

**T.C.**  
**DICLE ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**YAŞA BAĞLI SÜT İKİNCİ MOLAR DİŞLERİN  
FİZYOLOJİK KÖK REZORPSİYONLARININ  
KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ  
İLE HACİMSEL OLARAK ÜÇ BOYUTLU  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK ÖĞRENCİSİ**  
**Dt. Muhammet Haluk AKBABA**

**UZMANLIK DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ**  
**Prof. Dr. İzzet YAVUZ**

**ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DIYARBAKIR**

**--- 2015 ---**



**ONAY SAYFASI**

## TEŐEKKÖR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile bana destek ve yardımcı olan değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. İzzet YAVUZ' a, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fatma ATAKUL'a, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma, beni her konuda destekleyen ve tezimin hazırlanmasının her aşamasında sabır, anlayış ve özveriyle hep yanımda olan sevgili eşim Hasibe Nur AKBABA'ya, dünyaya teşrifi ile hayatımıza anlam katan, mutluluk kaynağımız biricik oğlumuz Ahmet Yusuf'a

TEŐEKKÖR EDERİM.

## İÇİNDEKİLER

Ön Sayfalar	Sayfa No
Kapak	
İç Kapak	
Onay Sayfası .....	I
Teşekkür Sayfası .....	II
İçindekiler Dizini .....	III
Resimler Dizini .....	V
Tablolar ve Grafik Dizini .....	VII
Kısaltma ve Simgeler Dizini .....	VIII
Türkçe Özet .....	IX
İngilizce Özet .....	X
<b>1.GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	4
2.1. Dentisyonun Gelişimi .....	4
2.1.1. Dişsiz Dönem .....	4
2.1.2. Süt Dişi Dönemi .....	4
2.1.3. Karışık Dişlenme Dönemi .....	5
2.1.4. Daimi Dişlenme Dönemi .....	6
2.2. Diş Sürme Teorileri .....	6
2.2.1. Periodontal ligament teorisi .....	6
2.2.2. Kök uzama teorisi .....	7
2.2.3. Kemik remodelasyon teorisi .....	7
2.2.4. Hidrostatik basınç teorisi/vasküler teori .....	7
2.2.5. Hücre proliferasyon teorisi .....	8
2.2.6. Dental folikül teorisi .....	8
2.3. Süt Dişi Pulpa Histolojisi .....	9
2.3.1. Pulpanın Tabakaları .....	9
2.3.2. Pulpanın Hücreleri .....	10
2.4. Süt Dişi Fizyolojik Kök Rezorpsiyonu .....	12
2.4.1. Süt Dişi Kök Rezorpsiyonunu Etkileyen Biyolojik Mekanizmalar .....	14
2.4.1.1. Sürmekte Olan Daimi Dişin Basıncı .....	14

2.4.1.2. Endokrin Fonksiyonların veya Beslenmenin Rolü .....	15
2.4.2. Süt Dişı Kök Rezorpsiyonlarının Meydana Geliş Şekilleri .....	16
2.4.3. Süt Dişlerindeki Kök Rezorpsiyon Süreçleri .....	17
2.4.3.1. Aktif Kök Rezorpsiyonu .....	17
2.4.3.2. Dinlenme Evresi .....	17
2.4.3.3. Tamir Evresi .....	18
2.5. Daimi Dişlerin Sürme Zamanı ve Sırasını Etkileyen Faktörler .....	19
2.6. Dental Tomografi .....	19
2.6.1. KIBT'ın İlkeleri .....	20
2.6.2. KIBT' ta Görüntünün İzlenmesi .....	22
2.6.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazlarının Çalışma Prensibi .....	23
2.6.4. KIBT'ın Klinik Kullanım Alanları .....	24
2.6.5. KIBT'ın Avantaj ve Dezavantajları .....	24
2.6.5.1. KIBT'ın Avantajları .....	24
2.6.5.2. KIBT'ın Dezavantajları .....	26
2.7. Dentisyonun Hacimsel ve Üç Boyutlu Değerlendirilmesi .....	27
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>29</b>
3.1. İstatistiksel İnceleme .....	43
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>44</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>49</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>59</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>62</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>72</b>

## RESİMLER DİZİNİ

- Resim 1:** KIBT'ın bilgisayar ana ekran görüntüsü
- Resim 2:** Mimics programı oryantasyon ekranı
- Resim 3:** Oryantasyon ekranında görüntünün konumunun belirlenmesi
- Resim 4:** Mimics yazılımında çalışma ekranı
- Resim 5a:** Süt dişlerini ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding (eşik değeri)” işlemi
- Resim 5b:** Süt dişlerini ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding (eşik değeri)” işlemi
- Resim 6:** Çalışma ekranında dişin büyütülmesi
- Resim 7:** Üzerinde çalışılacak diş için maske belirlenmesi
- Resim 8:** Dişin pulpa boşluğunun doldurulması
- Resim 9a:** Dişin “edit masks (maskeleri düzenle)” seçeneği kullanılarak çevre dokulardan izole edilmesi
- Resim 9b:** Dişin “edit masks (maskeleri düzenle)” seçeneği kullanılarak çevre dokulardan izole edilmesi
- Resim 10:** “Bölge büyütme (region growing)” özelliği kullanılarak çalışma ekranında dişin ön plana çıkarılması ve yeni bir maske oluşturulması
- Resim 11:** “Calculate 3D (üç boyutlu hesaplama)” seçeneğinin işaretlenmesi
- Resim 12:** Üç boyutlu diş modelinin oluşturulması
- Resim 13:** Üç boyutlu diş modelinin oluşturulması ve dişin konturunun görünür hale getirilmesi
- Resim 14:** Dişin mine-sement birleşim noktalarının programda oluşturulan üç boyutlu diş görüntüsü üzerinden işaretleme yoluyla tespit edilmesi
- Resim 15:** “Cut with curve (eğri ile kes)” işleminin gerçekleştirilmesi
- Resim 16:** Dişin mine-sement birleşim noktalarının “Cut with curve (eğri ile kes)” seçeneği kullanılarak birleştirilmesi
- Resim 17a:** “Cut with curve (eğri ile kes)” seçeneği kullanılarak kökün kromdan ayrılması
- Resim 17b:** Kök konturunun ortaya çıkarılması

**Resim 18a:** “3D Properties (3D özellikler)” seçeneği kullanılarak kökün hacminin hesaplanması (soldan bakış)

**Resim 18b:** “3D Properties ( 3D özellikler)” seçeneği kullanılarak kökün hacminin hesaplanması (önden bakış)

**Resim 19:** Dijital ortamda segmentasyonu yapılan süt ve daimi dişin 3D yazıcı ile elde edilen modelinin görünümü



## TABLolar ve GRAFİK DİZİNİ

- Tablo 1:** Çalışma grubu
- Tablo 2:** Süt dişi kök hacimlerinin farklı yaş gruplarından elde edilmiş sonuçları
- Tablo 3:** Süt dişi kök hacimlerinin yaş grupları içerisinde karşılaştırılması
- Tablo 4:** Dişlerin farklı yaş gruplarında kök rezorpsiyonu görülme oranları
- Grafik 1:** Yaşa göre süt dişi kök hacim seviyeleri ortalamaları





## KISALTMA ve SİMGELER DİZİNİ

<b>KIBT:</b>	Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
<b>MİMİCS:</b>	Materialise Interactive Medical Image Control Systems
<b>MSBT:</b>	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
<b>BT:</b>	Bilgisayarlı tomografi
<b>μBT:</b>	Mikro bilgisayarlı tomografi
<b>MR:</b>	Manyetik rezonans görüntüleme
<b>3D:</b>	Üç boyutlu
<b>SEM:</b>	Sonlu elemanlar analizi
<b>PTHrP:</b>	Paratiroid hormonu related peptid
<b>CSF-1:</b>	Nuclear factor-kappa B
<b>RANKL:</b>	Osteoklast diferensiasyon faktörü
<b>BMP-2:</b>	Kemik morfogenetik protein-2
<b>MHC sınıf II:</b>	Major histocompatibility complex class II
<b>CD4:</b>	Cluster of differentiation 4 (Farklanma kümeleri 4)
<b>Voksel:</b>	Küçük izotropik küboid şekilli yapıların üç boyutlu bir kümesi
<b>ALARA:</b>	Makul en düşük doz. (As Low As Reasonably Achived)
<b>DICOM:</b>	Digital Imaging and Communications in Medicine
<b>SPSS:</b>	Statistical Package for Social Sciences
<b>%:</b>	Yüzde
<b>mm:</b>	Millimetre
<b>mm<sup>3</sup>:</b>	Milimetre küp
<b>cm<sup>3</sup>:</b>	Santimere küp
<b>°:</b>	Derece
<b>sn:</b>	Saniye
<b>μSv:</b>	Radyasyon doz birimi ( Mikro Sivert)

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmamızın amacı 7-11 yaş grubu arasındaki çocuk hastalardan çeşitli nedenlerle elde edilen Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) arşiv görüntülerini hacimsel olarak işleyebilen bir yazılım olan Mimics Research 17.0 üç boyutlu modelleme programı yardımıyla süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonlarının hacim biriminde nicelik bakımından değerlendirilebilirliğini araştırmaktır.

**Gereç ve yöntem:** Çalışma grubu, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinin retrospektif olarak incelenmesi sonucu elde edilen ve 7-8 yaş, 8-9 yaş, 9-10 ve 10-11 yaş olmak üzere 4 yaş grubuna ayrılan, 18'i kız, 22'si erkek toplam 40 çocuk hastanın KIBT görüntülerinden oluşmaktadır. Alınan KIBT görüntüleri, Mimics Research 17.0 (Materialise, Leuven, Belçika) üç boyutlu modelleme programına aktararak, yaş gruplarına bağlı olarak süt 2. molar dişlerin kök hacimleri ölçülmüştür. İstatistiksel analizler için ise SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 21.0 programı kullanılmıştır.

**Bulgular:** Yaş gruplarına göre süt dişi kök hacimleri değerlendirildiğinde; üst sağ süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin, üst sol süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin, alt sol süt 2. molar dişlerin kök hacimleri ve alt sağ süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin yaş gruplarına bağlı olarak azalışının istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği bulundu.

7-8 yaş arasındaki çalışma grubunda süt molarların %50' sinde (20 tane) kök rezorpsiyonu görülürken, %50'sinde kök rezorpsiyonu (20 tane) görülmedi. 7-8 yaş grubundan sonraki tüm çalışma gruplarında yani 8 yaşından itibaren süt 2. molar dişlerde fizyolojik kök rezorpsiyonu görüldü.

**Sonuç:** Geleneksel radyografik yöntemler ile süt dişi fizyolojik kök rezorpsiyonlarının niceliksel değerlendirmesinin yapılmasının mümkün olmadığı, KIBT verilerini hacimsel olarak işleyebilen üç boyutlu yazılım programları ile istenilen dokuların hacim hesaplamalarının yapılabildiği ve bireye özgü üç boyutlu modellerin oluşturulabileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Fizyolojik kök rezorpsiyonu, KIBT, Mimics programı, hacim, niceliksel değerlendirme.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to investigate the evaluability of the volume of primary second molars in terms of quantity by using Mimics Research 17.0 software which can convert the images in volume units from Cone Beam Computed Tomography (CBCT) among patients aged 7 to 11 years.

**Methods:** Retrospective CBCT images and medical records of 40 patients (18 females, 22 males) aged 7-8 years, 8-9 years, 9-10 years and 10-11 years in Dicle University School of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Radiology were evaluated within four groups. According to the age groups, radiologic images of root volumes of primary second molars were evaluated by using a three dimensional modeling program, Mimics Research software (Materialise, Leuven, Belgium, version 17.0). Statistical analysis was performed by using SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows OS (version 21.0).

**Results:** The volume of roots of upper right and left, lower right and left primary second molars depending the age groups were found statistically lower in the study group. The root resorption of primary molars was found in half of the patients in 7 to 8 aged group. Physiological root resorption in primary second molars was found in all groups except 7-8.

**Conclusion:** It is concluded that it is not possible to evaluate the primary physiological foot resorption quantitatively with the traditional radiographic methods. In addition, the volumes of the molars can be evaluated with the three dimensional software programs which convert radiological images from CBCT and individual-specific three-dimensional models can be created.

