin kız bireyler arasında sutura palatina medianın sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sağ paramedian bölgesindeki palatokortikal kemik bölgesinde, sol üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sağ paramedian bölgesinin palatokortikal kemik bölgesinde, sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik bölgesinde, sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sol paramedian bölgesinde palatokortikal kemik bölgesinde ve sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sol paramedian bölgesinde palatokortikal kemik bölgesinde $p<0,05$ düzeyinde; sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sağ paramedian bölgesinde nazal kortikal ve palatokortikal kemik bölgelerinde, sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sağ paramedian bölgesinde palatokortikal kemik bölgesinde, sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzlemin mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik bölgesinde $p<0,01$ düzeyinde; sağ üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki koronal düzlemin sol paramedian bölgesinde palatokortikal kemik bölgesinde $p<0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Bu çalışmaların sonuçlarına göre yetişkinlik döneminde de kemik kalınlığının ve yoğunluğunun artmaya devam ettiğini söyleyebiliriz. Bizim çalışmamızda ise istisna olarak üst kanin ile birinci premolar dişler seviyesindeki mid-palatal bölge dışında (burada yetişkin erkeklerde daha yoğun) neredeyse tüm mid-palatal ve para-median bölgelerde yetişkin kızlarda kemik yoğunluğu fazladır.

Moon ve ark ise 15 yetişkin erkek ve 15 yetişkin kız bireye ait bilgisayarlı tomografi üzerinde yaptıklar bir çalışmada, mid-palatal sutur boyunca Hounsfield unit (HU) biriminden kemik yoğunluğu ölçümleri yapmışlardır (227). Çalışma sonunda palatinal kemiğe ait kortikal kemik yoğunluğunun yetişkin kızlarda yetişkin erkeklere göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu şaşırtıcı sonuçların daha önceden Yong ve ark. (228) tarafından 35 yaş üstü yetişkinlerde yapılan lumbar spine ve femur başı kemik yoğunlukları ölçümleri ile uyumlu olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, Güney Koreli kadınların kemik yoğunluklarının en fazla olduğu dönemin 35 yaş döneminde olduğu, 50 yaşına kadar yavaş bir şekilde yoğunluğun azaldığı ve 50 yaşından sonra da lineer şekilde kayıp yaşandığı rapor edilmiştir.

Bizim çalışmamızda ise, sutura palatina medianın sadece sağ ve sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler seviyesindeki koronal düzleminde, mid-palatal bölgesindeki kortikal kemik yoğunluğunda yetişkin erkek ve yetişkin kızlar arasında sırasıyla $p<0,01$ (Tablo 23) ve $p<0,05$ düzeyinde (Tablo 35) anlamlı farklılık vardır. Bu alanlarda erişkin kızların kemik yoğunluğu erişkin erkeklerden daha fazladır. Diğer anatomik bölgelerde herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuç, önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmakla beraber yetişkin dönemde palatinal kemik kalınlığı ile kemik yoğunluğunun paralel seyrettiğini göstermektedir.

Han ve ark. ise 60 adet adölesan ve 60 adet erişkin bireye ait KIBT verisi üzerinde, mid-palatal ve 2 mm, 4 mm, 6 mm ve 8 mm paramedian bölgede insisiv foramenden 3'er mm arayla kortikal ve spongioz kemik yoğunluklarını ölçmüştür. Adölesan bireylerin palatinal kemiğin kortikal ve spongioz kemik yoğunluklarının erişkin bireylerden- özellikle posterior bölgede- anlamlı derecede düşük olduğunu belirtmiştir (229). Ayrıca hem yetişkin hem de adölesan kızların erkeklerden daha yoğun kortikal kemiğe sahip olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da Han ve

ark ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, palatinal kemikte kalsifkasyonun kızlarda daha önde devam eden bir süreç olduğunu göstermektedir.

5.2. Alveoler Kret ile İlgili Bulguların Tartışılması

Alveoler kret ölçümü yapılan birçok çalışma, alveoler kretten 2mm, 4mm ve 6mm apikal bölge sınırları içinde yapılmıştır. Bunun nedeni birçok araştırıcının belirttiği gibi alveoler kretten 8 mm apikal bölgede yapışık dişetinin bulunmaması nedeniyle mini-implant uygulama alanının dışında kalmasıdır (14, 230). Bazı araştırıcılar ise mandibulanın lingual korteksini, mini-implant kullanımındaki sınırlamalar nedeniyle ölçümlere dahil etmemiştir (231). Taranan birçok çalışmada, bizim tezimizle uyumlu anatomik alanların ölçümleri yapılmıştır (231, 232, 233, 234, 235, 236, 237).

Moon ve ark. (238) 209 (78 erkek,131 bayan) ortodontik tedavi gören bireyde uygulanan 480 ortodontik mini implant üzerinde yapılan çalışmada, bireyleri adölesan (10-18 yaşlar arası 108 birey) ve yetişkinler (19-64 yaşlar arası 109 birey) olmak üzere ikiye ayırmıştır. Uygulanan mini implantlar hem alt çenede hem de üst çenede birinci-ikinci premolarlar arası (4-5), ikinci premolar- birinci molar (5-6) ve birinci molar-ikinci molar (6-7) arasına uygulanmıştır. Yaptığı çalışmada cinsiyetler ve yaşlar arası başarı oranlarını karşılaştırmış ve aralarında anlamlı farklılık bulamamıştır.

Lim ve ark. 15 yetişkin erkek ve 15 yetişkin kız bireye ait bilgisayarlı tomografi görüntüsü üzerinde üst çenede interradiküler sert doku kalınlığı ölçümü ve klinik olarak yumuşak doku ölçümlerini yaptıkları çalışmada; yapışık dişetinin anterior bölgelerde posterior bölgeye göre daha fazla olduğunu ve en az olduğu bölgenin premolarlar bölgesi olduğunu belirtmiştir (230). Alveoler kretten 8 mm apikaldeki bölgede hareketli alveoler mukozanın olduğunu ve mini implantın alveoler kretten 6 mm apikal bölgeyi geçmemesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca çalışma sonunda üst ikinci premolar ile birinci molar arası interradiküler bölge dışında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir. Çalışmada sadece yetişkin bireylerin olması ve birey sayısının az olması nedeniyle böyle bir sonucun çıktığını düşünmekteyiz.

