



**T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KONİK İŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ
KULLANILARAK YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE
ALT VE ÜST DAİMİ BİRİNCİ BÜYÜK AZI DİŞLERİNDE
PULPA ODASININ HACİMSEL OLARAK
ÖLÇÜLMESİ**

Uzmanlık Bitirme Tezi

Dt. Anıl AÇIKLAR KAVAS

Danışman Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Emin Caner TÜMEN

DİYARBAKIR

---2016---



**T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ
KULLANILARAK YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE
ALT VE ÜST DAİMİ BİRİNCİ BÜYÜK AZI DİŞLERİNDE
PULPA ODASININ HACİMSEL OLARAK
ÖLÇÜLMESİ**

**Uzmanlık Bitirme Tezi
Dt. Anıl AÇIKLAR KAVAS**

**Danışman Öğretim Üyesi
Doç. Dr. Emin Caner TÜMEN**

DİYARBAKIR

---2016---

Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce desteklenmiştir.

Proje No: DİŞ.16.003

KABUL VE ONAY



T.C
DICLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
DEKANLIK

" Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Yaş ve Cinsiyete Göre Alt ve Üst Daimi Birinci Büyük Azı Dişlerinde Pulpa Odasının Hacimsel Olarak Ölçülmesi "

Yukarıda Belirtilen Uzmanlık Tezi 25.11.2016 Tarihinde Değerlendirilerek Başarılı / Başarısız Bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Emin Caner TÜMEN
Tezi Teslim Eden : Dt. Anıl AÇIKLAR KAVAS

JÜRİ ÜYESİNİN

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof. Dr. Ahmet Cemal ERONAT

Üye : Prof. Dr. Fatma ATAKUL

Üye : Prof. Dr. İzzet YAVUZ

Üye : Doç. Dr. Emin Caner TÜMEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmet Rezani TOPTANCI

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

28.11.2016

Prof. Dr. Remzi NİGİZ
Dicle Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda ve uzmanlık eğitimim boyunca paylaştığı bilgi ve deneyimlerinin yanı sıra, gösterdiği ilgi ve desteğinden dolayı değerli tez danışmanım Doç. Dr. Emin Caner TÜMEN'e;

Uzmanlık eğitimim boyunca her konuda destek olan, bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Fatma ATAKUL'a,

Uzmanlık eğitimim süresince bana verdikleri eğitim ve ilgileri nedeniyle Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Uzmanlık tez jüri komitemde bulunan, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Sayın Prof. Dr. Ahmet Cemal ERONAT 'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalıştığım sevgili klinik arkadaşlarıma,

İstatistiksel değerlendirmelerdeki yardımlarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ersin UYSAL'a,

Tez çalışmama olan katkısından dolayı Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Beni en iyi şartlarda büyütüp, yetiştirerek bu günlere gelmemi sağlayan canım annem ve babama, bu zorlu ve yorucu dönemde de her zaman olduğu gibi, her an sevgisini ve desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim Ercan KAVAS'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

Ön Sayfalar	Sayfa No
KAPAK.....	
İÇ KAPAK.....	
KABUL VE ONAY.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	V
TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Diş Gelişimi (Odontogenezis).....	3
2.1.1. Başlangıç Evresi.....	4
2.1.2. Tomurcuk Evresi.....	4
2.1.3. Şapka (Takke) Evresi.....	4
2.1.4. Çan Evresi.....	5
2.2. Dentinogenezis.....	7
2.3. Dentin.....	8
2.3.1. Dentinin Histolojik Yapısı.....	9
2.4. Pulpa.....	15
2.4.1. Pulpanın Hücreleri.....	15
2.4.2. Pulpanın Tabakaları.....	16
2.4.3. Pulpanın Sinir, Arter ve Venleri.....	18
2.4.4. Pulpanın Fonksiyonları.....	18

2.5.	Pulpa-Dentin Kompleksi.....	19
2.6.	Pulpa Odasının Yapısı.....	20
2.7.	Pulpa Odasının Görüntülenmesi	22
2.7.1.	Ağız İçi Radyografi Teknikleri	22
2.7.2.	Ağız Dışı Radyografi Teknikleri.....	23
2.7.3.	Dijital Radyografiler	24
2.7.4.	Bilgisayarlı Tomografi (BT)	25
2.7.5.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi.....	28
2.8.	3D Slicer Yazılım Programı.....	40
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1.	Çalışmada Kullanılan Materyaller	43
3.2.	Çalışma Grubunun Oluşturulması.....	44
3.3.	KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve 3D Slicer Programında İşlenmesi	45
3.4.	İstatistiksel Değerlendirme	55
4.	BULGULAR.....	56
4.1.	Gruplar Arası Karşılaştırmalar.....	56
4.2.	Grup İçi Karşılaştırmalar	64
4.3.	Metod Hatasının Değerlendirilmesi	69
5.	TARTIŞMA	71
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	83
7.	KAYNAKLAR	86
8.	ÖZGEÇMİŞ	95

ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ

ŞEKİLLER

Şekil 1. Diş oluşumundaki histolojik evreler A) Diş oluşumunun başlangıcı B) Tomurcuk evresi C) Şapka evresi D-E-F) Çan evresi G) Kök oluşumu	3
Şekil 2. Diş gelişiminin şapka evresi	5
Şekil 3. Diş gelişiminin çan evresi.....	6
Şekil 4. Diş gelişiminin çan evresinin hücre tabakaları	6
Şekil 5. Primer ve sekonder dentinin şematik gösterimi.....	11
Şekil 6. Reaksiyoner ve reparatif dentin oluşumunun şematik gösterimi.....	12
Şekil 7. Peritübüler ve intertübüler dentinin şematik gösterimi	13
Şekil 8. Pulpanın odontoblast tabakası ve subodontoblastik bölgesinin şematik gösterimi ..	17
Şekil 9. Diş pulpasının yapısının şematik gösterimi	18
Şekil 10. Kök kanal sisteminin başlıca anatomik bileşenleri.....	21
Şekil 11. 1. Meziodistal kuron genişliği 2. Kuron yüksekliği 3. Serviksteki kuron genişliği 4. Klinik kurondaki pulpa alanı 5. Total kuron pulpa alanı 6. Serviksteki pulpa genişliği 7. Mezial pulpa boynuzunun yüksekliği 8. Distal pulpa boynuzunun yüksekliği 9. Kuron alanı	22
Şekil 12. Fan tipi ışınlı ve konik ışınlı bilgisayarlı tomograflerin görüntüleme geometrilerinin karşılaştırılması.....	27
Şekil 13. 2 boyutlu piksel ve pikselin 3 boyutlu hali olan voksel.....	30
Şekil 14. KIBT'deki izotropik ve medikal BT'lerdeki anizotropik voksel yapısı	31
Şekil 15. KIBT'de radyasyon kaynağı konik şekillidir. Alıcı sensörler görüntüyü dijital olarak yorumlamaya izin veren, verilerin üç boyutlu piksel şekli olan vokseller ile yakalar	31
Şekil 16. Koronal, sagittal ve aksiyal olmak üzere üç ekseninde KIBT görüntüsü	32

RESİMLER

Resim 1. KIBT görüntüsünün bilgisayarda incelenmesi	29
Resim 2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi cihazı.....	30
Resim 3. Sol mandibular bölgedeki patolojinin panoramik ve çapraz kesitlerdeki gösterimi	34
Resim 4. Mandibular kanal ile gömülü dişin ilişkisinin panoramik ve çapraz kesitlerde gösterilmesi	34
Resim 5. Kök kırığının çapraz kesitteki görüntüsü	34
Resim 6. Dentoalveolar kırığın aksiyal kesit görüntüsü.....	34

Resim 7. Hava yolu boşluğunun 3 boyutlu modelinin gösterilmesi.....	35
Resim 8. Süpernümerer dişin aksiyal kesit görüntüsü.....	35
Resim 9. Süpernümerer dişin çapraz kesit görüntüsü.....	35
Resim 10. Süpernümerer dişin 3 boyutlu model görüntüsü	35
Resim 11. Normal temporomandibular eklem yapısını, açık ve kapalı ağız pozisyonunda kondil-fossa ilişkisini gösteren aksiyal, sagittal, koronal ve 3 boyutlu model görüntüleri	36
Resim 12. Üst birinci büyük azı seviyesindeki koronal kesit görüntüleri. A) Odontojenik maksiller sinüzit B) Nonodontojenik maksiller sinüzit.....	36
Resim 13. Alt çene küçük azı bölgesindeki ikiz dişin görüntüsü.....	36
Resim 14. Dens in dente anomalisi görülen dişin çapraz kesit görüntüsü.....	36
Resim 15. İnternal rezorpsiyonun sagittal düzlem görüntüsü	37
Resim 16. Periapikal lezyonun çapraz kesit görüntüsü	37
Resim 17. 3D Slicer programına ait güçlü görüntü işleme, akıcı arayüz ve genişletilebilir platform özelliklerinin görseli.....	40
Resim 18. 3D Slicer kullanıcı arayüzü, sol tarafta Slicer-Editör ve sağ tarafta yüklenen hipofiz adenomunun aksiyal kesiti (sol üst pencere), sagittal kesiti (sol alt pencere), koronal kesiti (sağ alt pencere) ve üç kesit birlikte (sağ üst pencere) gösterilmektedir.....	41
Resim 19. Üstte 3D Slicer programı kullanıcı arayüzü, yeşil renkte belirtilmiş olan endosinüs greftinin koronal kesiti ve altta segmente edilmiş bölgenin üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılması.....	41
Resim 20. 3D Slicer programının uzantıları.....	42
Resim 21. Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinin alındığı i-CAT cihazı	43
Resim 22. 3D Slicer programı çalışma ekranı.....	45
Resim 23. Koronal, aksiyal, sagittal kesitleri ve üç boyutlu modeli izleyebileceğimiz dört bölmeye ayrılmış çalışma ekranı.....	46
Resim 24. Belirlenen eşik değer aralığının histogram görüntüsü.....	46
Resim 25. Alt daimi 1. büyük azı dişi pulpa odasını ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding” işlemi	47
Resim 26. Üst daimi 1. büyük azı dişi pulpa odasını ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding” işlemi	47
Resim 27. 3D Slicer programı oryantasyon ekranı.....	48
Resim 28. Çalışma yapılacak alt daimi 1. büyük azı dişinin aksiyal, koronal ve sagittal kesitlerindeki sınırları belirlenerek kırpma işlemi gerçekleştirilmiştir	49
Resim 29. Çalışma yapılacak üst daimi 1. büyük azı dişinin aksiyal, koronal ve sagittal kesitlerindeki sınırları belirlenerek kırpma işlemi gerçekleştirilmiştir	50

Resim 30. Kırpılan alt daimi 1. büyük azı dişinin çalışma ekranında büyütülmesi	51
Resim 31. Kırpılan üst daimi 1. büyük azı dişinin çalışma ekranında büyütülmesi.....	51
Resim 32. Alt daimi 1. büyük azı dişinin pulpa odasının segmentasyonu ile segmente edilmiş bölgenin aksiyal, koronal ve sagittal kesitleri	52
Resim 33. Üst daimi 1. büyük azı dişinin pulpa odasının segmentasyonu ile segmente edilmiş bölgenin aksiyal, koronal ve sagittal kesitleri	52
Resim 34. Segmente edilen alt daimi 1. büyük azı dişinin 3 boyutlu modelinin elde edilmesi	53
Resim 35. Segmente edilen üst daimi 1. büyük azı dişinin 3 boyutlu modelinin elde edilmesi	53
Resim 36. Alt daimi 1. büyük azı dişinin total pulpasının 3 boyutlu modelinin furkasyon bölgesinden kesilmesi	54
Resim 37. Üst daimi 1. büyük azı dişinin total pulpasının 3 boyutlu modelinin furkasyon bölgesinden kesilmesi	54
Resim 38. Total kuron pulpa odasının hacminin "information" seçeneğinden hesaplanması.	55

TABLOLAR VE GRAFİKLER DİZİNİ

TABLÖLAR

Tablo 1. Diş hekimliğinde geleneksel görüntüleme yöntemleri ile KIBT görüntülemenin efektif doz değerleri	33
Tablo 2. Günümüzde kullanılan KIBT görüntüleme sistemleri	39
Tablo 3. Çalışma gruplarının oluşturulması	44
Tablo 4. Çalışma gruplarında incelenen diş sayısı	56
Tablo 5. Çalışma gruplarının yaş ortalamaları	56
Tablo 6. Gruplar arası alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama, maksimum ve minimum hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri	57
Tablo 7. Gruplar arası karşılaştırmaların yapıldığı tek yönlü varyans analizi sonuçları	57
Tablo 8. Gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	58
Tablo 9. Gruplar arasında üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	59
Tablo 10. Yaş grupları arasında cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama, maksimum ve minimum hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri	60
Tablo 11. Gruplar arası cinsiyete göre kızlarda ve erkeklerde, alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim karşılaştırmalarının yapıldığı tek yönlü varyans analizi sonuçları	60
Tablo 12. Gruplar arasında kızların alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	61
Tablo 13. Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	62
Tablo 14. Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	63
Tablo 15. Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	64
Tablo 16. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası ortama hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri	65
Tablo 17. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması	65

Tablo 18. Grup içerisinde cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası ortalama hacim, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri	67
Tablo 19. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası hacim ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	67
Tablo 20. Metod hatası ölçüm tablosu	69
Tablo 21. 1. ve 2. ölçüm sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	69
Tablo 22. Dahlberg test sonucu.....	70

GRAFİKLER

Grafik 1. Gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	58
Grafik 2. Gruplar arasında üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	59
Grafik 3. Gruplar arasında kızların alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	61
Grafik 4. Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	62
Grafik 5. Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	63
Grafik 6. Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.....	64
Grafik 7. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri	66
Grafik 8. Grup içerisinde kızlarda ve erkeklerde alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri.....	68
Grafik 9. Grup içerisinde kızlarda ve erkeklerde üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KIBT : Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

TGF- β : Transforming büyüme faktörü-Beta

BMP : Kemik morfogenetik protein

IGFs : İnsülin benzeri büyüme faktörleri

DPP : Dentin fosfoprotein

Dmp, AG1 : Dentin matriks protein

DSP : Dentin sialoprotein

BT : Bilgisayarlı tomografi

nm : Nanometre

μ m : Mikrometre

mm : Milimetre

cm : Santimetre

mm³ : Milimetreküp

μ Sv : Mikrosivert (Radyasyon doz birimi)

FOV : Görüntüleme alanı

ALARA : Hastaya gerekli olan en düşük dozun verilmesi ilkesi (As Low As Reasonably Achived)

DICOM : Tıpta dijital görüntüleme ve iletişim (Digital Imaging and Communications in Medicine).

p : Anlamlılık derecesi

F : Tek yönlü varyans analizi hesap sonucu

< : Küçüktür

> : Büyüktür

Std. : Standart

ÖZET

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Yaş ve Cinsiyete Göre Alt ve Üst Daimi Birinci Büyük Azı Dişlerinde Pulpa Odasının Hacimsel Olarak Ölçülmesi.

Amaç: Günümüzde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) diş hekimliği klinik uygulamalarında değerli bir araç haline gelmiştir. Tanıda, tedavi planlamasında, tedavi işlemi aşamalarında ve tedavi sonrası takip sürecinde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Tez çalışmamızın amacı; KIBT kullanarak alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odasının anatomik yapısını üç boyutlu olarak göstermek, total pulpa odasının mm³ cinsinden hacimsel olarak ölçümünü yapmak, ölçümler sonucu pulpa odası hacim değişimlerini istatistiksel olarak yaşa ve cinsiyete göre değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Tez çalışmamızda, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinde bulunan 7-18 yaş arasındaki hastaların farklı nedenlerle alınmış olan KIBT görüntüleri retrospektif olarak incelenmiştir. Bu görüntüler arasından çürüksüz, restorasyonsuz, kök kanal tedavisi ve veneer kuron yapılmamış, taurodonti anomalisi bulunmayan, çekim işlemi uygulanmamış, çevre dokularında herhangi bir patoloji olmayan toplam 80 hastanın 160 adet sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin bulunduğu KIBT'leri rastgele seçilerek yaşlara göre dört grupta sınıflandırılmıştır. Her grup kendi içerisinde cinsiyete göre iki alt gruba ayrılmıştır. Kategorize edilen KIBT görüntüleri kullanılarak sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odası 3D Slicer yazılım programında segmente edilmiş, yeniden yapılandırılmış ve total pulpa odasının mm³ cinsinden hacim ölçümleri yapılmıştır. Veriler doğrultusunda istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak; yaşa ve cinsiyete göre gruplar arasında alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odasındaki hacimsel değişimler, aynı grup içerisinde ortalama hacim değerleri ile cinsiyetler arasında fark bulunup bulunmadığı değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım varsayımına uygunluğu Kolmogorov-Smirnow, homojenliği ise Levene testleri ile incelenmiştir. Gruplar arası ortalamaların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi, gruplar arası çoklu karşılaştırma testlerinde Tukey-HSD ve bağımsız gruplarda ise

Independent-t testleri kullanılmıştır. Tüm istatistiksel testlerde %95' lik güven aralığı kullanılmış olup, $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular: Gruplar arasında alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri değerlendirildiğinde; yaşa bağlı olarak total pulpa odası hacim değerlerinde azalma olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Cinsiyetler arasında yaşa bağlı olarak hacimsel azalma kızlarda istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızda 7-9 yaş grubu hariç diğer gruplarda aynı grup içerisinde; üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinin alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı grup içerisinde kız ve erkeklerin alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ortalamaları karşılaştırıldığında Grup 3'te hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi için, Grup 4'te sadece üst daimi 1. büyük azı dişi için cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Sonuç: Pulpa odası anatomisi ve boyutlarındaki değişimin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi yaşla birlikte oluşan sekonder dentin birikiminin tespiti için oldukça önemlidir. Pulpa odasının üç boyutlu olarak görüntülenmesi, hacim ölçümlerinin yapılması ve yaşa bağlı olarak total pulpa odası boyut değişimlerinin incelenmesinde KIBT' nin kolay ve konservatif bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz. 7-18 yaş arası bireylerin alt ve üst çene 1. büyük azı dişlerinin yaşa bağlı olarak pulpa odası hacmindeki değişimin ve pulpa odası boyutlarının cinsel dimorfizm açısından daha geniş bir örneklem grubunda incelenmesi gerektiği görüşündeyiz.

Anahtar Kelimeler: Hacimsel ölçüm, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, total pulpa odası

ABSTRACT

Volumetric Pulp Chambers Measurements in Mandibular and Maxillary Permanent First Molar Using Cone-beam Computed Tomography by Age and Gender.

Aim: Today, cone beam computed tomography (CBCT) has become a valuable tool for the practice of dentistry. There is a wide range of applications in diagnosis, the treatment planning, treatment and after the treatment process. The aim of this study was to demonstrate the anatomical structure of pulp chamber, measure the volume of the total pulp chambers in mm³ and evaluate the pulp chamber volume changes by age and gender statistically in mandibular and maxillary first molars by means of CBCT.

Material and Methods: In our thesis study, CBCT examinations of patients between the ages of 7-18 years, which were carried out due to different reasons and stored in the archive of Dental and Maxillofacial Radiology Department of the Faculty of Dentistry of Dicle University were evaluated retrospectively. The CBCT images of a total of 160 patients were investigated and 80 patients, who did not have any dental caries, restoration, root canal treatment and veneer crown, taurodont anomaly, any tooth extraction or pathological process in the surrounding tissues were randomized into four groups according to age, if they had lower and upper right permanent first molar teeth visualized in their CBCT. Each group in itself was divided into two subgroups according to the gender of the patients. With the help of the categorized CBCT images, the total pulp chamber of the lower and upper right permanent first molar teeth were segmented with the 3D Slicer software program. Then they were reconstructed and the volumes of the total pulp chamber were measured in mm³. We analyzed the collected data with statistical analysis methods and we evaluated whether there was any difference between the patients grouped according to the age and gender in respect of volume changes in the total pulp chamber of the lower and upper permanent first molar teeth and whether there was any difference between the mean volume values and gender of the patients within the same group. Kolmogorov-Smirnov test was used to determine whether the data was

normally distributed and the homogeneity of the data was tested with Levene tests. For the comparison of the mean values of the groups one-way analysis of variance (ANOVA) test, for the multiple comparison between the groups Tukey-HSD test and for the independent groups Independent-t test were implemented. The confidence interval was 95% for all statistical tests and the accepted limit of significance was $p < 0.05$.

Results: Comparison of the volume measurements of the lower and upper first permanent molar teeth between the groups showed that the volume values of the total pulp chamber decreased depending on the age ($p < 0.05$). Regarding gender, volume decrease related to age was statistically more significant among females. We determined in all age groups except age 7-9 group that the volume value of the total pulp chamber of the upper permanent first molar teeth was higher than the volume value of the total pulp chamber of the lower permanent first molar teeth. Mean volumes of the total pulp chamber of the lower and upper first molar teeth between the males and females within the same group were also compared. This comparison showed that there was a statistically significant difference for both lower and upper permanent first molar teeth in Group 3 and only for upper permanent first molar teeth in Group 4.

Conclusions: A detailed examination of the pulp chamber anatomy and the changes in its dimensions is widely important determine the deposition of secondary dentin with age. We believe that CBCT is an easy and conservative method for the 3D-imaging of the pulp chamber, volume measurement and examination of the dimensional changes of the total pulp chamber depending on age. We also believe that further studies with a larger patient sample are needed for the evaluation of the volume changes of the pulp chamber in the lower and upper first molar teeth in the individuals between the ages of 7-18 years and for the evaluation of the pulp chamber dimensions in respect of sexual dimorphism.

Keywords: Volumetric measurement, cone-beam computed tomography, total pulp chamber

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Primer dentin; diş formasyonu sırasında mine ya da sement apozisyonu ile birlikte hızlı bir şekilde oluşur. Primer dentin formasyonundan sonra hayatın devamında fizyolojik sekonder dentin; bariz bir dış uyaran olmaksızın nispeten yavaş apozisyon sonucu oluşmaktadır (1). Pulpa odasının tüm iç duvarlarında özellikle de pulpa odasının tavanı ve tabanı üzerinde daha fazla sekonder dentin birikimi ile pulpa odasının hacminde azalmalar gözlenmektedir (2, 3).

Pulpa odasının anatomisi ile ilgili yeterli bilgi sahibi olabilmek için günümüze kadar periapikal, bitewing ve panoramik radyografiler kullanılarak pulpa odası ile ilgili ölçümlerin yapıldığı geleneksel radyografiye dayalı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda iki boyutlu ölçüm yapılmıştır ve bu ölçümler pulpa odasının üç boyutlu anatomisi hakkında bilgi vermemektedir (4-7).

Günümüzde diş hekimliği klinik uygulamalarında konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanımı yaygınlaşmış ve değerli bir araç haline gelmiştir. Tanı, tedavi ve tedavi sonrası takipte geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Kök kanal tedavisi öncesinde pulpa odası ve kök kanal morfolojileri ile ilgili üç boyutlu anatomik bilgi vermektedir (8). Daha fazla kesitte, pulpa odası ve kök kanalları ile ilgili daha ayrıntılı görüntüler elde edilebilmektedir. Aksiyal, sagittal ve koronal yöndeki KIBT kesitleri kullanılarak pulpa odası boyutları ayrıntılı bir şekilde incelenebilmektedir (9). Yaş artışıyla birlikte pulpa odasındaki boyutsal değişimler KIBT görüntüleri segmente edilip yeniden yapılandırılarak hassas ve doğru bir şekilde ölçülebilmektedir (10, 11).

Çalışmamızda KIBT görüntüleri kullanılarak pulpa odasının segmentasyonu ve pulpa odası boyutlarının hacimsel olarak hesaplamaları 3D Slicer yazılım programında yapılmıştır.

Tez çalışmamızın amacı; KIBT kullanarak alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odasının anatomik yapısını üç boyutlu olarak göstermek, total pulpa odasının mm³ cinsinden hacimsel olarak ölçümünü yapmak, ölçümler sonucu pulpa

odası hacim değişimlerini istatistiksel olarak yaşa ve cinsiyete göre değerlendirmektedir.

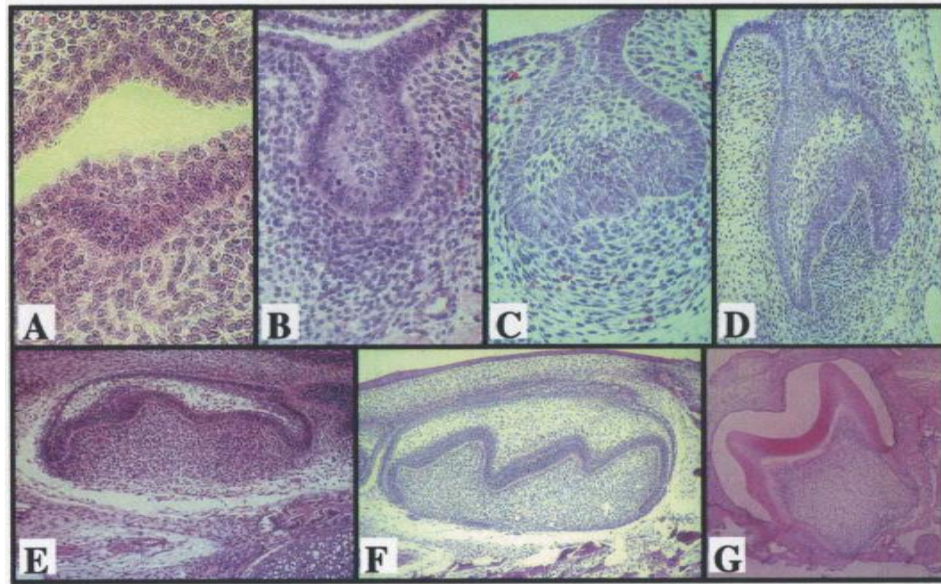


2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Gelişimi (Odontogenezis)

Dişler, birinci branşiyal arkın ve frontanazal çukurlukların yüzey ektoderminden ve esas olarak nöral krest kaynaklı mezenşimden şekillenmektedir (12, 13). Temel olarak gelişiminde oral epitel hücreler ve mezenşimal hücreler olmak üzere iki tip hücre rol oynamaktadır. Oral epitelyum hücrelerinden mine organı, mezenşimal hücrelerden de dental papilla oluşmaktadır. Gelişim sürecinde minenin oluşumuna mine organı, dentin-pulpa kompleksinin oluşumuna da dental papilla öncülük etmektedir (13).

Dişlerin oluşumu intrauterin gelişimin 6. haftasında (gebeliğin 37. gününde) ağız epitelinin gelecekteki alt ve üst çene bölgelerinde kalınlaşmasıyla başlar (14). Gelecekte dişlerin yerleşeceği arka belirten kalınlaşmış epitelyum şeritleri şeklindeki primer dental laminaların görülmesi, diş gelişiminin en erken morfolojik işaretidir (15). Gelişen dişin birbirini takip eden evreleri bu kalınlaşan epitelyal bileşenin aldığı şekle göre adlandırılır ve sınıflandırılır. Bunlar başlangıç, tomurcuk, şapka, çan ve olgunlaşma evreleri şeklindedir (14) (Şekil 1).



Şekil 1. Diş oluşumundaki histolojik evreler A) Diş oluşumunun başlangıcı B) Tomurcuk evresi C) Şapka evresi D-E-F) Çan evresi G) Kök oluşumu (16).

2.1.1. Başlangıç Evresi

Bu evre; oral epitelin şerit şeklinde lokal kalınlaşmaları ile başlamaktadır. Oral epitel ile ektomezenşimi birbirinden ayıran aselüler yapı bazal membrandır (13).

Gelecekte dişlerin yerleşeceği dental arkı temsil eden epitelyum şerit kalınlaştıktan sonra mezenşimal dokuya invaze olarak yanak ve dudakları oluşturacak olan vestibuler laminayı, lingualde ise gelecekteki diş arkını temsil eden dental laminayı şekillendirir (14).

Primer dental laminadan, kalınlaşmış epitel ve altındaki nöral krest kaynaklı mezenşimi içeren dişsel plakodlar oluşmaktadır (15). Diğer ektodermal organların (saç, tırnak, tükürük bezi, ter bezi) gelişiminde de morfolojisi ve moleküler düzenlenmesi benzer plakodlar bulunmaktadır (17). Dişin gelişimindeki plakodlar ilk sinyal merkezi olarak işlev görmektedir (15).

2.1.2. Tomurcuk Evresi

Epitelin mezenşime doğru çoğalması ile oluşan yuvarlak veya oval şekilli yapılara diş tomurcuğu denilmektedir. Gelecekteki alt ve üst çene arklarının her birinde 10 adet olmak üzere toplam 20 adet süt dişi tomurcuğu oluşmaktadır (13).

Tomurcuk evresinde dental epitel histolojik olarak iki farklı hücre grubuna ayrılmaktadır. Bunlar bazal membranla temasta olan periferik bazal hücreler ve merkezde konumlanmış şekilleri yıldız benzeyen "stellat retikulum" hücreleridir. Bu iki hücre tabakası gelişmekte olan dişin kök hücresinin epitelyal komponentini oluşturacaktır (15).

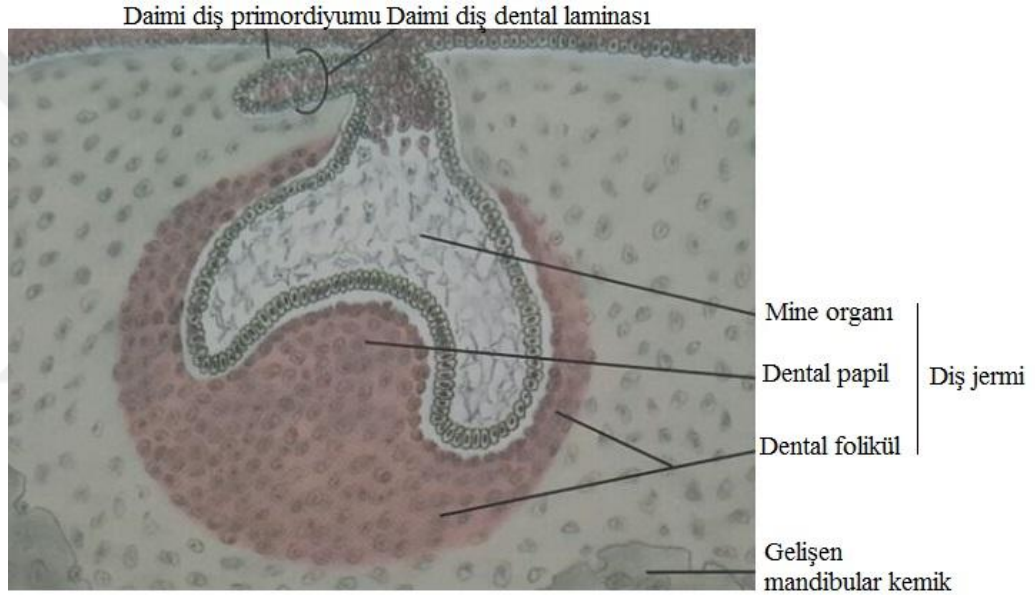
2.1.3. Şapka (Takke) Evresi

Epitel diş tomurcuğunun altında yoğunlaşan mezenşimal dokuya doğru uzantı verir ve tomurcuk "şapka" şeklini alır. Bu evrede dental epitel, mezenşimal dokuya doğru uzanır ve yoğunlaşmış mezenşimal dokunun etrafında kendisini sarar (18).

Diş kuronunun şekli ve boyutu yavaş yavaş belirginleşmeye başlar ve bu şekillenmeyi mine düğümleri organize etmektedir. Mine düğümlerinden gelen

sinyaller ile büyüme düzenlenir ve matür dişteki kasp tepelerine karşılık gelen bölgelerdeki epitel katlanmalarının olduğu bölgeler belirlenir (19).

Diş gelişiminin bu evresinde şapka şeklindeki ektoderm kökenli epitelyal büyümeye "mine organı", altındaki yoğunlaşmış mezenşimal hücrelere "dental papilla" ve bu ikisini çevreleyen ektomezenşimal hücre grubuna da "dental folikül" adı verilmektedir. Mine organı, dental papilla ve dental folikül birlikte diş jermi (dental organ) oluşturmaktadır. Mine organı ileride diş minesini, dental papil dentin ve pulpayı, dental folikül (dental kese) ise periodonsiyumu meydana getirecektir (14) (Şekil 2).



Şekil 2. Diş gelişiminin şapka evresi (13).