**Key words:** Physiological root resorption, CBCT, Mimics software, volume, quantitatively evaluation.

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Süt dişi kök rezorpsiyonu insan süt dişlerinin karakteristik bir özelliğidir (1, 2). Süt diş kavsinden daimi diş kavsine geçiş, süt dişi köklerinin rezorpsiyonu ve daimi dişlerin sürmesinin senkronize olduğu eşsiz ve dinamik bir süreçtir (3).

İnsan süt dişlerinin dökülmesi süreci; altındaki daimi dişin sürmesini takiben fizyolojik kök rezorpsiyonunu tamamlayan süt dişinin düşmesi ile sona ermektedir (4). Dişlerin sürme mekanizmaları tarihsel bir tartışma konusu olmuştur. Günümüze kadar dişlerin sürmesi ile ilgili birçok teori ileri sürülmüş olmasına rağmen sürme mekanizması hala tam olarak açıklanamamıştır. Bu teoriler kök uzaması, periodontal fibroblast çekme (traksiyon) teorisi, vasküler teori, pulpa basıncı ve pulpa büyüme teorisi, alveoler remodelasyon teorisi ve dental folikül teorisidir (5).

Son zamanlarda dişlerin sürme teorileri arasında dental folikül teorisi üzerinde daha çok durulmaktadır. Bilindiği gibi dental folikül dişin içinde bulunduğu alveol ile diş germini ayıran gevşek bağ dokusudur. Bu yapının kemik rezorpsiyonunu ve kemik oluşumunu başlatma ve düzenleme potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir (6, 7).

Süt dişi kök rezorpsiyonu fizyolojik ve genetik faktörlerin kontrolü altında olmakla birlikte, lokal faktörlerden etkilenen karmaşık, iyi programlanmış gelişimsel olaylar serisi olarak tanımlanmıştır (8). Rezorpsiyondan sorumlu olan hücrelerin farklılaşmaları ve doku yıkımının aktive edilmesinde birçok uyarıcı etkenin rol oynadığı ve bu yapıların (dental folikül, stellate retikulum ve alveol kemik) eş zamanlı ve karşılıklı etkileşim içerisinde bu süreçte yer aldığı bildirilmiştir (7, 9). Süt dişi köklerinin fizyolojik rezorpsiyonunun inorganik yapıların demineralizasyonu, kollajen fibrillerin parçalanması ve organik matriksin yıkımıyla gerçekleşmekte olduğu bilinmektedir. Günümüze kadar, süt dişi köklerinin rezorpsiyonunda etkili olan faktörler ve mekanizmalar hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Oldukça karmaşık olan fizyolojik kök rezorpsiyon mekanizmaları hakkında kesin sonuçlara varılamamıştır. Yapılan araştırmaların ortak noktası ise diş sert dokularının yıkılmasında başlıca görevi odontoklastların yaptığının bilinmesidir (4, 7, 8, 10-16).

Fizyolojik bir olay olan süt dişi kök rezorpsiyon sürecinde daimi dişin sürme basıncı, endokrin bezlerinin aktivitesi ve rezorpsiyon bölgesinin damarlanma

derecesi gibi birçok faktörün rol oynadığı belirtilmiştir (4, 14, 15, 17, 18). Süt dişinin altında bulunan daimi dişin gelişimi ve sürmesinden kaynaklanan iç basınçların doku yıkımında rol alan hücrelerin aktivasyonu için en önemli uyaran olduğu kabul görmektedir (10, 14, 15, 18). Buna karşın altında daimi diş germi olmayan süt dişlerinde, gecikmeli de olsa, kök rezorpsiyonunun gözlenmekte olduğunu ifade eden çalışmalar vardır (18, 19, 20).

Bu faktörlerin yanısıra organizmanın genel gelişimi, çiğneme kuvvetlerinin artışı ile süt dişlerinin morfolojik yapısı arasındaki artan ters orantı, süt dişlerini etkileyen aşırı okluzal kuvvetler, süt dişi ve periodontal dokularda inflamasyona yol açan patolojik olayların süt dişi kök rezorpsiyonunda rol oynayabildiği bildirilmiştir (4, 10, 11, 14, 18, 21).

Daimi dişlerin sürme süreci endokrin bezlerin fonksiyonu (hipofiz, timus, tiroid bezleri), yetersiz beslenme (kalsiyum ve magnezyum eksikliği), vitamin eksikliği (A, C ve D vitamini eksikliği) gibi faktörlerden etkilendiği ve bu sebeple bu faktörlerin süt dişi kök rezorpsiyon süreci üzerinde dolaylı etkileri olduğu bildirilmiştir (18, 77).

Intraoral geleneksel ve dijital radyografilerde dental yapılar iki boyutlu olarak görülebilmektedir. Ancak diş hekimliğinde yakın zamanda çok fazla kullanılmaya başlanan Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) dişler ve orofasiyal bölgenin mineralize anatomik yapılarını üç boyutlu olarak, farklı kesit ve düzlemlerde izleyebilme imkanı sağlamaktadır (22-25).

Dişlenme sürecinin değerlendirilmesi için en iyi yaklaşım hacimsel görüşü kullanmaktır. Bu sayede hızlı bir şekilde tüm dişler incelenebilir ve bireye özgü üç boyutlu modelleme yapılabilir. Özellikle karışık dişlenme döneminde süren, sürmekte olan dişlerin ve bunların kök yapılarının formasyonunu gerçek boyutlarda ve üç düzlemde değerlendirmek, hacim ölçümleri yapabilmek KIBT ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle KIBT diş sürme sürecini incelemek ve gerektiğinde klinisyene teşhis ve tedavi planlamasında rehber olması yönünden önemlidir. KIBT bizlere dentisyonun ve dental dokuların kapsamlı bir görüntüsünü sağlar. Eksik dişlerin, gömülü dişlerin, süpernumere dişlerin, dental gelişim aşamasının ve sürme sırasının, diş boyut ölçümlerinin, diş hareketlerini engelleyebilecek veya önleyebilecek kök anomalilerinin belirlenmesinde oldukça faydalıdır (26).

Geleneksel radyografik görüntüleme teknikleri (panoramik ve periapikal grafilere) hekime iki boyutta inceleme imkanı verdiği için kök rezorpsiyonlarını görüntülemeye ciddi sınırlamalara sahiptir. Bunun aksine KIBT verilerinden elde edilen farklı eksenlerdeki kesitsel görüntüler hekime üç boyutlu olarak inceleme imkanı verdiği için kök rezorpsiyonları kolayca gözlemlenebilir ve görüntünün netliği kök rezorpsiyonunu türüne göre sınıflandırmayı sağlar (27, 28).

Kesitsel görüntüleme yöntemlerinin elde edilmesinde kullanılan programlar ile istenilen dokuların hacim hesaplamaları yapılabilmektedir. Hacim hesaplanması düşünülen bir doku üzerinde oluşan yoğunluk farkı nedeniyle dokunun sınırları manuel segmentasyon (dokulardan izole etme) ile işaretlenebilir ve bu yöntemle hacim hesaplaması yapılabilir. Segmentasyonda, farklı dokuların sınırlarının belirlenmesinde dokular üzerindeki piksel gruplarının farklılıklarından yararlanılır (29, 30). Görüntü alanının dış ve çevre dokular arasındaki yoğunluk derecesi farkına dayanılarak manuel, otomatik ve yarı-otomatik metotlarla hacim hesaplamaları yapılabilir (29-32).

Mimics yazılımı, iki boyutlu görüntü verilerini (BT,  $\mu$ BT, MR, vb.) işlemeye ve düzeltmeye imkân tanır; son derece hassas özellikleri ile üç boyutlu modellerin de kolaylıkla inşa edilmesine imkan sağlar. Güçlü segmentasyon araçları, medikal BT/MR görüntülerinin segmente edilmesine, ayrıştırılmasına, ölçümünün yapılmasına; üç boyutlu modellerin doğrudan yapılmasına izin verir. Bu programlar üç boyutlu dataların geniş yelpazedeki çıktı formatlarına ve SEM (Sonlu Elemanlar Analizi), tasarım, cerrahi simülasyon, oto inşa teknolojisi ve daha başka mühendislik uygulamalarına dönüştürülmesine imkân tanır (113).

Literatürler tarandığı zaman süt molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun KIBT kullanılarak üç boyutlu değerlendirildiği çalışmalara rastlanmamaktadır. Bununla birlikte bazı çalışmalarda dişlerin hacim çalışmalarına değinilmiştir. Bu çalışmamızın amacı 7-11 yaş grubu arasındaki çocuk hastalardan çeşitli nedenlerle elde edilen KIBT arşiv görüntülerini hacimsel olarak işleyebilen bir yazılım olan Mimics Research 17.0 üç boyutlu modelleme programı yardımıyla süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonlarının hacim biriminde nicelik bakımından değerlendirilebilirliğini araştırmaktır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Dentisyonun Gelişimi**

İnsanda genetik olarak programlanmış iki dentisyon bulunmaktadır. Bu dentisyonlardan ikincisi olan daimi dentisyon oldukça farklı bir fizyolojik yapı ile kademeli olarak süt dentisyonunun yerini almaktadır. Bu değişiklik fizyolojik kök rezorpsiyonu süresi boyunca kademeli olarak başlar. Süreç süt dişlerinin yerlerini, altlarından gelen daimi dişlere bırakmaları ile sona erer (33).

Dentisyonun gelişim süresince devam eden değişikliklerini tanımlamak için dentisyonun gelişim süreci 4 evrede incelenmektedir:

1. Dişsiz dönem (Gum-pad dönemi)
2. Süt dişi dönemi
3. Karışık dişlenme dönemi
  - a. Karışık dişlenme birinci dönem
  - b. Karışık dişlenme ikinci dönem
  - c. Karışık dişlenme üçüncü dönem
4. Daimi dişlenme dönemi (34, 35).

#### **2.1.1. Dişsiz Dönem**

Dişsiz dönem doğumdan itibaren ilk süt dişinin (genellikle alt santral süt keser dişlerin) sürmesine kadar geçen ortalama 6-7 aylık dönemi ifade etmek için kullanılır. Maksiller ve mandibular çene arkları üzerindeki dişeti yastıkları, gelişmekte olan alveol sırtlarında süt dişlerinin süreceği bölgelerde dişlerin sürme doğrultularına uygun oluk ve yükseltileler gösterirler. Bazı bebekler bir veya daha fazla süt keser dişler ile doğmuş olabilirler veya doğum sonrası ilk ayda kesiciler bölgesinde diş sürmesi gösterebilirler (34, 35).

#### **2.1.2. Süt Dişi Dönemi**

Süt dişi dönemi, süt dişlerinin sürmeye başlamasından itibaren, 6 yaş civarında daimi 1. molarların sürmesine kadar devam eden süreçtir (34).

Diş kavisleri üzerinde ilk süren dişler alt santral kesicilerdir (6-8 ay) ve bunları sırası ile üst santral kesiciler (7-10 ay) üst lateral kesiciler (8-11 ay), alt lateral kesiciler (8-13 ay), üst birinci molarlar (12-15 ay), alt birinci molarlar (12-16 ay), üst kaninler (16-19 ay), alt kaninler (17-20 ay) alt ikinci molarlar (20-26 ay) ve

üst ikinci molarlar (25-28 ay) takip eder. Bu sıralama klinik olarak her altı ayda bir dört dişin veya bir diş grubunun sürmesi şeklinde yorumlanabilir. 2,5-3 yaş civarında süt dişlerinin sürmeleri tamamlanır ve dişler tamamen fonksiyona girerler. 6-7 yaş arası dönemde 1. daimi molar dişler sürerler. Karışık dişlenmeye geçişte 1. molar dişlerini süt dişlerinin yerini alacak olan diğer daimi dişler takip eder (36).

Süt dişleri fonksiyonda oldukları yaşam süreci içerisinde gençlik, olgunluk ve yaşlılık dönemlerinden geçmektedirler (37). Buna göre bir süt dişinin gençlik dönemi, dişin sürmesinden sonra kökün tamamlanmasına kadar geçen süreyi tanımlar. Bu durum yaklaşık olarak 1 yıl devam eder. Olgunluk dönemi, kök formasyonunun bitiminden, fizyolojik kök rezorpsiyonunun başladığı zamana kadar devam eden süreçtir, bu sürenin yaklaşık 4-5 yıl sürdüğü ifade edilmektedir. Yaşlılık dönemi ise fizyolojik kök rezorpsiyonu başlangıcından daimi dişin sürmesine kadar olan süreyi içermektedir (36, 38).