Fayed ve ark. 100 bireye ait bilgisayarlı tomografi verisini adölesan (13-18 yaş) ve erişkin (18-27 yaş) olmak üzere iki gruba ayırmış ve her iki çenede de alveoler kretten 2 mm, 4 mm ve 6 mm apikal bölgeden interradiküler kret kalınlığını ölçmüşlerdir (14). Çalışma sonunda cinsiyetler arasında posterior maksillada 4 mm ve 6 mm apikal kesitte bukkokortikal kalınlıkta anlamlı bir farklılık bulunurken, palatokortikalde anlamlı farklılık bulunamamıştır. Mandibula posteriorda ise anlamlı farklılık hiçbir kesitte bulunmamaktadır. Adölesan ve erişkin bireyler arasında maksilla posterior bölgede alveoler kretten 4 mm ve 6 mm apikal bölgede bukkokortikal ve palatokortikal bölgede anlamlı farklılık varken mandibula posterior bölgede ise hiçbir kesitte bukkkortikal kalınlıkta anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bizim çalışmamamızda da adölesan ve erişkin bireylerin maksilla posterior bölgelerinde hem bukkokortikal hem de palatokortikal kemik yoğunluklarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca alt çenenin alveoler kretten 4-6 mm apikal uzaklıktaki bukkokortikal kemik yoğunlukları arasında da anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Bu çalışmanın sonunda maksillanın büyüme&gelişme döneminde bukkokortikal bölgenin appozisyonu ile transversal olarak genişliğinin artması nedeniyle maksilla posterior bölgede kemik kalınlığının sürekli değiştiği, palatinal kemik kalınlıklarının sabit kaldığı sonucu çıkarılabilir. Bizim çalışmamız ise kalsifikasyonun adölesan ve erişkin dönemde devam eden bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Mandibulanın ise kafatasından bağımsız bir kemik olmasından dolayı, her iki cinsiyette de adölesan ve erişkin dönemde alveoler kret kalınlığının birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Alt çene dişlenmenin 12 yaşları civarında alt ikinci molarların sürmesi ile bitmesi sonucu alveoler kretlerin kalınlaştığını fakat kalsifikasyonun (yoğunluğunun) adölesandan erişkinliğe doğru artmaya devam ettiğini göstermektedir.

Farnsworth ve ark. 26 adet adölesan ve 26 adet yetişkin hastaya ait KIBT görüntü üzerinde palatinanın 3'er adet paramedian, mandibulanın 4 adet bukkal interradiküler ve maksillanın 4'er adet bukkal ve palatinal bölgesinde yaptıkları kalınlık ölçümlerinde; cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını

bulmuşlardır (239). Adölesan ve yetişkin bireyler arasında ise anlamlı farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Maksiller birinci ve ikinci molarlar arası ve insisiv foramenden 9 mm uzaklıktaki paramedian palatina bölgesi dışında, yetişkin bireylerin kortikal kemik kalınlıklarının adölesanlar bireylerden fazla olduğunu ve anteriordan posteriora doğru bu farkın artmaya eğilimli olduğunu belirtmişlerdir. Maksillada ise yaşlar arası farklılığın, üst ikinci premolar-molar arasında molarlar arasından (6-7) daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Palatinal kortikal kalınlıkları ise insisiv foramenden 3mm ve 6mm uzaklıkta birbirine benzer bulmuşlardır.

Bizim çalışmamızda ise, Farnsworth ve ark.'nın ölçüm yaptığı bölgelerdeki kemik yoğunlukları değerlendirilmiştir. Adölesan ve erişkin bireylerin kemik yoğunlukları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Ayrıca cinsiyetler arasında da anlamlı farklılık görülmüştür.

Farnsworth ve ark.'nın (239) cinsiyetler arasında farklılık görememelerinin nedeni olarak birey sayısının azlığı düşünülebilir. Adölesan ve erişkinler bireylerin kemik kalınlıklarındaki fark da büyüme gelişme sürecindeki remodellingde meydana gelen appozisyon-rezorpsiyonlara bağlanabilir (240). Özellikle maksillada birinci molar dişin sürdükten sonra (ort. 6 yaş) ikinci premoların (yaklaşık 5 yıl sonra-erkekte 11,2- kızda 10,9) ikinci molardan (yaklaşık 6 yıl sonra-erkekte 12,7-kızda 12,3) daha önce sürmesi (241), birinci moların mezialindeki alveoler kretin daha kalın olmasının ve kalsifikasyonda daha önde olmasının nedenidir. Bizim çalışmamız da bu sonucu desteklemektedir.

Ono ve ark.(242) 43 hasta (13-48 yaşlar arası) üzerinde yaptıkları bir çalışmada, üst ve alt çenede birinci molar dişlerin mezial ve distal bölgelerinin kortikal kemiklerin kalınlıklarını ölçmüşlerdir. Bu çalışmada birinci molar ile ikinci premolar arasında yapılan analizde, üst çenede erişkin ve adölesanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunamazken, alt çenede alveoler kretten 3-8 mm apikal bölgeler arasında adölesanlarda daha kalın kortikal kemik kalınlığı bulunmuştur. Erkek bireylerin maksillasında, alveoler kretten 1 mm, 2 mm ve 5-9 mm apikaldeki bölgelerde kız bireylerden anlamlı derecede kalın kortikal kemiğe rastlanmıştır. Alt çenede ise cinsiyetler arasında farklılık bulunamamıştır. Birinci molar ile ikinci

molar dişler arasındaki ölçümlerde ise, alt ve üst çenede hem cinsiyetler arasında hem de yaşlar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Ono ve ark. (242) çalışmada elde edilen sonuçlarda, birinci moların mezial ve distal bölgelerinde adölesan ve erişkinler arasında anlamlı farklılık olmamasının nedeni olarak, çalışmaya alınan birey sayısının az olması gösterilebilir.

Bizim çalışmamızda ise Ono ve arkadaşlarının bulgularından farklı olarak, alt çenede adölesan bireylerin alt çene bukkal kortikal kemik yoğunlukları erişkin bireylerden daha azdır. Üst çenede ise sağ üst birinci molar ile ikinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindeyken; alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık adölesan erkek ve erişkin erkekler arasında $p<0,001$ düzeyinde, adölesan kızlar ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$düzeyinde bulunmuştur.

Sol üst ikinci premolar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,001$ düzeyindeyken; alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık adölesan kız ve erişkin kızlar arasında $p<0,01$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde bulunmuştur.

Sol üst birinci molar ile ikinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık adölesan erkek ve adölesan kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde, erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında $p<0,05$ düzeyinde bulunmuştur.

Peterson(243) ve Schwartz(244) mandibulanın kortikal kemiğinin maksilladan daha kalın olduğunu belirtmiş, Schwartz ayrıca mandibulanın kortikal kalınlıkları arasında cinsiyetler arasında anlamlı farklılığın olmadığını açıklamıştır.

Zhao ve ark. (245) 2013 yılında 16 yetişkin erkek ve 16 yetişkin kız hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kortikal kemik kalınlıklarını ölçmüşler fakat yetişkin erkek ve yetişkin kız bireyler arasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır.