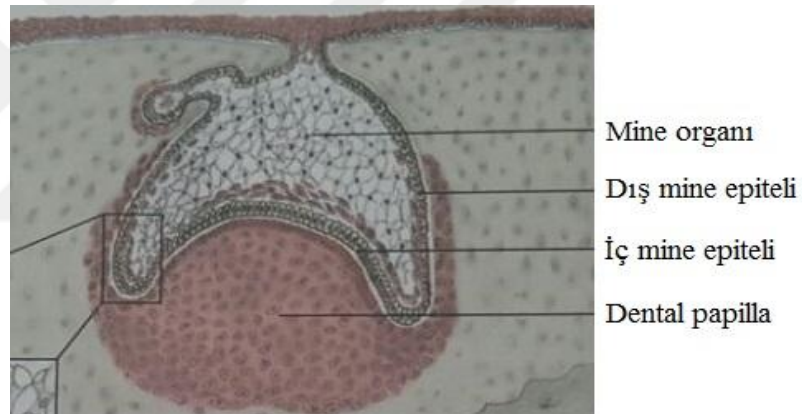
Dental lamina, gelişen süt dişi jerminden linguale doğru uzantı vererek daimi keser ve küçük azı dişlerinin oluşumunu sağlayacak olan sürekli dental laminayı oluşturur. Primer dental lamina da süt ikinci azı dişlerinin distalinde uzantı vererek daimi azı dişlerinin oluşumunu sağlayacak olan sürekli azı dental laminasını oluşturmaktadır (13).

2.1.4. Çan Evresi

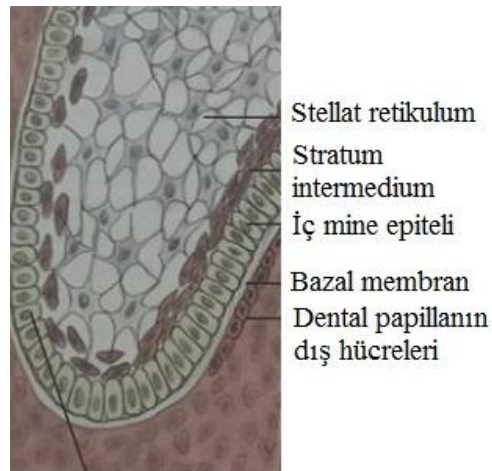
Şapka evresini takiben epitelyal uzantı büyüyerek katlanır ve mine organı "çan" görüntüsünü alır. Çan evresinde kuron şekilleri ortaya çıkmaktadır. Kuron şekillerinin oluşumunu mine düğümleri düzenlemektedir. Tek kaslı dişlerde ilk

şapka evresinde görülen primer mine düğümü, kurunun en uç bölgesine yükselirken, çok kasplı dişlerde sekonder mine düğümü ise gelecekteki kasp yerlerinde şekillenmektedir (18).

Gecikmiş şapka evresinde başlayan hücre farklılaşması, en çok çan evresinde görülmektedir. Şapka evresinin sonlarında üç hücre tabakasından oluşan mine organı (dış mine epiteli, iç mine epiteli, stellat retikulum), erken çan evresinde dört tip hücre tabakasına ayrılır (14). Bu hücre tipleri; dış mine epiteli, iç mine epiteli, stratum intermedium ve stellat retikulum hücreleridir. Mine organının dış yüzeyinde dış mine epiteli, bazal membranın dental papillaya bakan yüzeyinde ise iç mine epiteli hücreleri yer almaktadır. İç mine epiteline komşu ve mine organının iç yüzeyinde ince bir tabaka şeklinde stratum intermedium ve mine organının merkezini dolduran gevşek düzenli stellat retikulum hücreleri bulunmaktadır (13, 15) (Şekil 3-4).



Şekil 3. Diş gelişiminin çan evresi (13).



Dış mine epiteli

Şekil 4. Diş gelişiminin çan evresinin hücre tabakaları (13).

Çan evresinde dental lamina parçalanarak kaybolmakta ve diş gelişimi oral epitelden ayrılmış olarak devam etmektedir (14). Diş kuruunu son şeklini almakta ve kuruun sert dokularını oluşturan hücreler farklılaşmaktadır. İç mine epitelini ameloblastlara farklılaşarak minenin oluşumunda görev almaktadır. Ameloblastlar oluşmaya başlayınca bazal membrana komşu mezenşimal hücreler odontoblastlara farklılaşarak dentin üretmektedir (20). Dentin oluşumu kasp tepeleri ve insizal sırtlardan başlayarak yavaş yavaş kökün apeksine doğru uzanır (3).

Mine organının alt köşesinde iç ve dış mine epitelinin karşılaştığı noktaya "servikal loop" denilmektedir. Diş kuruunu şekillendikten sonra servikal loop bölgesinde hücreler bölünmeye devam ederek kök gelişiminin epitelyal komponentini oluşturmaktadır (14). Servikal loopun uzaması ile kök şeklinin ve dentininin oluşumunu sağlayacak olan Hertwing epitel kök kılıfı meydana gelmektedir. Kök dentininin oluşumundan sonra Hertwing epitelyal kök kılıfı parçalanarak Malassez epitel artıkları şeklinde kalmaktadır (13, 15).

2.2. Dentinogenezis

Dentinogenezis diş gelişiminin apozisyon aşamasındaki dentin matriksi ya da pre-dentinin oluşum sürecidir (21). Hücre farklılaşması ve etkileşimi, organik matriksin sentezlenmesi ve son olarak ekstraselüler matrikste mineral kristallerinin oluşması basamaklarını içermektedir (22).

Bu sürecin başlarında dental papilla hücrelerinden odontoblastların farklılaşması, iç mine epitelindeki hücrelerin transforming büyüme faktörü beta (TGF- β), kemik morfogenetik protein (BMP), insülin benzeri büyüme faktörleri (IGFs) gibi büyüme faktörleri ve sinyal moleküllerinin sentezlenmesi ile meydana gelmektedir (23). Dental papilla hücreleri ile iç mine epitelini, kollajen fibrilleri içeren aselüler bir tabaka olan bazal membran ayırmaktadır. İç mine epitelinin ters polarizasyon kazanmasından sonra, meydana gelen değişiklikler komşu dental papillayı da etkiler ve ektomezenşimal hücreler mitotik bölünme ile bazal membrana dik bir şekilde yan yana sıralanır (24). Aselüler tabaka ile birleşen ektomezenşimal hücreler genişleyip uzayarak preodontoblastlara farklılaşır. Preodontoblastların sitoplazmalarının hacmi arttıkça protein sentezleyen organel sayısı da artar ve büyük

oranda polarize olmuş, çekirdeği iç mine epitelinden uzağa doğru konumlanmış odontoblast hücreleri oluşur (25).

Odontoblastların dental papillanın ektomezenşimal hücrelerinden farklılaşmasından sonra diğer basamak dentin yapımında organik matriks oluşumudur. İlk olarak dentin kollajen fibrilleri sentezlenir. Sentezlenen fibriller içerisinde göze çarpan, büyük çaplı tip III kollajen fibrillere "von Korff fibrilleri" denilmektedir. Odontoblastların boyutu arttıkça gelecekteki mine-dentin birleşimine paralel, daha küçük, tip I kollajen fibrilleri üretilmektedir. Bu şekilde ilk oluşan dentin olan manto dentinin organik matriksi şekillenir (26).

Organik matriksin mineralizasyon aşaması ilk olarak odontoblastlar tarafından üretilen matriks veziküllerinde kristaller halinde görülür. Bu kristaller hızlıca büyür ve veziküllerin parçalanmasıyla kollajen matrikse yayılarak mineralize olmuş matriksi oluşturur (22, 23).

Yapısal ve bileşimsel açıdan koronal dentinden farklı olan kök dentini ise Hertwing epitel kılıfının epitel hücrelerinin odontoblastlara farklılaşması ile oluşur. Kökte bulunan manto dentindeki kollajen liflerin yerleşim yönü farklıdır. Kök dentininin fosforil içeriği koronal dentininkinden azdır (26). Dentin birikim oranı koronal dentine göre daha yavaştır ve mineralizasyon derecesi biraz daha azdır (26, 27).

2.3. Dentin

Dentin ağırlık olarak %70 inorganik materyal, %20 organik materyal ve %10 su içermektedir. Hacimsel olarak ise %50'sinin inorganik, %30'unun organik yapıda olduğu, geriye kalan kısmının da su olduğu görülmektedir (3, 23). Mineral içeriği mineye oranla daha az fakat sement ve kemiğe göre daha fazladır. Mineral içeriği yaş ile birlikte artmaktadır. Temel inorganik içeriği mine kristallerinden daha az sistematik şekilde düzenlenmiş olan "kalsiyum hidroksiapatit"tir. Uzunluğu 20-100 nm arasında ve genişliği 3 nm olan dentin kristalleri mine kristallerinden daha küçüktür (3). Organik matriksi ise çoğunlukla tip I ve daha az oranda tip V olmak üzere kollajen protein içermektedir. Kollajen olmayan proteinlerden; en fazla dentin

fosfoprotein (DPP) (fosforin), dentin matriks protein (AG1, Dmp1), dentin sialoprotein (DSP), osteopontin, osteokalsin ve kemik sialoprotein içermektedir (23).

Dentin, dişin en hacimli mineralize dokusudur ve bir bağ dokusu olarak kabul edilebilir. Genel olarak bağ dokularında, hücre dışı alan bileşenleri dokuya fonksiyonel özelliklerini vermektedir. Dentindeki hücre dışı matriks mineralizasyon evresini içerecek şekilde modifiye olmuştur, bu durum fonksiyonel ihtiyaçların yerine getirilmesini mümkün kılmaktadır (22).

2.3.1. Dentinin Histolojik Yapısı

2.3.1.1. Primer Fizyolojik Dentin

Primer dentin, dişin ilk şeklini belirleyen ve diş formasyonu sırasında, apikal foramen kapanmadan önce oluşan dentin yapısıdır (1, 3). Büyük kısmı diş sürmeden önce oluşur, ancak dişin sürmesinden kök oluşumunun tamamlanmasına kadar geçen yaklaşık 3 yıllık süreç içinde de primer dentin yapımı devam eder (3). Düzenli tübüler yapısı ile karakterizedir. Odontoblast hareketinin yönünün bir sonucu olarak S-şekilli kurvatür oluşturan dentin tübüllerini içermektedir (23). Mine ya da sement apozisyonu ile birlikte hızlı bir şekilde oluşur (1).

Dentin oluşumunun başlangıcında, mine organının altındaki dental papillada çevresel olarak birikerek oluşan primer dentinin ilk tabakası "manto dentin"dir. Tam olarak farklılaşmamış odontoblastlar tarafından üretilmektedir. Yetişkin bir dişte manto dentin en yaşlı dentindir ve mineye bitişik olarak üretilmektedir. Manto dentinin kalınlığı 150 µm dir ve mineralizasyonu oluşacak olan sirkumpulpal dentinden %4 daha azdır (23). Dentin tübülleri bulunmayan manto dentin bazen ince kanaliküller içermektedir (22). Dentinin geri kalanındaki mineralize olmuş kollajen liflerin doğrultusu açısından karşılaştırıldığında; manto dentin mine-dentin birleşimine dik lifleri ile farklılık göstermektedir (21).

Manto dentinin oluşumundan sonra pulpanın dış duvarı etrafında oluşan geri kalan primer dentin yapısına "sirkumpulpal dentin" denilmektedir. Günde yaklaşık olarak 4 µm miktarında oluşmaktadır (25, 27). Sirkumpulpal dentindeki kollajen lifler ağırlıklı olarak mine-dentin birleşimine paraleldir. Bir dişteki dentin miktarının

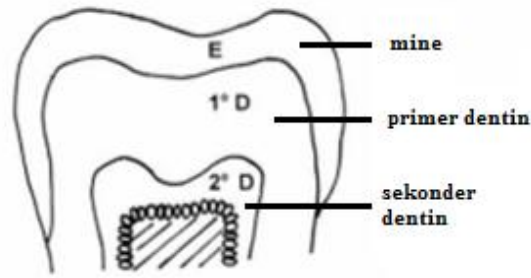
esas kısmını sirkumpulpal dentin oluşturmaktadır (21). Mineralizasyonu manto dentindeki gibi matriks vezikülleri yoluyla değil, dentin fosfoprotein (DPP) ile başlamaktadır. DPP kalsiyum bağlayabilmektedir ve kollajen matriks ağında mineral kristallerinin şekillenmesini ve büyümesini düzenlemektedir (28). Hidroksiapatit kristalleri, fibrillerin yüzeyine ve arasına birikmektedir. Mineralizasyon süreci ilerledikçe kristaller büyümeye devam etmektedir. Sirkumpulpal dentin, mineralize olmuş dentin ve pre-dentin arasında kalkosferitler (calcospherites) vasıtasıyla mineralize olmaktadır ve kalkosferitlerde mineral kristalleri ışına şeklinde düzenlenmektedir. Dentin matriksi tamamen mineralize olana kadar büyüyen kalkosferitler bitişik kalkosferitler ile birleşmektedir (23).

2.3.1.2. Sekonder Fizyolojik Dentin

Sekonder dentin hayatın devamında bariz bir uyaran olmaksızın sürekli fakat primer dentine göre nispeten daha yavaş apozisyon sonucu azalmış oranda dentin depozisyonu ile oluşur. Bu durum fonksiyonel odontoblast sayısında azalma ile ilişkilendirilebilir (1-3, 23).

Kök oluşumunun tamamlanmasından sonra primer dentini oluşturan odontoblastlar tarafından primer dentinin bir devamı olarak, temelde aynı yol ile sekonder dentin meydana getirilir (26, 29). Primer dentine göre daha az mineralize (21) ve daha yavaş oluşmaktadır (29). Diş sürmesinden önce şekillenen primer dentin günde 4 µm oluşurken, diş sürmesinden sonra şekillenen sekonder dentin ise günde 0,5 µm kadar oluşmaktadır (30). Fizyolojik olarak oluşan sekonder dentinin yapım oranı ve miktarı kişiler arasında farklılık göstermektedir (3).

Sekonder dentin, primer dentinin pulpaya bakan yönünde asimetric şekilde oluşur (27) (Şekil 5). Pulpa odasının tüm iç duvarlarında oluşsa da, çok köklü dişlerde yan duvarlara göre daha çok pulpa odasının tavanı ve tabanı üzerinde daha kalın olma eğilimindedir (2, 3, 22, 27).



Şekil 5. Primer ve sekonder dentinin şematik gösterimi (27).

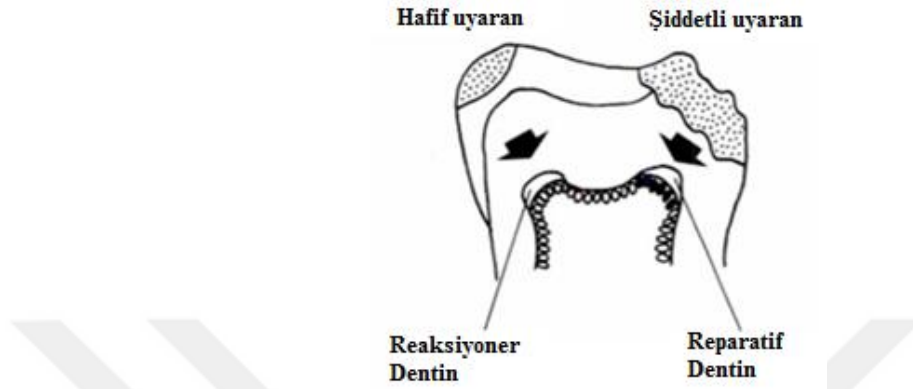
Primer dentinden histolojik olarak dentin tübüllerinin daha az düzenli organizasyonu ve demarkasyon hattı ile ayırt edilebilir. Dentin tabakası kalın olduğunda, bazı iç bölgelerinde odontoblastların bir kısmının ölmesi sonucunda tübüller tamamen yok olabilir (26).

2.3.1.3. Tersiyer Dentin (Reparatif dentin, Reaksiyoner dentin)

Tersiyer dentin; kimyasal uyarılar, çürük, kavite preparasyonu sırasında oluşan mekanik, kimyasal ve termik irritasyonlar, atrizyon gibi zararlı uyarılar karşısında lokalize bir tepki olarak ortaya konan irregüler yapıda dentindir. Uyarana maruz kalan bölgeye bakan pulpa odasının iç yüzeyinde daha az kalsifiye bir şekilde düzensiz tübüler ya da atübüler tarzda oluşur. (1, 22, 23, 26, 31). Tersiyer dentindeki tübüllerin düzensiz ve az sayıda olması nedeniyle, tersiyer dentin ile primer veya sekonder dentinin tübülleri arasında devamlılık olmadığı ve bunun dentin geçirgenliğini büyük oranda engellediği belirtilmektedir (32).

Pulpayı koruyan fizyolojik bir bariyer görevi gören dentinin kalınlığı çürük lezyonları da dahil dış uyarılara karşı bir tepki olarak tersiyer dentin oluşumu ile artar. Eğer uyarılar nispeten hafif derecede ise etkene maruz mevcut odontoblastlar tarafından artmış oranda matriks salgılanması uyarılır. Dış uyarılar daha güçlü ise bu uyarılara maruz kalan odontoblastlar canlılığını kaybeder ve dentin-pulpa kompleksinden yeni odontoblast benzeri hücreler farklılaşır. Tersiyer dentin; reaksiyoner ve reparatif dentin olmak üzere ikiye ayrılır. Reaksiyoner dentin önceden var olan odontoblastlar tarafından, reparatif dentin ise orijinal odontoblastların ölümünden sonra oluşan odontoblast benzeri hücreler tarafından sentezlenmektedir

(27, 30, 33) (Şekil 6). Canlılığını kaybeden odontoblastların yerini alan yeni odontoblast benzeri hücrelerde genellikle sitoplazmik uzantı bulunmadığı için bu hücrelerden salgılanan matriksin atübüler yapıda olduğu ve böyle durumlarda tersiyer dentinin geçirgenliğinin hemen hemen sıfıra indiği ileri sürülmektedir (32).



Şekil 6. Reaksiyoner ve reparatif dentin oluşumunun şematik gösterimi (27).

Birikim oranı dış etkenin derecesine bağlı olarak değişmektedir. Şiddetli uyaranlarda daha hızlı oranda tersiyer dentin oluşur. Hızlı birikime bağlı olarak da hücreler genellikle yeni oluşan matriks içinde sıkışabilir ve tübüler yapı ağır bir şekilde bozulur (26).

2.3.1.4. Predentin

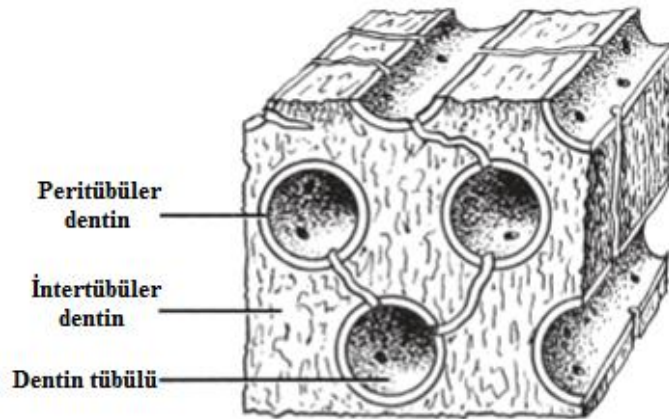
Predentin, mineralize olmuş dentin ve odontoblast tabakası arasında bulunan 15-20 µm' ye kadar mineralize olmamış dentin organik matriks tabakasıdır (3, 23, 29). Başlıca protein bileşenleri tip I ve tip II kollajenlerdir. Kollajen olmayan elemanları; dermatan sülfat, heparan sülfat, hyaluronat, keratin sülfat, kondrotin sülfat gibi birçok proteoglikan, glikoproteinler, glikozaminoglikanlar, Gla proteinleri ve dentin fosfoproteinlerdir (23, 29). TGF-β, insülin benzeri büyüme faktörü, platelet kaynaklı büyüme faktörü ve anjiyojenik büyüme faktörü gibi büyüme faktörleri, olası dentin rezorpsiyonunda pulpaya salınarak tersiyer dentin oluşumunu uyarabilmektedir (23).

2.3.1.5. Peritübüler Dentin (İntratübüler Dentin)

Dentin tübüllerinin etrafında oluşan, yüksek derecede mineralize dentine "peritübüler dentin" denilmektedir (21, 22, 26) (Şekil 7). Peritübüler dentin çok az bir hacim kaplamaktadır. Mineralizasyonu fazla olan peritübüler dentin tübül lümeninin etrafında nispeten az sayıda kollajen, yüksek oranda kollajen olmayan protein ve mineral içermektedir (23, 25, 34). Peritübüler dentin düşük orandaki kollajen nedeniyle intertübüler dentinden daha sert yapıdadır (23).

2.3.1.6. İntertübüler Dentin

Dentin tübülleri arasındaki dentine ise "intertübüler dentin" denilmektedir (Şekil 7). Peritübüler dentinden daha az mineralizedir (21, 22, 26). İntertübüler dentin, dentinogeneziste odontoblastların esas salgı ürünüdür ve primer dentinin hacminin büyük kısmını oluşturmaktadır (23, 25, 34). Organik matriksi, büyük oranda ağ yapısı şeklinde düzenlenmiş (27), boyutları 50-100 nm arasında olan kollajen fibrilleri içermektedir (23). İyi mineralize olmuş ve dentine gerilme direnci sağlayan bu kollajenler çoğunlukla dentin tübüllerine dik açıda düzenlenmişlerdir (23).



Şekil 7. Peritübüler ve intertübüler dentinin şematik gösterimi (23).

2.3.1.7. İnterglobüler Dentin

Büyüyen kalkosferitlerin birleşimindeki başarısızlık sonucu görülen, mineralize olmamış organik matriks içeren dentin yapısıdır. Genellikle kuronda manto dentine komşu olan sirkumpulpal dentinde ve kökün periferindeki Tomes granüler tabakasına yakın alanda oluşur. Hipofosfatazya, D vitamini dirençli Rickets gibi patolojik dentin yapısı içeren dental anomalilerde geniş interglobüler dentin yapısı karakteristiktir (22).

2.3.1.8. Sklerotik Dentin

Dentin sklerozu; odontoblast uzantılarının uyarılar karşısında faaliyete geçmesi sonucu dentin kanalcıklarının minerallerle kısmen veya tamamen tıkanmasıyla karakterize dentin dokusunda gözlenen yapısal bir değişikliktir (23, 31). Dentin kanalları hidroksiapatit, kübik veya eşkenar dörtgen şekilli “whitlockite kristalleri” ile dolar (27, 31).

Sklerotik dentin, yaşlanma ya da yavaş ilerleyen çürük gibi hafif irritasyonlar sonucu oluşur. Mine-dentin sınırından itibaren pulpaya doğru tübül lümenlerinin giderek daralması hatta tamamen tıkanması ile karakterizedir. Bu durumda peritübüler dentin daha da genişlemektedir. Bu alanlar sert, yoğun, daha az hassas ve irritasyonlara karşı pulpa için daha koruyucudur (3).

Yaşlanma ile dişte meydana gelen kimyasal ve yapısal değişiklikler sonucu oluşan skleroz "fizyolojik dentin sklerozu", kronik çürük gibi hafif irritasyonlara bağlı olarak tübül lümenine hidroksiapatit kristallerinin çökmesi sonucu oluşan dentin sklerozu ise "reaktif ya da patolojik dentin sklerozu" olarak tanımlanır (3). Reaktif dentin sklerozu; mekanik abrazyon, kimyasal erozyon, atrizyon ve abfraksiyon gibi uzun süreli hafif veya orta şiddetli dışsal uyarılara karşı pulpa-dentin kompleksinin cevabı olarak oluşur (31).

Boya, çözücü ve radyoaktif iyonlar ile yapılan çalışmalar sklerozun, dentin geçirgenliğinin azalmasını sağlayarak irritan maddelerin pulpaya ulaşmasını engellediğini göstermiştir (23, 35).

2.4. Pulpa

Pulpa; çevresel olarak dentin matriksi ile doğrudan temasta olan, pulpa odası ve kök kanalları içinde bulunan mezenşimal orijinli yumuşak bağ dokusudur (3, 23). Yapısında kendisine ait arterleri, venleri, lenfatik sistemi ve sinirleri vardır. Öncelikli fonksiyonu dentin üretmektir (36). Kendisine ait spesifik hücresi odontoblastlardır. Odontoblastların yanında fibroblastlar gibi birçok hücre grubu içermektedir (37).

2.4.1. Pulpanın Hücreleri

Pulpanın temel hücreleri; odontoblastlar, fibroblastlar, farklılaşmamış ektomezenşimal hücreler, dendritik hücreler, vasküler, endotelyal ve perivasküler hücreler, sinir hücreleri ve makrofajlar, lenfositler gibi savunma hücreleridir (25, 26, 38). Bu hücreler kollajenden zengin ekstraselüler matriks içinde yer almaktadır (25).

Odontoblastlar: Diş gelişimi sırasında primer dentinin ve gelişimini tamamlamış dişlerde sekonder ve tersiyer dentinin yapımından sorumlu olduğu için dentin-pulpa kompleksinin en önemli hücrelerinden biridir (29).

Pulpanın periferinde tek tabaka halinde pulpayı predentinden ayırırlar. Kuron pulpasında yaklaşık olarak 50 µm boyutunda ve silindirik şekilde iken, pulpanın orta üçlüsünde daha çok kübik şekilde görülürler (26). Kökte kurona oranla birim alanda daha az tübül bulunması ve odontoblast hücrelerinin daha geniş alana yayılabilmesi nedeniyle apikal foramene doğru giderek yassılaşırlar (29).

Hücre gövdeleri pulpada bulunur ve 100-200 µm uzunluğundaki sitoplazmik hücre uzantıları mineralize dentinin tübüllerine uzanmaktadır. Dentin, odontoblastların sitoplazmik hücre uzantıları (Tomes fibrilleri) sayesinde fizyolojik ve patolojik uyarılara tepki verebilme kabiliyeti ile canlı bir doku olarak düşünülür (3).

Fibroblastlar: Pulpanın ana hücrelerinden biridir. Koronal pulpada en çok hücreden zengin tabaka içinde yer almaktadır. Temel işlevi; interselüler pulpa matriksinin meydana getirilmesi ve sürdürülmesidir (26). Fibroblastlar tip I ve tip III kollajenleri, proteoglikanları, fibronektinleri ve glikozaminglikanları sentezlemektedir. Bu şekilde ekstraselüler matriks proteinlerini üretirler (29).

Fibroblastlar, fuziform veya yıldızsı şekil gösterebilirler. Yıldızsı şekildeki çıkıntıları ile pulpada ağ şeklinde bir görünüm oluştururlar (38).

Farklılaşmamış mezenşimal hücreler: Hücreden zengin tabakada, pulpa merkezinde ve kan damarlarının etrafında bulunmaktadır. Farklılaşmamış mezenşimal hücreler, hücre farklılaşması için uygun uyarı aldıkları zaman, terminal differansiasyonlarını geçirerek fibroblastlara veya odontoblastlara dönüşebilirler (26). İnflamatuvar olaylar sırasında makrofajlara, osteoklast ve/veya odontoklastlara da farklılaşabilmektedir. Yaşlı pulpalarda sayılarının azalmasına bağlı olarak pulpanın tamir yeteneğinin azalacağı düşünülmektedir (38).

Makrofajlar: Monosit ve lenfositlerden diferansiye olarak kan dolaşımı ile pulpaya gelirler (29). Pulpanın merkezinde yer alma eğilimi göstermektedir. Ölü hücrelerin ortadan kaldırılmasında ve pulpa fibroblastlarının hücre döngüsünde görev almaktadır (26).

Lenfositler: Sağlıklı pulpada esas olarak T lenfositler bulunurken, B lenfositler bulunmamaktadır (38).

Dendritik hücreler: Pulpa dahil olmak üzere tüm bağ dokularına dağılmış olmalarına rağmen, özellikle lenfoid dokularda bulunurlar (29). Antijen görevi yapan kemik iliği türevli dendritik hücreler sürmemiş dişlerde odontoblast tabakasının içinde ve çevresinde bulunurken, sürmesi tamamlanmış dişlerde odontoblast tabakasının hemen altında yer alırlar (26). Yabancı antijenleri tutarak T lenfositlere taşıyan antijen sunucu hücreler olarak bilinirler. Pulpanın immün yanıtında görev almaları nedeniyle sayıları inflamasyon sırasında artar (29, 38).

2.4.2. Pulpanın Tabakaları

Histolojik olarak incelendiğinde pulpada dört belirgin tabaka ayırt edilebilir (3, 21, 23):

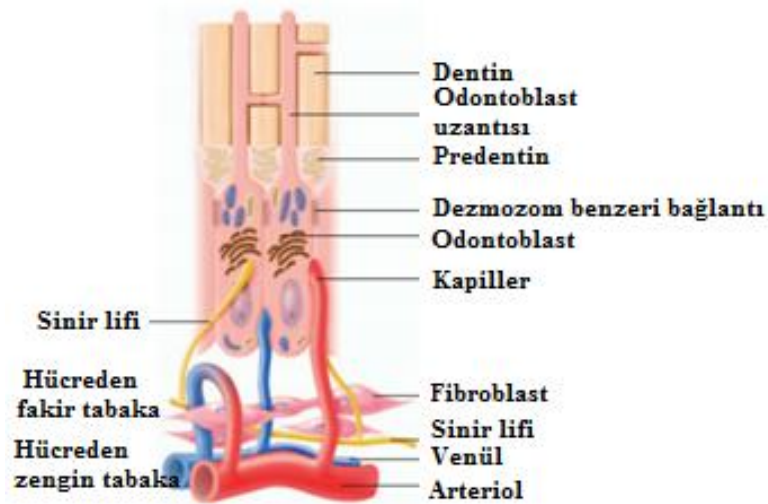
Odontoblastik tabaka: Sağlıklı pulpa hücrelerinin en dış tabakasıdır. Predentinin hemen altında uzanır (Şekil 8). Temel olarak odontoblast hücre gövdelerinden oluşmaktadır (21, 29). Buna ek olarak kapillerler, sinir lifleri ve dendritik hücreler bulunabilmektedir (23). Pulpanın koronal kısmındaki

odontoblastlar; kollajen, proteoglikan, sialoprotein, dentin fosfoprotein sentezi yaparak dentin matriksini meydana getirirler (29).

Hücreden fakir tabaka (Weil hücresiz tabaka): Koronal pulpada odontoblast tabakasının hemen altında uzanmaktadır (Şekil 8). Hücrelerden nispeten yoksun olan 40 µm kalınlığında dar bir bölgedir (23). Bu nedenle "Weil hücresiz tabaka" olarak da adlandırılır. Bu bölgede kapiller pleksus ve miyelin kılıfını kaybetmiş sinir fibrilleri ile fibroblastların ince sitoplazmik uzantıları bulunmaktadır (21). Hücreden fakir tabakanın bulunup bulunmaması pulpanın fonksiyonel durumuna bağlıdır. Dentinin hızlı oluştuğu genç dişlerde ya da reparatif dentinin üretildiği yaşlı dişlerde belirgin olmayabilir (23).

Hücreden zengin tabaka: Hücreden fakir tabakanın altında uzanmaktadır (Şekil 8). Pulpanın merkezi ile karşılaştırıldığında nispeten yüksek oranda fibroblast içeren bir tabakadır. Radiküler pulpaya göre koronal pulpada çok daha belirgindir. Fibroblastların dışında farklılaşmamış mezenşim hücreleri, makrofajlar ve dendritik hücreler içermektedir. Harabiyete uğramış odontoblastların yerine yenilerinin (sekonder odontoblastların) yapımında rol oynar (23, 38).

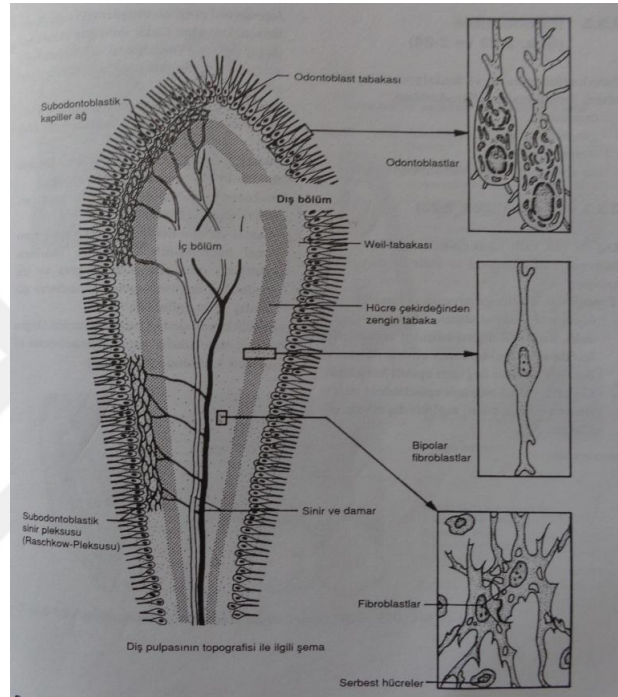
Pulpa çekirdeği: Pulpanın merkezi kütesidir. Gevşek bağ dokusu, büyük kan damarları ve sinirleri içerir. En belirgin hücresi fibroblastlardır (21, 38).