### **2.1.3. Karışık Dişlenme Dönemi**

Karışık dişlenme dönemi daimi 1. molar dişlerin sürmesi ile başlar ve tüm süt dişlerinin yerlerini daimi dişlere bırakmaları ile sona erer. Bu dönem 20 adet süt dişinin düşüp yerlerini daimi dişlere bırakmaları ile karakterizedir. Karışık dişlenme dönemi; ilk dönem (6-8,5 yaş arası), ikinci dönem (ilk dönem sonrası 1,5-2 yıllık bir süre) ve üçüncü dönem (10-12 yaş arası) olmak üzere üç bölümde incelenir.

Karışık Dişlenme Birinci Dönem (6-8,5 yaş arası gelişim): Bu dönem ilk süren daimi diş olan 1. molarların sürmesiyle başlar ve daimi keser dişlerin sürmesi ile sona erer.

Karışık Dişlenme İkinci Dönem (8,5-10 yaş): Alt ve üst daimi keser dişlerin sürmeleri tamamlandıktan premolar ve daimi kaninler sürmeye başlayıncaya kadar olan dönemdir. Bu dönem kızlarda yaklaşık 1,5 yıl, erkeklerde ise yaklaşık 2 yıldır. Alveol kemiği içerisinde daimi kanin ve premolarların kök gelişimi devam ettiğinden, daimi dişlerin sürmek için oklüzale doğru hareket ederek üzerlerindeki süt dişlerinin köklerini rezorbe ettiği görülür.

Karışık Dişlenme Üçüncü Dönem (10-12 yaş arası gelişim): Daimi kanin ve premolar dişlerin sürmesi ile başlar. Bu dönem ortalama olarak 10 yaşlarında başlar ve yaklaşık 1-1,5 yıl devam eder (35).



**2.1.4. Daimi Dişlenme Dönemi:** Daimi dişlenme dönemi son süt dişinin düşmesi ile başlar ve üçüncü azı dişleri hariç tüm daimi dişlerin sürmesi ile sona erer (34).

## **2.2. Diş Sürme Teorileri**

Daimi dişlerin normal şekilde sürmeleri son derece çeşitli ve multifaktöryeldir. Sürme öncesi kök rezorpsiyonu sürme hareketleriyle tanımlanır ve bu hareketler büyük ölçüde kök oluşumu başladığında meydana gelir. Kök oluşumu başlayan diş oklüzale doğru hareket ederken dişin kök formasyonu gelişmeye devam eder. Dişin sürme kuvveti sürme yolunu oluşturmak için kemik ile süt dişi köklerini rezorbe ederek ilerler (39).

İmplant kullanılarak ve sefalometrik radyografiler alınarak yapılan önceki çalışmalar, gelişmekte olan diş formlarının sürme hareketlerinin ve sürme yollarının çocuklarda çenelere implant yerleştirilmek suretiyle izlenebileceğini göstermiştir (40).

Dişlerin normal sürme mekanizmalarını açıklamaya çalışan bir çok sayıda teori ortaya atılmış olmakla beraber diş sürme mekanizması tartışılmaya devam etmektedir. Son literatürlerdeki standart teoriler kemiğin yeniden şekillenmesi, dental folikül teorisi ve hidrostatik basınç teorisidir. Diğer tarihi teoriler ise kollajen/fibroblastik kontraksiyon teorisi (periodontal ligament teorisi) ve kök uzama teorisidir (5, 7, 41-44).

**2.2.1. Periodontal ligament teorisi:** Bu hipotez periodontal ligamentin kontraksiyondan (periodontal ligament içerisindeki oblik liflerin kollajenin olgunlaşması sırasında meydana getirdiği kontraksiyon) ve oklüzal düzleme sürmeden sorumlu olduğunu kabul etmekte ve buna neden olarak da fibroblastların dişin sürmesini sağlamak için süren dişin uzun eksenini boyunca hareket ettiğini ve fibroblast kontraksiyonunun önemli ölçüde kuvvet oluşturduğunu ileri sürmektedir (5, 39, 41).

Ancak sıçan modellerinde periodontal ligamenti zayıflatmak için kullanılan lathyrogenler (periodontal ligamante uygulandığında kusurlu fibril oluşumuna neden olan aminoasit türevleri) kullanılarak yapılan deneylerde lathyrogen kullanılmayan farelere kıyasla sürme oranında önemli ölçüde fark oluşmamıştır (45).

**2.2.2. Kök uzama teorisi:** Bu hipoteze göre kök uzamasının alveoler kemiğin apikal kısmı üzerinde oluşturduğu baskı nedeniyle ağız boşluğuna doğru belirgin bir itmeye yol açtığı savunulmaktadır. Bu teori daimi dişin altındaki kemik üzerinde gelişen diş kökünün basıncı nedeniyle apikalde osteogenesize neden olduğunu ve süren dişin koronal kemiğinin rezorpsiyona uğradığını savunmaktadır (39, 46, 47).

Bu hipotez cerrahi olarak kökleri kesilen dişlerin ve süt diş kökleri olmadan dişlerin normal olarak sürme göstermesi ile zayıflamaktadır (48). Ayrıca gömülü dişlerde kök gelişimine rağmen diş sürme olayının görülemeyebilmesi bu teoriyi zayıflatmaktadır (44).

Sürme yolu uygun olan ve sürme sürecindeki bir köpek premolar diş tomurcuğunun sürmesi mandibulanın alt kenarına tel ile bağlanarak engellenmiş ve daha sonra tel çıkarıldığında diş sürmeye devam etmiştir. Bazen de sürme yolu açıktır ama diş süremez bu primer sürme bozuklukları içerisinde yer alır (43, 49).

**2.2.3. Kemik remodelasyon teorisi:** Bu teoride ileri sürülen mekanizma diş sürme süreci sırasında gelişmekte olan dişin apikal bölgesindeki kemik büyümesinin diş sürme yoluna doğru ittiği şeklindedir. Oluşan kemik büyümesinin nedensel olup olmadığı ve gerçekten itici gücü temsil edip etmediği, gelişmekte olan dişin oklüzal hareketine cevap olarak kemik büyümesinin oluşup oluşmadığı henüz net değildir. Tespit edilen önemli kanıtlar hayvan modellerinde bu teoriyi destekleyecek veriler sağlar. Sıçan deneylerinde dişin apikal tabanında meydana gelen kemik büyümesinin miktarı ve süresinin diş oklüzal boşluğa itmek için oluşturulmasının gerekli ve yeterli olduğunu ortaya koymaktadır (6, 7, 47, 50).

**2.2.4. Hidrostatik basınç teorisi/vasküler teori:** Bu teori gelişen dişin apikalindeki ekstrasellüler matriksin kapasitesinin önemli ölçüde artmasının dişlerin oklüzal düzleme migrasyonunu kolaylaştırdığı temeline dayanmaktadır (51). Periapikal dokularda meydana gelen hidrostatik basıncın (özellikle damarsal) artmasıyla dişin oklüzale doğru itildiğini iddia etmektedir (42, 46). İnsan çalışmalarında vazodilatörlerin lokal enjeksiyonunu takiben premolarların sürme oranında kısa süreli bir artışa sebep olduğu gösterilmiştir. Bu teoriye karşıt hipotez ise vazodilatörler gibi kısa süreli maruz kalınan farmakolojik maddelerin diş sürmesi için gerekli uzun vadeli fizyolojik aktiviteyi sürdürmede yeterli olmayacağı görüşüdür (51).

**2.2.5. Hücre proliferasyon teorisi:** Hücre proliferasyon teorisine göre pulpa, periodonsiyum ve kemikteki hücrelerin differansiyel çoğalmaları sonucunda oluşan basınca bağlı olarak dişlerin sürdüğü söylenmiştir. En çok kemiğin bazal kısmı ve pulpa dokularının büyüdüğü savunulmaktadır. Dolayısıyla basıncın dişin altından ve içinden geldiği öne sürülmektedir. Pulpanın gelişerek alveol tabanına basınç yaptığı ve bu basınca bağlı dişi ittiği ileri sürülmüştür (46, 52). Ancak pulpa hücrelerinin mitotik aktivitesini azaltan birtakım ilaçların kullanılması ile sürme oranlarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca pulpa kan akımının kesilip nekroza uğratılan dişlerde bile sürmenin devam ettiği bildirilmiştir (52).

**2.2.6. Dental folikül teorisi:** Dental folikül teorisi dişlerin sürme mekanizmasını açıklamada en ilgi çekici teoridir. Primer sürme bozuklukları ile paratiroid hormon reseptörünün birlikteliğini açıklamada kemik remodelasyon teorisi ile en iyi şekilde örtüşür. Dental folikül teorisi; köpeklerde yapılan klasik çalışmalarda dental folikülün çıkarılması ile diş sürmesinin durduğunun görülmesi sonucundan kaynaklanmaktadır (43, 44).

Mark ve Cahill tarafından gerçekleştirilen çalışmalar dental folikülün diş sürme sürecini kontrol ettiğini göstermektedir. Dental folikülün rezorpsiyon olaylarını (folikül üzerindeki kemik yapının ve muhtemelen süt dişi köklerinin rezorpsiyonu) koordine ettiğini ve düzenlediğini bu çalışmalarında rapor etmişlerdir. (53).

Dental folikülde monositlerin, osteoklastlara farklılaşmaları için ortam hazırladığı ve kemotraktan salgıladığı gösterilmiştir. Bu durum normal sürme için kemik rezorpsiyonu sağlar (47). Spesifik olarak dental folikül içerisinde bulunan stellate retikulum hücreleri paratiroid hormonu related peptid (PTHrP) salgılamak üzere bulunurlar. Bu peptid koloni uyarıcı faktör-1 (CSF-1)'in aşırı salgılanmasını indükler ve osteolaklastogenezden sorumlu olan NF-kB ligand reseptör aktivatörü (RANKL)'ı indükler (54, 55). Bu durumla aynı zamanda dental folikülün apikal kısmından osteogenesisize neden olan BMP-2 aşırı ekspresyonu olur (6, 50).

Son dönemde ortaya atılan yeni bir teoride ise diş sürme mekanizması, diş sürme sürecinde dental folikül tarafından oluşturulan korelasyona bağlı olarak apikal kök membranının innervasyonu ile tetiklenen sürme basıncının ve periodontal ligamentin diş sürme hareketlerine uyum yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu

teoride sürme yolunun açık olması, alttan gelen bir kaldırma kuvveti yada basınç ve periodontal membranda adaptasyon şarttır (56).

### **2.3. Süt Dişi Pulpa Histolojisi**

Pulpa, gevşek bir bağ dokusudur ve diğer bağ dokularında olduğu gibi, kan ve lenf damarları, sinir lifleri, kollajen lifler ve hücrelerin içerisinde bulunduğu visköz bir temel maddeden oluşmaktadır (57).

Temel madde esas olarak su, glikoproteinler ve asit mukopolisakkaritlerle birlikte diğer yapısal proteinlerden meydana gelirler. Asit mukopolisakkaritler hyaluronik asidin glikozaminoglikanları ve kondroidin sülfattır. Temel madde enfeksiyonun yayılışını, hücrelerdeki metabolik değişimi, kristal yapının stabilitesini ve çeşitli metabolik maddelerin tesirlerini etkiler. Böylece pulpayı etkileyen biyolojik olaylarda önemli bir rol üstlenmektedir (58).

Süt dişleri ve genç daimi diş pulpaları arasında önemli yapısal farklılıklar yoktur (59).

#### **2.3.1. Pulpanın Tabakaları**

Pulpa dört tabakadan oluşur. Bu tabakalar dıştan içe; odontoblastik tabaka, hücreden fakir tabaka, hücreden zengin tabaka ve pulpa merkezidir.

Odontoblastik tabaka: Pulpanın en dış tabakasıdır ve predentinin hemen altında bulunur. Odontoblast hücre gövdelerinin oluşturduğu tabakadır. Odontoblast hücre gövdeleri bu tabakada yer alırken odontoblast uzantıları dentinin iç kısmına predentin aracılığı ile geçer. Bu tabakada kapiller kan damarları, sinir lifleri ve dentritik hücreler bulunmaktadır (60, 61).