Holmes ve ark, (246) 28 yetişkin kız ve 22 yetişkin erkek bireye ait konik ışınlı bilgisayarlı tomografi verisi üzerinde, alt ve üst kaninlerin distali ile birinci molarların meziali arasında alveoler kretten 4mm ve 6mm apikalindeki kortikal kemik kalınlıklarını ölçmüştür. Çalışma sonucunda ne yaş ne de cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Farnsworth (239), Schwarz-Dabney ve Dechow (244) ve Choi(247), Deguchi (11) ve Lim (237) adlı araştırıcılar, yetişkin bireyler arasında hem maksillanın hem de mandibulanın bukkal kortikal kalınlıklarında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık belirtmemişken; Ono (242) adlı araştırıcı da sadece alt çenenin bukkal kortikal kalınlıklarında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir. Özdemir (248) adlı araştırıcı da 155 erişkin bireye ait maksilla ve mandibulanın bukkokortikal kemik kalınlıklarında cinsiyet ve yaşlar arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir.

Yukarıdaki tüm çalışmalar az sayıda bireye ait sadece erişkin mandibulası üzerinde yapılmıştır. Peterson (243) ve Schwartz (244) adlı araştırıcıların çalışmaları kadavralara ait mandibula kemikleri üzerindeki kemik kalınlık ölçümlerine dayanmaktadır. Diğer araştırıcılar ise konik ışınlı bilgisayarlı tomografi verileri üzerinde yapılan kemik kalınlık ölçümleri yapmışlardır. Bizim çalışmamızda farklı sonuçların elde edilmesi daha fazla adölesan ve erişkin bireye ait konik ışınlı bilgisayarlı tomografi verisi üzerinde kemik yoğunlukları ölçülmesi ile açıklanabilir.

Bizim çalışmamızda adölesan kız ve adölesan erkek bireyler arasında sol alt kanin ile birinci premolar dişler arasındaki alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık $p<0,05$ düzeyinde; sağ alt kanin ile birinci

premolar dişler arası interproksimal alanda alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık $p<0,05$ düzeyinde bulunmuştur.

Erişkin kız ve erişkin erkek arasında ise sol alt birinci molar ile ikinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanda bukkokortikal kemik yoğunluklarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık $p<0,05$ düzeyinde; sağ alt ikinci molar ile birinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunluklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık $p<0,05$ düzeyindedir.

Kim ve Park (249) adlı iki araştırıcı, 15 yetişkin erkek ve 15 yetişkin kız bireye ait bilgisayarlı tomografik görüntü üzerinde, mandibulanın bukkal ve lingual kortikal kemik kalınlıklarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda mandibulanın hem bukkal hem de lingual tarafındaki kortikal kemiklerin kalınlıklarını erkekte daha kalın olduğunu belirtmişlerdir. Chun ve Lim (250) 14 erişkin erkek ve 14 erişkin kız bireye ait bilgisayarlı tomografi verisi üzerinde hem meksillada hem de mandibulada daimi ikinci molarlar arası interradikuler bölgelerin bukkal kortikal kemiğin yoğunluklarını alveoler kretten 0 mm, 2 mm, 4 mm ve 6 mm aralıklarla monokortikal olarak ölçmüştür. Çalışma sonucunda erişkin erkek ve erişkin kızlar arasında anlamlı bir farklılık bulamamıştır.

Yukarıdaki çalışmalarda çalışmaya katılan birey sayısının azlığı nedeniyle anlamlı bir farklılığın olmadığı düşünülebilir. Bizim çalışmamızda ise erişkin erkek ve erişkin kız bireylere ait bilgisayarlı tomografi verilerinde üst çenede sol ikinci premolar ile birinci molar dişler ve birinci molar ile ikinci molar dişler arası alveoler kretten 4-6 mm apikal bölgedeki interproksimal alanın bukkokortikal kemik yoğunlukları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Alt çenede ise sol birinci molar ile ikinci molar dişler arasındaki alveoler kretten 4-6 mm apikal ve sağ ikinci molar ile birinci molar dişler arası alveoler kretten 6-8 mm apikal bölgedeki bukkokortikal kemik yoğunlukları arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Bizim araştırdığımız ‘‘*Adölesan dönemdeki hastalarda primer stabiliteyi etkileyen alveoler ve palatinal kemik yoğunlukları daha azdır’* hipotezi doğrulanmıştır. Özellikle hem adölesan ve erişkinler arasında hem de erkek ve kız bireyler arasında kemik yoğunlukları farklı bulunmuştur.

2. Adölesan dönemde kemik taslakları oluşmakla beraber erişkin döneme yakın kemik kalınlığına erişilmektedir. Kemik kalsifikasyon süreci ise adölesan dönemden erişkin döneme kadar kesintisiz sürmektedir. Erişkinler üzerinde yapılan çalışmalarda yüksek başarı oranları buna bağlanabilir. Adölesan dönemin de mini-implantlardaki başarısızlığın sebebi olarak gösterilmesi de bu şekilde açıklanabilir.

3. Adölesan bireylere mini-implant yerleştirmeden önce elimizde KIBT verisi var ise, yerleştirmeyi düşünülen anatomik bölgelerden en kalın bölgeden ziyade en yoğun bölgeyi seçmeliyiz.

4. Mini-implant tasarlayan firmalar tarafından sadece erişkin bireyler üzerinde değil, adölesan bireyler üzerinde de çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Baker RW, Guay AH, Peterson HW. Current concepts of anchorage management. Angle Orthod.1972; 42: 129-139.

2. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.2006; 130: 18-25.

3. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Am. J.Orthod. Dentofacial Orthop. 2003; 124:373-378.

4. Crismani AG, Bertl MH, Celar AG, Bentleon HP, Burnstone CJ. (2010). Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2010;137: 108-13.

5. Oktenoğlu BT, Ferrara LA, Andalkar N, Ozer AF, Sarıoğlu AC, Benzel EC. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. J. Neurosurg. 2001,94:91-96.

6. Wilmes B, Sub YY, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-ımplants. Angle Orthod. 2008;78: 1065-1070.

7. Oncag G. Ortodontide Mini İmplant Uygulamalarında Temel kavramlar. E U Dişhek Fak. Derg 2010;31(2):61-8.

8. Lim JK KW, Kim IK, Son CY, Byun HI. Three dimensional finite element method for stress distrubution on the length and diameter of orthodontic miniscrew and cortical bone thickness. Korea J Orthod 2003;33(1):11-20.

9. Cha JY, Kil JK, Yoon TM, Hwang CJ. Miniscrew stability evaluated with computerized tomography scanning. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(1):73-9.