Şekil 8. Pulpanın odontoblast tabakası ve subodontoblastik bölgesinin şematik gösterimi (23).

2.4.3. Pulpanın Sinir, Arter ve Venleri

Pulpanın sinirleri, rami dentales olarak üst ve alt çenenin plexus dentales' inden çıkar ve hücreden fakir tabakada subodontoblastik sinir pleksusunu meydana getirir (Şekil 9). Arterleri kök ucundan pulpaya girer ve arkus oluştururlar. Venleri bir veya daha fazla santral vende birleşir ve pulpadaki doku basıncının sabit kalmasını sağlar (37).



Şekil 9. Diş pulpasının yapısının şematik gösterimi (37).

2.4.4. Pulpanın Fonksiyonları

Diş pulpasının fonksiyonları beslenme, duyuşal, formatif ve savunma olmak üzere dört alt grupta sıralanabilir (3, 21, 38):

Beslenme fonksiyonu: Zengin periferik kapiller ağı ve odontoblastik tabakadaki çok sayıdaki uzantıları ile oksijen ve besin maddelerini sağlayarak bu fonksiyonu yerine getirmektedir (38). Dentinin kendisine ait bir kan akımı yoktur. Bu nedenle dentinin beslenmesi pulpanın damarsal yapısına ve dentin sıvısına bağlıdır (21).

Duyusal fonksiyonu: Dentindeki afferent aksonlar ile bağlantılı hücre gövdeleri odontoblast tabakasında yer almaktadır. Sıcaklık değişimi, titreşim, kimyasal değişiklikler dentin ve pulpayı etkiler. Pulpa bu uyarılara sadece ağrı olarak yanıt verir (3, 21).

Formatif fonksiyonu: Pulpa dişin canlı kaldığı süre boyunca dentin yapımının sürdürülmesini sağlar. Erken diş gelişiminde primer dentin oluşumu görülür. Diş gelişimi tamamlandıktan sonra, daha az simetrik şekilde ve daha yavaş olarak sekonder dentin üretilir. Zamanla dentin üretimi arttıkça pulpa odası küçülür. Çürük, mekanik ve kimyasal uyarılar gibi çevresel uyarılara karşı tersiyer dentin oluşturulur (38).

Savunma fonksiyonu: Pulpanın savunma fonksiyonu öncelikle mekanik, termal, kimyasal ya da bakteriyel uyarılara karşı yanıtı ile ilgilidir. Pulpanın karakteristik savunma tepkisi primer ve sekonder odontoblastlar ile sert doku birikimi şeklindedir. Şiddetli uyarılar diğer yumuşak doku yaralanmalarında olduğu gibi pulpada inflamatuvar ve immün cevabın oluşmasını tetikler. Uzun dönemde çürüklere ve diğer etkenlere karşı bir bariyer olarak tersiyer dentin oluşumu ve dentin kanallarının sklerozu ile savunma oluşturur (3, 21, 38).

2.5. Pulpa-Dentin Kompleksi

Dentin ile pulpa aynı embriyolojik kökenden olmasına rağmen aralarında birden fazla fark bulunmaktadır. Örneğin; pulpa tip I, III, V, VI kollajen içerirken, dentinin kollajen matriksi temel olarak %97 oranında tip I kollajenden oluşmaktadır. Kollajen olmayan proteinlerin dağılımına bakıldığında da dentin fosfoprotein manto dentin hariç mineralize olmuş dentinde bulunurken, pulpada yer almamaktadır. Osteokalsin ve kemik sialoproteini dentinde bulunurken pulpada bulunmamaktadır. Ayrıca proteoglikan ve fosfolipit bileşimi açısından da farklılıklar bulunmaktadır (25).

Pulpa ve dentinin kendilerine ait yapısal özellikleriyle iki farklı doku olmalarına karşın fonksiyonları birleşmiş bir ünit şeklindedir ve buna pulpa-dentin kompleksi denilmektedir. Odontoblastlar bu sistemde önemli bir unsurdur. Odontoblastlar dentinin iç kısmına doğru uzantıları ile pulpanın periferinde yer

almaktadır ve dentin üretiminden sorumludur (3, 23). Dentini yapan odontoblast hücrelerinin gövdeleri pulpa içerisinde yer almakla birlikte bu hücrelerin sitoplazmik uzantıları (Tomes lifleri) dentin tübüllerinin içerisine doğru uzanır. Odontoblastik uzantı ile tübül çeperi arasını, pulpanın interselüler bölgelerinde bulunan kolloidal bir sıvı olan dentin lenfi doldurur. Yine çeper ile uzantı arasında bulunduğu bilinen sinir liflerinin kaynağı "Raschkow sinir pleksusu" dur (39). Bu yapıdan dolayı, fizyolojik potansiyelinin kaynağı pulpa olan dentin (39), fizyolojik ve patolojik uyarılara reaksiyon verebilen canlı bir doku olarak kabul edilir (3, 29).

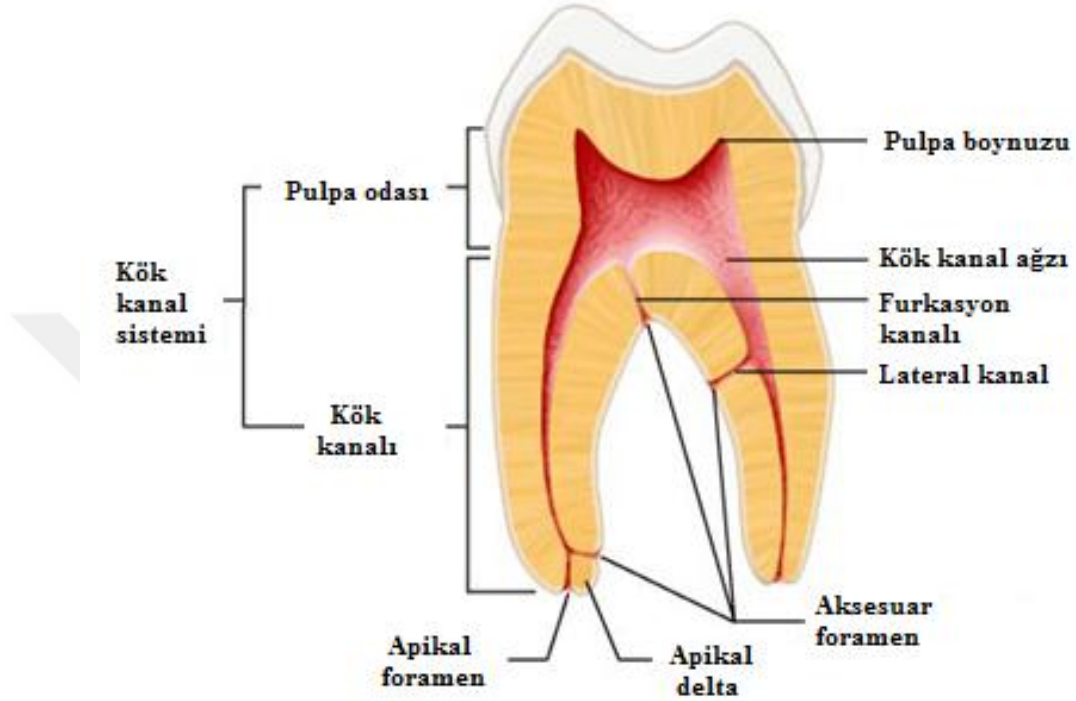
Pulpanın dentin ve mine tarafından sağlanan korumaya ihtiyacı vardır (23). Dış etkenlere pulpadan önce maruz kalan dentin tübülü içindeki sıvı, uyarılara bir yanıt olarak hareket etmektedir. Dentinin sıvı hareketinin büyüklüğüne göre; odontoblastlarda, sinir sonlanmalarında, fibroblast yakınlarında ve kan damarlarında mekanik irritasyona, bozulmaya ya da parçalanmaya neden olduğu düşünülmektedir. Sıvı hareketinin olmadığı durumlarda da dentin kanalları, bakteri ürünleri gibi zararlı maddelerin pulpaya doğru geçişi için bir difüzyon kanalı görevi görmektedir (34). Dentin üzerindeki herhangi bir etki, pulpa bileşenlerini de etkileyebilmektedir (23). Bu açıdan dentin dış uyarılara karşı zayıf bir bariyerdir (34).

Pulpa ise dış etkenlere karşı, öncelikle mikroskobik olarak tübüllere mineral depolanması, dentin tübüllerinin sklerozu ve tersiyer dentin yapımıyla tepki gösterir (40). Bu şekilde dentinin bariyer özelliği artırılarak dentin geçirgenliği azaltılmış olur (32). Pulpa, dentin tübüllerinin sklerozu ve tersiyer dentin oluşumunun yanında, sinirlerini, kan damarlarını, immün sistemini ve hücreler arasındaki sıvı değişimini arttırarak, etkilenmiş dentinin dışarıya doğru artan sıvı akışı ile de kendisini korur. Bu süreç başından sonuna kadar pulpa ile birlikte dentini de içermektedir. Dentinin irritasyonuna karşı pulpanın bu tepkileri pulpa-dentin kompleksinin dinamik yapısını göstermektedir (34).

2.6. Pulpa Odasının Yapısı

Pulpa odası koronal ve radiküler pulpa odası olarak ikiye ayrılmaktadır. Koronal pulpa odası dişin koronalini kaplarken, radiküler pulpa odası dişin kök kanallarını kaplar (3, 21, 36). Pulpanın içinde bulunduğu dentindeki bu tüm boşluğa

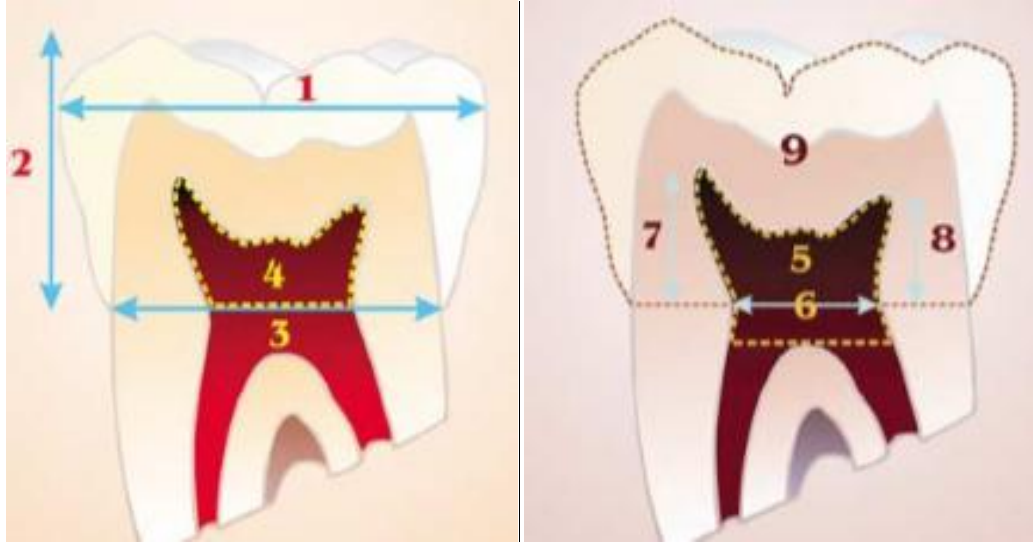
kök kanal sistemi denilmektedir (Şekil 10). Bu sistemin ana hattı dişin dış konturuna benzemektedir. Pulpa odasının boyutları, patolojiler, oklüzyon ve fizyolojik yaşlanma sürecinde sekonder ve tersiyer dentin ile sement üretimi sonucu değişmektedir (36, 41).



Şekil 10. Kök kanal sisteminin başlıca anatomik bileşenleri (41).

Azı dişlerinde koronal pulpa odasından kasplara doğru uzanan küçük uzantılara pulpa boynuzu denilmektedir (21). Pulpa boynuzu, direkt olarak bir kasp ya da gelişimsel lobun altında yer alır (36). Genellikle daimi küçük azı dişlerin bukkal ve büyük azı dişlerin meziobukkal kasplarında daha belirgindir (21).

Pulpa odasının tavanı; pulpa odasının oklüzalini kaplayan dentinden oluşmaktadır. Pulpa odasının tabanı ise kök ile paralellik gösterir ve pulpa odasını sınırlayan dişin serviksinin yanındaki furkasyon dentininden oluşmaktadır. Furkasyon noktası; iki veya daha fazla kökün ayrılma noktası olarak adlandırılır (9) (Şekil 11).



Şekil 11. 1. Meziodistal kuron genişliği 2. Kuron yüksekliği 3. Serviksteki kuron genişliği 4. Klinik kurondaki pulpa alanı 5. Total kuron pulpa alanı 6. Serviksteki pulpa genişliği 7. Mezial pulpa boynuzunun yüksekliği 8. Distal pulpa boynuzunun yüksekliği 9. Kuron alanı (5).

Radiküler pulpa odası dişin kökü içerisinde yer almaktadır (21). Kök kanal sistemindeki aksesuar, lateral ve furkasyon kanalları, kanal ağzları, apikal delta ve apikal foramen gibi diğer anatomik yapıları içerir (41). Ayrıca kök kanalları şeklinde de adlandırılmaktadır (21). Kök kanalları huni şekilli kanal açıklığı ile başlar ve apikal foramende sonlanır. Aksesuar kanallar; pulpadan periodontal dokuya yatay, dik ya da lateral yönlerde uzanan küçük kanallardır. Genellikle kökün apikal üçlüsünde bulunur. Kök kanallarının lateral kısmında yer alan kanallara "lateral kanal" denilirken, büyük azı dişlerinin pulpa odasının tabanında bulunan küçük kanal yapılarına "furkasyon kanalları" denilmektedir (21, 41).

2.7. Pulpa Odasının Görüntülenmesi

2.7.1. Ağız İçi Radyografi Teknikleri

Periapikal, bitewing ve oklüzal radyografiler özellikle dişler ve alveol kemiği gibi ağız içi yapılarını incelemek amacıyla kullanılan görüntüleme teknikleridir.

Periapikal radyografiler kurondan köke kadar tüm dişin, interdental ve kök etrafındaki kemiğin, alveolar kretin, lamina duranın ve periodontal aralığın incelenmesini sağlar (42). Periapikal radyografilerde paralel ve açıortay tekniği olmak üzere iki temel görüntüleme tekniği kullanılmaktadır. Paralel teknikte özel

konumlandırıcı apareyler ile film dişin uzun aksına paralel konumlandırılır ve merkezi ışın uzun aksa dik olarak geçer. Görüntü magnifikasyonunun daha az olması ve artmış netlik nedeniyle paralel teknik tercih edilmektedir. Açığortay tekniğinde ise film dişin lingual yüzeyine, dişe en yakın şekilde palatinala ya da ağız tabanına konumlandırılarak X-ışını dişin uzun aksı ile film arasında oluşan açının açığortayına dik yönlendirilir. Konumlandırıcı aparey gerektirmemesi, pratik olması sebebiyle tercih edilen bir tekniktir (43, 44).

Bitewing radyografi tekniği alt ve üst dişlerin kuronlarının tamamının, köklerinin bir kısmının ve interdental septumun aynı film içerisinde izlenmesine olanak sağlar. Bitewing radyografilerde interproksimal çürükler, restorasyon altındaki sekonder çürükler, pulpa odası ile çürük ve kavite ilişkisi, periodontal durum, taşkın dolgular, pulpa odası ve köklerin bir kısmı incelenebilir. Dişlerin apeksini bu filmde değerlendirebilmek mümkün değildir (42). Süperimpozisyon engellendiği için interproksimal çürüklerin daha net incelenebilmesi, çürük insidansı yüksek hastalarda birden fazla dişin interproksimal bölgelerinin kontrol edilebilmesi gibi avantajları vardır (43, 44).

Oklüzal radyografi tekniğinde film dişlerin oklüzal yüzeyleri ile temas edecek şekilde yerleştirilir. Periapikal radyografilere göre daha geniş bir alanda dental arktaki dişleri ve kemiği gösterir. Süpernümerer ve/veya gömülü dişlerin incelenmesi, çenelerdeki yabancı cisimlerin ve tükürük bezi taşlarının lokalizasyonunun belirlenmesi, mandibula ve maksilladaki kırığın tipi, yeri, boyutu, yer değiştirmesi hakkında bilgi almak, ağız açıklığı kısıtlı olan trismuslu hastaların radyografik muayenesi için kullanışlıdır (42).

2.7.2. Ağız Dışı Radyografi Teknikleri

Ağız dışı radyografi teknikleri, imaj reseptörlerinin hastanın ağzının dışında konumlandırıldığı tekniklerdir. Diş hekimliğinde en sık kullanılan panoramik radyografilerdir. Panoramik radyografiler; orbitanın 1/3 alt kısmı, maksiller sinüsler, alt ve üst çene, zigomatik ark, nazal kavite, temporomandibular eklem ve bütün dişleri içeren geniş bir bölgenin görüntülenebildiği radyografilerdir (45, 46).

Panoramik radyografiler genellikle muayenelerde ilk teşhis için kullanılmaktadır. Daha detaylı inceleme gerektiren bölgeler için bir ön inceleme sağlar. Bu teknik yüksek görüntü çözünürlüğüne ihtiyaç duyulan olgularda teşhis için yeterli değildir (46). Diş gelişimi ve karışık dişlenme döneminin incelenmesi, dental anomalilerin değerlendirilmesi, travmalarda kırıkların teşhisi, patolojik yapıların görüntülenmesi, gömülü dişlerin varlığının ve pozisyonunun incelenmesi, nazal kavite ve temporomandibular eklem değerlendirilmesi gibi kullanım alanları bulunmaktadır (45, 47).

Panoramik radyografilerin; hastaya minimum rahatsızlık vererek kısa süre içinde elde edilmesi, düşük radyasyon dozu ile geniş bir alanın görüntüsünün sağlanması, ağız açıklığı kısıtlı olan hastalarda rahat kullanılabilmesi gibi birçok avantajı vardır (42, 43, 48). Periapikal radyografiler kadar ince anatomik detayları görüntüleyememesi, dişlerin magnifikasyonu ve süperimpozisyonu nedeniyle görüntü netliğinin kaybolması ve geometrik distorsiyon gibi dezavantajları bulunmaktadır (42, 46).

2.7.3. Dijital Radyografiler

Dijital radyografi; sensör ya da plaklar yardımıyla radyografik görüntü elde edilebilen, bu görüntünün bilgisayarda incelenebilmesini ve saklanmasını sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Geleneksel radyografiler ile dijital radyografiler arasındaki en büyük fark; görüntü alımında kullanılan reseptörler ve görüntüyü oluşturmak için kullanılan yöntemlerdir (49).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak dijital radyografi tekniği de diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Klasik tekniğe göre, dijital sensörlerin X-ışınlarına daha duyarlı olması sebebiyle hastaya verilen ışın dozunun daha az olması, kısa sürede karanlık oda ve banyo sistemine gerek duyulmadan görüntünün elde edilebilmesi en önemli avantajlarıdır. Bunların yanında banyo solüsyonuna bağlı olarak görüntüde meydana gelen değişikliklerin dijital radyografilerde görülmemesi ile sabit görüntü kalitesinin elde edilmesi, elde edilen görüntü üzerinde kontrast ayarı, gri tonları değiştirme, büyütülerek açı ve uzunluk ölçümü gibi işlemlerin yapılabilmesine olanak sağlaması, görüntünün arşivlenmesi

ve gerektiği zaman incelenip başka bir kaynağa aktarılabilmesi de dijital görüntülemenin avantajlarıdır (48, 50).

Diş hekimliğinde dijital görüntünün elde edilmesinde direkt ve indirekt dijital görüntüleme olmak üzere iki yöntem mevcuttur. Direkt dijital radyografinin belirgin dezavantajları çözünürlüğünün klasik filmlerden daha düşük olması ve üst çenede damak derinliği az olan hastalarda sensörün yerleştirilmesinin zor olmasıdır (50). Görüntünün tarayıcı ile dijital ortama aktarıldığı kablosuz fosfor plak sistemi ise yarı-direktir. Sensör ile bilgisayar arasında kabloya ihtiyaç duyulmaması, kullanılan plakların boyutlarının ve esnekliğinin periapikal filmlere çok yakın olması bu sistemin avantajlarıdır (42). İndirekt dijital görüntüleme metodlarının uzun işlemler gerektirmesi, film banyosunun bu işlemden de yer alması ve klasik metodlarda karşılaşılan hataların burada da olması nedeniyle geçmişte kalmıştır (51).

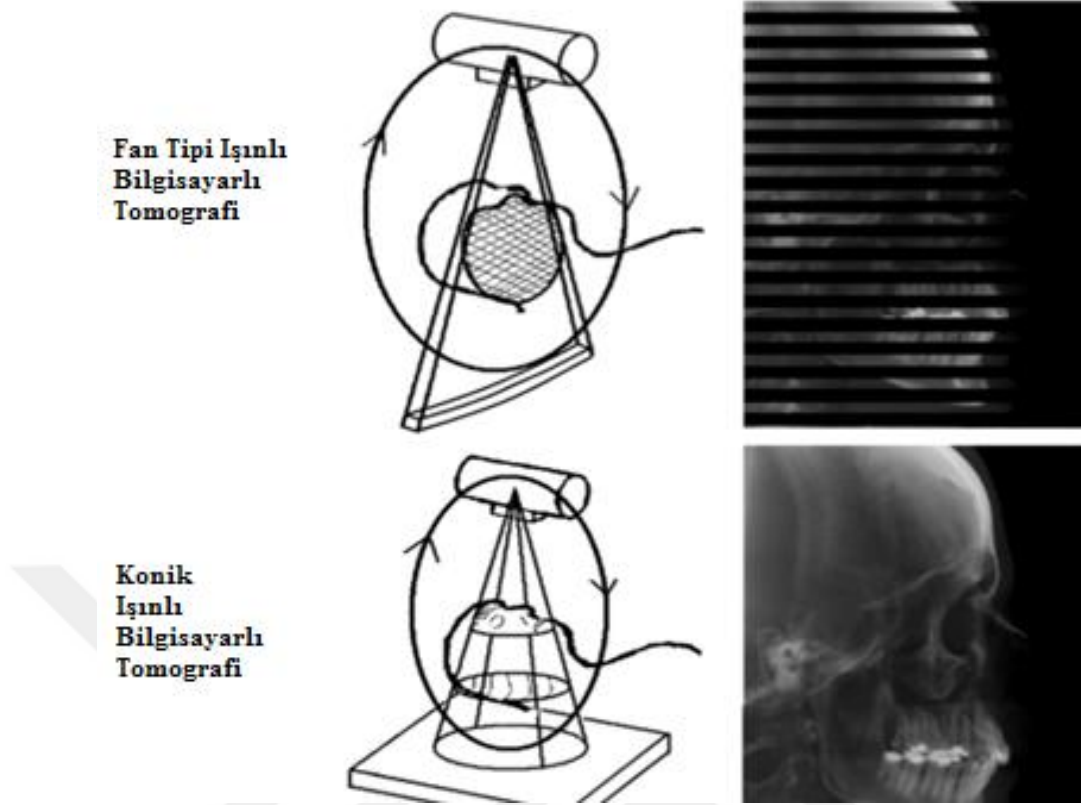
2.7.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

İngiliz fizikçisi Dr. Godfrey Hounsfield adlı araştırmacı tarafından 1972 yılında geliştirilen bilgisayarlı tomografi (BT) cihazı ile hareketli X-ışınları ve dar bir kolimatör kullanılarak başın aksiyal düzlemde kesitsel görüntüsünü almak mümkün olmuştur (42, 52). Güney Afrikalı nükleer fizikçi Cormack adlı araştırmacı tarafından teorize edilen ve Hounsfield tarafından geliştirilen BT 1979 yılında araştırmacılara Nobel Tıp ve Fizyoloji Ödülü kazandırmıştır (53). X-ışınları ve bilgisayar teknolojisinin kombine edildiği bir görüntüleme tekniği olan BT'nin geliştirilmesiyle medikal görüntülemede yeni bir dönem başlamıştır. Farklı açılardan X-ışını gönderilerek objelerin aksiyal kesit görüntüleri elde edilmektedir. Bu görüntüler aksiyal, koronal, sagittal düzlemlerde ya da 3 boyutlu olarak yeniden yapılandırılır ve şekillendirilir. Bu sayede, yumuşak ve sert dokular çok detaylı bir şekilde görüntülenebilmektedir (54, 55).

BT görüntüleri, dairesel bir cihaza yerleştirilen X-ışını kaynağı ile karşısındaki algılayıcının (dedektör) hastanın çevresinde dönerek elde ettiği analog sinyallerin bilgisayarda sayısallaştırılması ve matematiksel algoritma kullanılarak işlenmesiyle elde edilirler (49).

Bu teknik ile elde edilen görüntünün geleneksel radyografik teknikler ile elde edilen görüntülerden daha hassas olduğu ve daha önce radyografilerde gösterilemeyen yumuşak dokular arasındaki farkların tanımlanabildiği gösterilmiştir. BT ile incelenecek alan dışındaki yapıların o bölgeye süperimpozisyonu tamamen ortadan kaldırılmıştır. Geleneksel radyografi teknikleri ile fiziksel yoğunluğu arasında %10 kadar fark olan dokular ayırt edilirken, BT yüksek kontrastlı çözünürlüğü sayesinde fiziksel yoğunluğu %1'den daha az olan dokular arasındaki farkı ayırt edebilmektedir (42).

Bilgisayarlı tomografiler kullanılan X-ışını geometrisine göre geleneksel fan tipi ışın ve konik ışın olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fan tipi ışın tarayıcılarda X-ışını kaynağı ve algılayıcı dönen kolda birleştirilmiştir ve dar bir fan ile X-ışınları hastaya gönderilir. Hastanın görüntüsü dilim şeklinde aksiyal düzlemde alınır (56) (Şekil 12). Aksiyal kesitler hacimsel veri elde etmek için doğru oryantasyonda bir araya getirilmelidir. Fan tipi ışınlanmanın yüksek maliyeti, geniş fiziksel boyutu ve görüntü elde etmek için yüksek dozda radyasyon gerektirmesi gibi dezavantajları, koni şekilli ışınlama geliştirilerek ortadan kaldırılmıştır. Gelişen konik ışın teknolojisi ile hastaya koni şeklinde X-ışın demeti gönderilerek tek seferde daha geniş hacimli alan ışınlanabilmektedir (57) .



Şekil 12. Fan tipi ışınlı ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerin görüntüleme geometrilerinin karşılaştırılması (57).

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerde (KIBT) geleneksel BT'ye göre kullanılan ekipman ve taranan alana bağlı olarak hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun %3 ile %20 arası daha az olması, kullanımının daha basit ve maliyetlerinin daha düşük olması sebebi ile diş hekimliğinde geleneksel BT yerini KIBT'ye bırakmıştır. Radyasyonun önemli derecede azaltılması KIBT'lerde tarama süresinin daha kısa, ışınlama olayının çok daha hızlı ve görüntü sensörlerinin oldukça gelişmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca geleneksel BT cihazlarında helezonik ışın kullanılırken KIBT cihazlarında hastanın çevresinde 360° rotasyonlu konik ışınlı radyasyon kullanılmaktadır (42).

2.7.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

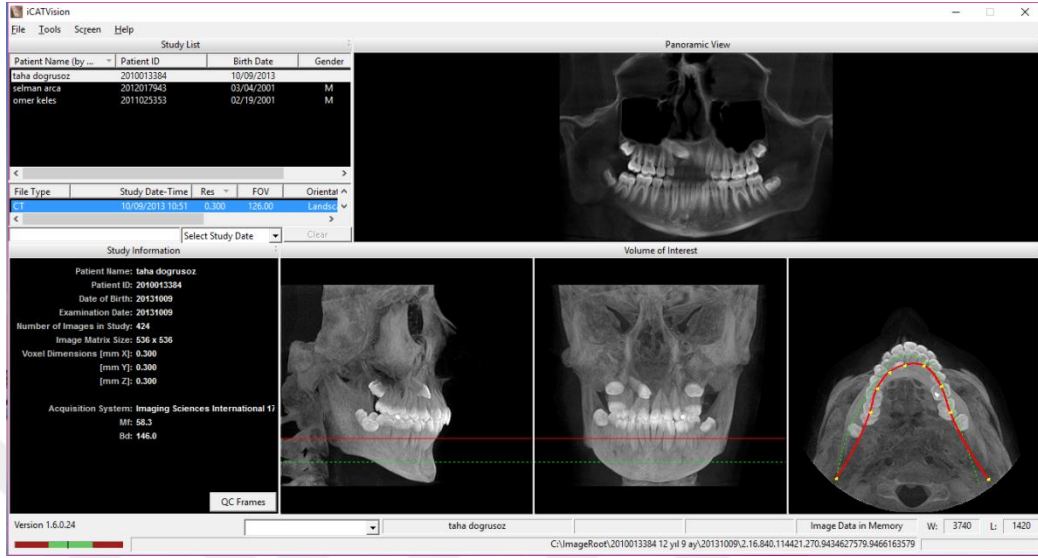
Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) sistemi 1982 yılında medikal alanda damarsal görüntüleme olan anjiyografide kullanılmıştır (57). Ayrıca radyoterapide aynı geometrik koşullarda hasta kesitlerini elde etmek için kullanılan KIBT, daha sonraları diş hekimliği alanında dental ve maksillofasiyal yapıların görüntülenmesi, bu bölgelerdeki hastalıkların teşhis ve tedavisi için kullanılmaya başlanmıştır (58, 59). Bu teknoloji 1980'in başından beri var olmasına rağmen (60), diş hekimliğinde ilk olarak 1990 yıllarının sonlarına doğru birbirinden bağımsız olarak çalışan Mozzo ve arkadaşları (59) ile Arai ve arkadaşları (61) tarafından yapılan çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Maksillofasiyal bölgenin intraoral ve ekstraoral radyografik teknikler kullanılarak elde edilen iki boyutlu görüntüleri; magnifikasyon, distorsiyon, süperimpozisyon gibi istenmeyen özellikler sebebiyle yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle son yıllarda diş hekimliğinde üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanımını artmıştır (8, 62).

Maksillofasiyal bölgenin üç boyutlu görüntülenmesinde radyasyon dozunun fazla olması, pahalılığı ve kullanılabilirliği açısından geleneksel fan tipi ışınlı BT'lerin yerine çok düzlemlili görüntüleme sağlayan KIBT tercih edilmektedir (56). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile BT'nin yaklaşık olarak altı da biri oranında radyasyon dozu ile çözünürlüğü yüksek görüntüler alınabildiği ve maliyetinin azalmasına bağlı olarak da tanı alanında umut verici olduğu belirtilmiştir (59).

KIBT cihazları genel olarak panoramik röntgen cihazlarına benzemektedir. Hastanın başı çevresinde tam tur hareket eden dairesel ya da dikdörtgen koni şekilli X-ışın kaynağı ile aynı zamanda ileri-geri hareket eden algılayıcıdan meydana gelmektedir (63). 360° tarama esnasında belirli aralıklarda X-ışınları konik şekilde hedef alana yönlendirilerek temel görüntüler elde edilir. Bu görüntüler sefalometrik radyografi görüntüleri ile benzerlik taşır. Elde edilen ham veriler bilgisayara aktarılarak gelişmiş algoritmaya sahip yazılım programları tarafından aksiyal, sagittal ve koronal düzlemlerde dijital olarak yeniden yapılandırılır. Klinisyen, hastanın

dokularını üç boyutlu olarak birçok düzlemde kesitsel olarak inceleyebilir (Resim 1) (55, 56, 58, 63, 64).



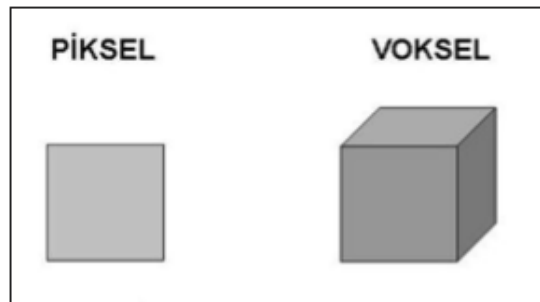
Resim 1. KIBT görüntüsünün bilgisayarda incelenmesi.