Hücreden fakir tabaka: Odontoblast tabakasının hemen altında, yaklaşık 40µm genişliğindeki dar bir bölgede hücreden nispeten yoksun tabakadır. İçerisinde kapiller damarlar, miyelinsiz sinir lifleri ve fibroblastların ince sitoplazmik uzantıları bulunur. Pulpanın fonksiyonuna bağlı olarak genişliği değişmekle birlikte, genç-aktif ve reperatif dentin yapımı görülen yaşlı pulpalarda belirgin olmadığı ifade edilmektedir (60-62).

Hücreden zengin tabaka: Fibroblastların yoğunlukta olduğu bu tabakada farklılaşmamış mezenşimal hücreler, makrofajlar, dentritik hücreler (antijen sunucu

hücreler), lenfositler ve kök hücresi yer almaktadır. Hücreden zengin tabakanın kron pulpasında kök pulpasına oranla daha belirgin olduğu, hasara uğramış odontoblast hücrelerinin yerine yenilerinin yapımından sorumlu olduğu belirtilmektedir. Sürme sırasında pulpanın merkezinde bulunan hücrelerin perifere hareket etmesi sonucu olduğu öne sürülmüştür (60, 61, 63).

Pulpa merkezi: Pulpanın merkezinde gevşek bağ dokusundan oluşan bu tabakada büyük kan damarları ile sinirler bulunmaktadır. Farklılaşmamış mezenşimal hücreler ve makrofajlar bu alanın çevresinde yer almaktadır (58, 60, 61).

### **2.3.2. Pulpanın Hücreleri**

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. Olgun kron pulpasında genellikle silindir şeklinde iken kök pulpasının orta üçlüsünde daha çok kübik şekilde görülürler. Kökte krona oranla birim alanda daha az tübül bulunması ve odontoblast hücrelerinin daha geniş alana yayılabilmesi nedeniyle apikal foramene doğru giderek yassılaşırlar (64). Post-mitotik hücreler olan odontoblastlar yüksek derecede differansiyasyon gösterirler. Bu hücreler dentinin içerdiği kollajen ve proteoglikanların yanı sıra kollajenöz olmayan çeşitli proteinleri de sentezleyebilmektedirler (58, 60, 61).

Fibroblastlar: Pulpada en fazla bulunan hücrelerdir. Fibroblastlar pulpanın her tarafına dağılmış olmasına rağmen, en çok hücreden zengin tabaka içinde yer almaktadır. Pulpada bir çok fibroblast nispeten farklılaşmamıştır. Uygun sinyal verildiği takdirde odontoblast benzeri hücrelere differansiye olabilirler. Fibroblastlar tip I ve tip III kollajenin yanısıra proteoglikanları, glikozaminoglikanları ve fibronektini sentezler. Kollajeni fagosite etme ve sindirebilme özellikleri bulunduğu için pulpanın kollajen döngüsünden sorumlu hücreler olarak görev yapmaktadırlar (60, 61).

Kök rezorpsiyonu başlamamış olgun süt dişi pulpasındaki fibroblastların sürekli diştekine benzer yapıda oldukları fakat fizyolojik kök rezorpsiyonu ile birlikte fibroblastlarda sitoplazmik değişikliklerin ortaya çıktığı ve hücre iskeletinin modifiye olduğu görülmektedir (37).

Farklılaşmamış Mezenşimal Hücreler: Hücreden zengin tabakaya ve pulpa merkezine dağılmış olarak bulunmakta ve genellikle perivasküler alanda yer almaktadırlar (60). Farklılaşmamış mezenşimal hücreler, hücre farklılaşması için uygun uyarı aldıkları zaman terminal differansiyasyonlarını geçirerek fibroblastlara veya odontoblastlara dönüşebilirler. İnflamatuar olaylar sırasında makrofaj veya osteo/odontoklastlara da farklılaşabilmektedir. Yaşlı pulpalarda sayılarının azalmasına bağlı olarak pulpanın tamir yeteneğinin de azalacağı tahmin edilir (60, 61, 65).

Makrofajlar: Damarlardan çıkarak doku içerisine giren farklılaşmış monositlerdir ve çeşitli alt popülasyonlara farklılaşırlar. Çoğu kan damarlarının yakınında bulunur ve önemli bir alt popülasyonu endositoz ve fagositozda aktif rol oynamaktadırlar. Damar dışına çıkan kırmızı kan hücrelerini, ölü hücreleri ve dokulardan gelen yabancı hücreleri fagositik aktivitesiyle bir tarayıcı gibi işlev görerek ortadan kaldırmakta ve içlerine aldıkları materyalleri lizozomal enzimlerin etkisiyle yok etmektedirler (61).

Dendritik hücreler: İmmün sistemin yardımcı hücreleridir ve antijen sunucu hücreler olarak bilinirler (61). Öncelikle lenfoid dokularda bulunur ancak pulpa dahil olmak üzere tüm bağ dokularına dağılmışlardır. Bu hücreler dendritik stoplazmik uzantıları ve hücre membranı üzerinde MHC sınıf II molekülü bulundururlar ve bu moleküller sayesinde CD4+ T lenfositlere antijenleri sunarlar. Dendritik hücrelerin bir kısmı pulpa merkezinde olmak üzere bir kısmı da odontoblast tabakasına yakın kısımlarda bulunurlar ve sitoplazmik uzantılarının dentin tübüllerinin içine girdiği görülür (66). Pulpada tamir ve immün sistemin savunma reaksiyonlarında rol oynadıklarından sayıları inflamasyon sırasında artar (65).

Lenfositler: T-lenfositleri pulpanın temel ve normal hücreleri olarak kabul edilmektedir. T-lenfositler, makrofajlar ve dendritik hücrelerin varlığı pulpanın immün cevabı başlatmak için gerekli olan hücre donanımına sahip olduğunu göstermektedir. T lenfositlerin aksine B lenfositler sağlıklı pulpada ender görülmektedir. (66, 67).

Mast hücreleri: Mast hücreleri bağ dokusu içerisinde özellikle kan damarları ile ilişkili olarak küçük gruplar halinde bulunurlar. Bu hücreler kronik inflamasyonlu pulpa dokusunda bulunmasına rağmen normal pulpa dokusunda seyrek olarak

bulunur. Mast hücreleri inflamasyondaki rolleri nedeniyle oldukça önemli hücrelerdir. Bu hücreler birçok biyoaktif maddeler de dahil olmak üzere histamin, lökotrienler ve platelet aktive edici faktör gibi inflamatuvar reaksiyonda önemli olan mediatörler içerir ve IgE aracılı hipersensitivite reaksiyonlarında rol alır (61, 67).

Kök rezorpsiyonu başlamamış süt dişleri ile genç sürekli dişlerin pulpası arasında histolojik özellikler bakımından fark olmadığı konusunda fikir birliği olmasına rağmen, fizyolojik kök rezorpsiyonunun başlamasından itibaren dişin düşmesine kadar olan sürede süt dişi pulpasının normal durumunu koruyup korumadığı konusunda araştırmacılar arasında görüş ayrılığı vardır (37, 59, 62, 68, 69).

Birçok araştırmacı süt dişi pulpa dokusunun fizyolojik kök rezorpsiyonun başlangıcından ilerlemiş dönemlerine kadar genç daimi diş pulpa dokusuyla benzer özelliklere sahip olduğunu, normal konumunu koruduğunu ve kök rezorpsiyon olayına katılmadığını bildirmektedir (20, 59, 68, 70).

Fizyolojik kök rezorpsiyonu ile birlikte süt dişlerin yaşlanma dönemine girdiğini ve süt dişi pulpasında kök rezorpsiyonun derecesine göre morfolojik, histolojik ve biyokimyasal değişikliklerin ortaya çıktığını savunan araştırmacılar da vardır (10, 16, 37, 68).

Süt dişlerinin fizyolojik kök rezorpsiyonu sırasındaki hücrel aktivitelerinin değerlendirildiği bir araştırmada, diş sert ve yumuşak dokularının rezorpsiyonunda odontoklastların ana rolü oynadığı bunun yanı sıra mezenşimal hücrelerin, fibroblastların, sementoblastların ve mononükleer fagositlerin de (makrofajların) önemli roller üstlendiği tespit edilmiştir (79). Bununla birlikte, bu hücrelerin rezorpsiyondaki fonksiyonel rolleri hala tam olarak anlaşılamamıştır (8, 80).

#### **2.4. Süt Dişi Fizyolojik Kök Rezorpsiyonu**

Rezorpsiyon terimi sert dokuların yıkımını ve yıkılan maddelerin, hücrel elemanlar tarafından ortadan kaldırılmasına dayanan dinamik bir olayı tanımlamaktadır (38). Daimi dişin sürmesi sırasında, sürme yolunun oluşturulması için süren dişin koronal kısmında bulunan kemikte, süt dişi köklerinde ve periodontal ligament gibi destek dokularda rezorpsiyon oluşmaktadır (8, 14, 15).

Odontoklastlar esas olarak diş, osteoklastlar ise kemik rezorpsiyonundan sorumlu hücrelerdir (10). Osteoklast benzeri hücre olarak tanımlanabilen odontoklastlar süt dişi fizyolojik kök rezorpsiyonu sürecinde diş sert dokularının rezorpsiyonunda ana hücre olarak rol almaktadır (4, 8, 10, 11).

Süt dişi düşme sürecinde, kemik ve diş sert dokularının rezorpsiyonu yüksek oranda çok çekirdekli yıkım hücreleri ve daha az oranda tek çekirdekli yıkım hücreleri tarafından gerçekleştirilmektedir (71). Kemik yıkımından sorumlu olan osteoklastların aktivasyonunda ve sayılarının artırılmasında paratiroid hormon rol oynarken, bu hücrelerin hareketliliğinin azaltılıp rezorpsiyonun inhibe edilmesinde kalsitonin büyük rol oynamaktadır (4, 8). Yıkım hücreleri, makrofaj ve monositler ile etkileşim halinde bulunmaktadır. Rezorpsiyon sürecindeki biyolojik olaylar sitokinler, enzimler ve hormonlar tarafından düzenlenmektedir (72).

Süt dişi fizyolojik kök rezorpsiyonunda inorganik ve organik matriksin yıkımı gerçekleşmektedir. Organik matriks yıkımı kollajenaz, proteaz ve hyaluronidaz enzimleri, inorganik matriksin yıkımı ise odontoklastlar ve lizozomal enzimler tarafından gerçekleşmektedir. Bu olay ya aynı anda olmakta ya da önce organik matriksin yıkımı gerçekleşmekte ve ardından inorganik matriksin demineralizasyonu meydana gelmektedir. Fizyolojik kök rezorpsiyonu devamlı bir olay değildir ve semente benzer bir dokunun rezorpsiyon alanlarında biriktiği bir tamir süreci ile devam etmektedir (2, 4, 10, 15, 73). Fizyolojik kök rezorpsiyonu sırasında rezorpsiyon alanındaki dentin yüzeyinde biriken sementoid ve/veya sement benzeri yapının aktif odontoklastlara komşu aktif sementoblastlarca üretildiği ve bu hücrelerin rezorpsiyon alanındaki dentin yüzeyinin yeniden şekillenmesinde görev aldıkları bildirilmektedir (2, 73).

Fizyolojik bir olay olan süt dişi kök rezorpsiyon sürecinde, daimi dişin sürme basıncı, endokrin bezlerin aktivitesi ve rezorpsiyon alanının damarlanma derecesi gibi birçok faktör rol oynamaktadır (4, 14, 15, 17, 18). Rezorpsiyondan sorumlu olan yıkım hücrelerinin aktivitesi için en önemli uyarının süt dişinin altında bulunan daimi dişin gelişimi ve dişin sürmesinden kaynaklanan iç basınçlar olduğu öne sürülmektedir (10, 14, 15, 18). Ancak altında daimi diş germi bulunmayan süt dişlerinde de, gecikmeli de olsa kök rezorpsiyonunun gözlenmekte olduğu da ifade edilmektedir (18-20).



Bu faktörlerin yanısıra organizmanın genel gelişimi, çiğneme kuvvetlerinin artışı ile süt dişlerinin morfolojik yapısı arasındaki artan ters orantı, süt dişlerini etkileyen aşırı okluzal kuvvetler, süt dişi ve periodontal dokularda inflamasyona yol açan patolojik olaylar süt dişi kök rezorpsiyonunda rol oynayabilmektedir (4, 10, 11, 14, 15, 18).

Süren daimi dişin basıncının rezorpsiyonun belirlenmesinde yardımcı rol oynadığına inanılmaktadır (74). Bu sürecin gerçekleşmesi için daimi diş varlığı ön koşul değildir. Altında daimi diş germi olmayan süt dişlerinin rezorsiyon süreçleri normalden daha geç olabilir (18, 20).