10. Wang Z, Zhao Z, Xue Z, Song J, Deng F, Yang P. Pullout strenght of miniscrews placed in anterior mandibles of adult and adolescent dogs: a microcomputed tomographic analysis Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(1):100-7.

11. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitive evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(6):721.e7-e12.

12. Kim SH, Yoon HG, Choi YS, Hwang EH, Kook YA, Nelson G. Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for othodontik mini-implants with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135(5):635-41.

13. Park J, Cho HJ. Three dimensional evaluation of interradicular spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of miniimplants in adults. Am J J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(3):314.e1-12.

14. Fayed MMS, Pazera P, Katsaros C. Optimal Sites for Prthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography Angle Orthod.2010;80: 939-951.

15. Borges MS, Mucha JN. Bone density assessment for mini-implant position Dental Press J Orthod 2010;15(6):58.e1-9.

16. Motoyoshi M, Matsuaka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. Int J Oral Maxillofac surg 2007;36(8):695-9.

17. Park HS. Clinical study on success rate of miniscrew implants for orthodontic anchorage. Korean J Orthod 2003;33(3):151-6.

18. Tunali B, Oral İmplantoloji. İstanbul: Nobel Tıp Kitabeleri; 2000

19. Gainsforth BL, Higley LB. A Study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. Am J Ortodontics and Oral Surgery 1945;31(8):406-16.

20. Linkow LI. The endoseous blade implant and it use in orthodontics. Int J Orthod 1969;7(4):149-54.

21. Branemark PI. Vital microscopy of bone marrow in rabbit. Scand J Clin Lab Invest 1959;11(Suppl.38):1-82.

22. Branemark PI. Osseointegration and its experimental studies. J Prosthet Dent 1983;50: 399-410.

23. Sherman AJ. Bone reaction to orthodontic forses on vitrous carbon dental implants. Am J Orthod 1978;74(1):79-87.

24. Smith JR. Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminium oxide endosteal implants. Am J Orthod 1979;76(6):618-36.

25. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage.J Clin Orthod 1983;17(4):266-9.

26. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaptationto continous loading ofrigid endosseous implant. Am J Orthod 1984;86(2):95-111.

27. Shapiro PA, Kokich VG. Uses of implants in orthodontics. Dent Clin North Am1988,32(3):539-50.

28. Roberts WE, Nelson CL, Goodacre CJ. Rigid implant anchorage to close a mandibuler first molar extraction site. J Clin Orthod 1994;28(12):693-704.

29. Southard TE, Bucley MJ, Spivey JD, Krizan KE, Casko JS. Intrısion anchorage potential of teeth versus rigid endosseous implants: a clinical and radiographic evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107(2):115-20.

30.Shellart WC, Moavad M, Lake P. Case report: implants as anchorage form olar uprighting and intrusion. Angle Orthod 1996;66(3):169-72.

31.Singer SL, Henry PJ, Rosenberg I, Osseointegrated implants as an adjunct to facemask therapy: a case report. Angle ortod 2000;70(3):253-62.

32.Keles A, Erverdi N, Sezen S. Bodiliy distalization of molars with absolute anchorage. Angle Orthod 2003;73(4):471-82.

33.Wehrbein H,Merz BR, Diedrich P,Glatzmeier J.The use of palatal implants for orthodontic anchorage. Design and clinical application of the orthosystem.Clin Oral Implants Res 1996;7(4):410-6.

34.Wehrbein H, Glatzmaier J, Mundwiller U, Diedrich P. The orthosystem—a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. J Orofac Orthop 1996;57(3):142-53.

35.Glatzmaier J, Wehrbein H, Diedrich P. Biodegradable implants for orthodontic anchorage. A preliminary biomechanical study. Eur J Orthod 1996;18(5):465-9.

36.Kanomi R.Mini implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 1997;31(11):763-7.

37.Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki T, Qu H, Kanomi R,et all. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119(5):489-97.

38.Gray JB, Smith R. Transitional implants for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 2000;34(11):659-66.

39.Block MS, Hoffmann DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107(3):251-8.

40.Ismail SF, Johal AS. The role of implants in orthodontics. J Orthod 2002;29(3):239-45.

41.Janssens F, Swennen G, Dujardin T, Glineur R, Malevez C. The use of an onplant as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122(5):566-70.

42.Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zigoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. J Clin Orthod 1998;32(3):154-8.

43. De Clerk H, Geerinckx V, Sciliano S.The zygoma anchorage system. J Clin Orthod 2002;36(8):455-9.

44.Park YC, Lee SY, KIM DH, Jee SH. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123(6):690-4.

45.Uysal T. İmplantlar ve ortodonti. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg 2005;8: 146-55.

46.Büchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. Clin Oral Implants Res 2005;16(4):473-9.

47.Ohashi E, Pecho OE, Moron M, Lagravere MO. Implant vs screw loading protocoşs in orthodontics. Angle Orthod 2006;76(4):721-7.

48.Costa A, Raffini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998;13(3):2001-9.

49.Majzoub Z, Finotti M, Miotti F, Giardino R, Aldini NN, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria: early continous distalizing forces.Eur J Orthod 1999:21(3):223-30.

50. Park HS. Skeletal anchorage using titanium microscrew implants. Korean j Orthod 1999;29(6):699-706.

51.Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal class 1 bialveoler protrusion. J Clin Orthod 2001;35(7):417-22.

52.Lee JH, Park HS, Kyung HM. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. J Clin Orthod 2001;35(10):643-7.

53.Park HS, Kyung HM, Sung JH. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. J Clin Orthod 2002;36(10):592-6.

54.Bae SM, Park HS, Kyung HM, Kwon OW, Sung JH. Clinical application of micro-implant anchorage. J Clin Orthod 2002;36(5):298-302.

55.Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextaction treatment with microscrew implants. Angle Orthod 2004;74(4):539-49.

56.Gelgör IE, Büyükyılmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalayci A. Intraosseous screw- supported upper molar distalization. Angle Orthod 2004;74(6):838-50.

57. Polat-Özsoy Ö,Arman-Özçırpıcı A,Veziroğlu F,Çetinşahin A. Comparison of the intrusive effects of miniscrews and utility arches. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4):526-32.

58.Kocsis A, Seres L. Orthdontic screws to extrude impacted maxillary canines.J Orofac Orthop 2012;73(1):19-27.

59. Kim KB, Helmkamp ME. Miniscrew implant supported rapid maxillary expansion. J Clin Orthod 2012;46(10):608-12.

60.Luzi C, Luzi V, Carletti P, Melsen B. The miniscrew herbst. J Clin Orthod 2012;46(7):399-405.

61. Lee J, Kin JY, Choi YJ, Kim KH, Chung CJ. Effects of placement angle and direction of orthopedic force application on the stability of orthodontic miniscrews. Angle Orthod 2012 Dec 14.