KIBT cihazlarının özelliğine göre hastadan oturur, ayakta ya da yatar pozisyonda görüntü alınır. Çoğu zaman oturma pozisyonunda görüntü alınan cihazlar tercih edilmektedir (Resim 2). Bununla birlikte başın sabit durması hasta pozisyonundan daha önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Görüntü alınırken başın hareket etmesi, görüntü kalitesini önemli ölçüde bozmaktadır (58). Harekete bağlı artefaktların oluşmasını azaltmak için ışınlama süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması arzu edilir. Günümüzde KIBT cihazlarının ışınlama süresi 4,8-40 saniye arasında değişmektedir (65-67).

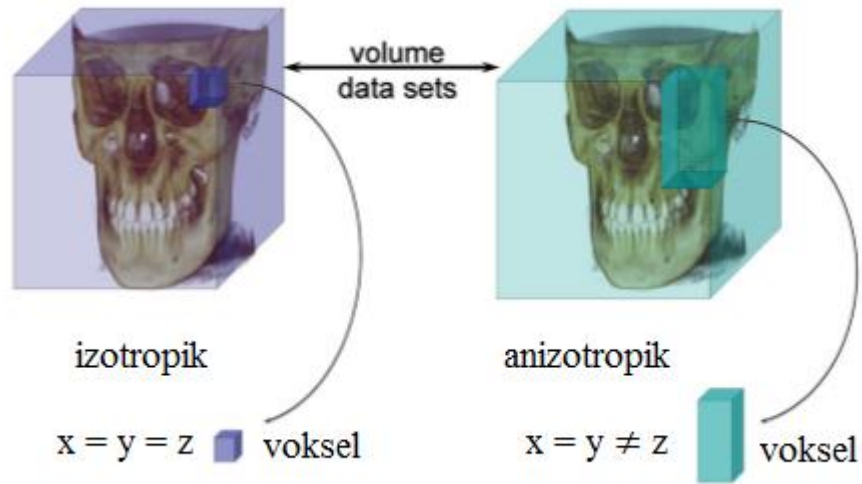


Resim 2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi cihazı (64).

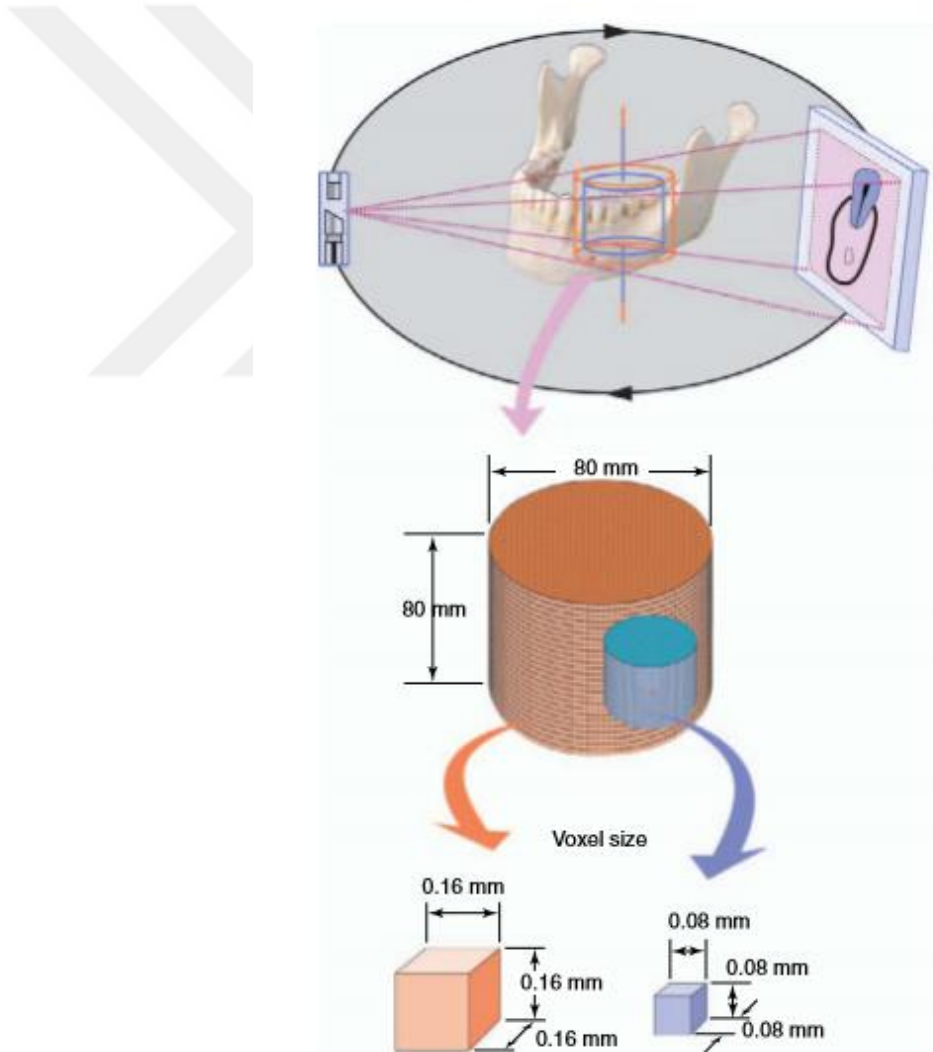
Geleneksel radyografilerde görüntü, noktasal serilerden oluşan pikseller ile yakalanırken, KIBT'lerde ise voksel olarak bilinen küçük küp şekilli yapılar ile elde edilir (Şekil 13). Vokseller nesnelerin farklı yönlerden ölçülmesine olanak sağlayan izotropik yapıdadır. Yani X, Y ve Z eksenlerinde boyutları eşittir (68). Medikal BT'lerin vokselleri ise anizotropiktir ve bu nedenle çoklu düzlemlerin ölçümleri tam olarak gerçekleştirilemez (Şekil 14) (69, 70). Voksel boyutu cihazdan cihaza değişen 0,07 ile 0,4 mm arasında bir boyuta sahiptir (55, 67, 68). Voksel boyutu küçüldükçe birim alandaki küp sayısı artar ve görüntü çözünürlüğü ile netliği de artmış olur (Şekil 15) (64). Son nesil KIBT üniteleri 12-bit veya 14-bit görüntü oluşturur ve sırasıyla 2^{12} (4096) ile 2^{14} (16384) gri renk tonuna sahiptirler (55, 57, 68).



Şekil 13. 2 boyutlu piksel ve pikselin 3 boyutlu hali olan voksel (69).

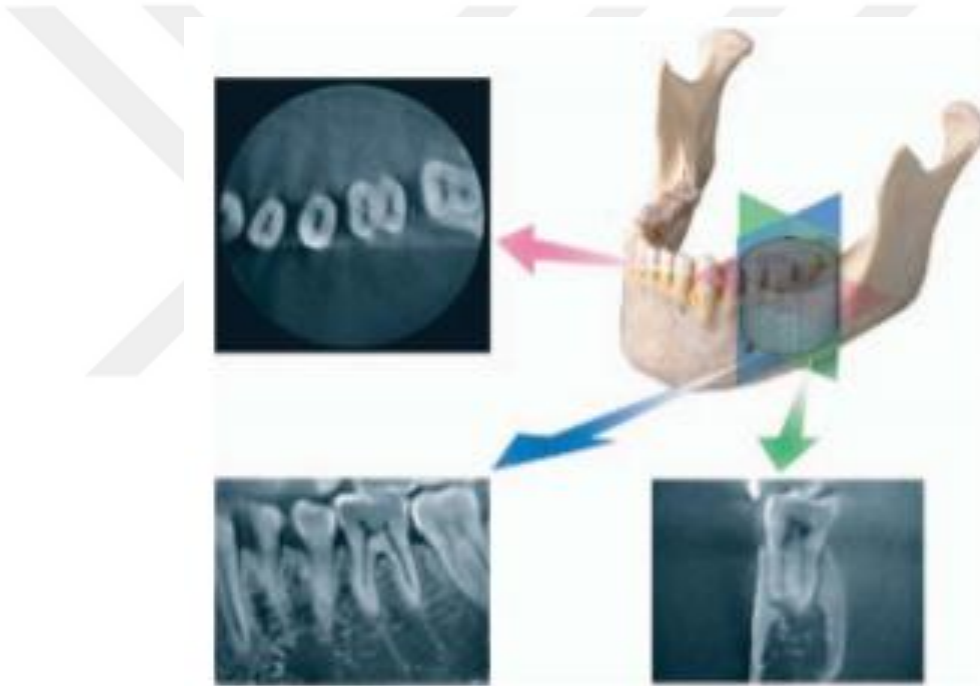


Şekil 14. KIBT'deki izotropik ve medikal BT'lerdeki anizotropik voksel yapısı (62).



Şekil 15. KIBT'de radyasyon kaynağı konik şekillidir. Alıcı sensörler görüntüyü dijital olarak yorumlamaya izin veren, verilerin üç boyutlu piksel şekli olan vokseller ile yakalar (64).

Elde edilen veriler bilgisayar ortamında düzenlendikten sonra aksiyal, koronal ve sagittal yönlerde iki ve üç boyutlu görüntüler incelenebilmektedir (Şekil 16) (70, 71). KIBT'lerde izotropik voksel yapısından dolayı veriler dikey olmayan düzlemlerde de izlenebilir. Görüntülerin dikey olmayan düzlemlerde ya da oblik oryantasyonlarda izlenmesi, "multiplanar düzlem görüntüsü" olarak adlandırılmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Sagittal veya koronal düzlemlerde iyi görüntülenemeyen bazı anatomik yapıların izlenmesinde multiplanar düzlem görüntüleri faydalıdır. Multiplanar düzlem görüntüleri her biri maksillofasiyal bölgenin kompleks yapısındaki anatomik bölgelerin izlenmesini ve diagnozunu sağlayan oblik, panoramik ve çapraz kesitleri içermektedir (58).



Şekil 16. Koronal, sagittal ve aksiyal olmak üzere üç eksende KIBT görüntüsü (64).

KIBT'de görüntüleme, incelenmek istenen alanın (field of view=FOV) boyutuna göre küçük, orta ve geniş olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Küçük görüntülemelerde birkaç dişi içeren dental alan gibi 10 cm'den dar bir bölge, orta tipte 10-15 cm arasındaki her iki dental ark incelenirken, geniş tipte ise 15 cm'den geniş havayolu veya temporomandibular eklem gibi alanlar incelenebilmektedir (72, 73). Görüntüleme alanı daraldıkça daha küçük boyutta voksel kullanılmaktadır ve görüntü çözünürlüğü çok daha yüksektir (70).

Yapılan çalışmalarda, KIBT cihazları için efektif doz 11–1073 μSv (mikrosievert) değeri arasında olup, cihazın modeline, uygulanan görüntüleme tekniğine ve seçilen görüntüleme alanına (FOV) göre değişiklik göstermektedir (8) (Tablo 1).

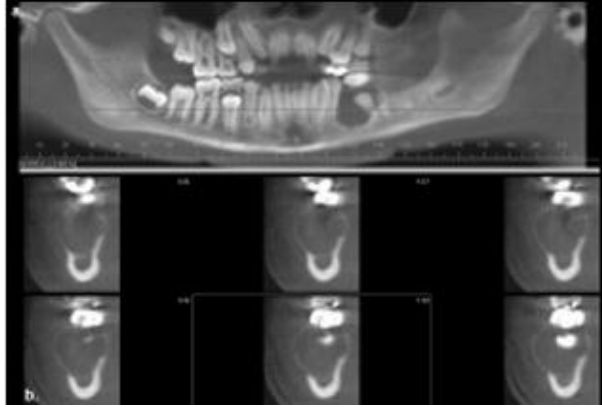
Tablo 1. Diş hekimliğinde geleneksel görüntüleme yöntemleri ile KIBT görüntülemenin efektif doz değerleri (8).

	Efektif Doz (μSv)
İntraoral radyografi	<1,5
Panoramik radyografi	2,7-24,3
Sefalometrik radyografi	<6
Maksillomandibular çok kesitli BT	280-1410
KIBT (Küçük ve orta FOV)	11-674
KIBT (Geniş FOV)	30-1073

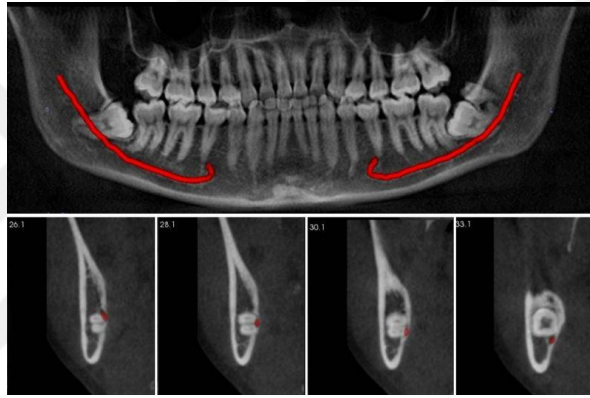
Geleneksel BT'lerle elde edilen maksillofasiyal görüntüleme ile kıyaslandığında efektif doz değeri yaklaşık olarak %76.2 ile %98.5 arasında belirgin olarak azalmaktadır. Ayrıca hastaya verilen radyasyon dozu hastanın çenesinin doğru pozisyonda konumlandırılması ve koruyucu kurşun bariyerlerin kullanılmasıyla %40'a yakın azaltılabilmektedir (62).

Hastaya gerekli olan en düşük dozun verilmesi ilkesi olan ALARA (As Low As Reasonably Achived) esas alındığında, KIBT cihazlarının ışınlama özellikleri hasta boyutuna göre ayarlanmalıdır. Bu da uygun akım ve voltaj değerlerinin seçilmesi ile mümkündür (58).

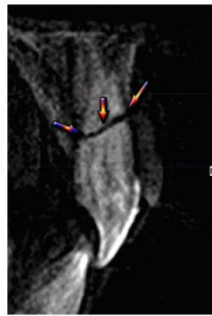
Literatürde diş hekimliğinde klinik olarak KIBT'nin birçok kullanım alanları bulunmaktadır. Maksillofasiyal bölgedeki patolojik yapıların tanısında (Resim 3), mandibular kanal (Resim 4), mental foramen ve maksiller sinüs gibi anatomik yapıların cerrahi işlem öncesi konumlarının belirlenmesinde, kök kırıkları (Resim 5) ve alveolar kemik kırıklarının (Resim 6) teşhisinde kullanımı önerilmiştir.



Resim 3. Sol mandibular bölgedeki patolojinin panoramik ve çapraz kesitlerdeki gösterimi (56).



Resim 4. Mandibular kanal ile gömülü dişin ilişkisinin panoramik ve çapraz kesitlerde gösterilmesi (66).

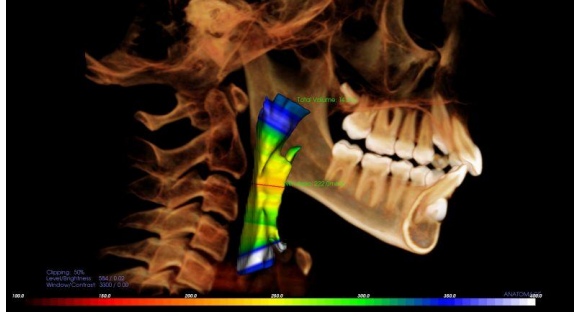


Resim 5. Kök kırığının çapraz kesitteki görüntüsü (74).

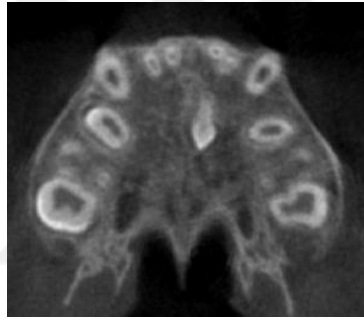


Resim 6. Dentoalveolar kırığın aksiyal kesit görüntüsü (75).

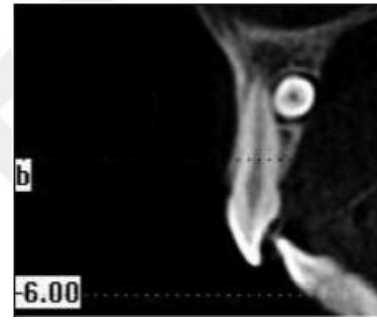
Ortodontik tedavi öncesi dental gelişimin, kraniyofasiyal morfolojinin ve hava yolu boşluğunun incelenmesinde (Resim 7), gömülü dişlerin, yabancı cisimlerin ve süpernümerer dişlerin uzaysal konumları (Resim 8-10) ve anatomik yapılarla ilişkisinin belirlenmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.



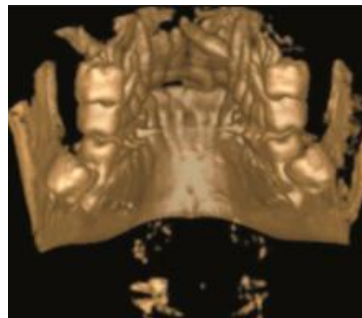
Resim 7. Hava yolu boşluğunun 3 boyutlu modelinin gösterilmesi (66).



Resim 8. Süpernümerer dişin aksiyal kesit görüntüsü (76).

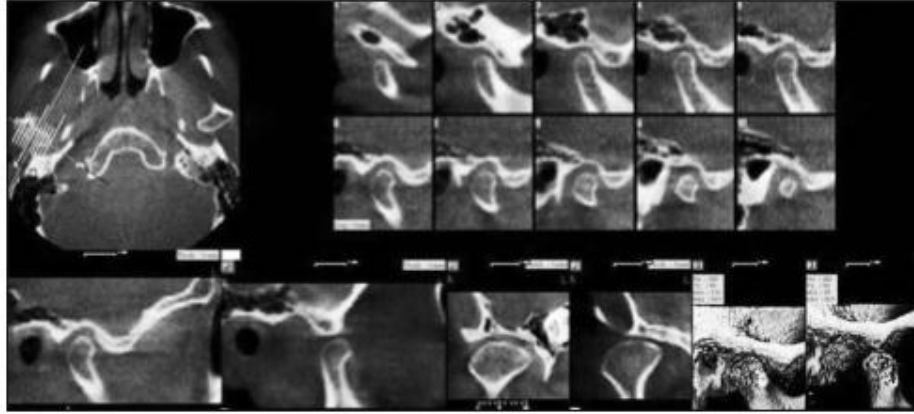


Resim 9. Süpernümerer dişin çapraz kesit görüntüsü (55).

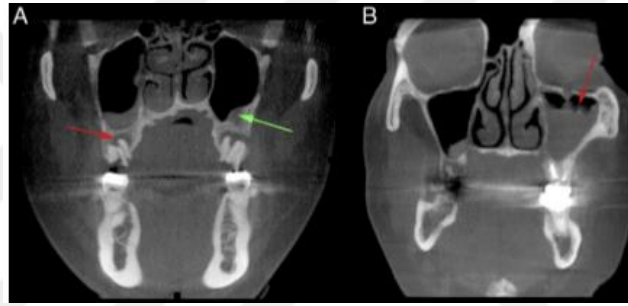


Resim 10. Süpernümerer dişin 3 boyutlu model görüntüsü (55).

Bunların yanında mandibular kondil ve çevre kemik yapıların incelenmesinde (Resim 11), temporomandibular eklem düzensizliklerinin değerlendirilmesinde, odontojenik kökenli maksiller sinüzit teşhisinde de (Resim 12) kullanılabilmektedir.



Resim 11. Normal temporomandibular eklem yapısını, açık ve kapalı ağız pozisyonunda kondil-fossa ilişkisini gösteren aksiyal, sagittal, koronal ve 3 boyutlu model görüntüleri (63).

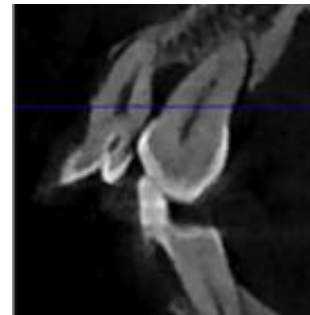


Resim 12. Üst birinci büyük azı seviyesindeki koronal kesit görüntüleri. A) Odontojenik maksiller sinüzit B) Nonodontojenik maksiller sinüzit (77).

Ayrıca, kök sayı anomalisi, dilaserasyon ve dens in dente gibi anomali bulunan dişlerin endodontik tedavi öncesi pulpa odası ve kök kanal yapılarının incelenmesi (Resim13, 14), kök rezorpsiyonu ile periapikal lezyonun değerlendirilmesi (Resim 15, 16) gibi kullanım alanları da bulunmaktadır (58, 78).



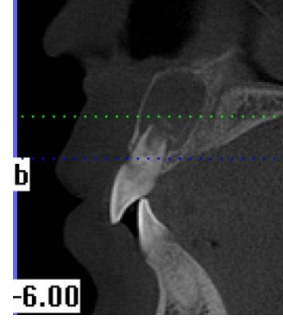
Resim 13. Alt çene küçük azı bölgesindeki ikiz dişin görüntüsü (76).



Resim 14. Dens in dente anomalisi görülen dişin çapraz kesit görüntüsü (79).



Resim 15. İnternal rezorpsiyonun sagittal düzlem görüntüsü (69).



Resim 16. Periapikal lezyonun çapraz kesit görüntüsü (66).

KIBT'nin avantajları:

Radyografik görüntülemeye karşılaştığımız magnifikasyon, distorsiyon, süperimpozisyon gibi istenmeyen görüntü bozuklukları KIBT sistemleriyle ortadan kalkmıştır (8, 62).

KIBT 0,07-0,4 mm arasında submilimetrik voksel çözünürlüğü ile ince kesitler alma imkanı sunarak, elde edilen ve yeniden şekillendirilen görüntülerin orijinalle neredeyse aynı kalitede ve boyutta olmasını sağlamaktadır (67).

Görüntünün sagittal, aksiyal ve koronal düzlemlerde üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında taranmasına ve bu verilerinin hekimin isteğine bağlı olarak kişisel bilgisayarda tüm açılardan incelenmesine olanak sağlaması en önemli avantajıdır (57).

Yapılan çalışmalarda, medikal BT ile karşılaştırıldığında, KIBT sistemlerinde cismin görüntüsünün elde edilebilmesi için ışın kaynağının bir kez dönüşünün yeterli olabilmesi nedeniyle tarama süresi oldukça azaltılmış olup, yaklaşık olarak 4,8-40 saniye gibi kısa bir zaman aralığında gerçekleşmektedir (65, 66). Kısa tarama süresine bağlı olarak uygulanan radyasyon dozu ve gelişebilecek artefakt riski azalmaktadır (56).

Geleneksel BT'lerle elde edilen maksillofasiyal görüntüleme ile kıyaslandığında efektif doz değeri yaklaşık olarak %76.2 ile %98.5 arasında belirgin olarak azalmaktadır (62).

KIBT üretici firmaları, özel amaçlara yönelik yazılım programları hazırlamıştır. Bu sayede boyutsal değerlendirmelerin ve ölçümlerin yapılması, görüntülerin büyütülerek izlenebilmesi, görüntüler üzerinde not alınabilmesi mümkün olmaktadır (58).

Geleneksel BT'lerle karşılaştırıldığında maliyetinin oldukça düşük olması, teknolojik gelişmeler ile birlikte kapladığı alanın oldukça azalması gibi avantajları da bulunmaktadır (69, 80).

KIBT'nin dezavantajları;

KIBT'nin görüntü kalitesini zayıflatan temel faktör artefaktlardır. Artefakt, görüntülenmek istenen cisim ile ilgili olmayan şekil değişikliği, yansıma veya bozuklukları ifade eder. Görüntü elde edilirken fiziksel nedenlerden dolayı oluşabilirler. "Beam hardening" denilen X-ışınının bir cisimden geçtiğinde düşük enerjili fotonların yüksek olanlara göre daha fazla absorbe edilmesi durumu sonucunda, metalik cisimlerde (metalik restorasyonlar, braketler, veneer kuronlar, kanal içi postlar vb.) şekil bozukluğu ve distorsiyon, iki farklı yoğunluktaki nesnelere arasında koyu renkli bantlar veya ışınal parlamalar gibi artefaktlar meydana gelebilmektedir. Radyasyon saçılımına bağlı olarak görüntünün izlenmesine engel olan, radyografik dansitede istenmeyen değişiklikler (noise) oluşabilmektedir (8, 42, 55, 58, 69).

Medikal BT cihazlarına göre kontrast çözünürlüğünün düşük olmasına bağlı olarak, yumuşak doku görüntüsü zayıf olmaktadır. Kontrast çözünürlüğünün yüksekliği, daha kaliteli yumuşak doku görüntüsünün alınmasını sağlamaktadır (71).

Klinik olarak teşhis açısından yardımcı olmakla birlikte, yüksek maliyete sahip olması önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca, periapikal ve panoramik radyografilere kıyasla daha yüksek radyasyon dozuna sahiptir. Klinik teşhis araçları ve geleneksel radyografi ile yeterli bilgi elde edilemediği durumlarda tercih edilmelidir (72).

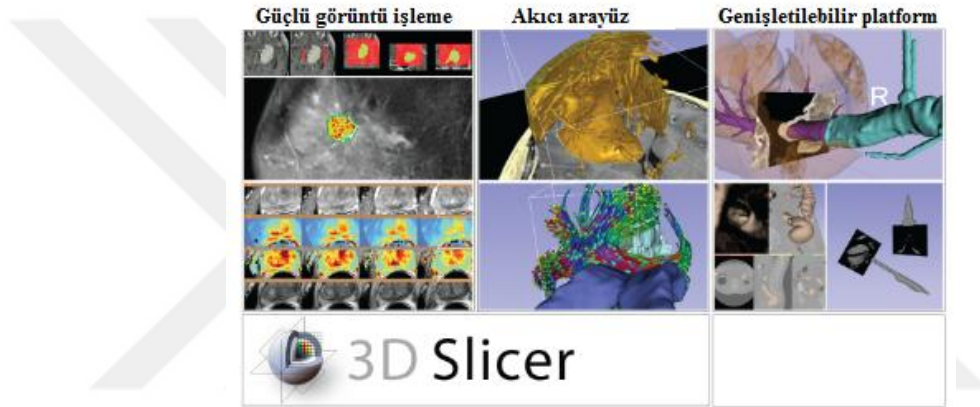
Günümüzde kullanılan KIBT cihazları birçok firma tarafından üretilmektedir. Aşağıdaki tabloda kullanılan KIBT cihazlarının markaları ve üretici firmaları özetlenmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Günümüzde kullanılan KIBT görüntüleme sistemleri (62, 65).

Ünite	Modeller	Üretici Firma
Accuitomo	3D Accuitomo 3D Accuitomo 170/60/80	J. Morita, Japan
Auge Solio	Auge Solio ZIO CM	Asahi Roentgen, Japan
Cranex	Cranex 3D Cranex 3Dx	Soredex, Finland
Galileos	Comfort Compact	Sirona Dental Systems, Germany
Hitachi	CB MercuRay CB Throne	Hitachi Medical Systems, Japan
i-CAT	Classic Next Generation	Imaging Sciences International, USA
ILUMA	Ultra Cone Beam CT Scanner	IMTEC Imaging, New York
KaVo	3D eXam	KaVo Dental, Germany
KODAK	Kodak 9000 3D Kodak 9300 Kodak 9500	Kodak Dental System, Carestream Health, USA
NewTom	NewTom 3G NewTom 5G NewTom VGi	QR, Inc., Italy
PaX	PaX-Zenith 3D PaX-Duo PaX-Reve	Vatech, Korea
Picasso Series	Trio/ Pro/ Master	E-Woo Technology Co., Ltd., Korea
PreXion 3D		TeraRecon Inc., California
Promax	Promax 3D Promax 3D plus	Planmeca OY, Finland
Scanora	Scanora 3D Scanora 3Dx	Soredex, Finland
Sky View	3D Panoramic imager	My-Ray Dental Imaging, Italy

2.8. 3D Slicer Yazılım Programı

Başlangıçta Bringham'da Kadın Hastanesinde Cerrahi Planlama Laboratuvarı ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün Yapay Zeka Laboratuvarı arasında ortak olarak geliştiren 3D Slicer programı; ulaşımına açık ücretsiz bir yazılım kaynağıdır (81). David Gering 1999 yılında yüksek lisans tezinde Slicer yazılımının ilk prototipini sunmuştur. Başlangıçta nörocerrahide rehber, görüntüleme ve analiz sistemi olarak düşünülmüştür. Son yıllarda 3D Slicer programı çeşitli klinik ve prelinik araştırmalarda medikal olmayan görüntülerin analizinde de uygulanan entegre bir platform olarak geliştirilmiştir (82) (Resim 17).



Resim 17. 3D Slicer programına ait güçlü görüntü işleme, akıcı arayüz ve genişletilebilir platform özelliklerinin görseli (83).

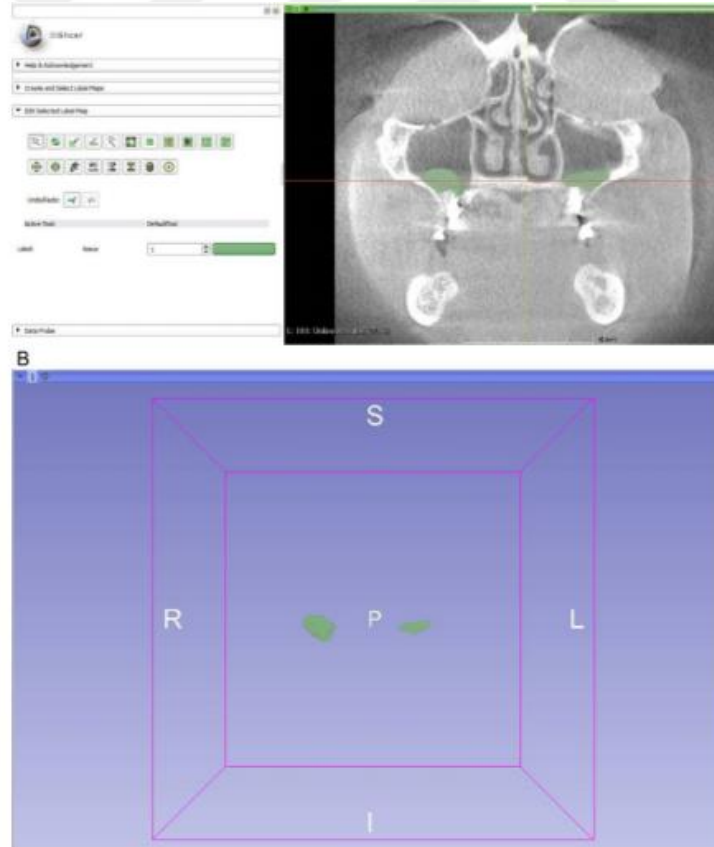
3D Slicer; tıpta görüntü destekli tedavi araştırmalarında, medikal görüntülerin analizinde, segmentasyonunda, verilerin kaydedilmesi ve görselleştirilmesinde (yüzey ve hacim ölçümü dahil) kullanılabilir (82-84). Medikal görüntüleri işlemek ve üç boyutlu hacimsel veri grubu oluşturarak aksiyal, sagittal ve koronal düzlemlerde yeniden yapılandırılmış görüntüleri elde etmek için kullanılan bir uygulamadır (81) (Resim 18, 19). Fonksiyonel ve anatomik verilerin birleştirilmesi, işlenmesi ve multimodal analizi için çeşitli özelleşmiş araçlar sağlamaktadır (82).

Bu program ile anatomik yapının üç boyutlu modelleri yarı otomatik şekilde oluşturulur. Kemik yapısının en gerçekçi görüntüsünü elde etmek, yumuşak dokuyu ve metal artefaktların süperimpozisyonunu minimize etmek için voksellerin optimum grilik seviyesi manuel olarak "eşik değeri (threshold)" değiştirilerek elde edilebilir. Segmentasyon süreci, uygulanan matematiksel algoritmaya, görüntünün

kontrast çözünürlüğüne ve araştırmacının uygun eşik değeri seçimine dayanmaktadır (81).

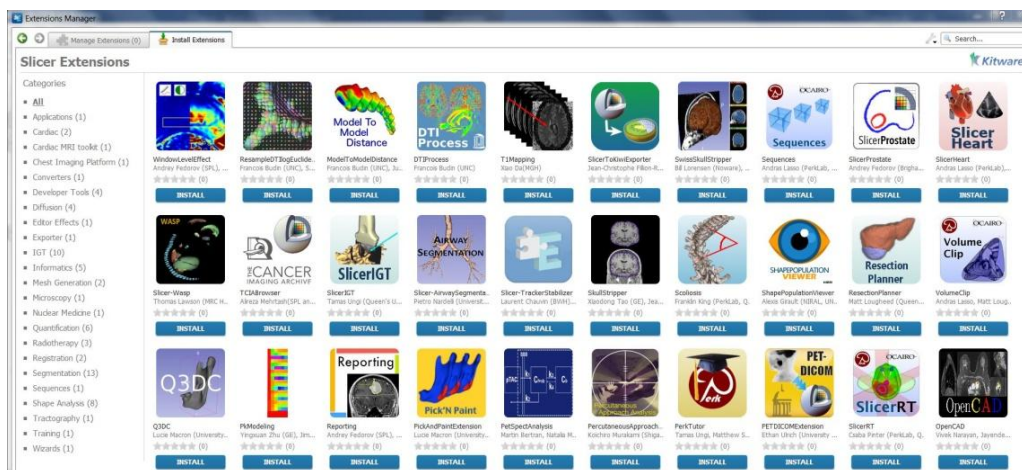


Resim 18. 3D Slicer kullanıcı arayüzü, sol tarafta Slicer-Editör ve sağ tarafta yüklenen hipofiz adenomunun aksiyal kesiti (sol üst pencere), sagittal kesiti (sol alt pencere), koronal kesiti (sağ alt pencere) ve üç kesit birlikte (sağ üst pencere) gösterilmektedir (84).