#### **2.4.1. Süt Dişi Kök Rezorpsiyonunu Etkileyen Biyolojik Mekanizmalar**

Süt dişlerinin dökülmesine yol açan kök rezorpsiyonu, altlarında gelişmekte olan daimi dişlerin ağız boşluğuna sürmesiyle sonuçlanan fizyolojik bir olgudur (10). Ağızın sağ ve solundaki süt dişlerinin dökülme zamanı ve daimi dişlerin düşen dişlerin yerini almasındaki tutarlılık ve simetri gerçekten çok etkileyicidir ve bu olaylar promlanmış olaylar dizisi olarak düşünülmektedir (20).

Bu süreci etkileyen faktörlere ilişkin pek çok teori ileri sürülmüş olsa da hiçbiri sebep ve sonuç ilişkisini açık bir şekilde ortaya koyamamıştır. Sürmekte olan daimi dişin sebep olduğu basınç, mekanik okluzal travma, organizmanın genel gelişimi ve iltihabi süreçlerin tümü bu süreçteki rolleri açısından değerlendirilmiştir (18).

##### **2.4.1.1. Sürmekte Olan Daimi Dişin Basıncı**

Sürme hareketlerinin meydana gelebilmesi için iki faktör vardır. Birincisi, dişi sürme yolunda hareket ettirecek kuvvet, ikincisi ise kemik yapının ve süt dişlerinin köklerinin sürme yolundan kaldırılmasıdır. Gerekli olan kuvvetin, sürecekte olan dişin apeksindeki hücrel proliferasyon tarafından oluştuğu bildirilmiştir. Ancak sürme hareketi başladıktan sonra apeksin kesilmesinin sürmeyi durdurmadığı görülmüştür. Periodontal ligamentteki hücrel aktivite veya değişken kan akımı sürmede etkili olabilir fakat henüz bu konuda kesin bir yargıya varılamamıştır (75).

Sürmekte olan daimi dişin basıncının rezorpsiyonun belirlenmesinde yardımcı rol oynadığına inanılmaktadır. Genel olarak daimi diş tarafından oluşturulan basıncın

odontoklast farklılaşmasını ve aktivasyonunu etkileyen önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Ancak bugüne kadar açık bir neden-sonuç ilişkisi kurulamadığı bildirilmiştir (74). Bununla birlikte bu sürecin gerçekleşmesi için daimi dişin varlığı ön koşul değildir. Altında daimi diş germi olmayan süt dişlerinin kök rezorpsiyon süreçleri normalden geç de olsa kökler nihayetinde rezorbe olmaktadır. Bu durum süt dişi altındaki daimi dişlerin rezorpsiyon sürecinde direkt bir etkileri olmadığını göstermekle birlikte daimi dişin sürme hareketi süt dişi rezorpsiyonunun doğrultusunun saptanmasında en önemli rolü oynamaktadır (18, 74).

Mark ve Cahill tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda kalıcı dişin kendisinin kontrolünden ziyade dental folikülün diş sürme sürecini kontrol ettiğini bildirmişlerdir. Hayvan deneylerinde gelişmekte olan diş kronları çıkarılarak dişlerin yerine inert materyaller olan silikon ve metal kopyalar dental folikülün içine yerleştirilmiştir. Bu materyallerin başarılı bir şekilde ağız ortamına sürdüğü gösterilmiştir. Dental folikülün rezorpsiyon olaylarını (folikül üzerindeki kemik yapının ve muhtemelen süt dişi köklerinin rezorpsiyonu) koordine ettiği ve düzenlediği bu çalışmalarla rapor edilmiştir (53).

Köpek yavrularında yapılan histolojik ve radyolojik bir çalışmada daimi premolar dişin sürme hareketi paslanmaz çelik teller kullanılarak engelleniyor olsa bile süt dişi kök rezorpsiyonu ve süren dişin üstündeki kemiğin rezorpsiyonu sorunsuz bir şekilde meydana gelmiştir. Bu durum diş sürme yolunun oluşması için süren dişin doğrudan ve sürekli olarak kemik üzerinde bir basınç yapmasına bağlı olduğunu göstermektedir (76).

#### **2.4.1.2. Endokrin Fonksiyonların veya Beslenmenin Rolü**

Daimi dişlerin sürme süreci endokrin bezlerin fonksiyonu (hipofiz, timus, tiroid bezleri), yetersiz beslenme (kalsiyum ve magnezyum eksikliği), vitamin eksikliği (A, C ve D vitamini eksikliği) gibi faktörlerden etkilenmektedir ve bu sebeple bu faktörlerin süt dişi kökünün rezorpsiyon süreci üzerinde dolaylı etkileri vardır (18, 77).

Hipotiroidizm, hipofizyal cücelik ve kronik beslenme yetersizliği durumları, muhtemelen daimi dişin sürmesinde engelleme yarattıklarından süt dişinin düşmesini geciktirebildiği bildirilmiştir (20, 78).

Bazı yazarlar süt dişlerinin rezorpsiyon gelişimini endokrin bezlerin aktivitesine, süren daimi dişin basıncına, sinir sisteminin regülasyonuna ve rezorpsiyon alanının vaskülarizasyonuna bağlamıştır (18).

#### **2.4.2. Süt Dişi Kök Rezorpsiyonlarının Meydana Geliş Şekilleri**

Kök rezorpsiyonun histolojik kesitlerde incelendiği çalışmalarda, kökün apikalindeki dentin yüzeyinde devamlı bir katman halinde veya süt molarlarda kökler arası bölgede bulunan odontoklastların aktivitesiyle oluştuğu bildirilmiştir (10, 11, 73, 79, 80, 81).

Süt dişlerinin kök rezorpsiyonları daimi dişin süt dişinin köküne en yakın olduğu yerden başlar. Örneğin anterior dişlerde daimi dişler süt dişi köklerinin apikal üçte birlik kısmının lingualinde bulunur. Daimi dişin sürme kuvveti labiale ve insizale doğrudur ve bu kuvvet süt dişi köklerinin apikal üçte birlik kısmının lingual yüzeylerinde rezorpsiyona neden olur. Labial yüzey de rezorbe olduğunda daimi diş süt dişi kökünün altındadır. Bundan sonra, rezorpsiyon insizal yöne doğru horizontal olarak devam eder. Süreç sonunda süt dişi düşer ve daimi diş ağız boşluğuna sürer. Bazı durumlarda, daimi alt kesiciler sürme sırasında labiale doğru yeterince hareket edemeyebilirler. Bu durumda süt kesicilerin köklerinde eksik veya gecikmiş rezorpsiyon görülebilir ve daimi dişler süt dişlerinin lingualinden ağız ortamına sürebilir. Süt molar bölgede gelişmekte olan daimi dişler de başlangıçta üstlerindeki süt dişlerinin lingualinde bulunurlar. Büyüme devam ettikçe, gelişmekte olan daimi diş, süt dişlerinin diverjen kökleri altında hareket eder. Folikülün pozisyonu ve boyutları kök rezorpsiyon paternini etkiler. Süt dişi köklerinin bir veya daha fazla köklerinde herhangi bir anda %36 oranında eşit olmayan rezorpsiyon paterni göstermektedir. Alt süt ikinci molarların kökleri oldukça kavisli ve diverjendir; kökler arası mesafe altındaki folikülün büyüklüğünden daha büyüktür. Daimi diş folikülünün konumuna bağlı olarak kökleri üzerinde eşit olmayan etkiler uygulanabilir. Tüm alt ikinci molar dişlerin üçte birinden fazlasının kök rezorpsiyonu eşit olmayan rezorpsiyon modeli gösterir. Maksillada süt molarların yüksek diverjen olan palatal kökünün arkasında başlayan bir rezorpsiyon süreci görülür. Maksiller süt ikinci molarların %56'sında palatal kök diğer köklere göre daha az rezorpsiyon gösterir. Eşit olmayan kök rezorpsiyon insidansı alt süt birinci molar dişlerde daha

düşüktür ve bu durumun nedeni kökler arası mesafe ile alttan sürececek olan daimi dişin kron büyüklüğü arasındaki küçük farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmiştir (20, 36).

Daimi diş folikülünün etrafındaki kemik tavanının iç tarafındaki rezorpsiyona, tavanın dış duvarında apozisyonla cevap verilmektedir. Daimi dişin etrafındaki kemik dişin sürme hareketine ayak uydurmak için osteoklast ve osteoblastlar tarafından devamlı bir remodelinge uğrar. Rezorpsiyonun hızı apozisyonun fazla olduğunda, süt ve daimi dişler arasındaki kemik bölme gittikçe incelmekte ve ortadan kalkmaktadır. Kemiğin ortadan kalkması ile yerini granülasyon dokusu almaktadır. Böylece daimi dişin kronu, süt dişinin kökü ile ilişkiye geçmektedir. Süt dişi kökünün fizyolojik rezorpsiyonunun tam olarak bu evrede başladığı bildirilmiştir (36, 38).

### **2.4.3. Süt Dişlerindeki Kök Rezorpsiyon Süreçleri**

Süt dişlerinde kök rezorpsiyon süreci üç evrede incelenmektedir.

**2.4.3.1. Aktif Kök Rezorpsiyonu:** Bu dönemin en belirgin özelliği rezorpsiyon alanında çeşitli konfigürasyonlarda birçok dev odontoklast bulunmasıdır (79). Aktif kök rezorpsiyonu aşamasında rezorbe olan dentin yüzeyleri çeşitli derinlik ve konfigürasyonlarda rezorpsiyon lakünleri içermektedir. Lakünler çoğunlukla odontoklastlar tarafından oluşturulmuştur ve bir kısmı da sementoblast benzeri hücrelerle kaplanmıştır. Kök rezorpsiyon boşluklarında odontoklastların yanı sıra mezenşimal hücrelerin, nötrofillerin, fibroblastların, sementoblastların ve makrofajların da önemli roller üstlendiği tespit edilmiştir (73). Bu lakünlerin çevresinde demineralize alanlar bulunur. Odontoklastlar tarafından gerçekleştirilen ekstrasellüler matriks demineralizasyonunu, apatit kristallerinin serbest hale geçmesi izlemektedir. Bu bölgede, organik matriksin tamamen yıkıldığı görülmektedir. Bu durumun dentinin organik ve inorganik kısımlarının aynı zamanda yıkıldığını kanıtladığı söylenmiştir (4, 36, 73).

**2.4.3.2. Dinlenme Evresi:** Kök rezorpsiyonunun dinlenme evresinde nispeten yumuşak dentin yüzeyinin büyük bir kısmı kemiği kaplayan hücreleri andıran

sementoblastlar ile kaplıdır. Bu sementoblastlar aktif sementoblastlar değildir. Bu evrede kısmen de olsa makrofajlar olabilir ancak aktif odontoklastlar bu evrede yoktur. Kollajen fiberler ve fibroblastlar da yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Odontoklastların ortadan kalkmasını takiben diğer genç odontoklastlar hemen belirmemektedir. Bazen bu sementoblastik astar hücreleri rezorbe dentin yüzeyine bakan yüzeylerde küçük berrak bölgeye benzeyen bir yapı oluşturur. Rezorpsiyon olayının durduğu ve ortamda odontoklastların bulunmadığı bu ara dönemde, bu yapı rezorpsiyon sırasında açığa çıkan küçük dentin partiküllerinin derin membran invajinasyonları aracılığıyla daha derin bölgelere emilmesini sağlar. Emilen küçük dentin partikülleri dentin kanallarını tıkamaktadırlar. Böylece pulpa dokusunun dış etkenlerden korunmuş olduğu belirtilmiştir (73, 79).

**2.4.3.3. Tamir Evresi:** Hüresel sement oluşumu ile karakterize kök tamirinin gözlemlendiği evrede sementoblastlar rezorbe dentin yüzeyinde presement ve/veya sement matriksi üretirler (73). Biriken sement bant şeklinde olup tek tabakaya sahiptir. Bu tabaka nipten homojen bir yapıya sahiptir. İçerisinde bol mikrolifler ve ince taneli malzemeler, granüler malzeme ve kollajen fibriller vardır. Biriken sement yapısı orijinal süt dişi sement yapısından ve daimi diş sementinden çok farklı bir yapıya sahiptir (2).