62. Samrit V, Kharbanda OP, Duggal R, Seith A, Malhotra V. Bone density and miniscrew stability in orthodontic patients. Aust Orthod J 2012;28(2):204-12.

63. Papageorgiou SN, Zogakis IP, Papadopoulos MA. Failure rates and associated risk factorsof orthodontic miniscrew implants: a meta-analysis.Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142(5):577-595.e7.

64. Migliorati M, Benedicenti S, Signori A, Drago S, Berberis F, Tournier H et all. Miniscrew design and bone characteristics: an experimental study of primary stability. Am J Orthod Dentofacial Orthop2012;142(2):228-34.

65. Topouzelis N, Tsaousoglou P. Clinical factors correlated with the success rate of miniscrews in orthodontic treatment. Int J Oral Sci 2012;4(1):38-44.

66. Melsen B. Miniscrew loosening. J Clin Orthod 2011;45(6):317-9.

67. Keim RG. The stability of miniscrew placement. J Clin Orthod 2010;44(12):709-10.

68. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115(2):166-74.

69. Sugawara J, Baik UB, Umemori M, Takahashi I, Nagasaka H, Kawamura H et all. Treatment and posttreatment dentoalveoler changes following intrusion of mandibuler molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 2002;17(4):243-53.

70. De Clerck H, Geerinckx V,Sciliano S. The zygoma anchorage system. J Clin Orthod 2002;36(8):455-9.

71. Erverdi N, Keles A, Nanda R. The use of skeletal anchorage in open bite treatment: a cephalometric evaluation. Angle Orthod 2004;74(3):381-90.

72. Karcher H, Byloff FK, Clar E. The Graz implant supported pendulum: a technical note. J Craniomaxillofac Surg 2002;30(2):87-90.

73. Gray JB, Steen ME, King GJ, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. Am J Orthod 1983;83(4):311-7.

74. Albrektsson T, Hansson HA. An ultrastructural characterization of the interface between bone and sputterred titaniun or stainless steel surfaces. Biomaterials 1986;7(3):201-5.

75. Hobkirk J, Watson RM, Searson L. Introducing dental implants. Edinburg: Churchill Livingstone, 2003.

76. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C.Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. Prog Orthod 2005;6(1):82-97.

77.Huang LH, Shotwell JL, Wang HL. Dental implants for orthodontic anchorage. An J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127(6):713-22.

78. Brunski JB, Puleo DA, Nanci A. Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15(1):15-46.

79. Sung JH, Kyung HM, Seong-Min B, McNamara JA. Microimplants in orthodontics. Dentos; 2006.

80. Baumgaertel LS, Bowman SJ. Mini-implants in orthodontics: innovative anchorage concepts. Quintessence; 2008.

81. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130(1):18-25.

82. Bumann A, Wiemer K, Mah J. Tomas-eine praxisgerechte Lösung zur temporaren kiefer-orthopadischen verankerung. Keiferorthop 2006;20(3):223-32.

83. Gedrange T, Kobek C, Bourauel C, Luck O, Harzer W. Dreidimensionale analyse der Knochenverformung nach einer belastung von verschiedenen orthodontischen enossalen implantaten. Deutsche Zahnarztliche Zeitschrift 2002;57: 111-4.

84. Goaslind GD, Robertson PB, Mahan CJ, Morrison WW, Olson JW. Thickeness of facial gingiva. J Periodontal 1977;48(12):768-71.

85. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. ''Safe zones'':A guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. Angle Orthod 2006;76(2):191-7.

86. You ZH, Bell WH, Schneiderman ED, Ashman RB. Biomaterial properties of small bone screws. J Oral Maxillofac Surg 1994;52(12):1293-302.

87. Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. Clin Oral Implant Res2001;12(5):423-32.

88. 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 2004;15(4):474-80.

89. Kwok AW, Finkelstein JA, Woodside T, Hearn TC, Hu RW. Insertional torque and pull-out strengthsof conical and cyclindrical pedicle screws in cadaveric bone. Spine(Phila Pa 1976)1996;21(21):2429-34.

90. Melsen B. Mini implants: Where are we? J Clin Orthod 2005;39(9):539-47,quiz531-2.

91.Celenza F, Hochman MN. Absolute anchorage in orthodontics: Direct and indirect implant-assisted modalities. J Clin Orthod 2000;34: 397-402.

92.Wilmes B, Drescher D. Impact of insertion depth and predrilling diameter on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod 2009;79(4):609-14.

93. Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. Clin Orthod Res 2000;3(1):23-8.

94. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an ortohodontic implant. Clin Oral İmplants Res 2006;17(1):109-14.

95. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentafacial Orthop 2003;124(4):373-8.

96.Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128(2):190-4.

97.Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA, et all. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(5):625-35.

98.Huja SS, Litsky AS, Beck FM, Johnson KA, Larsen PE. Pull-out strength of monocortical screws placed in the maxillae and mandibles of dogs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127(3):307-13.

99. Maino BG, Maino G, Mura P. Spider screw: skeletal anchorage system. Prog Orthod 2005;6: 70-81.

100. Heideman W,Gerlach KL, Grobel KH,Kollner HG. Drill-free screws: an new form of osteosynthesis screw. J Craniamaxillofac Surg 1998;26(3):163-8.

101. Heideman W,Terheyden H,Gerlach KL. Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. J Craniamaxillofac Surg 2001;29(2):69-74.

102. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. J Clin Orthod 2003;37(6):321-8;quiz 314.

103.Buchter A, Wiechmann D, Koerdt S,Wieasmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. Clin Oral İmplants Res 2005;16(4): 473-9.

104. Nalbantgil D, Tozlu M, Öztoprak MO, Özdemir F, Arun T. FEM analysis of a new miniplate: stress distributi on the plate, screws and the bone. Eur J Dent 2012;6(1): 9-15.

105.Tozlu M. Nalbantgil D, Öztoprak MO, Özdemir F. Mini-implantların devrilmesini önlemede yeni bir yaklaşım. Türk Ortodonti Dergisi 2011;24: 170-80.

106.Tozlu M, Nalbantgil D, Özdemir F. Effects of a newly designed apparatuson orthodontic skeletal anchorage. Eur J Dent 2012 basıma kabul edildi.

107. Uyar V. Yeni geliştirilen mini implant ring aparatının farklı yönlerdeki kuvvetler karşısında mini vida stabilitesi ve kuvvet direncine olan etkisi.Yeditepe Üniv Sağlık Bilimleri enstitüsü doktora tezi 2012.

108. Lostuvalı K. Farklı açılarda uygulanmış konik tek tip yivli ve çift tip yivli ortodontik mini implantların primer stabilitelerinin değerlendirilmesi. Yeditepe Üniv Sağlık Bilimleri enstitüsü doktora tezi 2013.