Resim 19. Üstte 3D Slicer programı kullanıcı arayüzü, yeşil renkte belirtilmiş olan endosinüs greftinin koronal kesiti ve altta segmente edilmiş bölgenin üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılması (85).

Linux, MacOSX ve Windows gibi birden fazla işletim sisteminde ücretsiz kullanılabilen açık bir yazılım kaynağıdır. Bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme, mikroskopi dahil olmak üzere çoklu yöntemli görüntüleme desteği vermektedir. Kısa yazılım programları eklenerek algoritma ve uygulamaları genişletilebilir (82, 83). Vücudun bütün organlarında çoklu organ analizinde kullanılabilir. Hacim ve yüzey hesaplamasının yapılacağı alanın görselleştirilmesinde "Volume Rendering", verilerin alt bölgelere ayrılmasında "Segmentation", görüntünün ön filtreleme işleminde "Filtering", bunların yanında boyutsal dönüşümde kullanılan "Transforms" gibi temel modülleri bulunmaktadır. Bu temel modüllerin yanında iki düzlem arasındaki açılar hesaplanması için "AnglePlanes", akciğer hastalıkları için BT görüntüleme için "ChestImagingPlatform", üç boyutlu modellerin kırılması için "EasyClip", kullanıcıya daha önceden belirlenmiş ve spesifik bölgeler üzerinde betimleyici istatistiksel hesaplamaların yapılmasına izin veren "MeshStatistics", tümör ve lenf nodlarının segmentasyonunda kullanılan "PETTumorSegmentation", lezyonların alanlarının hesaplanmasında "MarginCalculator", seçili alanların boyanmasında "PickAndPaint", kardiyak analiz ve müdahalede planlama için kullanılan "SlicerHeart", üç boyutlu modelden bir harita oluşturmada kullanılan "MeshToLabelMap", prostat görüntü verilerinin işlenmesi ve yönetilmesini kolaylaştırmak için çeşitli modülleri içeren "SlicerProstate" gibi birçok uzantısı bulunmaktadır (83) (Resim 20).



Resim 20. 3D Slicer programının uzantıları (83).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında; Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nın arşivi retrospektif olarak incelenerek, 2009-2015 yılları arasında çeşitli amaçlarla başvurmuş hastaların KIBT görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma planımız, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yerel Etik Kurulunun 2015-25 protokol numaralı kararı ile uygun bulunmuştur. Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odası hacim ölçümleri Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Araştırmanın istatistiksel olarak değerlendirilmesi, Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü'nde yapılmıştır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Çalışmamızın materyalini Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivindeki 7-18 yaş arasındaki 80 hastanın KIBT görüntüleri oluşturmuştur.

Tüm KIBT görüntüleri üç boyutlu görüntüleme cihazı (i-CAT®, Model 17-19, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) ile elde edilmiştir (Resim 21). Arşivlenen KIBT verilerinde voksel büyüklüğü 0,3 mm olarak belirlenmiştir.



Resim 21. Bilgisayarlı tomografi görüntülerinin alındığı i-CAT (Imaging Science International, Hatfield, PA, USA) cihazı.

3.2. Çalışma Grubunun Oluşturulması

Çalışma grubu kriterleri;

- Hastanın karışık ve/veya daimi dişlenme döneminde olması ve sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin sürmüş olması,
- Sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde kanal tedavisi veya çekim işleminin uygulanmamış olması,
- Sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde çürük, dolgu, veneer kuron olmaması,
- Sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde taurodonti anomalisi bulunmaması,
- Sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde ve çevre dokularda herhangi bir patoloji bulunmamasıdır.

Çalışma grubu kriterlerine uygun olan toplam 160 adet sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişinin bulunduğu 80 adet KIBT rastgele seçilerek yaşlara göre dört grupta sınıflandırılmıştır. Grup 1; 7-9 , Grup 2; 10-12, Grup 3; 13-15 ve Grup 4; 16-18 yaş aralığındaki bireylerin KIBT görüntülerinden oluşmaktadır. Her grupta 20 alt ve 20 üst daimi 1. büyük azı diş olmak üzere 40 adet diş incelenmiştir. Gruplar kendi içerisinde cinsiyete göre iki alt gruba ayrılmıştır (Tablo 3).

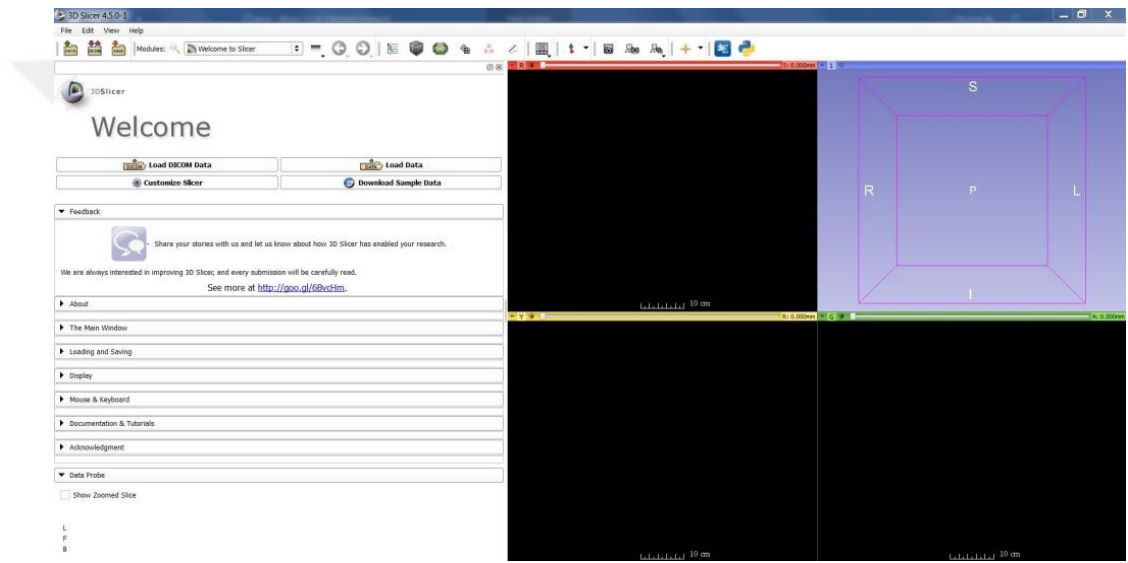
Tablo 3. Çalışma gruplarının oluşturulması.

Gruplar	Yaş Aralığı (yıl)	KIBT'de İncelenen Diş Sayısı			
		40 daimi 1. büyük azı diş	20 üst daimi 1. büyük azı diş	20 alt daimi 1. büyük azı diş	10 Kız üst daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek üst daimi 1. büyük azı diş
Grup 1	7-9	40 daimi 1. büyük azı diş	20 üst daimi 1. büyük azı diş	10 Kız üst daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek üst daimi 1. büyük azı diş	
			20 alt daimi 1. büyük azı diş	10 Kız alt daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek alt daimi 1. büyük azı diş	
Grup 2	10-12	40 daimi 1. büyük azı diş	20 üst daimi 1. büyük azı diş	10 Kız üst daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek üst daimi 1. büyük azı diş	
			20 alt daimi 1. büyük azı diş	10 Kız alt daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek alt daimi 1. büyük azı diş	
Grup 3	13-15	40 daimi 1. büyük azı diş	20 üst daimi 1. büyük azı diş	10 Kız üst daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek üst daimi 1. büyük azı diş	
			20 alt daimi 1. büyük azı diş	10 Kız alt daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek alt daimi 1. büyük azı diş	
Grup 4	16-18	40 daimi 1. büyük azı diş	20 üst daimi 1. büyük azı diş	10 Kız üst daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek üst daimi 1. büyük azı diş	
			20 alt daimi 1. büyük azı diş	10 Kız alt daimi 1. büyük azı diş 10 Erkek alt daimi 1. büyük azı diş	

Kategorize edilen görüntüler 3D Slicer ve Rhinoceros programında incelenmek üzere DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında bilgisayara arşivlenmiştir.

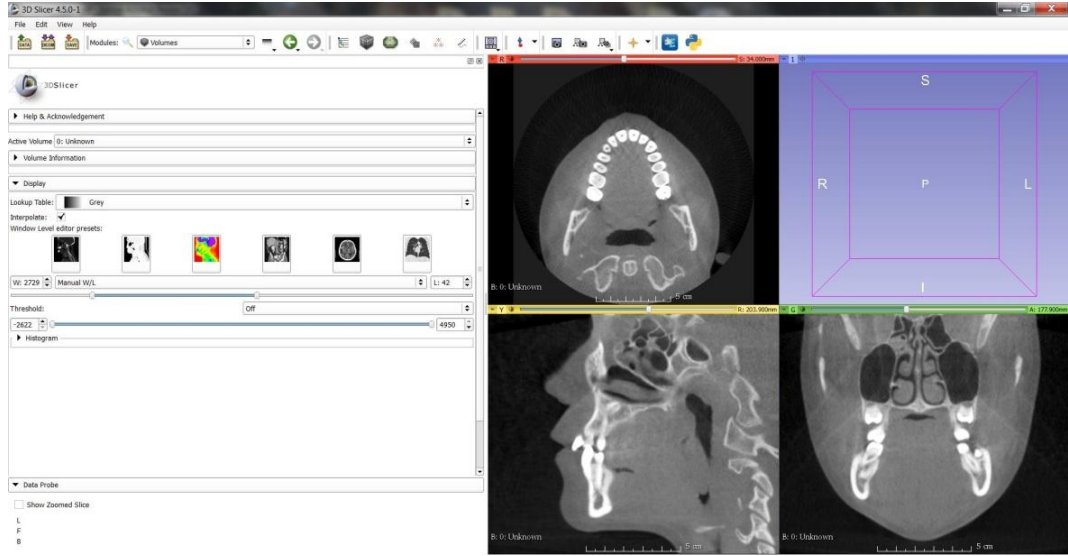
3.3. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve 3D Slicer Programında İşlenmesi

DICOM formatında kaydedilen KIBT verileri, sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odası hacimlerinin değerlendirilmesi için 3D Slicer 4.5.0.1 üç boyutlu modelleme programına aktarılmıştır (Resim 22).



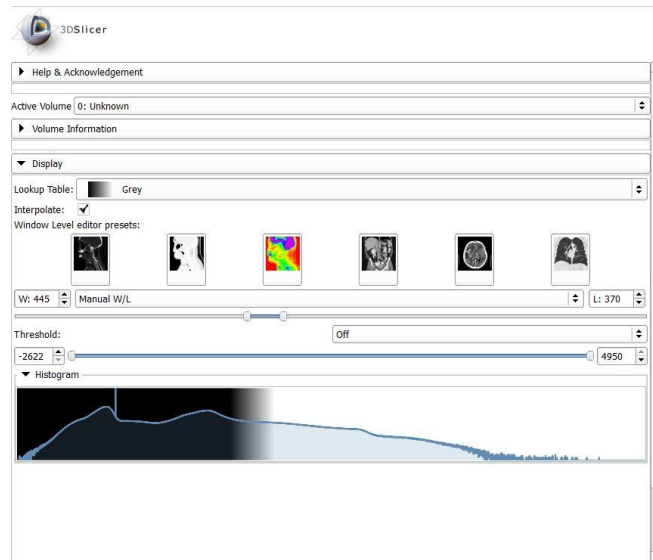
Resim 22. 3D Slicer programı çalışma ekranı.

3D Slicer yazılım programında çalışma ekranı, sırasıyla koronal, aksiyal, sagittal kesitleri ve üç boyutlu modeli izleyebileceğimiz dört bölmeye ayrılmaktadır (Resim 23).

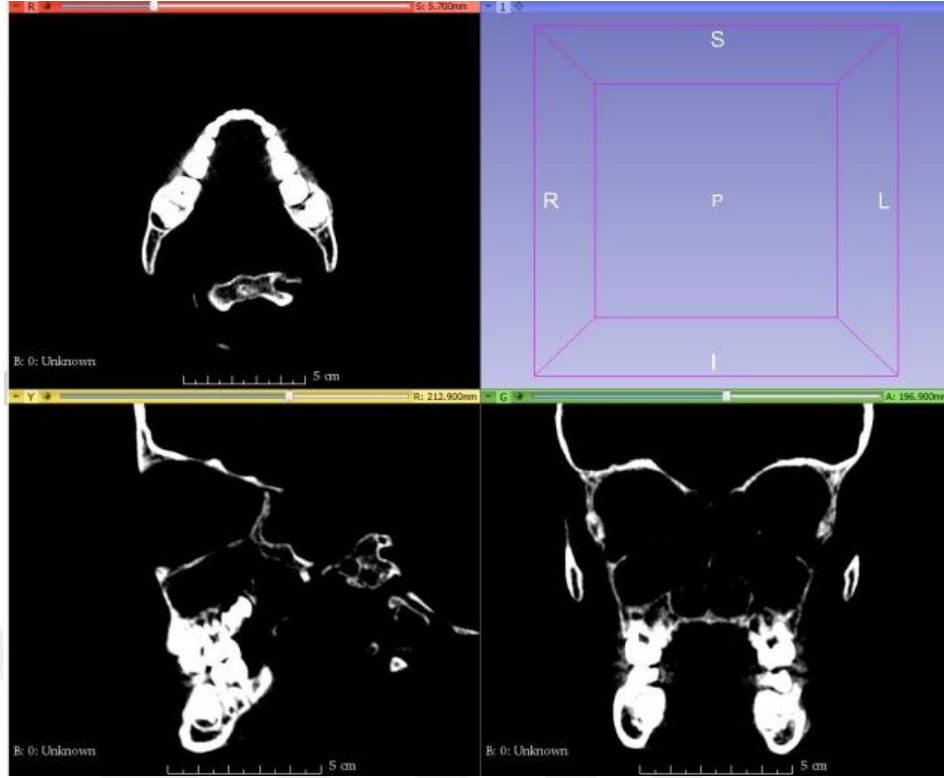


Resim 23. Koronal, aksiyal, sagittal kesitleri ve üç boyutlu modeli izleyebileceğimiz dört bölmeye ayrılmış çalışma ekranı.

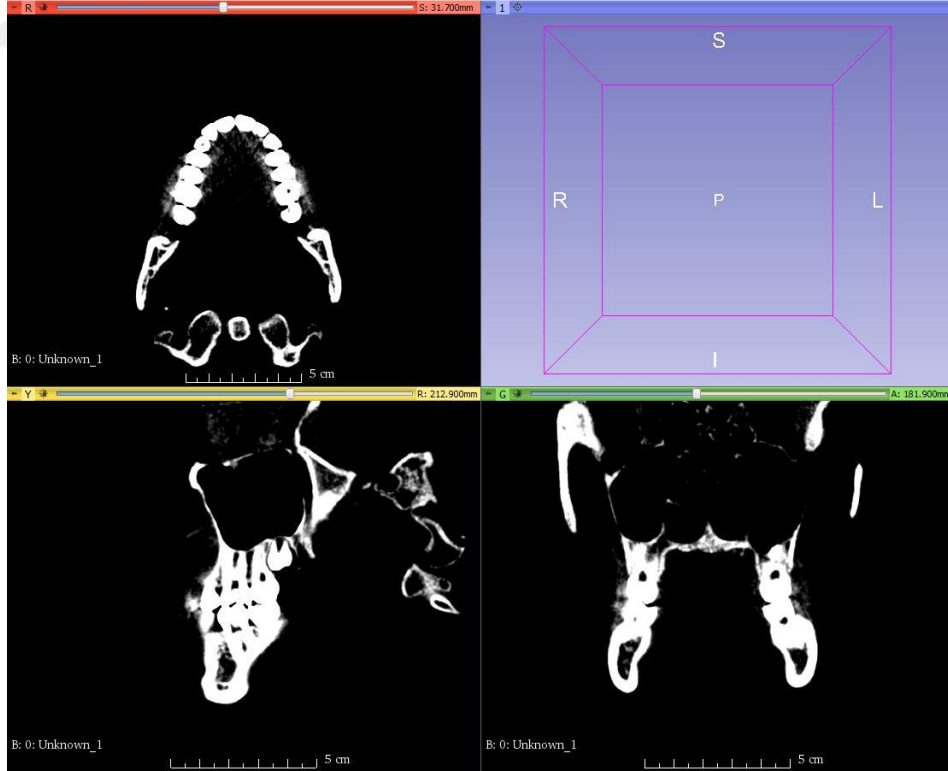
Pulpa odasının net bir şekilde görülebilmesi ve işlenebilmesi için 445-370 Hue-Saturation (tonlama ve doygunluk) eşik değeri (threshold) aralığı belirlenmiştir (Resim 24-26).



Resim 24. Belirlenen eşik değeri aralığının histogram görüntüsü.

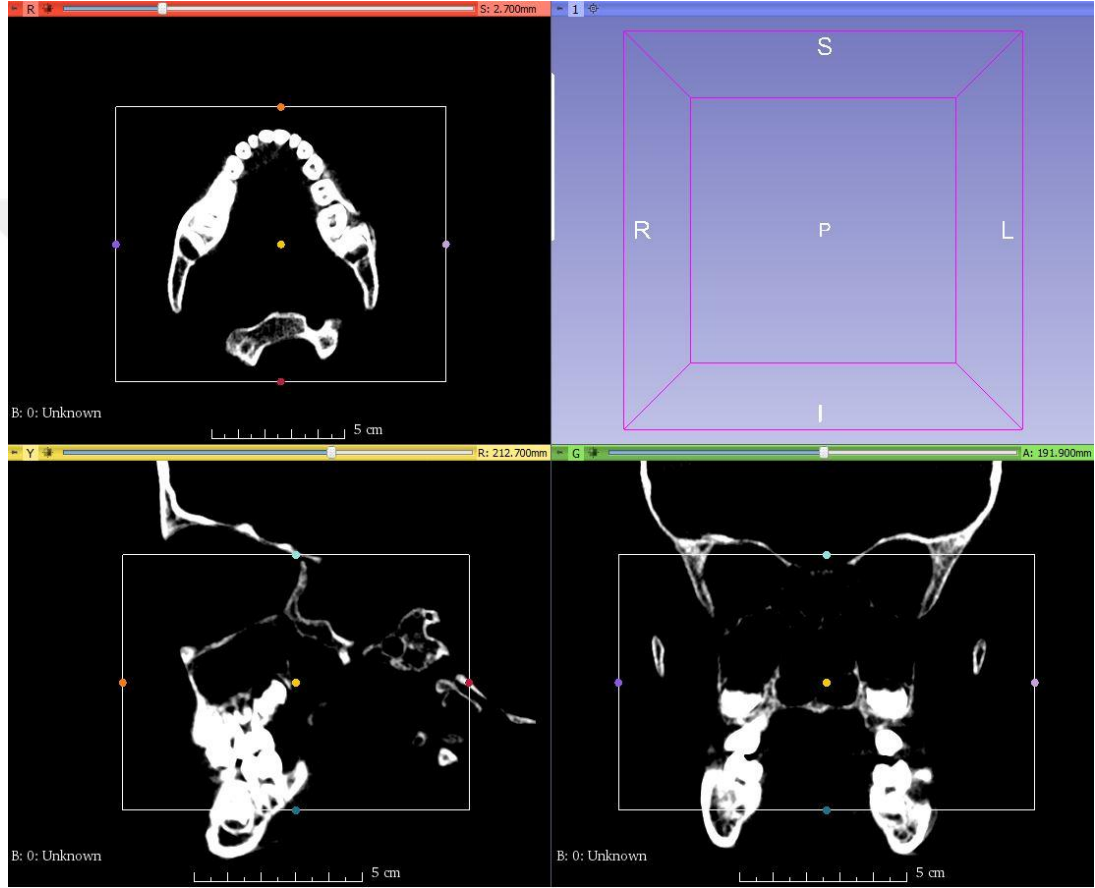


Resim 25. Alt daimi 1. büyük azı dişi pulpa odasını ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding” işlemi.



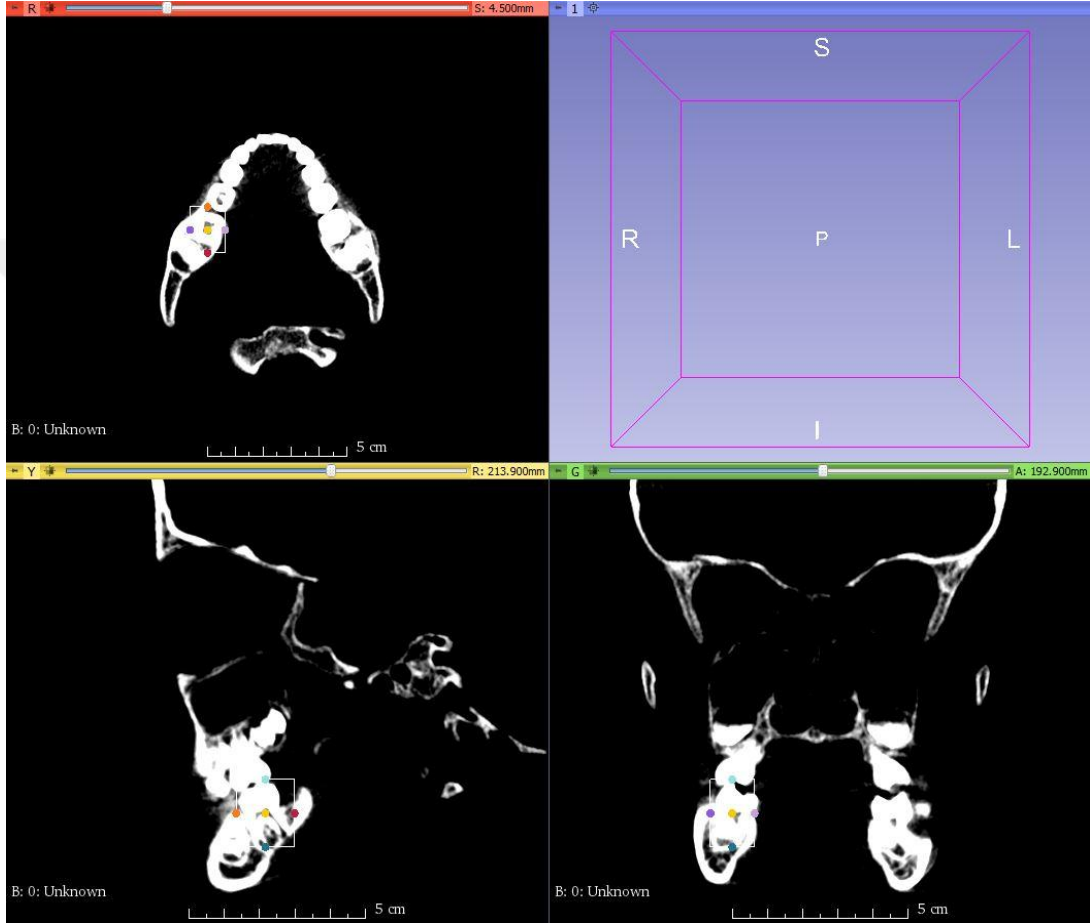
Resim 26. Üst daimi 1. büyük azı dişi pulpa odasını ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding” işlemi.

"Thresholding" işleminden sonra KIBT görüntülerinde koronal, aksiyal ve sagittal kesit yönlerinin belirlenmesine yarayan oryantasyon penceresi açılmaktadır. Çalışma yapılacak dişin sınırlarının belirlenmesi için açılan bu oryantasyon penceresinin köşelerinde bulunan renkli noktalar kullanılarak çalışma alanı belirlenmiştir (Resim 27).

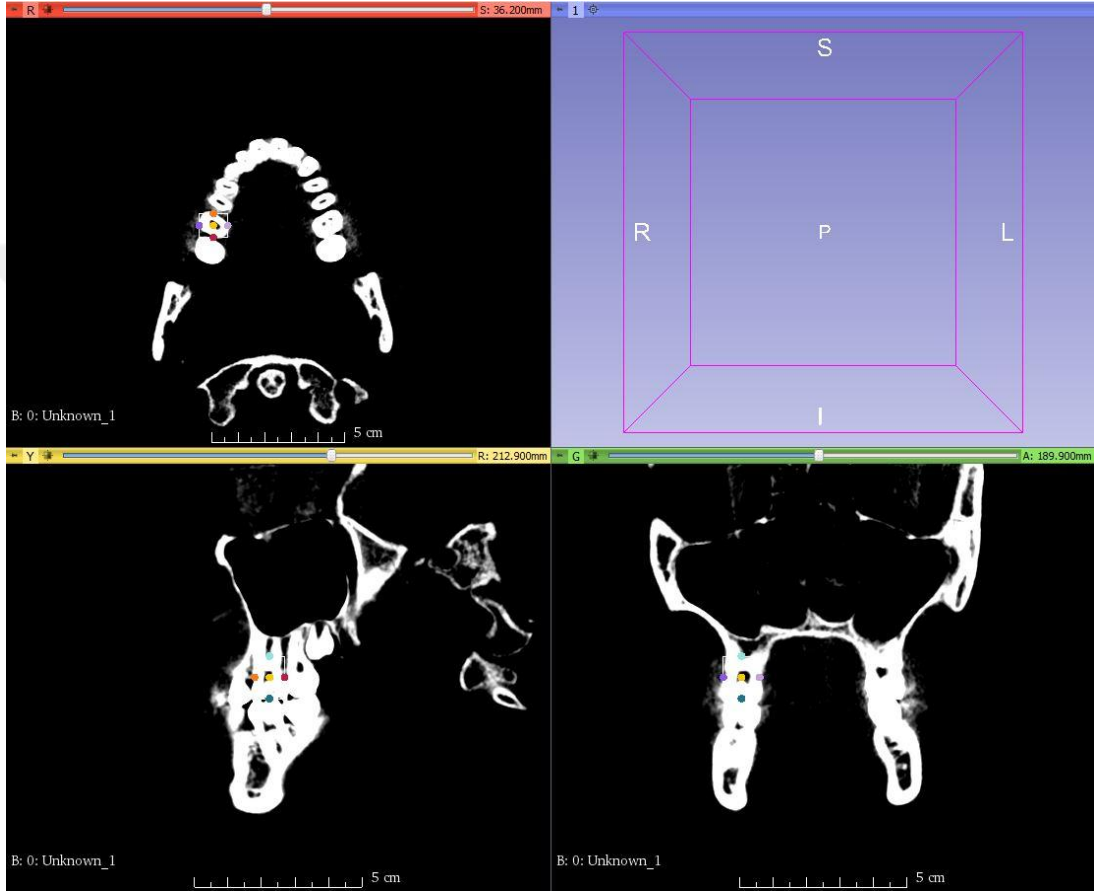


Resim 27. 3D Slicer programı oryantasyon ekranı.

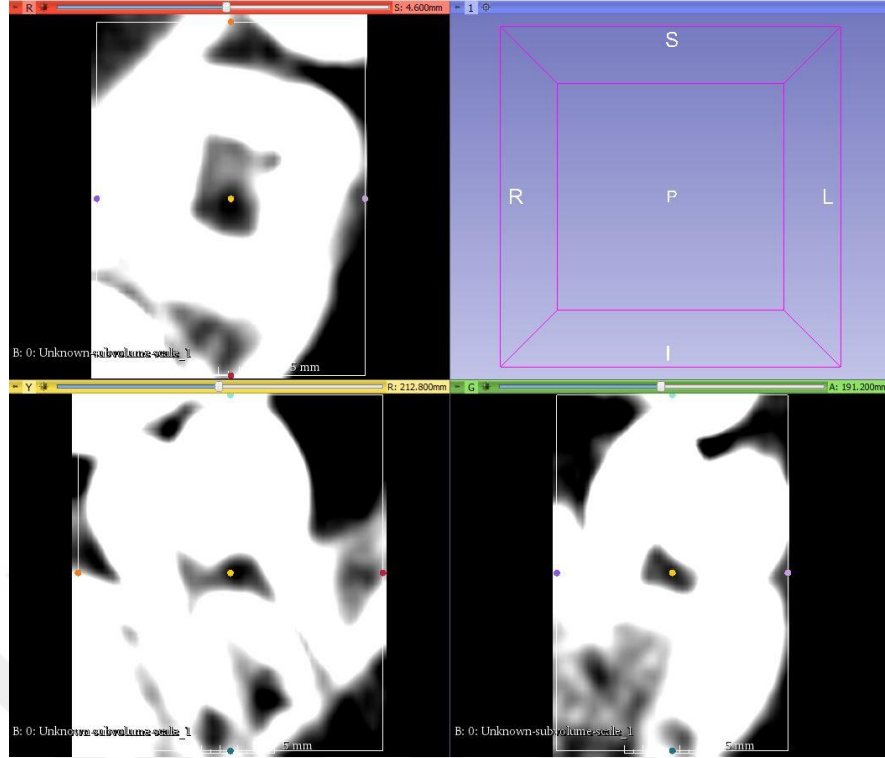
Çalışma alanı belirlendikten sonra "Volume Rendering" işleminde, "Display ROI" ve "Crop" özellikleri aktif edilerek, çalışmanın tüm görüntü üzerinde yapılmasından ziyade seçilen diş üzerinde devam ettirilmesi amaçlanmıştır (Resim 28-31).



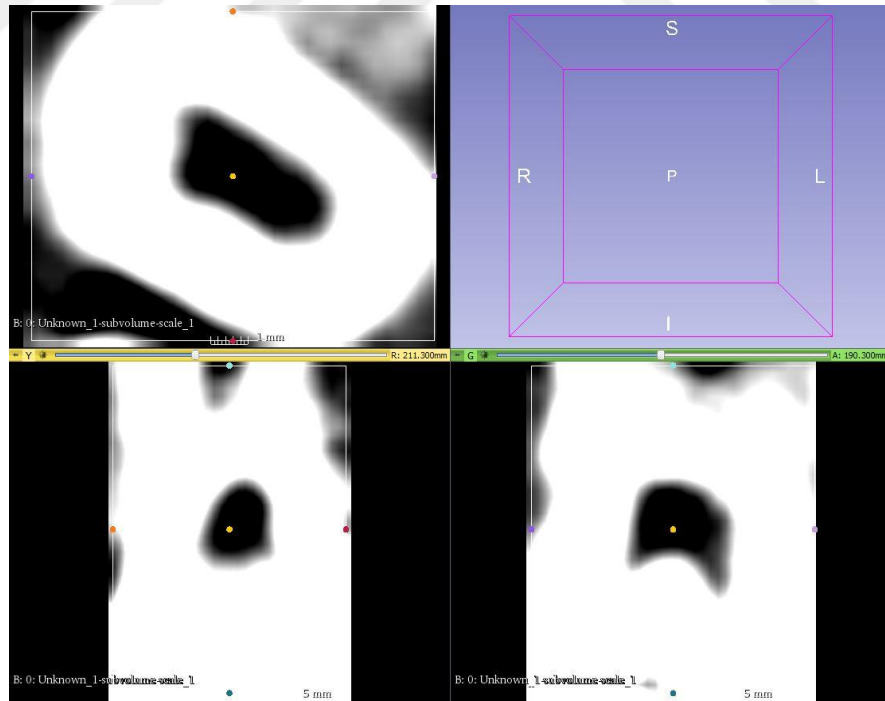
Resim 28. Çalışma yapılacak alt daimi 1. büyük azı dişinin aksiyal, koronal ve sagittal kesitlerindeki sınırları belirlenerek kırpma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Resim 29. Çalışma yapılacak üst daimi 1. büyük azı dişinin aksiyal, koronal ve sagittal kesitlerindeki sınırları belirlenerek kırpma işlemi gerçekleştirilmiştir.