Bu verilerden süt dişi kök rezorpsiyonunun sürekli olmayıp dinlenme periyotlarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dinlenme periyotları rezorbe kök yüzeyinde bazen sement birikimi göstermektedir. Rezorpsiyon ilerlerken bir taraftan da onarım gerçekleşmektedir. Bu iki süreç arka arkaya değil aynı zamanda meydana gelmektedir. İki süreç beraber devam etmesine rağmen rezorpsiyon süreci tamir sürecine baskındır ve böylece sürecin rezorpsiyon yönünde ilerlediği bildirilmiştir (2, 82).

Bazı yazarlara göre eksfoliye olmaya yakın süt dişlerinde pulpa odasında ve koronal dentinde rezorpsiyon süreci söz konusudur ve bu durum dördüncü bir evre olarak kabul edilmektedir. Histolojik kriterlere göre eksfoliye olmaya yakın bir süt dişi pulpa odasında 4 evre görülmektedir. Rezorpsiyon öncesi evrede pulpa odasının duvarları odontoblast tabakası ile kaplıdır ve çok çekirdekli odontoklastlar pulpa odasında bulunmamaktadırlar. Erken rezorpsiyon evresinde çok çekirdekli

odontoklastlar pulpa odası duvarında bulunmaktadır. Fakat pulpa odasının geri kalan yüzeyi odontoblast tabakası ile kaplıdır. Geç rezorpsiyon evresinde odontoblast tabakası kalkmıştır ve pulpa odasının tüm yüzeyi çok çekirdekli odontoklastlar ile çevrilidir (16). Final rezorpsiyon evresinde, pulpa odasının rezorbe dentin yüzeyinin kısmen veya tamamen sement benzeri doku ile tamir edilebildiği belirtilmiştir (83).

Kök rezorpsiyonu tamamlanan süt dişi, alttaki daimi dişin itmesi ve çiğneme baskısı ile aşırı sallanmaya başlar ve kısa bir süre sonra dökülür (36, 38, 84). Düşen süt dişinin yerinde spontan olarak bir fizyolojik yara meydana gelir. İnsan süt dişi doğal olarak döküldüğünde dişetinde çok az bir kanama görülür ve bu alandaki iyileşmenin, diş çekiminden sonraki iyileşmeden daha hızlı olduğu bildirilmiştir (84).

### **2.5. Daimi Dişlerin Sürme Zamanı ve Sırasını Etkileyen Faktörler**

Birtakım biyolojik ve çevresel faktörlerin daimi dişlerin sürme zamanı ve sırasını etkilediği kabul edilmiştir. Biyolojik faktörler edinsel olmayan ve genetik olarak belirlenen biyolojik çeşitlilikle ilgilidir. Bu faktörler bireyler arasındaki cinsiyet farkı, etnik farklılık, kraniyofasiyal büyüme ve kraniyofasiyal morfolojidir. Çevresel faktörler ise edinsel ve genetik olarak belirlenemeyen faktörlerdir. Dişlerin sürme zamanı ve sırasını etkileyebilecek bazı çevresel faktörlere örnek olarak; flor alımı, çürükler, süt dişinin vaktinden önce çekilmesi, vücut yapısı ve beslenme söylenebilir (85).

Diş sürmesini etkileyen faktörler genel ve lokal faktörler olarak incelenmektedir. Genel faktörler, bazı sistemik hastalıkları ve sendromları içermektedir. Kleidokranial displazi, Osteoporoz, Hutchinson-Gilford Progeria sendromu, Gardner sendromu ve endokrinopatiler bu durumlara örnek olarak verilebilir. Lokal faktörlere örnek olarak süt dişinin retansiyonu, süt ve daimi dişlerin ankilozu, dental arklardaki yer darlığı, mukoza bariyeri, radyasyon hasarı ve yoğun kemik, daimi diş kronu ile alveoler kret arasında yerleşmiş bir odontoma veya sürnumere diş ve sürme kisti gibi durumlar örnek verilebilir (6, 47, 75, 86, 87).

### **2.6. Dental Tomografi**

X-ışınları 1895 yılında Alman fizikçi Wilhelm Conrad Roentgen tarafından keşfedildi (88, 89). Keşif sonrası ilk dental radyografin, iki hafta sonra Alman diş

hekimî Otto Walkof tarafından kendi ağızına yerleştirdiği cam fotografik plakların 25 dakika ışınlanmasıyla elde edildiği bildirilmiştir (89, 90).

X-ışınlarının keşfinden günümüze kadar geleneksel radyografinin yanında görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler radyolojinin önemini daha da artırmıştır (88).

Periapikal radyografi ve panoramik radyografi yıllardır diş hekimleri tarafından kullanılmaktadır. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme gibi modern görüntüleme yöntemleri ise son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle beraber kullanılır hale gelmiştir. Modern görüntüleme yöntemleri rutin kullanımda olmamalarına rağmen oral kavitedeki patolojilerin teşhis ve değerlendirilmesinde klinisyene çok yardımcı olmaktadır. Diş hekimliği alanında özellikle son yirmi yılda kullanımını artan dental radyografik görüntülerin hastaların klinik olarak değerlendirilmesinde, teşhiste, anamnez ve fiziki muayeneyi tamamlayan önemli bir yardımcı yöntem olduğu bilinmektedir (91, 92).

Panoramik radyografinin 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanması ile tek bir filmde çenelerin ve maksillofasiyal yapıların görüntülenmesi mümkün hale gelmiştir. Maksillofasiyal bölgenin intraoral ve ekstraoral radyografilerle elde edilen iki boyutlu görüntüleri magnifikasyon, distorsiyon ve süperimpozisyon gibi istenmeyen özelliklere sahiptir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için üç boyutlu görüntüleme yöntemleri geliştirilmeye başlanmıştır (92, 93).

Geleneksel X-ışınları görüntüleme yöntemleri ile bilgisayar teknolojisi 1963 yılında Cormack tarafından teorize edilmiştir. 1967 yılında Hounsfield tarafından ilk uygulamaları gerçekteştirilmiş ve bilgisayar destekli tomografi geliştirilmeye başlanmıştır. Radyolojide çığır açan BT 1979 yılında Hounsfield ve Cormack'a Nobel Tıp ve Fizyoloji Ödülünü kazandırmıştır (114).

### **2.6.1. KIBT'ın İlkeleri**

KIBT yeni bir teknoloji olarak ilk kez 1982'de anjiyografi için geliştirilmiştir ve daha sonra maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesi için kullanılmıştır. (94) Literatürde ilk kez 1990'lı yıllarda Mozzo (95) ve Arai (96) tarafından bildirilen konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (cone-beam computerize tomografi) diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılabilir hale gelmiştir. 1997 yılında Arai ve arkadaşları

dental uygulamalar için mevcut geleneksel görüntüleme cihazını konik ışın teknolojisi ile modifiye ederek yeni bir prototip geliştirmiştir. Bu cihaza panoramik bir makineye benzer dönen bir X-ışın kaynağı adapte edilmiştir. X-ışın kaynağı hastanın başı etrafında bir tam tur dönerek veriler elde etmektedir. Veriler bir bilgisayar ortamına aktarılarak görüntüler oluşturulmaktadır (96, 97).

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi cihazı voksel (**volume + pixel**) olarak bilinen küçük izotropik küboid şekilli yapıların üç boyutlu bir kümesini oluşturarak görüntünün çözünürlüğünü belirler. Voksel boyutu küçüldükçe birim alandaki küp sayısı artar böylece görüntünün çözünürlüğü ve netliği de artmış olur (93, 98, 99). Vokselin boyutu 0.125 ile 0.4 mm değer aralığında ayarlanabilir. Vokselin boyutu küçüldükçe ışınlama süresi ve maruz kalınan radyasyon miktarı artmaktadır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılıp düzenlenerek aksiyel, koronal ve sagittal yönlerde iki ve üç boyutlu görüntüler elde edilmektedir (91-93, 100, 101).

Bu görüntüleme tekniği dental volumetrik tomografi, konik ışın volumetrik tomografi, bilgisayarlı dental tomografi ve konik ışın görüntüleme gibi çeşitli terimler ile ifade edilmiştir. En çok tercih edilen ve literatürde sık kullanılan terim ise KIBT olmuştur. KIBT'in en önemli özelliği çevresel dönen ışın kaynağı ile oluşturulan verilerden kesitsel ve üç boyutlu görüntülerin oluşturulabilmesidir (91-94, 101, 102).

KIBT özelliğindeki cihazlar çizgisel algılayıcılara sahip standart BT cihazlarından farklı olarak iki boyutlu dijital algılayıcılara sahiptir. Bu iki boyutlu dijital algılayıcılar, dairesel bir düzende üç boyutlu konik şekilli X-ışınları ile birleştirilmektedir. Işınlama sınırlandırılmış bölgenin tamamını kapsamaktadır. Cihazın hasta etrafında sadece bir tam dönüşü ile üç boyutlu görüntü düzenlenmesinde kullanılacak veriler elde edilebilmektedir (91, 93).

KIBT cihazlarında hastanın başı çevresinde karşılıklı bulunan ve eş zamanlı olarak dönebilen X-ışını kaynağı ve yüzey algılayıcısı bulunmaktadır. Dönüş esnasında belirli aralıklarla ışınlamalar yapılır ve böylece görüntüler elde edilir. Bu görüntüler lateral sefalometrik radyografi görüntüleri ile benzer görüntülerdir. Elde edilen görüntülerin tamamı izdüşüm verileridir. Bu veriler gelişmiş yazılım programları tarafından farklı (aksiyel, sagittal ve koronal) düzlemlerde yapılandırma ve şekillendirme işlemlerinin yapılacağı üç boyutlu görüntüler haline getirilir (101).



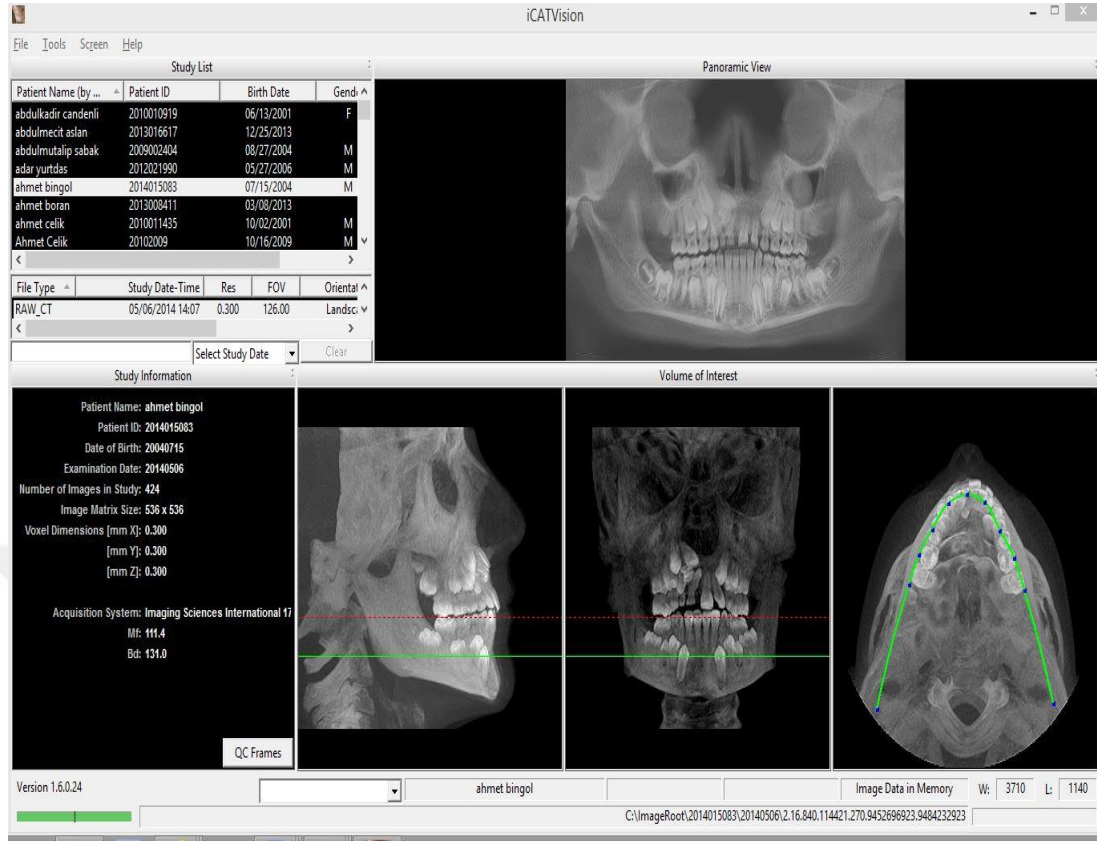
KIBT cihazlarının kullanımında, hastaya uygun en düşük dozun verilmesi prensibi olan ALARA ilkesine (As Low As Reasonably Achived); uyulması gereklidir. Bu durum teşhis ve tedavi için gerekli bölgenin sınırlandırılması ve uygun voksel boyutu ile sağlanabilmektedir (92, 103).