109.Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. J Clin Orthod 2003;37(12):676-81.

110. Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? Am J Orthod and Dentofac Orthop 2004;126(1):42-7.

111.Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitive evalualtion of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. Am J Orthod Dentafacial Orthop 2006;126(6):721.e7-12.

112.Ren Y, Maltha JC, Kujipers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. Angle Orthod 2003;73(1):86-92.

113.Park HS, Kyung HM, Sung JH. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. J Clin Orthod 2002;36(10):592-6.

114.Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop 2006;67(3):162-74.

115. Wawrzinek C, Sommer T, Fischer-Brandies H. Microdamage in cortical bone due to over- tightening of orthodontic microscrews. J Orofac Orthop 2008;69(2):121-34.

116. Wilmes B, Ottenstreuer S,Su YY, Drescher D. Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop 2008;69(1):42-50.

117. Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod 2008;78(6):1065-70.

118. Park HS, Kwon OW, Sung JH. Uprighting second molar with micro-implant anchorage. J Clin Orthod 2004;38(2):100-3;quiz 92.

119. Lee JS, Park HS, Kyung HM. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II maloccusion. J Clin Orthod 2001;35(10):643-7;quiz 620.

120. Bae SM, Park HS, Kyung HM,Kwon OW,Sung JH. Clinical application of micro-implant anchorage. J Clin Orthod 2002;36(5):298-302.

121.Maino BG, Bednar J, Pagin P, Mura P. The spider screw for skeletal anchorage. J Clin Orthod 2003;37(2):90-7.

122.Morea C, Dominguez GC, Wuo Ado V, Tortamano A. A surgical guide for optimal positioning of mini-implants. J Clin Orthod 2005,39(5):317-21.

123. Suzuki EY, Suzuki B. A Simple Three-dimensional for safe miniscrew placement. J Clin Orthod 2007;41(6):342-6.

124.Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. Angle Orthod 2008;78(1):107-13.

125.Garfinkle JS, Cunningham LL, Jr Beeman CS, Kluemper GT, Hicks Ep,Kim Motion Evaluation of orthodontic mini-implant anchorage in premolar extraction therapy in adolescents. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(5):642-53.

126. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous Adaptation To Continuous Loading Of Rigid Endoesseous Implants. Am J Orthod 1984; 86,95-111.

127. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage.J Clin Orthod 1983;17(4):266-9.

128. Ludwig B, Baumgaertel S, Bowman SJ. Mini-implants in orthodontics. Innovative anchorage concepts. London: Quintessence Publishing Co. Ltd;2008.p.188.

129. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H,Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. Am J Orthod Dentofacal Orthop 1999;115(2):166-74.

130. Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage:a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998;13(3):201-9.

131. Cheng SJ, Tseng IY,Lee JJ;Kok SH. A prospective study of the risk factors associated withfailure of mini-implants used for orthodontik anchorage. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19(1):100-6.

132. Jenner JD, Fitzpatrik BN. Skeletal anchorage utilizing bone plates. Aust Orthod J 1985;9(2):231-3.

133. Sugawara J, Dr.Junji Sugawara on the skeletal anchorage system. Interview by Dr.Larry W. White. J Clin Orthod 1999;33(12):689-96.

134. Kaan E. Ortodontide ankraj amaçl_ implant kullan_m_. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı, Seminer, 2003.

135. Holberg C, Winterhalder P, Holberg N, Rudzki-Janson I, Wilkenhaus A. Direct versus indirect loading of orthodontic miniscrew implants-an FEM analysis. Clin Oral İnvest 2012 Oct 31(Epub ahead of print)

136.Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. Angle Orthod 2009;79(1):78-84.

137.Oh YH, Park HS, Kwon TG.Treatment effects of microimplant-aided sliging mechanics on distal retraction of posterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4):470-81.

138.Lee JS, Kim DH, Park YC, Kyung SH,Tim TK. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. Angle Orthod 2004;74(5):711-14.

139.Chung KR, Kim SH, Choo HR, Kook YH, Cope JB. Distalization of the mandibular dentition with mini-implants to correct a Class III malocclusion with a midline deviation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(1):135-46.

140.Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, Nagasaka H, Takahashi I, Kawamura H,et all. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system.

141. Lee JS, Kim JK, Park YC, Vanarsdall RL. Antero-posterior control.Application of orthodontic mini-implants.1st ed. Berlin:Quintessence Publishing Co;2007.p.179-216.

142. Bowman SJ, Glasl B, Ludwig B,Lietz T, Johnston LE. Outlook. The shape of things to come. Baumgaertal S. Mini-implants in orthodontics.1st ed. Berlin: Quintessence Pub Co;2008.p.149-180.

143. Brezniak N, Wassestein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. Angle Orthod 2002;72(2):180-4.

144. Brezniak N, Wassestein A. Root resorption after orthodontic treatment. Part 2:Literature review. . Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;103(2):138-46.

145. Kojima Y, Kawamura J, Fukui H. Finite element analysis of the effect of force directions on tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. . Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142(4):501-8.

146. Wilmes B. Field of application of mini-implants. Baumgaertel S, Bowman SJ. Miniimplants in orthodontics.1st ed. Berlin: Quintessence Pub. Co;2008.p.91-122.

147. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. Orthodontics: Current Principles and Techniques. St. Louis: Mosby,2005.p.914-5.

148. Stepowich ML. A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible. Angle Orthod 1979;49(4):227-33.

149. Gündüz E, Rodriquez-Torres C, Gahleitner A, Heissenberger G, Bantleon HP. Bone regeneration of bodily tooth movement: Dental computed tomography examination of a patient. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125(1):100-6.

150. Kim TW, Kim H. Various applications of miniimplants. Clinical application of mini-implants.1st ed.Seoul: Myung Mun Pub. Co:2008.p.331-404.

151. Heravusion F,Bayani S,Madani AS, Radvar M,Anbiaee N. Intrusion of supra-erupted molars using miniscrews: clinical success and root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(4 Suppl):S170-75.

152. Lee JS, Kim JK, Park YC, Vanarsdall RL. Vertical control. Application of orthodontic miniimplants. 1st ed. Berlin: Quintessence Pub. Co;2007.p.217-46.

153. Lee JS, Kim JK, Park YC, Vanarsdall RL. Transvers control. Application of orthodontic miniimplants. 1st ed. Berlin: Quintessence Pub. Co;2007.p.247-53.

154. Sung JH, Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, McNamara JA. Biomechanical considerations in micro-implant placement. Microimplants in orthodontics.1st ed. Daegu: Dentos;2006.p.63-82.

155. Ünal D.Tıpta kullanılan görüntüleme teknikleri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2008.

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

157. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. Semin Orthod, 2009; 15: 2- 13.

158. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three- dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am, 2007; 19: 287- 309.

159. Scarfe WC, Farman AG. What is cone- beam CT and how does it work? Dent Clin North Am, 2008; 52: 707- 730.

160. Mommaerts MY, Moerenhout BA. Reliability of clinical meassurements used in the determination of facial indices. J Craniomaxillofac Surg, 2008; 36: 279-284.

161. Estrela C, Neto JV, Bueno MR, Guedes OA, Porto OCL, Pecora JD. Linear measurements of human permanent dental development stages using Cone-Beam Computed Tomography: A preliminary study. Dental Press J Orthod 2010; 15(5): 44-78.

162. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 126: 308-9.

163. Swennnen GR, Schutyser F. Three- dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone- beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006; 130: 410- 6.

164. DICOM digital imaging and communications in medicine. 2008; Rosslyn, Va: National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

165. Grauer D, Cevidanes LSH, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. Am J Orhtod Dentofacial Orthop, 2009; 136: 460- 70.

166. Brooks Sl Cbct Dosimetry: Orthodontic Considerations. Semin Orthod 2009; 14-18.

167. Bottollier-Depois JF, Trompier F, Clairand I, et al. Exposure of aircraft crew to cosmic radiation: on-board intercomparison of various dosemeters. Radiat Prot Dosimetry 2004; 110: 411–15.

168. 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. Dentomaxillofacial Radiol 32: 229-234, 2003.

169. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton B:Dosimetry of 3 CBCT units for oral and maxillofacial radiology. Presented at the 15th International Congress of the International Association of Dento-Maxillo-Facial Radiology, Cape Town, South Africa, June 2005.

170. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA: Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. Aust Orthod J 19: 67-75, 2003.

171. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A radiation dose evaluation Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133:640.e1-640.e5.

172. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N,Dougherty H. Two- and three-dimensional orthodontic imagingusing limited cone beam-computed tomography. Angle Orthod2005;75: 895-903.

173. Swennen GRJ, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. Am JOrthod Dentofacial Orthop 2006;130:410-6.

174. Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. Effective döşe and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics. Dentomaxillofac Radiol 1994;23: 123-7.

175. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howeerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. DentomaxillofacRadiol 2006;35: 219-26.

176. Grünheid T, Schieck JRK, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:436-43.

177. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital Am J Orthod 2004; 125:512-5.

178. Yaltırık M. 3 boyutlu planlama Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, sunum.

179. Botticelli S, Verna C,Cattaneo PM, Heidmann J,Melsen B. Two- versus three-dimensional imaging in subjects with unerupted maxillary canines. Eur J Orthod 2011 Aug;33(4):344-9.

180. Algerban A, Jacobs R,Fieuws S,Willems G. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. Eur j Orthod 2011 Feb;33(1):93-102.

181. Algerban A,Willems G,Bernaerts C,Vangastel J, Politis C, Jacobs R. Orthodontic treatment planning for impacted maxillary canines using conventional records versus 3D CBCT. Eur j Orthod 2014 Dec;36(6):698-707.

182. Algerban A, Jacobs R, Van Keirsbilck PJ, Aly M, Swinnen S, Fieuws S, Willems G. The effect of using CBCT in the diagnosis of canine impaction and its impact on the orthodontic treatment outcome. J Orthod Sci, 2014 Apr;3(2):34-40.

183. Waugh RL. Use of Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) in orthodontic diagnosis and treatment planning in the presence of a palatally-impacted canine. Orthod Fr. 2014 Dec;85(4): 355-61.

184. Vizzotto MB, Liedke GS, Delamare EL, Silveira HD, Dutra V, Silveira HE. A comparative study of lateral cephalograms and cone-beam computed tomographic images in upper airway assessment. Eur. J. Orthod. 2012; 34 (3), 390–393.

185. Joshi V, Yamaguchi T, Matsuda Y, Kaneko N, Maki K, Okano T. Skeletal maturity assessment with the use of cone-beam computerized tomography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. 2012;113 (6), 841–849.

186. Machado GL. CBCT imaging-A boon to orthodontics. The Saudi Dental Journal 2015; 27: 12-21.

187. Van Vlijmen OJ, Berge SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. J. Oral Maxillofac. Surg. 2009;67 (1), 92–97.

188. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2009;136 (3), 312.e1–312.e10.

189. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS. Accuracy of cone-beam computedtomography imaging of the temporomandibular joint: comparisonswith panoramic radiology and linear tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2007;132, 429–438.

190. Hintze H, Wiese M, Wenzel A. Cone beam CT andconventional tomography for the detection of morphologicaltemporomandibular joint changes. Dentomaxillofac. Radiol. 2007;36(4), 192–197.

191. Schneiderman ED, Xu H, Salyer KE. Characterization of the maxillary complex in unilateral cleft lip and palate using cone beam computed tomography: a preliminary study. J. Craniofac. Surg. 2009;20, 1699–1710.

192. Albuquerque MA, Gaia BF, Cavalcanti MG. Comparison between multislice and cone-beam computerized tomography in the volumetric assessment of cleft palate. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 2011;112 (2), 249–257.

193. Schendel, S.A, Lane, C, Harrell Jr, W.E. 3D orthognathic surgery simulation using image fusion. Semin. Orthod. 2009;15, 48–56.

194. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for presurgical assessment of implant sites. J Calif Dent Assoc 2003; 31: 825–33.

195.Valiyaparambil JV, Yamany I, Ortiz D, Shafer DM, Pendrys D, Freilich M, Mallya SM. Bone quality evaluation: comparison of cone beam computed tomography and subjective surgical assessment. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012 Sep-Oct;27(5):1271-7.

196. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. Cleft Palate Craniofac J 2005; 42: 128–37.

197. Kim SH, Yoon HG, Choi YS, Hwang EH, Kook YA, Nelson G. Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for orthodontic mini-implants with cone-beam computed tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2009; 5,635–641.

198. Kim SH, Choi YS, Hwang EH, Chung KR, Kook YA, Nelson G. Surgical positioning of orthodontic miniimplantswith guides fabricated on models replicated with conebeamcomputed tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2007; 131, S82–S89.

199. Qiu L, Haruyama N, Suzuki S, Yamada D, Obayashi N, Kurabayashi T, Moriyama K. Accuracy of orthodontic miniscrew implantation guided by stereolithographic surgical stent based on cone-beam CT-derived 3D images. Angle Orthod. 2012; 82 (2),284–293.

200. Cevidanes LH, Heymann G, Cornelis MA, De Clerck HJ, Tulloch JF. Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2009;136 (1), 94–99.

201. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2008; 134, 8–9.

202. Cevidanes LHS, Styner M, Profitt WR, Three-dimensional superimposition for quantification of treatment outcomes. In:Nanda, R., Kapila, S. (Eds.), Current Therapy in Orthodontics. 2010; Mosby-Wolfe, London, United Kingdom, pp. 36–45.