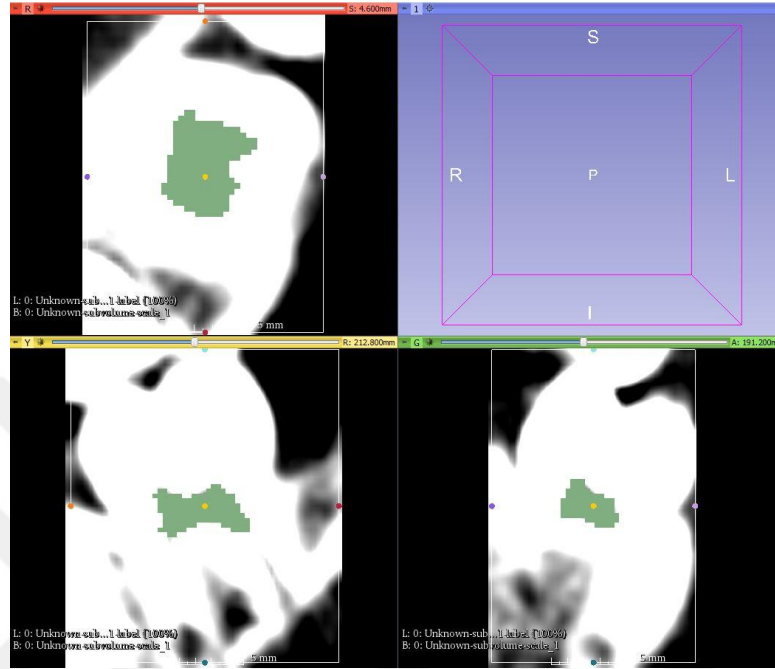


Resim 30. Kırpılan alt daimi 1. büyük azı dişinin çalışma ekranında büyütülmesi.

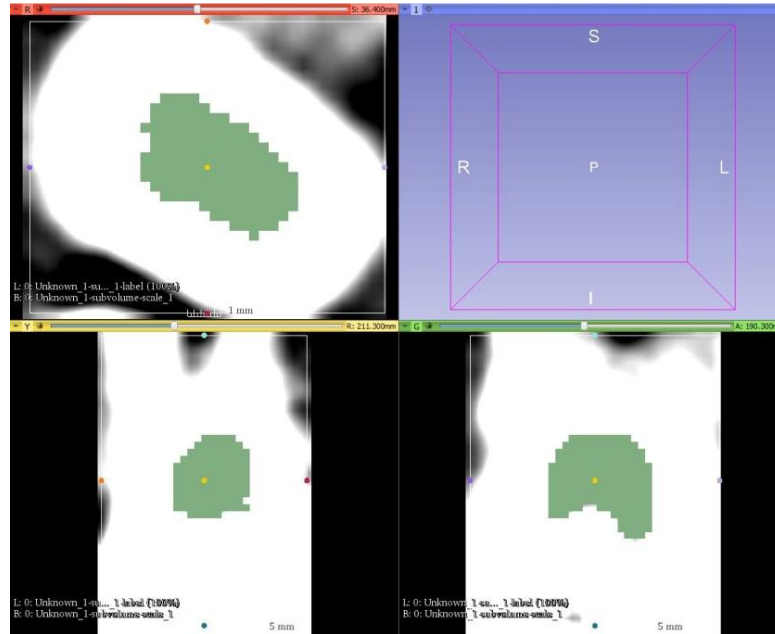


Resim 31. Kırpılan üst daimi 1. büyük azı dişinin çalışma ekranında büyütülmesi.

"Crop" işleminden sonra "Editor" bölümünde, segmentasyon araçları (Paint Effect, Level Tracing Effect, Threshold Effect) kullanılarak pulpa odası yarı otomatik olarak segmente edilmiştir (Resim 32, 33).

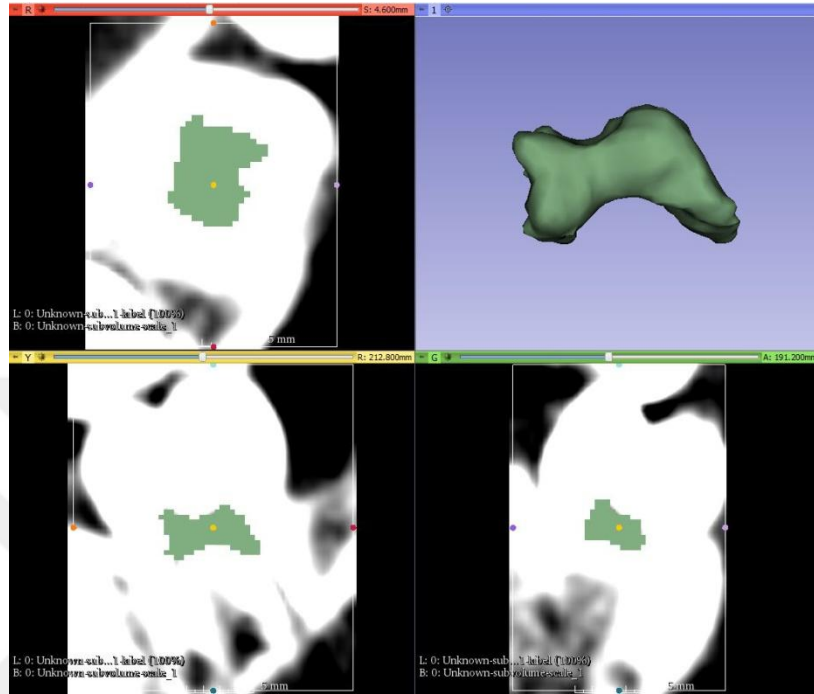


Resim 32. Alt daimi 1. büyük azı dişinin pulpa odasının segmentasyonu ile segmente edilmiş bölgenin aksiyal, koronal ve sagittal kesitleri.

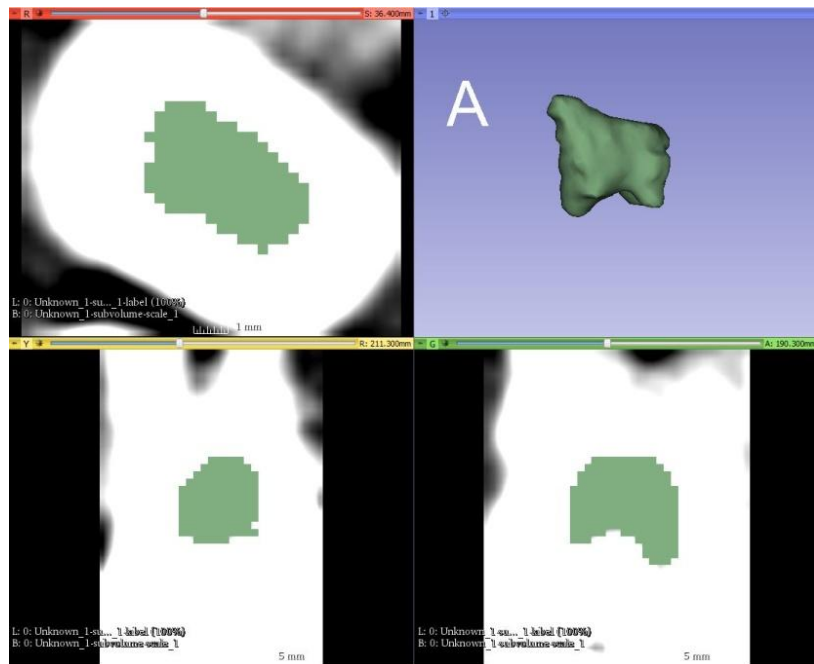


Resim 33. Üst daimi 1. büyük azı dişinin pulpa odasının segmentasyonu ile segmente edilmiş bölgenin aksiyal, koronal ve sagittal kesitleri.

Daha sonra yine "Editor" kısmında bulunan "ModelMaker" modülüyle her bir eksendeki görüntüler katman katman segmente edilmiştir ve segmente edilen bu katmanlar birleştirilerek üç boyutlu model elde edilmiştir (Resim 34, 35).

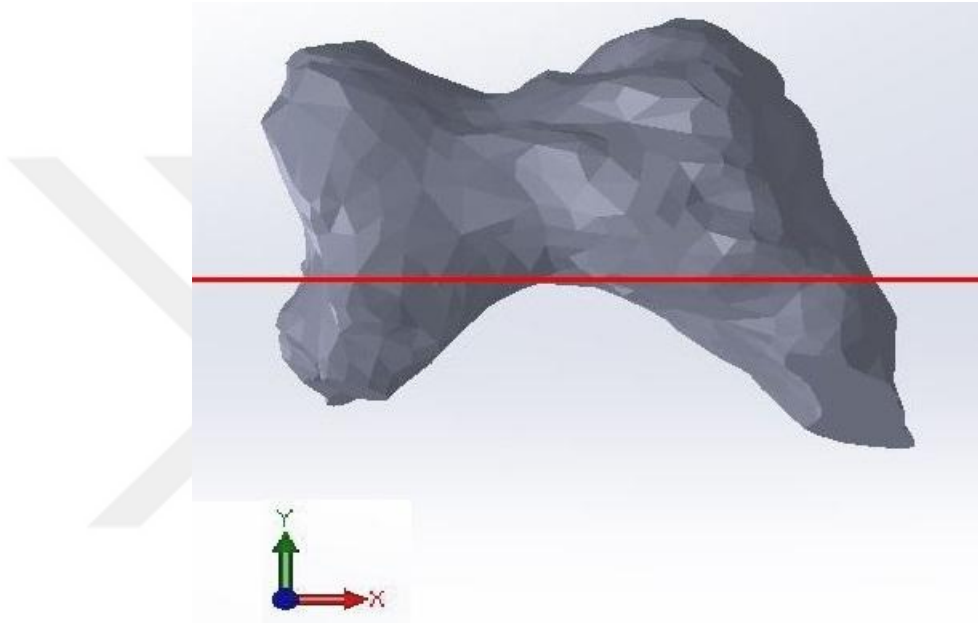


Resim 34. Segmente edilen alt daimi 1. büyük azı dişinin 3 boyutlu modelinin elde edilmesi.

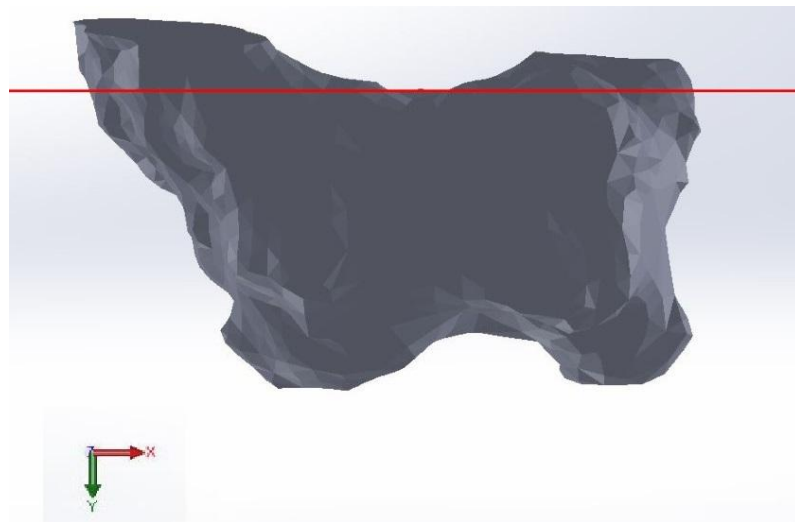


Resim 35. Segmente edilen üst daimi 1. büyük azı dişinin 3 boyutlu modelinin elde edilmesi.

KIBT görüntüsündeki dişin kendi X, Y ve Z eksenlerindeki konumuna göre elde edilen model, total kuron pulpa odasının elde edilebilmesi için Rhinoceros isimli programa aktarıldığında, X, Y, Z eksenleri program üzerindeki eksenlere oturtulmaktadır. Pulpa odasının tabanındaki en derin nokta belirlenerek bulunan furkasyon noktası üzerinde, pulpa tabanının üzerine oturduğu X, Y, Z düzlemine paralel bir kesme düzlemi oluşturulmuştur. Bu kesme düzlemi altında kalan kök pulpası çıkartılmıştır (Resim 36, 37).



Resim 36. Alt daimi 1. büyük azı dişinin total pulpasının 3 boyutlu modelinin furkasyon bölgesinden kesilmesi.



Resim 37. Üst daimi 1. büyük azı dişinin total pulpasının 3 boyutlu modelinin furkasyon bölgesinden kesilmesi.

Elde edilen son model 3D Slicer programına tekrar aktarılarak "models" menüsünde bulunan "information" seçeneği ile total kuron pulpa odasının hacmi mm^3 olarak hesaplanmıştır (Resim 38).



Resim 38. Total kuron pulpa odasının hacminin "information" seçeneğinden hesaplanması.

Bu yöntem ile 160 adet sağ alt ve üst daimi 1. büyük azı dişin total kuron pulpa hacminin ilk ölçümleri yapılmıştır.

Bireysel çizim ve ölçüm hatasının kontrolü ve ölçümlerin güvenilirliğinin istatistiksel olarak test edilmesi amacıyla ikinci bir araştırmacı tarafından bir ay sonra ikinci ölçümler yapılmıştır.

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada tanımlayıcı istatistik olarak, ortalama, standart sapma, ortalamalar için standart hata, minimum ve maksimum değerler verilmiştir. Verilerin normal dağılım varsayımına uygunluğu Kolmogorov-Smirnow, homojenliği ise Levene testleri ile incelenmiştir.

Gruplar arası ortalamaların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA), gruplar arası çoklu karşılaştırma da ise Tukey-HSD ve bağımsız gruplarda Independent-t testleri kullanılmıştır.

Yapılan tomografik ölçümlerin hata oranını belirlemek için tüm ölçümler, farklı bir araştırmacı tarafından tekrar ölçülerek işlem yapılmıştır. Ölçüm hatasını belirlemede, d aynı değişkenin iki ölçümü arasındaki fark olacak şekilde;

$$S = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$$

Dahlberg formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Tüm istatistiksel testlerde %95' lik güven aralığı kullanılmış olup, $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda, 80 alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi olmak üzere (40 kız, 40 erkek) toplam 160 diş üzerinde hesaplama yapılmıştır (Tablo 4). Olguların yaşları 7 yıl ile 18 yıl arasında değişmekte olup gruplara göre yaş ortalaması Tablo 5' te gösterilmiştir .

Tablo 4. Çalışma gruplarında incelenen diş sayısı.

Çalışma Grupları	İncelenen diş sayısı n	İncelenen daimi Üst / Alt 1. büyük azı dişi
Grup 1	40	20 (%50) / 20 (%50)
Grup 2	40	20 (%50) / 20 (%50)
Grup 3	40	20 (%50) / 20 (%50)
Grup 4	40	20 (%50) / 20 (%50)
	Total=160 diş	

Tablo 5. Çalışma gruplarının yaş ortalamaları.

Çalışma Grupları	n	Yaş Ortalaması (yıl)	Std. Sapma	Ortalama için Std. Hata
Grup 1	40	8,0958	0,83729	0,13239
Grup 2	40	10,9750	0,71914	0,11371
Grup 3	40	13,9583	0,88212	0,13948
Grup 4	40	16,9708	0,75875	0,11997
Total	160	12,5000	3,41455	0,26994

4.1. Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Yaş gruplarına göre dört grup arasında alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri değerlendirildiğinde; yaşa bağlı olarak total pulpa odası hacim değerlerinde azalma olduğu görülmüştür (Tablo 6). Gruplar arası total pulpa odası hacim ölçümleri tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldığında, total pulpa odası hacim değerlerinin yaşa bağlı olarak azalışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 7).

Tablo 6. Gruplar arası alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama, maksimum ve minimum hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri.

	Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Std. Sapma	Ortalama için Std. hata	Min. Hacim (mm ³)	Max. Hacim (mm ³)
Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	20	48,3049	11,23298	2,51177	30,29	62,36
	Grup 2	20	36,5472	9,72168	2,17383	18,23	55,93
	Grup 3	20	30,9429	9,95457	2,22591	16,54	51,21
	Grup 4	20	23,4952	9,73490	2,17679	9,34	41,50
	Total	80	34,8225	13,51917	1,51149	9,34	62,36
Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	20	54,7269	9,10093	2,03503	40,92	69,87
	Grup 2	20	45,2668	11,12423	2,48745	23,72	65,44
	Grup 3	20	42,6773	13,69153	3,06152	25,95	77,13
	Grup 4	20	33,1299	9,50026	2,12432	19,65	55,54
	Total	80	43,9502	13,28028	1,48478	19,65	77,13

Tablo 7. Gruplar arası karşılaştırmaların yapıldığı tek yönlü varyans analizi sonuçları.

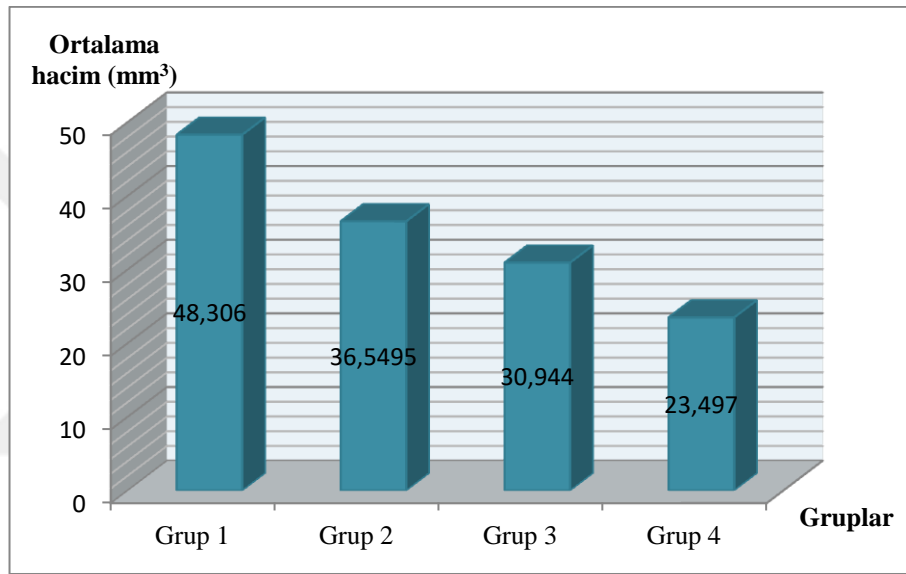
	F	p
Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	21,106	0,000
Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	13,026	0,000

Gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre; Grup 2 ve 3'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde de Grup 1 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Bununla birlikte, Grup 2 ile Grup 3 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Grup 4'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1, 2 ve 3'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 8, Grafik 1).

Tablo 8. Gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar (p<0.05)
Grup 1	20	48,3060	(2)(3)(4)
Grup 2	20	36,5495	(1)(4)
Grup 3	20	30,9440	(1)(4)
Grup 4	20	23,4970	(1)(2)(3)

Grafik 1. Gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.

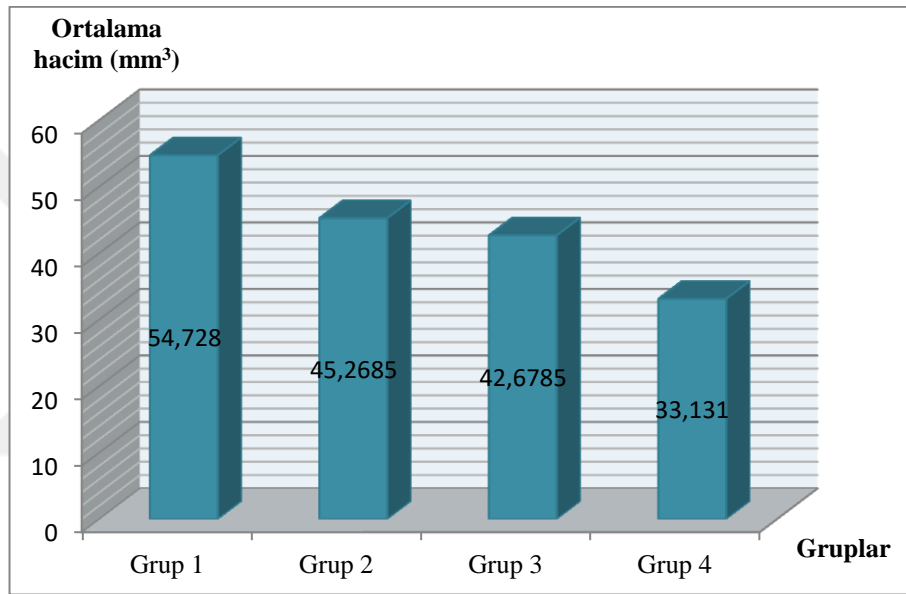


Gruplar arasında üst 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre; Grup 2 ve 3'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2 ile Grup 3 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 4'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1, 2 ve 3'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 9, Grafik 2).

Tablo 9. Gruplar arasında üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar (p<0.05)
Grup 1	20	54,7280	(2)(3)(4)
Grup 2	20	45,2685	(1)(4)
Grup 3	20	42,6785	(1)(4)
Grup 4	20	33,1310	(1)(2)(3)

Grafik 2. Gruplar arasında üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.



Yaş grupları arasında, cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri değerlendirildiğinde; yaş gruplarına bağlı olarak hem erkeklerde hem de kızlarda total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma olduğu görülmüştür (Tablo 10). Gruplar arasında cinsiyete göre total pulpa odası hacim ölçümleri tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldığında, total pulpa odası hacminin yaşa bağlı olarak azalışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma kızlarda daha çok anlamlı bulunurken (hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi için p=0,000), erkeklerde ise daha az anlamlı bulunmuştur (alt daimi 1. büyük azı dişi için p=0,001, üst daimi 1. büyük azı dişi için p=0,008) (Tablo 11).

Tablo 10. Yaş grupları arasında cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama, maksimum ve minimum hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri.

Cinsiyet		Yaş Grupları	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Std. Sapma	Ortalama için Std. Hata	Min. Hacim (mm ³)	Max. Hacim (mm ³)
Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	10	47,0713	10,07816	3,18700	35,46	62,36
		Grup 2	10	35,4087	9,95597	3,14835	21,65	48,11
		Grup 3	10	25,8356	7,61100	2,40681	16,54	41,85
		Grup 4	10	20,1585	7,53093	2,38149	11,58	36,85
		Total	40	32,1185	13,40424	2,11940	11,58	62,36
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	10	52,2975	7,90735	2,50052	40,92	65,80
		Grup 2	10	42,2962	9,92344	3,13807	23,72	52,62
		Grup 3	10	36,3162	9,35805	2,95928	25,95	53,65
		Grup 4	10	28,9459	5,48357	1,73406	19,65	39,11
		Total	40	39,9639	11,80003	1,86575	19,65	65,80
Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	10	49,5384	12,70546	4,01782	30,29	61,31
		Grup 2	10	37,6857	9,87530	3,12284	18,23	55,93
		Grup 3	10	36,0501	9,65948	3,05459	20,30	51,21
		Grup 4	10	26,8318	10,89087	3,44400	9,34	41,50
		Total	40	37,5265	13,24955	2,09494	9,34	61,31
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Grup 1	10	57,1563	9,96067	3,14984	42,49	69,87
		Grup 2	10	48,2374	11,96504	3,78368	24,62	65,44
		Grup 3	10	49,0383	14,77342	4,67177	34,67	77,13
		Grup 4	10	37,3138	11,02577	3,48666	21,20	55,54
		Total	40	47,9365	13,61683	2,15301	21,20	77,13

Tablo 11. Gruplar arası cinsiyete göre kızlarda ve erkeklerde, alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim karşılaştırmalarının yapıldığı tek yönlü varyans analizi sonuçları.

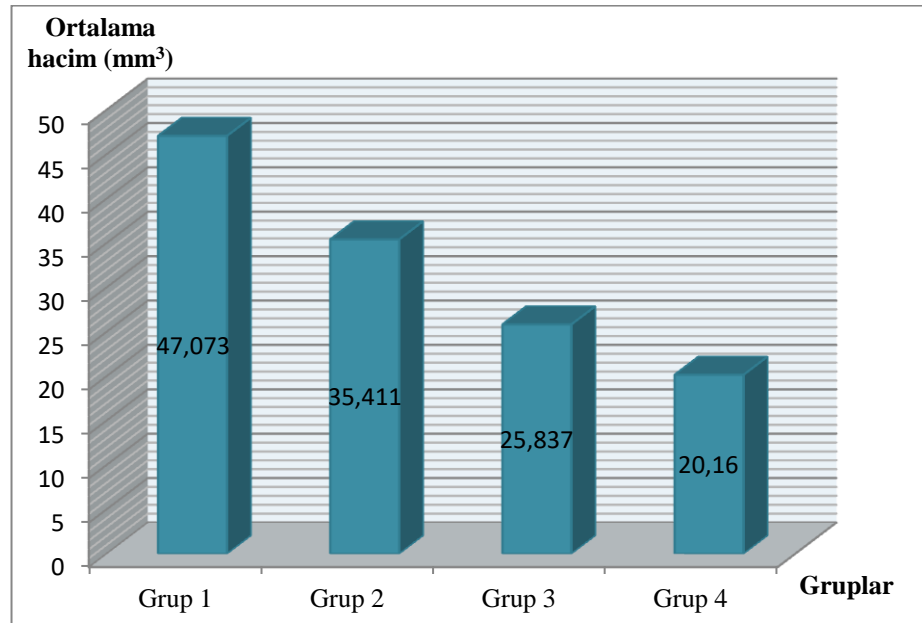
Cinsiyet		F	p
Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ölçümleri	17,629	0,000
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ölçümleri	13,985	0,000
Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ölçümleri	7,387	0,001
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ölçümleri	4,561	0,008

Kızlarda alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre; Grup 2'nin ortalama total pulpa odası hacim değerinde de Grup 1, 3 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Grup 3'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 3 ile Grup 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 4'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 12, Grafik 3).

Tablo 12. Gruplar arasında kızların alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar ($p<0,05$)
Grup 1	10	47,0730	(2)(3)(4)
Grup 2	10	35,4110	(1)(3)(4)
Grup 3	10	25,8370	(1)(2)
Grup 4	10	20,1600	(1)(2)

Grafik 3. Gruplar arasında kızların alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.

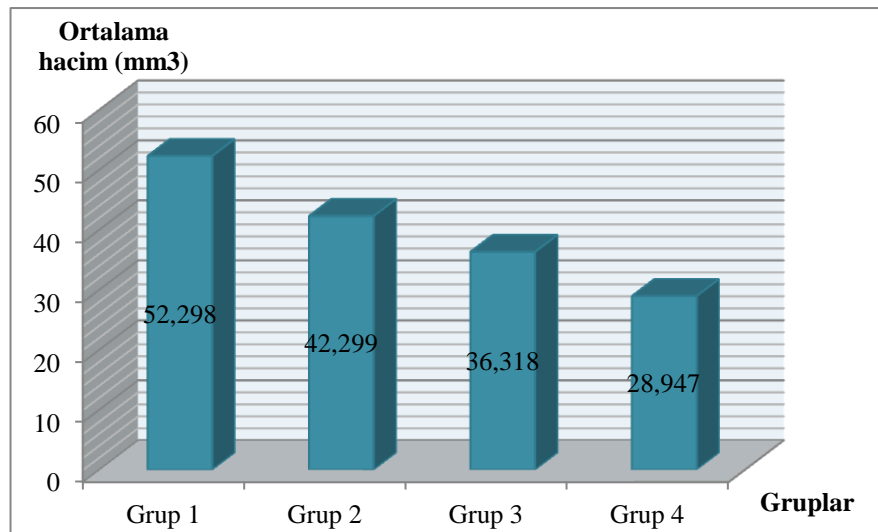


Kızlarda üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre; Grup 2'nin ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2 ile Grup 3 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 3'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 3 ile Grup 2 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 4'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 13, Grafik 4).

Tablo 13. Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar ($p<0.05$)
Grup 1	10	52,2980	(2)(3)(4)
Grup 2	10	42,2990	(1)(4)
Grup 3	10	36,3180	(1)
Grup 4	10	28,9470	(1)(2)

Grafik 4. Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.

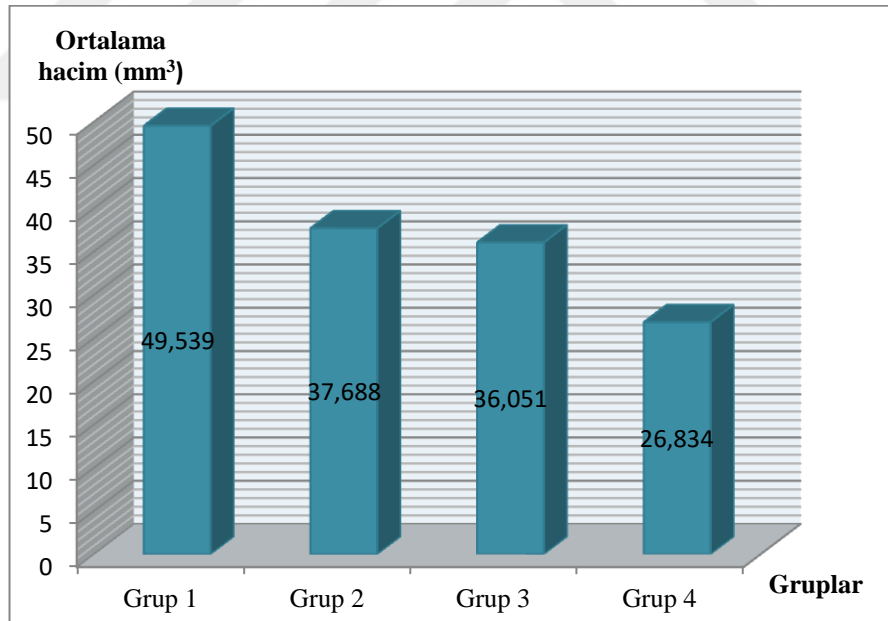


Erkeklerde gruplar arasında alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2, 3 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 14, Grafik 5).

Tablo 14. Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar ($p<0.05$)
Grup 1	10	49,5390	(2)(3)(4)
Grup 2	10	37,6880	(1)
Grup 3	10	36,0510	(1)
Grup 4	10	26,8340	(1)

Grafik 5. Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.

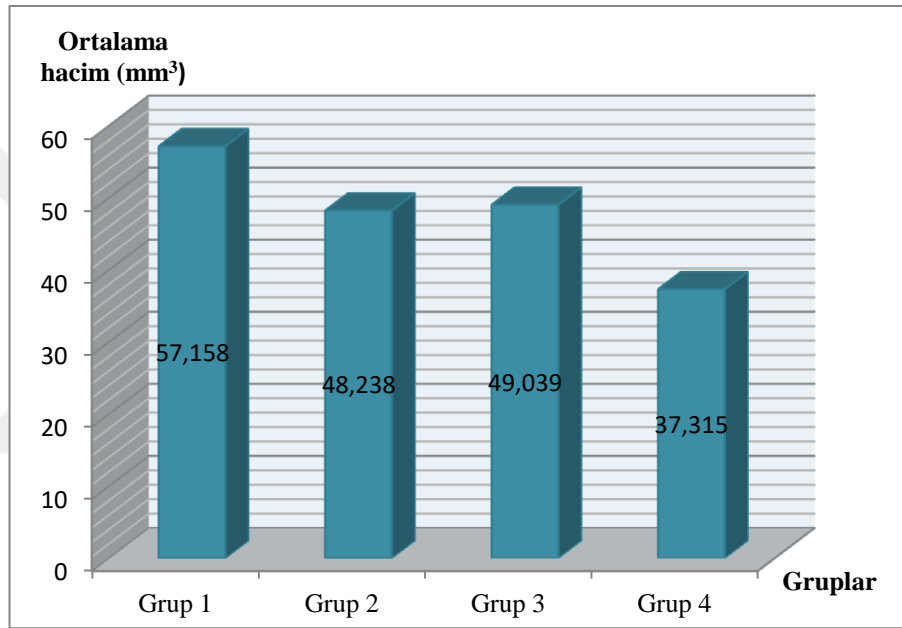


Erkeklerde gruplar arasında üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde çoklu karşılaştırma testi yapıldığında; Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 15, Grafik 6).

Tablo 15. Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Gruplar Arası Farklılıklar (p<0.05)
Grup 1	10	57,1580	(4)
Grup 2	10	48,2380	
Grup 3	10	49,0390	
Grup 4	10	37,3150	(1)

Grafik 6. Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri değişimi.



4.2. Grup İçi Karşılaştırmalar

Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümlerinde bağımsız örnekler testi yapıldığında; Grup 1'de alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değeri ile üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 2, 3 ve 4'te ise istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 16, Tablo 17, Grafik7).