KIBT cihazları ile özelliklerine bağlı olarak çeşitli pozisyonlarda (oturma, ayakta durma ve yatar pozisyonundayken) görüntüler elde edilebilir. Genellikle oturmalı cihazlar tercih edilmektedir. Ancak başın sabit durması hasta pozisyonundan daha önemli bir kriter olarak kabul edildiğinden dolayı görüntü alınırken başın hareket etmesi durumunda görüntü kalitesi önemli ölçüde bozulmaktadır (101, 104).

KIBT cihazlarındaki ışınlama süresi harekete bağlı artefaktların oluşmasını azaltmak için mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Günümüzde KIBT cihazlarının ışınlama süresi 9–70 saniye arasında değişmektedir (92, 93).

### **2.6.2. KIBT’ ta Görüntünün İzlenmesi**

KIBT cihazlarının amacı, hacimsel verilerin üç boyutlu birimler halindeki yapılarının üç düzlemde (sagittal, aksiyel, koronal) doğal çözünürlükte, istenilen incelik ve kalınlıkta klinisyene görüntü sağlamaktır. Ayrıca KIBT’ ta hacimsel veriler, dikey olmayan düzlemlerde de izlenebilir. Görüntülerin dikey olmayan düzlemlerde izlenmesi multiplanar düzlem (çok düzlemler) görüntüsü olarak adlandırılmaktadır. Verilerin en yaygın görüntülenme yolu multiplanar düzlem görüntüleri ile sağlanmaktadır. Sagittal veya koronal düzlemlerde iyi görüntülenemeyen bazı anatomik yapıların izlenmesinde multiplanar düzlem (çok düzlemler) görüntüleri faydalı olmaktadır. Multiplanar düzlem görüntüleri maksillofasiyal bölgenin anatomik yapısının izlenmesini sağlayan oblik, panoramik ve cross sectional (çapraz) kesitlerini içermektedir (93). ( Resim 1)



**Resim 1:** KIBT'in bilgisayar ana ekran görüntüsü

### 2.6.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazlarının Çalışma Prensibi

KIBT tekniğinde dairesel veya dikdörtgen konik biçimli X-ışın demeti kullanılmaktadır. Hasta etrafında 360° dönen bir X-ışın sensörü ve bu sensörün merkezinden çıkan X-ışın demeti ile mevcut anatomik yapı taranmaktadır. Tarama sırasında sensörün her 1° derece dönüşü için 1 adet olmak üzere, seri olarak toplam 360 adet projeksiyon elde edilir. Bu projeksiyonların oluşturduğu dijital veriler, bilgisayar işletim sistemleri yardımıyla yeniden yapılandırılarak çok düzlemler kesitler oluşturulur (96, 97).

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatındaki veri setleri hastanın üç boyutlu (aksiyel, koronal, sagittal) görüntüsünün oluşturulmasına imkan sağlamaktadır. Ayrıca bu format sayesinde elde edilen bilgiler depolanıp yazdırılabilmekte, yönetilebilmekte, görüntüler üzerinden bire bir gerçek boyutlarda ölçümler ve yoğunluk ölçümleri yapılabilmektedir (26, 105, 112).

Diş hekimliğinde KIBT görüntüleme yönteminin kullanım alanlarının artması ve geleneksel radyografilere göre teşhis ve tedavi rehberliğinde çok daha verimli olmasından dolayı bu cihazları üreten firmalar hızla artmaktadır (92).

#### **2.6.4. KIBT’ın Klinik Kullanım Alanları**

Konik ışın ışınlanması medikal BT'lere oranla çok daha düşük radyasyon salınım dozuna sahip olmasına rağmen, diğer dental radyografik görüntüleme yöntemlerinden daha yüksek oranda radyasyon salınımına neden olmaktadır (106). Hastanın tedavisine yeni bir bilgi katacak ise çekilmesi gerektiği ve rutin olarak kullanılmasının kabul edilemez olduğu unutulmamalıdır.

Günümüzde KIBT en çok maksillofasiyal bölgedeki patolojilerin tanısında, implant cerrahisinde, ortodontik analiz amacıyla, mandibular kanal, mental foramen ve maksiller sinus gibi anatomik oluşumların cerrahi öncesi konumlarının belirlenmesinde, maksillofasiyal bölgeyi içeren ateşli silah yaralanmalarında travmalarda, yerleştirilen greft materyallerinin durumunun değerlendirilmesinde, temporomandibular eklem düzensizliklerinin değerlendirilmesinde, periodontal kemik kayıplarının değerlendirilmesinde, endodontik tedavilerde kullanılmaktadır (26, 93, 94, 97, 100, 103, 107).

#### **2.6.5. KIBT’ın Avantaj ve Dezavantajları**

Konik ışın görüntüleme tekniği birçok diş hekimliği uygulamasında avantajlı olan özelliklerinin yanında, kullanımını kısıtlayan bazı dezavantajlara da sahiptir.

##### **2.6.5.1. KIBT’ın Avantajları**

KIBT cihazları teknolojik gelişmelerle birlikte oldukça küçülmüş, kapladığı alan azalmıştır. Medikal BT'lerle karşılaştırıldığında maliyeti oldukça düşüktür. KIBT yüksek oranda kontrastlığa sahip yapıların görüntülenmesini iyi bir şekilde sağladığından, kemik ve dişlerin bulunduğu kraniyofasiyal bölgedeki mineralize dokuların değerlendirilmesinde elverişli görüntüler sunmaktadır (97).

Geleneksel BT ile karşılaştırıldığında KIBT cihazları için gerekli ışınlama süresi oldukça azaltılmış olup, çoğu cihazda 10-30 saniye arasında sürmektedir. Bunun nedeni, KIBT'ta dokunun görüntüsünün elde edilebilmesi için ışın kaynağının

hasta etrafında medikal BT'lerden farklı olarak bir kez dönüşünün yeterli olmasıdır (108). Günümüzde KIBT cihazları sahip oldukları teknoloji sayesinde dokulardan mikron aralığında görüntüler elde edilebilmektedir. Modern KIBT cihazları ile 0.125–0.4 mm arasında izotropik yapıda submilimetrik aralıkta yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilebilmektedir (93). KIBT cihazları için efektif doz 29–477  $\mu$ Sv değeri arasında olup, cihazın modeline ve uygulanan görüntüleme tekniğine göre değişiklik göstermektedir (İ-CAT cihazı 0,3 voksel ve 10 sn de doz 32  $\mu$ Sv). Bu değerler geleneksel BT'lerle elde edilen maksillofasiyal görüntülemeye kıyasla %76.2 ile %98.5 oranında daha düşük efektif doz değerine sahiptir. Ayrıca hastaya verilen radyasyon dozu hastanın çenesinin doğru pozisyonda konumlandırılması ve koruyucu kurşun bariyerlerin kullanılmasıyla % 40'a yakın azaltılabilmektedir (108).

KIBT hekime teşhis ve tedavi planlanması açısından bir çok avantaj sunmaktadır. Sagital, aksiyel, koronal düzlemlerde bilgisayar ortamında görüntülerin taranmasına ve maksillofasiyal yapıların üç boyutlu görüntüsünün klinisyen tarafından değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. KIBT'ta elde edilen görüntü verileri kişisel bilgisayarlarda hekimin isteğine bağlı olarak tüm açılardan farklı farklı olarak incelenebilmektedir (109).

Bazı KIBT üretici firmaları implant planlaması ve ortodontik analiz gibi özel amaçlara yönelik yazılım programları hazırlamıştır. Bu sayede boyutsal değerlendirmelerin ve ölçümlerin yapılması, görüntülerin büyütülerek izlenebilmesi, görüntüler üzerinde not alınabilmesi mümkün olmaktadır. Dokuların farklı düzlemlerdeki görüntüleri özel formatlarda izlenebilmektedir (24, 26, 110). Ayrıca KIBT görüntüsü elde edilirken radyasyon verilen alan kontrollü olarak küçültülüp sınırlandırılabilir. Elde edilen görüntüler üzerinde bilgisayar ortamında yapılan ölçümler gerçek ölçüm değerleri ile aynıdır.

#### Sonuç olarak KIBT'in avantajları:

Hastadan elde edilen tüm görüntülerin dijital ortamda CD içinde hastanın hekimine gönderilebiliyor ve arşivlenebiliyor olması, radyasyon dozunun medikal BT'den düşük olması, hekimin istediği alan ve düzlemde görüntüyü inceleyebilmesi, kafatasında sadece görüntünün istendiği sınırlı alanların X-ray ışınına maruz kalması, dental uygulamalar için yeterli görülen 0,3 voksel ile 8,9 sn'de üç farklı düzlemde

440 görüntü ayrıca 0,125 voksel ile 26,9 sn'de üç farklı düzlemde 624 görüntü elde edilebiliyor olması, elde edilen görüntülerin gerçek boyutlarda olması ve görüntülerde magnifikasyon ve distorsiyon oluşmaması, görüntülerden yaklaşık 0,1 mm hassasiyet ile gerçek boyutsal ölçümler yapılabiliyor olması, görüntülerin üç boyutlu olarak incelenebilmesi ve görüntüler üzerinden yoğunluk ölçümleri yapılabiliyor olması şeklinde sıralanabilir.

Dış hekimliğinde teşhis ve tedavi işlemlerinde KIBT her geçen gün daha da yaygınlaşmakta, teşhis ve tedavi planlamasında yeni ufuklar açmaktadır. KIBT'ın radyasyon dozunun ve cihaz maliyetinin azaltılması durumunda kullanılabilirliğinin artıp geleneksel radyografinin yerini alacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Bununla birlikte, 2012 Avrupa Dentomaksillofasiyal Radyoloji Derneğinin hazırladığı ve Avrupa Birliği ve Avrupa Radyasyondan Korunma Komisyonu'nun desteklediği KIBT sistemlerinin doz ve uygulamaları ile ilgili "**hastanın tedavisine yeni bir bilgi katacak ise çekilmesi gerektiği ve rutin olarak kullanılmasının kabul edilemez olduğunu**" belirten bir rehber yönergenin yayınlanmış olduğu unutulmamalıdır. (European Commission Radiation Protection Document No.172. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence-Based Guidelines, 2012)

#### 2.6.5.2. KIBT'in Dezavantajları

KIBT cihazları için efektif doz 29–477  $\mu\text{Sv}$  değeri arasında olup, cihazın modeline ve uygulanan görüntüleme tekniğine göre değişiklik göstermektedir (İ-CAT cihazı 0,3 voksel ve 10 sn de doz 32  $\mu\text{Sv}$ ). Bu değerler genel olarak yaklaşık bir panoramik film için hastanın maruz kaldığı dozun 5 ila 74 katına karşılık gelmektedir (108).

KIBT'ta görüntü kalitesi geleneksel X-ray grafiplerde de mevcut olan metal artefaktları tarafından etkilenir. Artefakt, görüntülenmek istenen cisim ile ilgili olmayan şekil değişikliği, yansıma veya bozuklukları ifade eder. Artefaktlar görüntü elde edilirken fiziksel nedenlerden dolayı oluşabilirler. X-ışını bir cisimden geçtiğinde düşük enerjili fotonlar yüksek olanlara göre daha fazla absorbe edilir. Bu fiziksel duruma beam hardening denilmektedir ve bunun sonucunda metalik cisimlerde flaş etkisi şekil bozukluğu, iki yoğun cisim arasında çizgiler ve koyu bantların oluşumu gibi artefakt görüntüler meydana gelebilmektedir (111).

KIBT teknolojisinin yüksek maliyeti, diş hekimliği muayenehanesinde kullanımını kısıtlamaktadır (KIBT cihazlarının ortalama maliyeti 150.000\$-300.000\$ arasında değişmektedir) (112).