203. Almeida RC, Cevidanes LH, Carvalho FA, Motta AT, Almeida MA, Styner M et al. Soft tissue response to mandibular advancement using 3D CBCT scanning. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2011; 40 (4), 353–359.

204.Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker Jr GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. Dentomaxillofac. Radiol. 2005; 34, 369–375.

205. i-CAT Manuel. pdf

206. http://www.i-cat.com/products/i-cat-for-orthodontics/

207. http://biomedical.materialise.com/mimics

208. http://biomedical.materialise.com/applications-other

209. http://biomedical.materialise.com/cranio-maxillofacial-engineering

210. http://biomedical.materialise.com/cranio-maxillofacial-measurements-and-analyses

211. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22: 779-84.

212. Turkyilmaz I, Tozum TF, Tumer C, Ozbek EN. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement. J Oral Rehabil 2006;33: 881-8.

213. Cha JY, Kil JK, Yoon TM, Hwang CJ. Miniscrew stability evaluated with computerized tomography scanning. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010; 137: 73-9.

214. Iijima M, Takano M, Yasuda Y, Muguruma T, Nakagaki S, Sakakura Y, et al. Effect of the quantity and quality of cortical bone on the failure force of a miniscrew implant. Eur J Orthod 2013;35: 583-9.

215. Marquezan M, Lima I, Lopes RT, Sant'Anna EF, Souza MMG. Is trabecular bone related to primary stability of miniscrews? Angle Orthod. 2014;84: 500–507.

216. Marquezan M, Mattos CT, Sant'Anna EF, Souza MMG, Maia LC. Does cortical thickness influence the primary stability of miniscrews? A systematic review and meta-analysis. Angle Orthod. 2014; 84: 1093–1103.

217. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Clin Oral Implants Res 2007;18: 768-75.

218. Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscrew implants. Angle Orthod 2004;74: 539-49.

219. Bernhart T, Freudenthaler J, Dortbudak O, Bantleon HP, Watzek G. Short epithetic implants for orthodontic anchorage in the paramedian region of the palate: a clinical study. Clin Oral Implants Res. 2001;12: 624–631.

220. Gracco A, Lombardo L, Cozzani M, Siciliani G. Quantitative evaluation with CBCT of palatal bone thickness in growing patients. Prog Orthod. 2006;7: 164–174.

221. Schlegel KA, Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 2002;17: 133–139.

222. Tosun T, Keles A, Erverdi N. Method for the placement of palatal implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 2002;17: 95–100.

223.Young HK, Seung MY, Seonwoo K, Joo YL, Kyu EK, Anthony A. Gianelly, and Seung-Hyun Kyung. Midpalatal miniscrews for orthodontic anchorage: Factors affecting clinical success. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137: 66-72.

224. Gracco A, Lombardo L, Cozzani M, Siciliani G. Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;134:361–369.

225. Ryu JH, Park JH, Thu TVT, Bayome M, Kim YJ, Kookf YA. Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142:207-12.

226. Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(Suppl):S74-81.

227. Moon SH, Park SH, Lim WH, Chun YS. Palatal bone density in adult subjects: implications for mini-implant placement. Angle Orthod. 2010;80: 137–144.

228. Yong SJ. Bone mineral density of normal Korean adults, PhD thesis, 1989, Yonsei University, Seoul, Korea.

229. Han S, Bayome M, Lee J, Lee YJ, Song HH, Kook YA. Evaluation of palatal bone density in adults and adolescents for applicationof skeletal anchorage Angle Orthod. 2012;82: 625–631.

230. Lim WH, Lee SK, Wikesjo UM, Chun YS. A descriptive tissue evaluation at maxillary interradicular sites: implications for orthodontic mini-implant placement. Clin Anat 2007;20: 760-5.

231. Ozdemir F, Tozlu M, Cakan DG. Quantitative evaluation of alveolar cortical bone density in adults with different vertical facial types using cone-beam computed tomography. Korean J Orthod 2014;44(1):36-43.

232. Veli I, Tancan U, Baysal A, Karadede I. Buccal cortical bone thickness at miniscrew placement sites in patients with different vertical skeletal patterns. J Orofac Orthop 2014; 74: 417-429.

233. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126: 42-7.

234. Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1998;13: 201-9.

235. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. Angle Orthod 2006;76: 191-7.

236. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. Angle Orthod 2004;74: 832-7.

237. Lim JE, Lim WH, Chun YS. Quantitative evaluation of cortical bone thickness and root proximity at maxillary interradicular sites for orthodontic mini-implant placement. Clin Anat, 2008,21(6):486-491.

238. Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors Associated with the Success Rate of Orthodontic Miniscrews Placed in the Upper and Lower Posterior Buccal Region Angle Orthodontist, 2008;Vol 78, No 1.

239. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:495-503.

240. Ulgen M. Ortodonti Anomaliler, Sefalometri, Etyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı IV. Baski, Istanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fak. Yayını, Dilek-Örünç Matbaası, 1993; s. 278.

241. Ulgen M. Ortodonti Anomaliler, Sefalometri, Etyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı IV. Baski, Istanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fak. Yayını, Dilek-Örünç Matbaası, 1993; s. 313.

242. Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2008; 37: 334–340.

243. Peterson J, Wang Q, Dechow PC. Material properties of the dentate maxilla. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol 2006;288:962-72.

244. Schwartz-Dabney CL and Dechow PC. Variations in Cortical Material Properties Throughout the Human Dentate Mandible, Am J Phys Anthropol 2003;120: 252–277.

245. Zhao H, Xiao-ming GU, Hong-Chen LIU, Zhao-wu Wang, Chun-lei XUN. Measurement of Cortical Bone Thickness in Adults by Cone-beam Computerized Tomography For Orthodontic Miniscrews Placement. J Huazhong Univ Sci Technol (Med Sci) 2013;33(2):303-308.

246. Holmes PB, Wolf BJ, Zhou J. A CBCT Atlas of Buccal Cortical Bone Thickness in Interradicular Spaces. Angle Orthod. 2015;85: 911-919.

247. Choi JH, Park CH, Yi SW, Lim HJ, Hwang HS. Bone density measurement in interdental areas with simulated placement of orthodontic miniscrew implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 136:766.

248. 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. 2013;143:190–196.

249. Kim JH, Park YC. Evaluation of Mandibular Cortical Bone Thickness for Placement of Temporary Anchorage Devices (TADs). Korean J Orthop 2012;42(3):110-117.

250. Chun YS, Lim WH. Bone density at interradicular sites: implications for orthodontic mini-implant placement. Orthod Craniofac Res. 2009;12: 25–32.