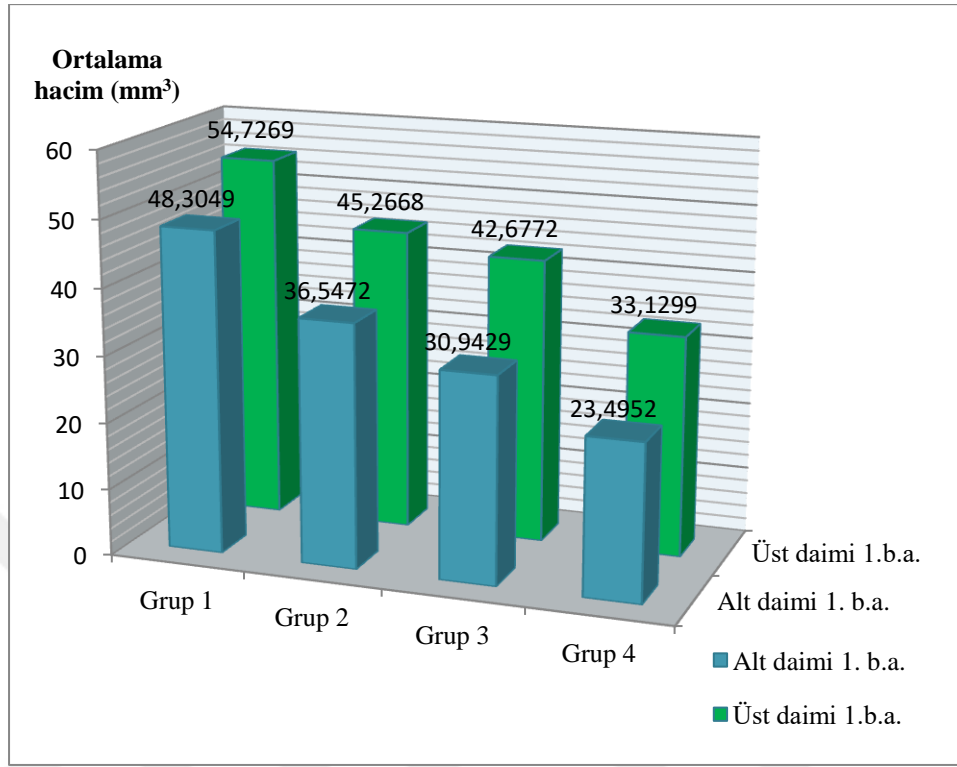
Tablo 16. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası ortama hacim değerleri, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri.

Gruplar		n	Ortalama Hacim (mm ³)	Std. Sapma	Ortalama için Std. Hata
Grup 1	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	48,3049	11,23298	2,51177
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	54,7269	9,10093	2,03503
Grup 2	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	36,5472	9,72168	2,17383
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	45,2668	11,12423	2,48745
Grup 3	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	30,9429	9,95457	2,22591
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	42,6772	13,69153	3,06152
Grup 4	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	23,4952	9,73490	2,17679
	Üst 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	20	33,1299	9,50026	2,12432

Tablo 17. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası hacim ölçümlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	p
Grup 1	0,054
Grup 2	0,012
Grup 3	0,004
Grup 4	0,003

Grafik 7. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası ortalama hacim değerleri.



Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri cinsiyetlere göre bağımsız örnekler testi ile karşılaştırıldığında; Grup 1 ve 2'de hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değeri için kızlar ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Grup 3'te hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değeri için kızlar ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grup 4'te ise alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değeri için kızlar ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken ($p>0,05$), üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değeri için kızlar ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 18,19).

Tablo 18. Grup içerisinde cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası ortalama hacim, ortalama hacim için std. hata ve std. sapma değerleri.

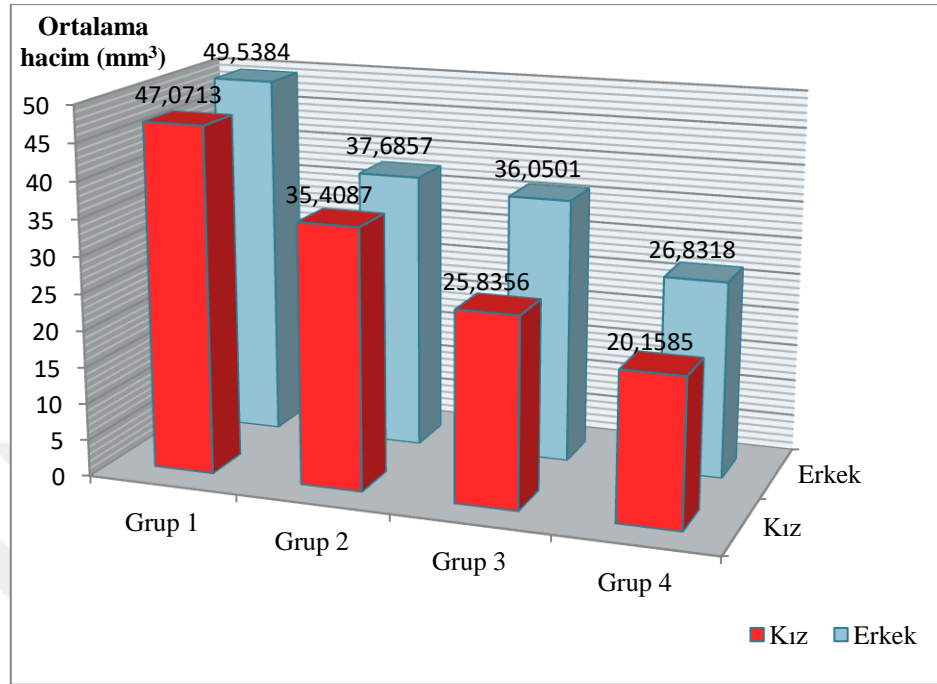
Gruplar		Cinsiyet	n	Ortalama Hacim (mm ³)	Std. Sapma	Ortalama için Std. Hata
Grup 1	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	47,0713	10,078164	3,186995
		Erkek	10	49,5384	12,705462	4,017820
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	52,2975	7,907347	2,500523
		Erkek	10	57,1563	9,960675	3,149842
Grup 2	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	35,4087	9,955966	3,148353
		Erkek	10	37,6857	9,875302	3,122845
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	42,2962	9,923438	3,138067
		Erkek	10	48,2374	11,965036	3,783677
Grup 3	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	25,8356	7,610997	2,406809
		Erkek	10	36,0501	9,659477	3,054595
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	36,3162	9,358051	2,959276
		Erkek	10	49,0383	14,773423	4,671767
Grup 4	Alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	20,1585	7,530925	2,381488
		Erkek	10	26,8318	10,890871	3,443996
	Üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri	Kız	10	28,9459	5,483566	1,734056
		Erkek	10	37,3138	11,025774	3,486656

Tablo 19. Grup içerisinde alt ve üst daimi 1. büyük azı total pulpa odası hacim ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.

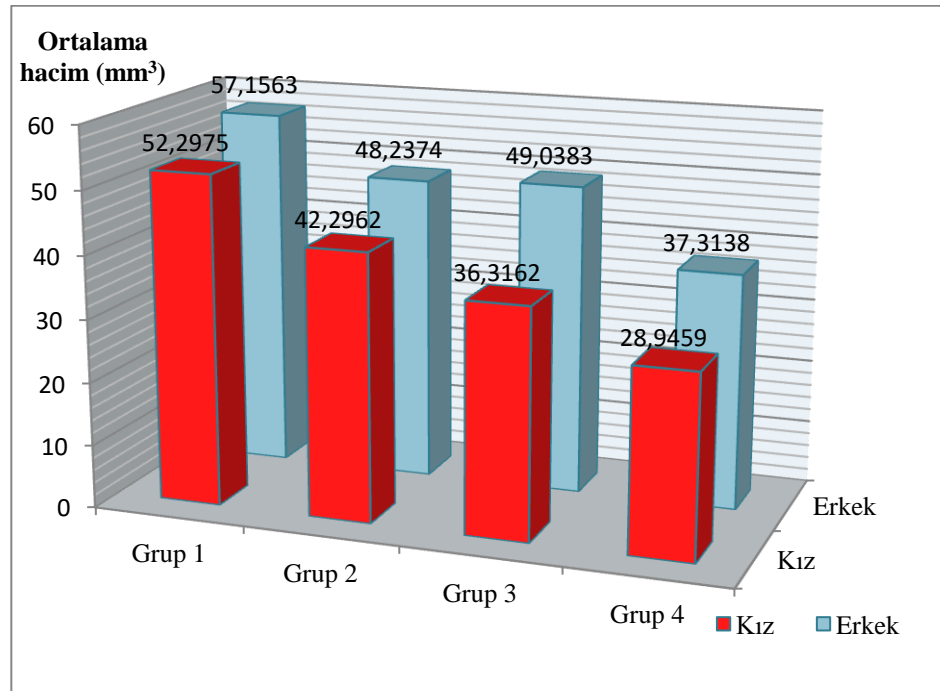
Gruplar		p
Grup 1	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,636
	Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,243
Grup 2	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,614
	Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,242
Grup 3	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,017
	Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,034
Grup 4	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,128
	Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,045

Grup içerisinde kızlar ile erkeklerin alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri sırasıyla alt daimi 1. büyük azı dişi için Grafik 8 ve üst daimi 1. büyük azı dişi için Grafik 9'da gösterilmiştir.

Grafik 8. Grup içerisinde kızlarda ve erkeklerde alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri.



Grafik 9. Grup içerisinde kızlarda ve erkeklerde üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri.



4.3. Metod Hatasının Değerlendirilmesi

Total pulpa odasının hacim ölçüm değerlerini üç boyutlu görüntüleme yöntemiyle değerlendirdiğimiz bu çalışmada, ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirmede; 1. ve 2. ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 20, 21).

Tablo 20. Metod hatası ölçüm tablosu.

Gruplar		n	Ortalama hacim (mm ³)	Std. Sapma	Ortalama için Std. Hata
Grup 1	1. ölçüm	40	51,5159	10,60183	1,67630
	2. ölçüm	40	47,8996	13,75105	2,17423
Grup 2	1. ölçüm	40	40,9070	11,21725	1,77360
	2. ölçüm	40	40,3868	13,34390	2,10986
Grup 3	1. ölçüm	40	36,8101	13,22531	2,09110
	2. ölçüm	40	37,7696	13,35690	2,11191
Grup 4	1. ölçüm	40	28,3125	10,67433	1,68776
	2. ölçüm	40	31,7232	11,58790	1,83221

Tablo 21. 1. ve 2. ölçüm sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.

Gruplar		p
Grup 1	1. ölçüm - 2. ölçüm	0,153
Grup 2	1. ölçüm - 2. ölçüm	0,874
Grup 3	1. ölçüm - 2. ölçüm	0,799
Grup 4	1. ölçüm - 2. ölçüm	0,197

Ölçüm hatasını belirlemede, d aynı değişkenin iki ölçümü arasındaki fark olacak şekilde; $S = \sqrt{\sum d^2 / 2n}$ Dahlberg formülü kullanılmıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Dahlberg test sonucu.

Gruplar	Cinsiyet		Dahlberg
Grup 1	Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,008
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,005
	Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,023
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,048
Grup 2	Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,001
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,005
	Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,015
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,034
Grup 3	Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,045
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,000
	Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,041
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,064
Grup 4	Kız	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,001
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,001
	Erkek	Alt daimi 1. büyük azı dişi	0,044
		Üst daimi 1. büyük azı dişi	0,003

5. TARTIŞMA

Diş sert ve yumuşak dokuları dişin sürmesinden hemen sonra başlayan ve yaşam boyu devam eden sürekli bir değişime maruz kalmaktadır. Yaşa bağlı olarak meydana gelen değişiklikler dentinde çok daha belirgindir (86). İnsan dişinde primer, sekonder ve tersiyer dentin olmak üzere üç tip dentin bulunmaktadır. Primer dentin, dişin ilk şeklini belirleyen ve diş formasyonu sırasında, apikal foramen kapanmadan önce oluşan dentin yapısıdır (1, 3). Primer dentinin büyük kısmı diş sürmeden önce oluşur, ancak dişin sürmesinden kök oluşumunun tamamlanmasına kadar geçen yaklaşık 3 yıllık süreç içinde de primer dentin yapımı devam etmektedir (3). Kök oluşumunun tamamlanmasından sonra primer dentini oluşturan odontoblastlar tarafından sekonder dentin de meydana getirilir (26, 29). Sekonder dentin, hayatın devamında bariz bir uyarana olmaksızın, sürekli fakat, primer dentine göre nispeten daha yavaş apozisyon sonucu azalmış oranda dentin depozisyonu ile oluşur (2, 3). Diş formasyonunda günde yaklaşık olarak 4 µm miktarında primer dentin üretilirken, sekonder dentin 0,5 µm kadar üretilmektedir (25, 27). Tersiyer dentin; çevresel uyarılara karşı lokalize bir tepki olarak ortaya konan düzensiz yapıda dentindir (27). Reaksiyoner ve reparatif dentin olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır (27, 30, 33).

Pulpa-dentin kompleksi; yaş ile birlikte devamlı sekonder dentin birikimi ile pulpa odasının hacminde azalmayla sonuçlanan bir değişiklik göstermektedir (87). Sekonder dentin birikimi yaş ile ilişkili fizyolojik bir süreç iken, tersiyer dentin birikimi ise kimyasal uyarılar, çürük, kavite preparasyonu sırasında oluşan mekanik, kimyasal ve termik irritasyonlar, atrizyon gibi çevresel uyarılara karşı bir tepki olarak uyarana maruz kalan bölgeye bakan pulpa odasının iç yüzeyinde oluşmaktadır (1, 3, 22, 23, 26, 31). Çalışmamızda pulpayı etkileyebilecek çevresel etkenleri elimine etmek amacıyla çürüksüz, restorasyonsuz, anomalisi olmayan daimi 1. büyük azı dişleri incelenmiştir. Dolayısıyla tersiyer dentin birikimi elimine edilmeye çalışılmıştır.

Bu tez çalışması, alt ve üst çene daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odası anatomisini üç boyutlu olarak göstermek, total pulpa odası hacmini yaşa ve cinsiyete göre karşılaştırmak, sekonder dentin birikimiyle pulpa odasının boyutundaki

değişimi değerlendirmek amacıyla planlanmış ve uygulanmıştır. Bununla birlikte, 7-18 yaş arası bireylerin alt ve üst çene 1. büyük azı dişlerinde yaşa ve cinsiyete bağlı olarak pulpa odası hacmindeki değişimi üç boyutlu şekilde tespit eden ilk tez çalışması olması oldukça önemlidir.

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin diş hekimliğinde kullanımından önce 1986 yılında Fanibunda adlı araştırmacı, çekilmiş alt ve üst daimi büyük azı dişlerinde yaptığı çalışmasında, dişlerin kuronunu mine-sement hizasında kökten ayırarak pulpa odasına vakum altında silikon ölçü maddesi enjekte etmiştir. Sadece pulpa odasının hacmi değil kök kanalları da dahil tüm pulpa boşluğunun hacmini incelemiştir (88). Çalışmasında yaşlara göre pulpa odasındaki boyutsal değişimleri incelememiştir, ancak hacim ölçümünün yapıldığı ilk çalışmalardan olması açısından önemlidir. Çekilmiş dişler üzerinde horizontal kesi yapılarak uygulanan bu in vitro çalışma örneklerde geri dönüşümsüz değişikliklere neden olmaktadır ve dişler hasta ağzındayken uygulanabilirliği mümkün değildir.

Bu nedenle pulpa odasının boyutundaki değişimi incelemek amacıyla geleneksel radyografiye dayalı birçok çalışma yapılmıştır. Periapikal, bitewing ve panoramik radyografiler kullanılarak yapılan bu çalışmalarda, pulpa odasının morfolojisi ve yaşa bağlı olarak değişimi iki boyutlu ölçümler ile değerlendirilmiştir (4-7, 89).

Allan S. ve arkadaşlarının alt ve üst çene daimi büyük azı dişlerinden periapikal radyografi olarak yaptıkları çalışmada, pulpa odasının anatomik yapısını yükseklik ölçümleri yaparak incelemişlerdir (6). Lokade ve arkadaşları ise 56 hastanın alt daimi büyük azı dişlerinden aldıkları periapikal radyografi ile yaptıkları çalışmada, pulpanın anatomik yapısı ile ilgili benzer ölçümleri gerçekleştirmişlerdir (7). Her iki çalışmada da dişler arasında pulpa odasının yüksekliğindeki bu değişikliklerin sekonder dentin birikiminin biyolojik süreci sonucu olduğu rapor edilmiştir (6, 7). Literatürde yapılmış olan bazı çalışmalarda periapikal radyografiler ile pulpa odası ölçümleri gerçekleştirilirken; açığortay tekniği yerine paralel tekniğin kullanımının magnifikasyon ve distorsiyon hatalarının azaltılmasında önemli olduğu belirtilmiştir (90, 91).

Khojastepour ve arkadaşları bitewing radyografi olarak yaptıkları çalışmada, alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerini incelemişlerdir. Restorasyonlu ve restorasyonsuz dişlerde yaş artışı ile birlikte cinsiyetler arasında, pulpa odası boyutlarında azalma olduğu bildirilmiştir (92). Shaw ve Jones adlı araştırmacılar 11-14 yaş arası bireylerden bitewing radyografiler olarak yaptıkları çalışmada ise büyük azı ve küçük azı dişlerinin pulpa odasının meziodistal genişliği ve yüksekliğini incelemişlerdir. Bu çalışmada da yaş artışı ile pulpa odası boyutlarında azalma olduğu gösterilmiştir (93). Bitewing radyografiler kullanılarak alt çene büyük azı dişlerinin pulpa odası konumunun belirlenmesinin, üst çene büyük azı dişlerine göre daha güvenilir olduğu belirtilmiştir (91). Ayrıca bitewing radyografiler ile pulpa odasının optimal görünümünün sağlandığı, ancak tüm radyografik görüntülerde de olduğu gibi üç boyutlu objenin iki boyutlu görüntüsünün alınabildiği rapor edilmiştir (5).

Tsatsoulis ve arkadaşlarının panoramik radyografi kullanarak yaptıkları çalışmada alt çene büyük azı dişlerinin pulpa odası boyutlarının yaş artışı ile değişimini incelemişlerdir (94). Bodrumlu ve arkadaşları da alt daimi 2. büyük azı dişinin pulpa odası boyutlarını yaşa ve cinsiyete göre panoramik radyografi tekniği kullanarak değerlendirmişlerdir. Her iki çalışmada pulpa odası ölçümlerinde yaş ve cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit etmişlerdir (4). Panoramik radyografi kullanılarak yapılan iki çalışmada da yaş artışı ile birlikte pulpa odasının boyutlarında azalma olduğu vurgulanmıştır (4, 94).

Periapikal, bitewing ve panoramik radyografiler kullanılarak yapılmış bu çalışmalarda, pulpa odası anatomisi yükseklik ölçümleri ile iki boyutlu olarak incelenmiştir. Tez çalışmamızda pulpa odası, yükseklik ölçümü yerine daha ayrıntılı üç boyutlu şekilde hacimsel olarak incelenmiştir ve geleneksel radyografiler ile yapılmış çalışmalar ile benzer olarak yaş artışı ile pulpa odası boyutlarında azalma olduğu gösterilmiştir.

Zaher ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ise üst çene kesici dişlerinin periapikal radyografi görüntüsünü bilgisayara aktararak yükseklik ölçümü yerine alan hesaplaması yapmışlardır (95). Chandler ve arkadaşları da bitewing radyografi ile yaptıkları çalışmada, üst ve alt çene 1. büyük azı dişlerinin pulpa odası boyutlarını

yüksekliğin yanında alan hesaplaması ile incelemiştir. Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde pulpa odası alanları arasında farklılık olduğunu, pulpa odası genişliğinin ırklara ve cinsiyete göre farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir (5).

Literatürde bazı araştırmacılar tarafından; tüm pulpa yüzeyinde sekonder dentin oluşumunun eşit olmaması sebebiyle, pulpa odası boyutundaki değişimlerin alan hesaplaması yerine hacimsel analiz ile incelenmesinin daha güvenilir olduğu rapor edilmiştir (11). Tez çalışmamızda da Chandler ve arkadaşlarının çalışmasına (6) benzer şekilde alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde pulpa odası boyutları incelenmiştir ancak pulpa odası boyutları alan ölçümü yöntemi yerine KIBT görüntüleri üzerinde hacim hesaplaması yapılarak değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte, pulpa odasındaki değişimlerin özellikle periapikal ve panoramik radyografi teknikleri kullanılarak incelenmesinin, sadece iki boyutlu görüntü alınabilmesi ve magnifikasyon, distorsiyon, süperimpozisyon gibi istenmeyen durumlara yatkın olması gibi dezavantajları mevcuttur (89, 96). Işınlama geometrisi dikkate alındığında bitewing radyografilerin pulpa odasının optimum görüntüsünü sağladığı söylenebilmektedir. Ancak bütün radyografik görüntülerde olduğu gibi üç boyutlu nesnenin iki boyutlu görüntüsü alınmaktadır. Periapikal, bitewing ve panoramik radyografiler ile elde edilen ölçümler pulpa odasının üç boyutlu anatomisi hakkında tam olarak bilgi verememektedir (92). Bu dezavantajlar üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanımıyla aşılmaya çalışılmıştır (89).

Tez çalışmamızda pulpa odası anatomisi üç boyutlu görüntüleme tekniği olan KIBT ile incelenmiştir.

Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin diş hekimliğinde kullanımının yaygınlaşması ile birlikte KIBT görüntüleri kullanılarak pulpa odasının anatomik yapısı ile ilgili ölçümlerin yapıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Azim ve arkadaşları çürük veya restorasyon ile pulpası etkilenmemiş, anomalisi ve veneer kuronu olmayan üst ve alt çene büyük azı dişlerinin KIBT görüntülerini alarak yaptıkları çalışmada; pulpa odası ile ilgili ölçümler gerçekleştirmişlerdir. KIBT'nin pulpa odası parametrelerini belirlemek için daha kullanışlı bir araç olduğunu ve KIBT ile daha hassas ölçümlerin yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir (9).

KIBT görüntüleri kullanılarak pulpayı içeren diş yapılarının üç boyutlu olarak yeniden yapılandırıldığı ve bu yapıların hacim ölçümlerinin yapıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (89). Jagannathan ve arkadaşlarının çekilmiş, çürüksüz alt çene kanin dişlerinde KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, pulpa hacminin toplam diş hacmine oranını hesaplamışlar ve hacim oranı ile yaş arasında ilişki olup olmadığını incelemişlerdir (96). Pinchi ve arkadaşları ile Yang ve arkadaşları da tek köklü dişlerde benzer hacim oranı hesaplaması yapmışlardır. Hacim hesaplamalarında KIBT'nin kolay ve konservatif bir yaklaşım olduğunu bildirmişlerdir (87, 97).

Tez çalışmamızda, pulpa odasının incelenmesinde, diş yapılarının üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılabilirdiği ve hacim ölçümlerinin kolay ve konservatif bir yöntem olarak yapılabildiği KIBT tekniği tercih edilmiştir.

Porto ve arkadaşları KIBT görüntüleri kullanarak yaptığı çalışmalarında, üst çene santral kesici dişlerin pulpa odası ve sert doku hacim ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. KIBT'nin, yaş artışıyla birlikte diş dokularında görülen hacimsel değişimlerin, hassas ve doğru bir şekilde ölçümünü sağlayan bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır (11).

Bu nedenle Porto ve arkadaşlarının çalışması ile benzer şekilde tez çalışmamızda 7-18 yaş arasındaki bireylerin yaş artışı ile birlikte alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odasındaki hacim değişimleri KIBT tekniği ile ölçülmüştür.

Ge ve arkadaşları yaş ile birlikte pulpa odasındaki değişimi KIBT görüntülerini kullanarak değerlendirmişler ve aynı dentisyondaki 13 farklı diş tipinden hangi diş tipinde daha güçlü bir ilişki olduğunu araştırmışlardır. Yaş artışı ile birlikte pulpa odasında azalmanın belirgin olarak gösterilebildiği diş tipinin üst çene daimi 2. büyük azı dişi olduğu, en az azalmanın olduğu diş tipinin ise üst çene kanin dişi olduğunu rapor etmişlerdir. Farklı diş tiplerinde pulpa odası hacmindeki azalmanın cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaş ile birlikte pulpa odası çalışmalarında üst çene daimi 2. büyük azı dişinin incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (10).

Tez çalışmamızda, daha geniş yaş aralığını inceleyebilmek amacıyla 7-18 yaş arası bireylerin ağıza ilk süren ve apeksi ilk kapanan büyük azı dişlerinden olması sebebiyle daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odası hacimleri KIBT görüntüleri kullanılarak üç boyutlu olarak incelenmiştir.

Literatürde cisimlerin yapısını yüksek çözünürlükte, mikron düzeyde incelemeye imkan sağlayan mikrobilgisayarlı tomografiler kullanılarak, pulpa odası ve kök kanal sistemini diş bütünlüğünü bozmadan üç boyutlu niteliksel ve niceliksel olarak değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda invaziv olmayan in vitro yöntem ile dişlerden elde edilen ardışık kesitler kullanılarak tüm diş sert dokuları ve pulpa odası doğru ve güvenilir bir şekilde incelenmiştir (10, 98).

Agematsu ve arkadaşları yaşa ve cinsiyete bağlı olarak sekonder dentin birikimi ile pulpa odasındaki hacim değişimini mikrobilgisayarlı tomografi görüntülerini kullanarak incelemişlerdir (99). Iwaka'nın alt daimi 1. büyük azı dişini mikrobilgisayarlı tomografide incelediği çalışmasında; yaş ile birlikte hacim oranında ve kanal ağızları boyutunda azalma olduğunu bildirmiştir (100). Benzer şekilde Oi ve arkadaşlarının mikrobilgisayarlı tomografi ile yaptıkları çalışmada, üst çene daimi 1. küçük azı dişinin pulpa odasını üç boyutlu olarak analiz etmişlerdir ve pulpa odası ile kanal ağızlarının boyutunun, yaş ile birlikte azaldığını rapor etmişlerdir. Yaşa bağlı olarak değişime uğrayan pulpa odasının boyutunun ve şeklinin üç boyutlu görüntüleme teknikleri ile incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır (101).

Mikron seviyesindeki ince kesitler ile dişin incelenmesini sağlayan mikrobilgisayarlı tomografi, sadece bir adet çekilmiş dişin taranabileceği sınırlı tarama alanına sahiptir (10). Sağlıklı daimi 1. büyük azı dişlerinin total pulpa odası hacim değişimlerinin çekim işlemi uygulanmadan, mikrobilgisayarlı tomografi ile ağız içerisinde değerlendirilebilmesi mümkün olmamaktadır.

Yaşa bağlı olarak pulpa odasındaki değişimleri incelemek amacıyla 7 ile 18 yaş arasındaki bireylerin sağlıklı daimi 1. büyük azı dişlerinin çekilmesi de etik olarak kabul edilebilir değildir. Bu nedenle çalışmamızda yaşa bağlı olarak pulpa odasındaki değişimler mikrobilgisayarlı tomografi yerine KIBT ile incelenmiştir.

Günümüzde insan diş ve kanal morfolojisini manyetik rezonans görüntüleme ile inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Non-invaziv tanı aracı olan manyetik rezonans görüntüleme ile hem sert hem de yumuşak dokuları üç boyutlu olarak görüntüleyebilmek mümkündür. İyonize radyasyonun bu teknikte kullanılmaması sebebiyle KIBT'nin yerine alternatif olarak sunulmaktadır (102).

Tez çalışmamızda hacim hesaplamaları için hastalar gereksiz ya da fazladan bir radyasyona maruz kalmamış, daha önceden tanı ya da tedavi için alınmış KIBT görüntüleri kullanılmıştır.

KIBT görüntülerinin segmente edildiği, yeniden yapılandırılarak hacim hesaplamalarının yapılabildiği yarı otomatik bir program olarak Yang ve arkadaşları çalışmalarında "iDixel", Porto ve arkadaşları "DentalSlice", Ge ve arkadaşları "ITK-SNAP 2.4", Venkatesh ve arkadaşları "Mimics", Marković ve arkadaşları "3D Slicer" yazılım programını kullanmışlardır (10, 11, 89, 97).

Tez çalışmamızda Harvard Cerrahi Planlama Laboratuvarı tarafından test edilmiş olan 3D Slicer programı kullanılarak pulpa odası segmente edilmiş ve hacim ölçümleri yapılmıştır. 3D Slicer yazılım programı ile tıpta ve diş hekimliğinde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (81, 84, 85, 103-114).

Tıp alanında yapılan biyomedikal araştırmalarda, ücretsiz olarak ulaşılabilir olan 3D Slicer programının, manyetik rezonans görüntüleri kullanılarak hipofiz adenomu gibi beyin patolojilerinin, glioblastoma multiforme gibi beyin tümörlerinin, küçük hücreli akciğer kanserlerinin segmentasyonunda kullanılabileceğini ve 3D Slicer programında segmentasyonun manuel segmentasyondan daha hızlı, yarı otomatik bir şekilde yapılabileceğini bildirmişlerdir (84, 104, 105). Ayrıca, 3D Slicer ile orta kraniyal fossa araknoid kistlerinin tedavi öncesi ve sonrası hacim ölçümleri (106), Bulimia nervosa da nükleus akkumbens ve kaudat nükleusun hacim değişimleri (107), orak hücre hastalığı olan hastaların kraniyofasiyal kemik iliğinin segmentasyonu, yeniden yapılandırılması ve hacim ölçümleri gerçekleştirilmiştir (108).

Bunun yanında literatürde Levator ani ve Obturator Internus kasının hacmine yaşın etkisini (109), akut ve kronik travmatik beyin hasarlarında beyin, ventriküler sistemin, hemorajik ve hemorajik olmayan lezyonların segmentasyonunu ve hacim analizlerini 3D Slicer programı kullanarak yapan çalışmalar da mevcuttur (110). Geniş, kompleks şekilli beyin içi hematomalarının (111), solunum yollarının segmentasyonunda (112) ve doku mühendisliği çalışmalarında da daha doğru ölçümlerin yapılabilmesinde 3D Slicer'in kullanışlı bir platform olduğu bildirilmektedir (113).

Diş hekimliğinde Frisardi ve arkadaşları ile Kaban ve arkadaşlarının KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları çalışmalarda, cerrahi işlemler öncesinde, mandibular deformitelerin düzeltilmesinde 3D Slicer ile üç boyutlu tedavi planlaması yapmışlardır (81, 103). Marković ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, sinüs lifting işlemi ile eş zamanlı olarak yapılan greftli ya da greftsiz implant yerleştirilmesi sonrasında kazanılmış olan endo-sinüs kemiğinin hacim stabilitesini 3D Slicer programında üç boyutlu olarak incelemişlerdir. Tedaviden sonra alınan KIBT görüntüleri ile endo-sinüs kemik hacmindeki uzun dönem değişikliklerini ölçmüşlerdir (85). Smith ve arkadaşlarının mikrobilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak yaptıkları antropolojik çalışmada, büyük azı dişlerinin kuron hacminin yanında yüzey alanı hesaplamaları da 3D Slicer programında gerçekleştirilmiştir (114).

Tez çalışmamızda; 160 adet 1. büyük azı dişinin daha önceden çeşitli sebepler ile alınmış 80 adet KIBT görüntüsü kullanılarak, görüntülerin yeniden yapılandırılması, segmentasyonu ve hacim hesaplamaları 3D Slicer yazılım programında yapılmıştır.

Çalışmamızın bulguları değerlendirildiğinde; yaş gruplarına göre dört grup arasında daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p=0,000$).

Tez çalışmamızda 7-9 yaş arasındaki bireylerden oluşan Grup 1'de kök gelişimi daha tamamlanmamıştır ve en büyük ortalama total pulpa odası hacim değerlerine sahiptir. Primer dentin oluşumu ile pulpa odasının şekli belirlendikten

sonra 10-12, 13-15 ve 16-18 yaş arası Grup 2, 3 ve 4'te pulpa odasındaki sekonder dentin birikimi değerlendirilmiştir. Hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi için Grup 1'in ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 2, 3 ve 4'e göre; Grup 2 ve 3'ün ortalama total pulpa odası hacim değerinde, Grup 1 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grup 2 ile Grup 3 arasındaki ortalama total pulpa odası hacim değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmamızda yaş artışı ile birlikte pulpa odası boyutlarının yaşa bağlı olarak azalışı; Shaw ve Jones, Khojastepour ve ark., Bodrumlu ve ark., Tsatsoulis ve ark., Pinchi ve ark., Zaher ve ark., Yang ve ark., Porto ve ark., Ge ve ark., Agemetsu ve ark., Oi ve ark. ve Iwaka'nın çalışması ile benzer sonuç göstermektedir (4, 10, 11, 87, 92-95, 97, 99-101).

Yaş grupları arasında, cinsiyete göre alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri değerlendirildiğinde; yaş gruplarına bağlı olarak hem erkeklerde hem de kızlarda total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma olduğu belirlenmiştir. Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma kızlarda daha çok anlamlı bulunurken (hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,000$), erkeklerde ise daha az anlamlı bulunmuştur (alt daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,001$, üst daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,008$).

Literatürde yapılmış olan çalışmalarda, kadınların pulpa dokusundaki odontoblastlarda östrojen reseptörünün bulunduğu rapor edilmiştir. Sekonder dentin üretiminde östrojenin güçlü etkisi olduğu iddia edilmektedir (99, 115, 116). Çalışmamızdaki pulpa odası hacminin yaş ile azalışının kızlarda daha anlamlı bulunmasının sebebinin östrojen hormonunun etkisinden olabileceğini düşünmekteyiz.

Ge ve arkadaşları KIBT kullanarak yaptıkları çalışmalarında, üst çene 2. küçük azı, 1. büyük azı, 2. büyük azı ile alt çene kanin, 1. ve 2. büyük azı dişlerinin pulpa odası hacminin yaş ile azalışının kadınlarda daha anlamlı olduğunu rapor etmişlerdir (10). Agemetsu ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında da aynı yaş grubunda pulpa odası hacmindeki azalmanın kadınlarda daha anlamlı olduğunu

vurgulamışlardır (99). Pinchi ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında ise pulpa odasındaki daralmanın cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediğini bildirmişlerdir (87).

Tez çalışmamızda; Ge ve arkadaşları ile Agemetsu ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer sonuç bulunurken, Pinchi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmadan farklı sonuç bulunmuştur. Pinchi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmanın gruplarında incelenen örnek sayısının az ve cinsiyetler arasında orantısız olması sebebiyle tez çalışmamızdan farklı bir sonuç bulunduğu görüşünderiz.

Gruplar arasında kızların alt 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre, Grup 2'nin Grup 1, 3 ve 4'e göre, Grup 3 ve 4'ün Grup 1 ve 2'ye göre aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 3 ile Grup 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre, Grup 2'nin Grup 1 ve 4'e göre, Grup 3'ün Grup 1'e göre, Grup 4'ün Grup 1 ve 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2 ile Grup 3 ve Grup 3 ile Grup 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında kızlarda üst daimi 1. büyük azı dişi için Grup 2 ile Grup 3 arasındaki ortalama total pulpa odası hacim değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken, alt daimi 1. büyük azı için Grup 2 ile Grup 3 arasındaki ortalama total pulpa odası hacim değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu durum kızlarda 12 yaşından sonra alt daimi 1. büyük azı dişinin total pulpa odası hacim değerinin üst daimi 1. büyük azı dişine göre daha çok miktarda azaldığını göstermektedir. Kızlarda alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odasının 10-15 yaş arasındaki hacim değişimlerini alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde ayrı ayrı inceleyen daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2, 3 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2, 3 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Gruplar arasında erkeklerde hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişinde Grup 2, 3 ve 4 arasında total pulpa odası ortalama hacim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Erkeklerde alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odasının 10-18 yaş arasındaki hacim değişimlerini alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde ayrı ayrı inceleyen daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Tez çalışmamızda aynı grup içerisinde üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinin, alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim ölçümleri incelendiğinde; Grup 1'de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p>0,05$), Grup 2, 3 ve 4'te istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Fanibunda isimli araştırmacının çekilmiş dişler üzerinde hacim ölçümü yaptığı çalışmasında, üst daimi 1. büyük azı dişi pulpa odası hacim değerinin alt daimi 1. büyük azı dişine göre %23 daha fazla olduğunu tespit etmiştir (88). Chandler ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarında ise alt daimi büyük azı dişlerinin total pulpa alanının üst daimi büyük azı dişlerinden daha büyük olduğunu ifade etmişlerdir (Moğol ırkında %9, diğer ırklarda %18) (5).

Tez çalışmamızda Fanibunda'nın çalışması ile benzer sonuç bulunurken, Chandler ve arkadaşlarının çalışmaları ile farklı sonuç bulunmuştur. Chandler ve arkadaşlarının çalışmalarında, hem pulpa odasının bitewing radyografiler ile iki boyutlu olarak incelenmesi hem de bitewing radyografilerde alt daimi büyük azı dişi pulpa odasının daha belirgin görülmesi sebebiyle bu durumun alt ve üst daimi büyük azı dişlerinde alan ölçümünü etkilediğini düşünmekteyiz.

Aynı grup içerisinde kızlar ve erkeklerin alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1 ve 2'de cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), Grup 3'te alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi için, 4'te ise sadece üst 1. büyük azı dişi için cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Khojastepour ve arkadaşlarının çalışmalarında, pulpa odası boyutlarında cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir (92). Chandler ve arkadaşlarının çalışmalarında ise cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunduğu ve daimi 1. büyük azı dişi pulpalarının cinsel dimorfizm sergilediği bildirilmiştir. Erkeklerin daimi 1. büyük azı dişi pulpa boyutlarının kadınlarınkine göre daha büyük olduğu ifade edilmiştir (5). Bodrumlu ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da Chandler ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer şekilde cinsiyetler arasında fark bulunduğu vurgulanmıştır. Erkeklerin 2. daimi büyük azı dişi pulpa boyutlarının kadınlarınkinden daha geniş olduğu bildirilmiştir (4).

Tez çalışmamız bulgularına göre; 12 yaşından sonra alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinde cinsiyetler arasında farklılıkların oluşmaya başladığı görülmektedir. Fakat Grup 4'te 16-18 yaş arası kızlar ve erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi hacim ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediği için pulpa odasının boyutlarının cinsel dimorfizm açısından daha geniş bir örneklem grubunda incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişlerinin pulpa odası anatomisinin KIBT kullanılarak üç boyutlu olarak incelendiği, total pulpa odası hacim ölçümlerinin yapılarak yaşa ve cinsiyete göre değerlendirildiği tez çalışmamızdan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

– Yaş gruplarına göre dört grup arasında daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p=0,000$).

– Yaş grupları arasında, alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim ölçümleri değerlendirildiğinde; hem erkeklerde hem de kızlarda total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma olduğu belirlenmiştir.

– Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacminde yaşa bağlı olarak azalma kızlarda daha çok anlamlı bulunurken (hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,000$), erkeklerde ise daha az anlamlı bulunmuştur (alt daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,001$, üst daimi 1. büyük azı dişi için $p=0,008$).

– Gruplar arasında kızların alt daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre, Grup 2'nin Grup 1, 3 ve 4'e göre, Grup 3 ve 4'ün Grup 1 ve 2'ye göre aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 3 ile Grup 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

– Gruplar arasında kızların üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre, Grup 2'nin Grup 1 ve 4'e göre, Grup 3'ün Grup 1'e göre, Grup 4'ün Grup 1 ve 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2 ile Grup 3 ve Grup 3 ile Grup 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

– Gruplar arasında erkeklerin alt daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 2, 3 ve 4'e göre istatistiksel

olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2, 3 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

– Gruplar arasında erkeklerin üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1'in Grup 4'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte, Grup 2, 3 ve 4 arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

– Aynı grup içerisinde üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinin, alt daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası hacim değerinden daha fazla olduğu görülmüştür. Alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi ortalama total pulpa odası hacim ölçümleri incelendiğinde; Grup 1'de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p>0,05$), Grup 2, 3 ve 4'te istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

– Aynı grup içerisinde kızlar ve erkeklerin alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi total pulpa odası ortalama hacim değerleri karşılaştırıldığında; Grup 1 ve 2'de cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), Grup 3'te alt ve üst daimi 1. büyük azı dişi için, 4'te ise sadece üst 1. büyük azı dişi için cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

– Total pulpa odasının hacim ölçüm değerlerini üç boyutlu görüntüleme yöntemiyle değerlendirdiğimiz bu çalışmada, ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirmede; 1. ve 2. ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Ölçüm hatasını belirlemede Dahlberg formülü kullanılmıştır (Tablo 22).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre aşağıdaki önerilerde bulunabiliriz:

– Pulpa odası anatomisinin, boyutlarındaki değişimin ayrıntılı bir şekilde incelenmesinin yaşla birlikte oluşan sekonder dentin birikiminin tespiti için oldukça önemli olduğunu düşünmekteyiz.

-- Yaşa bağılı olarak değişime uğrayan pulpa odasının boyutunun ve şeklinin daha gerçekçi sonuçlar vermesi açısından iki boyutlu yerine üç boyutlu görüntüleme teknikleri ile incelenmesi gerektiği görüşündeyiz. Ancak bu ölçümlerin çeşitli nedenlerle daha önceden alınmış olan KIBT görüntülerinden retrospektif olarak yapılması hastanın gereksiz radyasyona maruz kalmamasını sağlaması açısından önemlidir.

-- KIBT'nin yaş artışıyla birlikte diş dokularında görülen hacimsel değişimlerin hassas ve doğru bir şekilde ölçümünü sağlayan bir görüntüleme yöntemi olduğunu düşünmekteyiz.

-- KIBT kullanılarak, görüntülerin yeniden yapılandırılması, segmentasyonu ve hacim hesaplamalarında 3D Slicer yazılım programının kullanışlı bir platform olduğu düşüncesindeyiz.

-- Aynı yaş grubundaki kızlar ve erkekler arasında pulpa odası boyutlarının daha geniş bir örneklem grubunda cinsel dimorfizm açısından incelenmesi gerektiği görüşündeyiz.

-- 7-18 yaş arası bireylerin alt ve üst çene daimi 1. büyük azı dişlerinde yaşa ve cinsiyete bağılı olarak pulpa odası hacmindeki değişimi üç boyutlu şekilde tespit eden ilk tez çalışması olmamız nedeniyle bulgularımızı tartışabilmemiz açısından; yaş artışına bağılı olarak pulpa odası hacim değişimlerini hem alt hem de üst daimi 1. büyük azı dişlerinde cinsiyete göre inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

-- KIBT görüntülerinden pulpa odasının 3D Slicer yazılım programı ile yarı otomatik olarak segmente edildiği çalışmamızda; segmentasyon ve hacim ölçümlerinin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla; ikinci bir araştırmacı tarafından aynı ölçümlerin yapılarak, 1. ve 2. ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesi gerektiği görüşündeyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Zilberman U, Smith P. Sex-and age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Adv Dent Res.* 2001;15(1):42-5.
2. Rai B, Anand S. Secondary Dentin for Age Determination. *Int J Forensic Sci.* 2007;2(1):9.
3. Boushell L W, Sturdevant J R. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology, and Occlusion. In: Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV, editors. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry.* 6 ed. St. Louis: Mosby; 2013. p. 1-40.
4. Bodrumlu E, Cicek E, Dundar C. Age and Sex-related Differences of Pulp Chamber Size in Mandibular Second Molars. *Indian J Dent Res.* 2013;24(6):742.
5. Chandler N P, Pitt Ford T R, Monteith B D. Coronal Pulp Size in Molars: A Study of Bitewing Radiographs. *Int Endod J.* 2003;36(11):757-63.
6. Deutsch A S, Musikant B L. Morphological Measurements of Anatomic Landmarks in Human Maxillary and Mandibular Molar Pulp Chambers. *J Endod.* 2004;30(6):388-90.
7. Lokade J, Rawlani S, Baheti R C, Roy S, Chandak M, Lohe V. Morphological Measurements of Anatomic Landmarks in Human Mandibular Molar Pulp Chambers-An in vivo Study. *J Kor Dent Sci.* 2011;4(1):1-5.
8. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.* 2014;40(12):1895-901.
9. Azim A A, Azim K A, Deutsch A S, Huang G T-J. Acquisition of Anatomic Parameters Concerning Molar Pulp Chamber Landmarks Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2014;40(9):1298-302.
10. Ge Z, Yang P, Li G, Zhang J, Ma X. Age Estimation Based on Pulp Cavity/Chamber Volume of 13 Types of Tooth from Cone Beam Computed Tomography Images. *Int J Legal Med.* 2016;130:1159-67.
11. Porto L V M G, da Silva Neto J C, dos Anjos Pontual A, Catunda R Q. Evaluation of Volumetric Changes of Teeth in a Brazilian Population by Using Cone Beam Computed Tomography. *J Forensic Leg Med.* 2015;36:4-9.
12. Thesleff I. The genetic basis of tooth development and dental defects. *Am J Med Genetics Part A.* 2006;140(23):2530-5.

13. Bath-Balogh M, Fehrenbach M J. Tooth Development and Eruption. In: Rudolph P, Sprehe C, editors. *Illustrated dental embryology, histology, and anatomy*. 2 ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2006. p. 61-91.
14. Ten Cate A, Sharpe P, Roy S, Nanci A. Development of the Tooth and Its Supporting Tissues. In: Rudolph P, Alvis K, editors. *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure and Function*. 6 ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2003. p. 79-110.
15. Thesleff I, Tummers M. Tooth organogenesis and regeneration. In: *The Stem Cell Research Community*, editor. *StemBook*. Cambridge (MA): Harvard Stem Cell Institute 2009. p. 1-12.
16. Simmer J P, Hu J C. Dental Enamel Formation and Its Impact on Clinical Dentistry. *J Dent Educ*. 2001;65(9):896-905.
17. Pispas J, Thesleff I. Mechanisms of Ectodermal Organogenesis. *Dev Biol*. 2003;262(2):195-205.
18. Jernvall J, Thesleff I. Tooth Shape Formation and Tooth Renewal: Evolving with the Same Signals. *Development*. 2012;139(19):3487-97.
19. Jernvall J, Thesleff I. Reiterative Signaling and Patterning During Mammalian Tooth Morphogenesis. *Mech Dev*. 2000;92(1):19-29.
20. Pinkham J, Casamassimo P S, Tulunoğlu Ö, Tortop T. *Çocuk diş hekimliği: bebektikten ergenliğe*. 4 ed. Ankara: Atlas Kitapçılık; 2009.
21. Bath-Balogh M, Fehrenbach M. Dentin and Pulp. In: Rudolph P, Sprehe C, editors. *Illustrated Dental Embryology, Histology, and Anatomy*. 2 ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2006. p. 191-205.
22. Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1993;4(5):679-728.
23. Luukko K, Kettunen P, Fristad I, Berggreen E. Structure and Functions of the Dentin-Pulp Complex. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 10 ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2012. p. 452-503.
24. Goldberg M, Smith A J. Cells and Extracellular Matrices of Dentin and Pulp: A Biological Basis for Repair and Tissue Engineering. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004;15(1):13-27.
25. Goldberg M, Lasfargues J-J. Pulpo-dentinal Complex Revisited. *J Dent*. 1995;23(1):15-20.
26. Nancy A. Dentin-Pulp Complex. In: Rudolph P, Alvis K, editors. *Ten Cate's Oral Histology Development, Structure and Function*. 6 ed. St. Louis: Mosby; 2003. p. 192-239.

27. Smith A J, Cassidy N, Perry H, Begue-Kirn C, Ruch JV, Lesot H. Reactionary Dentinogenesis. *The Int J Dev Biol.* 1995;39(1):273-80.
28. Butler W T, Ritchie H. The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. *Int J Dev Biol.* 2003;39(1):169-79.
29. Özçobanoğlu G, Durutürk L. Süt Dişlerinde Pulpa ve Dentinin Histolojik Yapısal Özellikleri. *Acta Odontol Turc.* 2013;30(2):99-109.
30. Kawashima N, Okiji T. Odontoblasts: Specialized Hard-tissue-forming Cells in the Dentin-pulp Complex. *Congenital anomalies.* 2016.
31. Çelik E U, Yıldız G, Katırcı G. Sklerotik Dentine Bağlanma. *Ege Ü Diş Hek Fak Derg.* 2009;30:61-74.
32. Ulu K G, Kırzıoğlu Z. Dentin Geçirgenliği ve Dentin Geçirgenliğini Etkileyen Faktörler: derleme. *Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg.* 2012;2012(6):60-5.
33. d'Souza R N, Bachman T, Baumgardner K R, Butler W T, Litz M. Characterization of Cellular Responses Involved in Reparative Dentinogenesis in Rat Molars. *J Dent Res.* 1995;74(2):702-9.
34. Pashley D H. Dynamics of the Pulpo-dentin Complex. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1996;7(2):104-33.
35. Tagami J, Hosoda H, Burrow M, Nakajima M. Effect of Aging and Caries on Dentin Permeability. *Proc Finn Dent Soc.* 1991;88:149-54.
36. Ash M M, Nelson S J. Pulp Chambers and Canals. In: Rudolph P, Pendill J, editors. *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion.* 8 ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2003. p. 333-76.
37. Schumacher G H. Tıp ve Diş Hekimliği Fakültesi Öğrencileri için Anatomi. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp; 2003.
38. Alaçam T. Pulpa ve Periapikal Dokuların Biyolojisi. In: Alaçam T, editor. *Endodonti.* Ankara: Özyurt Matbaacılık; 2012. p. 41-67.
39. Çalışkan M K. Dentin Hastalıklarının Pulpayı Etkisi ve Vital Endodontik Tedaviler. *Endodontide Tanı ve Tedaviler.* Çapa-İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006. p. 31-81.
40. Kidd E, Fejerskov O. What Constitutes Dental Caries? Histopathology of Carious Enamel and Dentin Related to the Action of Cariogenic Biofilms. *J Dent Res.* 2004;83:35-8.
41. Vertucci F J, Haddix J E. Tooth Morphology and Access Cavity Preparation. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp* 10 ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2012. p. 136-222.

42. White S C, Pharoah M J. Imaging Principles and Techniques. In: Rudolp P, Alvis K, editors. Oral Radiology: Principles and Interpretation. 5 ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2004. p. 71-277.
43. Mason R A, Bourne S. A Guide to Dental Radiography. 4 ed. New York: Oxford Medical Publications; 1998.
44. Zafersoy Z, Kayaoğlu G, Topuz Ö, Can H. Aproksimal Çürüklerin Teşhisinde Konvansiyonel Radyografik Teknikler, RVG ve Klinik Muayenenin Karşılaştırılması. Gazi Ü Diş Hek Fak Derg. 2001;18(1):9.
45. Aydın Ü, Aybar Y. Panoramik Radyografilerde Ortaya Çıkan Hataların Tipleri ve Sıklığı. Süleyman Demirel Ü Tıp Fak Derg. 2004;11(2):1-5.
46. Açıkgöz A. Ortopantografilerin Klinik Kullanımı. Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg. 1996;6(2):80-5.
47. Sümer A P, Akça T, Köprülü H. Çocuklarda Görülen Dental Anomaliler: Panoramik Radyografik Değerlendirme. Ondokuz Mayıs Ü Diş Hek Fak Derg. 2004;5(2):81-4.
48. Sümer A P, Zengin A Z, Çankaya S, Mercan U. Dijital ve Konvansiyonel Panoramik Radyografilerde Anatomik Yapıların Görünürlüğünün Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Ü Diş Hek Fak Derg. 2012;13(1):25-9.
49. Evlice B, Öztunç H. Dijital Radyografi ve Diş Hekimliğinde İleri Görüntüleme Yöntemleri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi. 2013;22(2):230-8.
50. YalçınYeler D, Kambek Taşveren S, Kaynar O. Dişhekimliğinde Dijital Görüntüleme Yöntemleri. Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg. 2006;1(1):1-6.
51. Efeoğlu E, Kılıç A R. Periodontal Tedavide Dijital Radyografik Görüntüleme Metodları. İstanbul Ü Diş Hek Derg. 1996;30(2):89-98.
52. Hounsfield G N. Computerized Transverse Axial Scanning (tomography): Part 1. Description of system. The British J Radiol. 1973;46(552):1016-22.
53. Di Chiro G, Brooks R A. The 1979 Nobel Prize in Physiology or Medicine. J Comput Assist Tomogr. 1980;4(2):241-5.
54. Bernardes R A, de Moraes I G, Duarte M A H, Azevedo B C, de Azevedo J R, Bramante C M. Use of Cone-beam Volumetric Tomography in the Diagnosis of Root Fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;108(2):270-7.
55. Doğan M S, Yavuz İ, Tümen E C. Konik Işımlı Bilgisayarlı Tomografinin Çocuklarda Kullanım Alanları. Türkiye Klinikleri J Pediatr Dent-Special Topics. 2015;1(1):118-30.

56. Scarfe W C, Farman A G, Sukovic P. Clinical Applications of Cone-beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
57. Farman A G, Scarfe W C, editors. *The Basics of Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography. Seminars in Orthodontics*; 2009: Elsevier.
58. Samur S. Dişhekimliğinde Cone Beam Bilgisayarlı Tomografi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2009;3(2):346-51.
59. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini P T, Andreis I B. A New Volumetric CT Machine for Dental Imaging Based on the Cone-beam Technique: Preliminary Results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.
60. Robb R A, Sinak L J, Hoffman E A, Kinsey J H, Harris L, Ritman E L. Dynamic Volume Imaging of Moving Organs. *J Med Syst.* 1982;6(6):539-54.
61. Arai Y, Honda K, Iwai K, Shinoda K, editors. *Practical Model "3DX" of Limited Cone-beam X-ray CT for Dental Use. International Congress Series*; 2001: Elsevier.
62. Scarfe W C, Farman A G. What is Cone-beam CT and How Does It Work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30.
63. Kumar M, Shanavas M, Sidappa A, Kiran M. Cone Beam Computed Tomography- Know Its Secrets. *J Int Oral Health.* 2015;7(2):64.
64. Berman L H, Hartwell G R. Diagnosis. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathway of the Pulp.* 10 ed. St. Louis: Mosby; 2012. p. 2-39.
65. Kiljunen T, Kaasalainen T, Suomalainen A, Kortensniemi M. Dental Cone Beam CT: A Review. *Phys Med.* 2015;31(8):844-60.
66. <http://www.i-cat.com/products/> [24.08.2016].
67. Hatcher D C. Operational Principles for Cone-beam Computed Tomography. *The J Am Dent Assoc.* 2010;141:3-6.
68. Orhan K. Diş Hekimliğinde Konik Işınli Komputerize Tomografinin (KIKT) Yeri ve Önemi. *Yeditepe Ü Diş Hek Derg.* 2012;3(3):6-17.
69. Yiğit Özer SG. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi'nin Endodontide Uygulama Alanları. *Acta Odontol Turc.* 2010;27(3):207-17.
70. Üreyen Kaya B. Endodontide Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografinin Uygulama Alanları. *Ege Ü Diş Hek Fak Derg.* 2012;33(1):21-31.
71. White S C, Pharoah M J. The Evolution and Application of Dental Maxillofacial Imaging Modalities. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):689-705.
72. Ertaş E T, Arslan H, Çapar İ D, Gök T, Ertaş H. Endodontide Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi. *Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg.* 2014;24(1):113-8.

73. Evans C A, Scarfe W C, Ahmad M, Cevidanes L H, Ludlow J B, Palomo J M, et al. Clinical Recommendations Regarding Use of Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics. Position Statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Maxillofac Radiol.* 2013;116(2):238-57.
74. Yavuz İ, Tümen E C, Doğan M S, Ünal M, Kaya S, Adıgüzel Ö. Kök Kırıklarının Teşhisinde Konik Işınlı üç Boyutlu Dental Tomografinin Avantajları *Dicle Ü Diş Hek Derg.* 2009;10:10-20.
75. Çakur B, Sümbüllü M A, Doğan D, Çanakçı C F. Dento-alveolar Kırık Teşhisinde Dental Volümetrik Bilgisayarlı Tomografi. *Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg.* 2012;22(1):57-60.
76. Liu D, Zhang W, Zhang Z, Wu Y, Ma X. Three-dimensional Evaluations of Supernumerary Teeth Using Cone-beam Computed Tomography for 487 Cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(3):403-11.
77. Maillet M, Bowles W R, McClanahan S L, John M T, Ahmad M. Cone-beam Computed Tomography Evaluation of Maxillary Sinusitis. *J Endod.* 2011;37(6):753-7.
78. Akarşlan Z, Peker İ. Bir Diş Hekimliği Fakültesindeki Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi İncelemesi İstenme Nedenleri. *Acta Odontol Turc.* 2015;32(1):1-6.
79. Capar I D, Ertas H, Arslan H, Ertas E T. A Retrospective Comparative Study of Cone-beam Computed Tomography Versus Rendered Panoramic Images in Identifying the Presence, Types, and Characteristics of Dens Invaginatus in a Turkish Population. *J Endod.* 2015;41(4):473-8.
80. Büyük S K, Ramoğlu S İ. Ortodontik Teşhiste Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi. *Sağlık Bilimleri Dergisi.* 2011;20(3):227-34.
81. Frisardi G, Chessa G, Barone S, Paoli A, Razionale A, Frisardi F. Integration of 3D Anatomical Data Obtained by CT Imaging and 3D Optical Scanning for Computer Aided Implant Surgery. *BMC Med Imaging.* 2011;11(1):1-7.
82. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin J C, Pujol S, et al. 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magn Reson Imaging.* 2012;30(9):1323-41.
83. <https://www.slicer.org/> [25.07.2016].
84. Egger J, Kapur T, Nimsky C, Kikinis R. Pituitary Adenoma Volumetry with 3D Slicer. *Plos One.* 2012;7(12):1-7.

85. Marković A, Mišić T, Calvo-Guirado J L, Delgado-Ruíz R A, Janjić B, Abboud M. Two-Center Prospective, Randomized, Clinical, and Radiographic Study Comparing Osteotome Sinus Floor Elevation with or without Bone Graft and Simultaneous Implant Placement. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015:1-10.
86. Ketterl W. Age-induced Changes in the Teeth and Their Attachment Apparatus. *Int Dent J*. 1983;33(3):262-71.
87. Pinchi V, Pradella F, Buti J, Baldinotti C, Focardi M, Norelli G A. A New Age Estimation Procedure Based on the 3D CBCT Study of the Pulp Cavity and Hard Tissues of the Teeth for Forensic purposes: A Pilot Study. *J Forensic Leg Med*. 2015;36:150-7.
88. Fanibunda K. A Method of Measuring the Volume of Human Dental Pulp Cavities. *Int Endod J*. 1986;19(4):194-7.
89. Venkatesh S, Ajmera S, Ganeshkar S V. Volumetric Pulp Changes After Orthodontic Treatment Determined by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*. 2014;40(11):1758-63.
90. Scotti R, Villa L, Carossa S. Clinical Applicability of the Radiographic Method for Determining the Thickness of Calcified Crown Tissues. *J Prost Dent*. 1991;65(1):65-7.
91. Kandemir S. The Radiographic Determinability of the Distance Between the Pulp Horns in the Permanent First and Second Molar Teeth. *J Oral Sci*. 1998;40(4):143-6.
92. Khojastepour L, Rahimizadeh N, Khayat A. Morphologic Measurements of Anatomic Landmarks in Pulp Chambers of Human First Molars: a Study of Bitewing Radiographs. *Iranian Endod J*. 2008;2(4):147-51.
93. Shaw L, Jones A. Morphological Considerations of the Dental Pulp Chamber from Radiographs of Molar and Premolar Teeth. *J Dent*. 1984;12(2):139-45.
94. Tsatsoulis I N, Filippatos C G, Floratos S G, Kontakiotis E G. Estimation of Radiographic Angles and Distances in Coronal Part of Mandibular Molars: A Study of Panoramic Radiographs Using EMAGO Software. *Eur J Dent*. 2014;8(1):90-4.
95. Zaher J F, Fawzy I A, Habib S R, Ali M M. Age Estimation from Pulp/tooth Area Ratio in Maxillary Incisors Among Egyptians Using Dental Radiographic Images. *J Forensic Leg Med*. 2011;18(2):62-5.

96. Jagannathan N, Neelakantan P, Thiruvengadam C, Ramani P, Premkumar P, Natesan A, et al. Age Estimation in an Indian Population Using Pulp/tooth Volume Ratio of Mandibular Canines Obtained from Cone Beam Computed Tomography. *J Forensic Odontostomatol.* 2011;29(1):1-6.
97. Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental Age Estimation Through Volume Matching of Teeth Imaged by Cone-beam CT. *Forensic Sci Int.* 2006;159:78-83.
98. Şahin F Ü, Topuz Ö. Diş Hekimliği Araştırmalarında Mikrobilgisayarlı Tomografi Uygulamaları. *Acta Odontol Turc.* 2014;31(2):114-20.
99. Agematsu H, Someda H, Hashimoto M, Matsunaga S, Abe S, Kim H, et al. Three-dimensional Observation of Decrease in Pulp Cavity Volume Using Micro-CT: Age-related Change. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2010;51(1):1-6.
100. Iwaka Y. Three-dimensional Observation of the Pulp Cavity of Mandibular First Molars by Micro-CT. *J Oral Biosci.* 2006;48(2):94-102.
101. Oi T, Saka H, Ide Y. Three-dimensional Observation of Pulp Cavities in the Maxillary First Premolar Tooth Using Micro-CT. *Int Endod J.* 2004;37(1):46-51.
102. Dragan O C, Farcaşanu A Ş, Câmpian R S, Turcu R V F. Human Tooth and Root Canal Morphology Reconstruction Using Magnetic Resonance Imaging. *Clujul Med.* 2016;89(1):137-42.
103. Kaban L B, Seldin E B, Kikinis R, Yeshwant K, Padwa B L, Troulis M J. Clinical Application of Curvilinear Distraction Osteogenesis for Correction of Mandibular Deformities. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(5):996-1008.
104. Egger J, Kapur T, Fedorov A, Pieper S, Miller J V, Veeraraghavan H, et al. GBM Volumetry Using the 3D Slicer Medical Image Computing Platform. *Sci Rep.* 2013;3:1364-70.
105. Velazquez E R, Parmar C, Jermoumi M, Mak R H, van Baardwijk A, Fennessy F M, et al. Volumetric CT-based Segmentation of NSCLC Using 3D-Slicer. *Sci Rep.* 2013;3:3529-35.
106. Li Y, Chen X, Xu B. The Efficacy of Neuroendoscopic Treatment for Middle Cranial Fossa Arachnoid Cysts Assessed by MRI 3D Segmentation and Modeling. *Childs Nerv Syst.* 2014;30(6):1037-44.
107. Coutinho J, Ramos A F, Maia L, Castro L, Conceição E, Geliebter A, et al. Volumetric Alterations in the Nucleus Accumbens and Caudate Nucleus in Bulimia Nervosa: A Structural Magnetic Resonance Imaging Study. *Int J Eat Disord.* 2015;48(2):206-14.

108. Elias E, Liao J, Jara H, Watanabe M, Nadgir R, Sakai Y, et al. Quantitative MRI Analysis of Craniofacial Bone Marrow in Patients with Sickle Cell Disease. *Am J Neuroradiol*. 2013;34(3):622-7.
109. Morris V C, Murray M P, DeLancey J O, Ashton-Miller J A. A Comparison of the Effect of Age on Levator Ani and Obturator Internus Muscle Cross-sectional Areas and Volumes in Nulliparous Women. *Neurourol Urodyn*. 2012;31(4):481-6.
110. Irimia A, Chambers M C, Alger J R, Filippou M, Prastawa M W, Wang B, et al. Comparison of Acute and Chronic Traumatic Brain Injury Using Semi-automatic Multimodal Segmentation of MR Volumes. *J Neurotrauma*. 2011;28(11):2287-306.
111. Xu X, Chen X, Zhang J, Zheng Y, Sun G, Yu X, et al. Comparison of the Tada Formula With Software Slicer Precise and Low-Cost Method for Volume Assessment of Intracerebral Hematoma. *Stroke*. 2014;45(11):3433-5.
112. Nardelli P, Khan K A, Corvò A, Moore N, Murphy M J, Twomey M, et al. Optimizing Parameters of an Open-Source Airway Segmentation Algorithm Using Different CT Images. *BioMed Eng Online*. 2015;14(1):62-85.
113. Rytlewski J A, Geuss L R, Anyaeji C I, Lewis E W, Suggs L J. Three-dimensional Image Quantification as a New Morphometry Method for Tissue Engineering. *Tissue Engineering Part C: Methods*. 2012;18(7):507-16.
114. Smith T M, Olejniczak A J, Tafforeau P, Reid D J, Grine FE, Hublin J. Molar Crown Thickness, Volume, and Development in South African Middle Stone Age Humans. *South African J Sci*. 2006;102(11/12):513-17.
115. Hietala E-L, Larmas M, Salo T. Localization of Estrogen-Receptor-Related Antigen in Human Odontoblasts. *J Dent Res*. 1998;77(6):1384-7.
116. Jukić S, Prpić-Mehičić G, Talan-Hranilović J, Miletić I, Šegović S, Anić I. Estrogen Receptors in Human Pulp Tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;95(3):340-4.

8. ÖZGEÇMİŞ

19.05.1988 yılında Aydın ili Nazilli ilçesinde dünyaya geldim. Denizli'de 2002 yılında Dört Eylül İlköğretim İlkokulunu ve 2006 yılında Denizli Erbakır Fen Lisesini bitirdim. 2007 yılında girdiğim Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2012 yılında mezun oldum. 2013 yılı Eylül ayında girmiş olduğum Diş Hekimliği Uzmanlık sınavında başarılı olarak Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında uzmanlık eğitimime başladım. Halen Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