KIBT cihazlarını kullanan uygulayıcıların özel bir eğitimden geçmeleri ve başarılı sayılabilmeleri için geçerli bir lisansa sahip olmaları gerekmektedir. Cihazı kullanan uygulayıcılar tarafından cihazın temel fiziksel özelliklerinin ve limitlerinin iyi bilinmesi, doğru endikasyonda kullanılması, bireye ve görüntülenecek bölgeye göre doz optimizasyonunun iyi ayarlanması gerekmektedir. Oluşan görüntülerin incelenmesi, düzenlenmesi, yorumlanması ve taranabilmesi için bilgisayar bilgisi ile birlikte programın kullanılması hakkında eğitim sahibi olunması ve maksillofasiyal dokularının anatomisinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir (103).

KIBT cihazlarının kullanıldığı ortamların, elde edilen görüntülerin kalitesinin bozulmaması için oda sıcaklığında sabit olması gereklidir. KIBT cihazlarının en az yılda bir defa ilgili servis tarafından ayarlanıp bakımdan geçirilmesi gereklidir.

#### Sonuç olarak KIBT'in dezavantajları:

Radyasyon dozunun geleneksel dental radyografilerden daha yüksek olması, KIBT cihazlarının pahalı olması, CD üzerindeki görüntü verilerini inceleyebilmek için iyi bir eğitimin, zamanın ve hızlı bir bilgisayarın olması, KIBT cihazlarının görüntü çekim özelliklerinin korunabilmesi için aylık ve yıllık kalibrasyonunun yapılıyor olması, KIBT cihazlarının bulunduğu ortam ısılarındaki aşırı düşüş ve yükselişlerin görüntü kalitesini bozması şeklinde sıralanabilir.

### **2.7. Dentisyonun Hacimsel ve Üç Boyutlu Değerlendirilmesi**

İntraoral geleneksel ve dijital radyografilerde dental yapılar iki boyutlu görülebilmektedir. Ancak diş hekimliğinde yakın zamanda çok fazla kullanılmaya başlanan KIBT sayesinde dişler ve orofasiyal bölgenin anatomik yapıları üç boyutlu olarak istenilen kesit ve düzlemde izlenebilmektedir (22-25).

Dentisyonun değerlendirilmesi için en iyi yaklaşım hacimsel görüşü kullanmaktır. Bu sayede hızlı bir şekilde tüm dişler incelenebilir ve kişiye özgü üç boyutlu model örnekleme yapılabilir. Özellikle karışık dişlenme döneminde süren, sürmekte olan, gelişmekte olan dişlerin ve bunların göreceli yapılarını ve tüm kök

yapılarının formasyonunu etkin bir şekilde ve uzayın üç düzleminde değerlendirmek hacimsel görüşle mümkün olmaktadır. Bu nedenle KIBT diş sürmesini yönetmek ve gerektiğinde müdahale sağlamak için klinisyenin yeteneğini geliştirir. KIBT bizlere dentisyonun ve dental yapıların kapsamlı bir görüntüsünü sunar. Eksik dişlerin, gömülü dişlerin, süpernumere dişlerin, dental gelişimin aşamasını ve sürme sırasının, diş boyut ölçümlerinin ve dişlerin hareketini engelleyebilecek veya önleyebilecek kök anomalilerinin belirlenmesinde oldukça faydalıdır (26).

Geleneksel radyografik görüntüleme teknikleri (panoramik ve periapikal grafipler) kök rezorpsiyonlarını görüntülemeye ciddi sınırlamalara sahiptir. Bunun aksine KIBT görüntülerinde kök rezorpsiyonları kolayca gözlenir ve görüntünün netliği kök rezorsiyonunu türüne göre sınıflandırmayı sağlar (27, 28).

Kesitsel görüntüleme yöntemlerinin elde edilmesinde kullanılan programlar ile istenilen dokuların hacim hesaplamaları yapılabilmektedir. Hacmi hesaplanması düşünülen bir doku üzerinde oluşan yoğunluk farkı nedeniyle dokunun sınırları manuel segmentasyon ile işaretlenebilir ve bu yöntemle hacim hesaplaması yapılabilir. Segmentasyon, farklı dokuların kenarlarının belirlenmesinde bölgedeki dokular üzerinde piksellerin gruplanmasını ve toplanmasını sağlar (29, 30). Görüntü alanının karmaşıklığı ve çevre dokularla arasındaki grilik derecesi farkına dayanılarak manuel, otomatik ve yarı-otomatik metotlarla hacim hesaplamaları yapılabilir (29-32).

KIBT verilerini işleyerek üç boyutlu modelleme sağlayan diğer kesitsel görüntüleme yazılımlarına örnek olarak Dolphin3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivo-Dental (Anatome, San Jose, Calif), OnDemand3D (CyberMed, Seoul, Korea) gibi programlar verilebilir (113).

Mimics yazılımı, iki boyutlu görüntü verilerini (BT,  $\mu$ BT, MR, vb.) işlemeye ve düzeltmeye imkân tanır; son derece hassas, esnek ve kullanıcı dostu özellikleri ile üç boyutlu modellerin de kolaylıkla inşa edilmesini sağlar. Güçlü segmentasyon araçları, medikal BT/MR görüntülerinin segmente edilmesine, ayrıştırılmasına, ölçümünün yapılmasına; üç boyutlu modellerin doğrudan mühendisliğin icrasına izin verir. Üç boyutlu dataların geniş yelpazedeki çıktı formatlarına ve SEM (Sonlu Elemanlar Analizi), tasarım, cerrahi simülasyon, oto inşa teknolojisi ve daha başka mühendislik uygulamalarına dönüştürülmesine imkân tanır (115).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma grubu, 2006-2014 yılları arasında çeşitli amaçlarla Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kliniklerine başvurmuş hastalardan elde edilen KIBT görüntülerinden oluşturulmuştur. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalının arşivi retrospektif olarak incelenmiş olup aşağıda belirtilen çalışmaya alınma kriterlerine uyan 7-11 yaş grubu arasındaki 40 çocuk hastadan elde edilen KIBT görüntüleri çalışmada kullanılmıştır.

#### Çalışmaya alınma kriterleri:

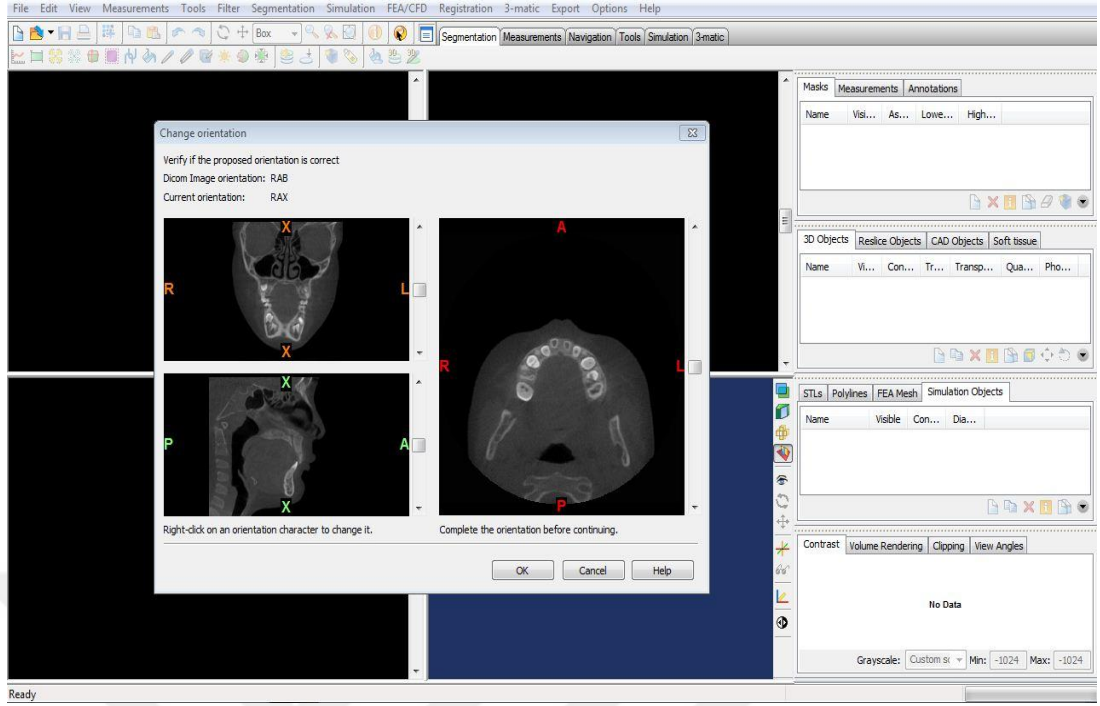
- 7-11 yaş aralığında olması
- Süt 2. molar dişlerin çekilmemiş olması
- Süt 2. molar dişlerinde KIBT görüntüleri üzerinde çürük olmaması
- Süt 2. molar dişlerinde KIBT görüntüleri üzerinde periapikal patoloji bulunmaması
- Süt 2. molar dişlerin altında daimi diş germi bulunması

Çalışmaya dahil olan bireylerin tümünün KIBT cihazı ile daha önce elde edilmiş olan görüntüleri arşivlenerek incelenmiştir (i-CAT®, Model 17-19, Imaging Sciences International, Hatfield, Pa USA). Arşivlenen KIBT verilerinde voksel büyüklüğü 0,3 mm olarak belirlenmiştir.

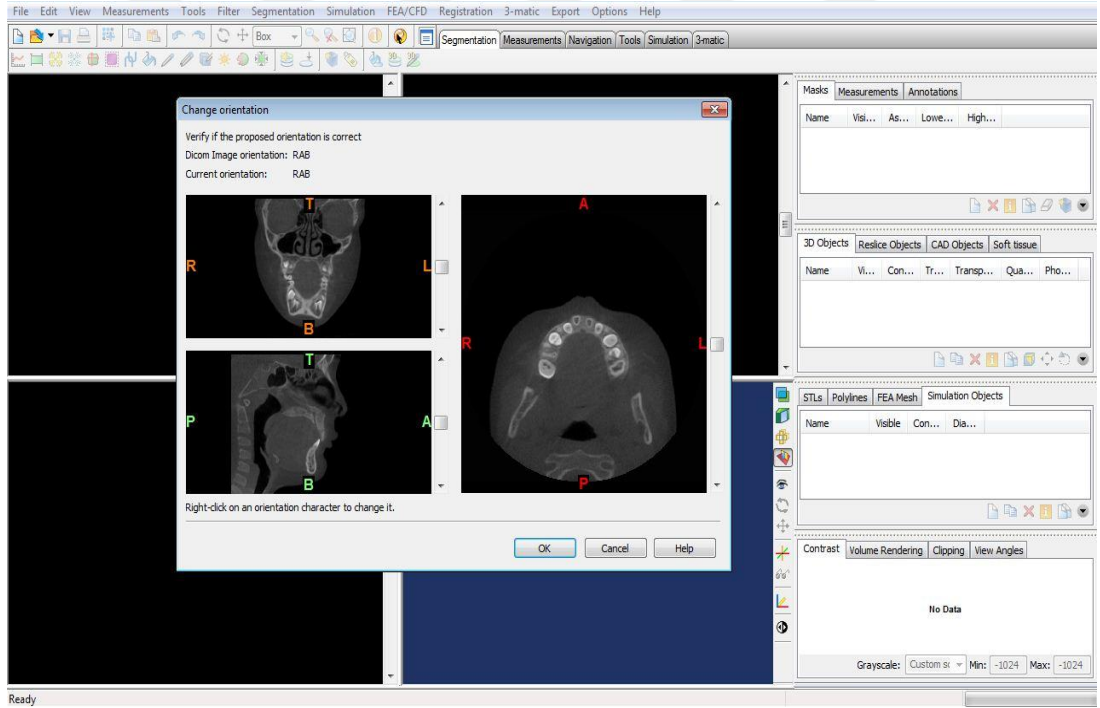
Seçilen KIBT arşiv görüntüleri DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında kaydedilip, süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin değerlendirilmesi için Mimics Research 17.0 (Materialise, Leuven, Belçika) üç boyutlu modelleme programına aktarılmıştır.

KIBT hastalarının DICOM verileri Mimics yazılım programına aktarıldığında koronal, sagittal ve aksiyel kesitlerin yönlerinin belirlenmesine yarayan oryantasyon penceresi açılmaktadır. 'X' ile ifade edilen kutulardan biri seçilerek, seçeneklerden (ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görüntünün konumu tanımlanmıştır (Resim 2 ve 3).



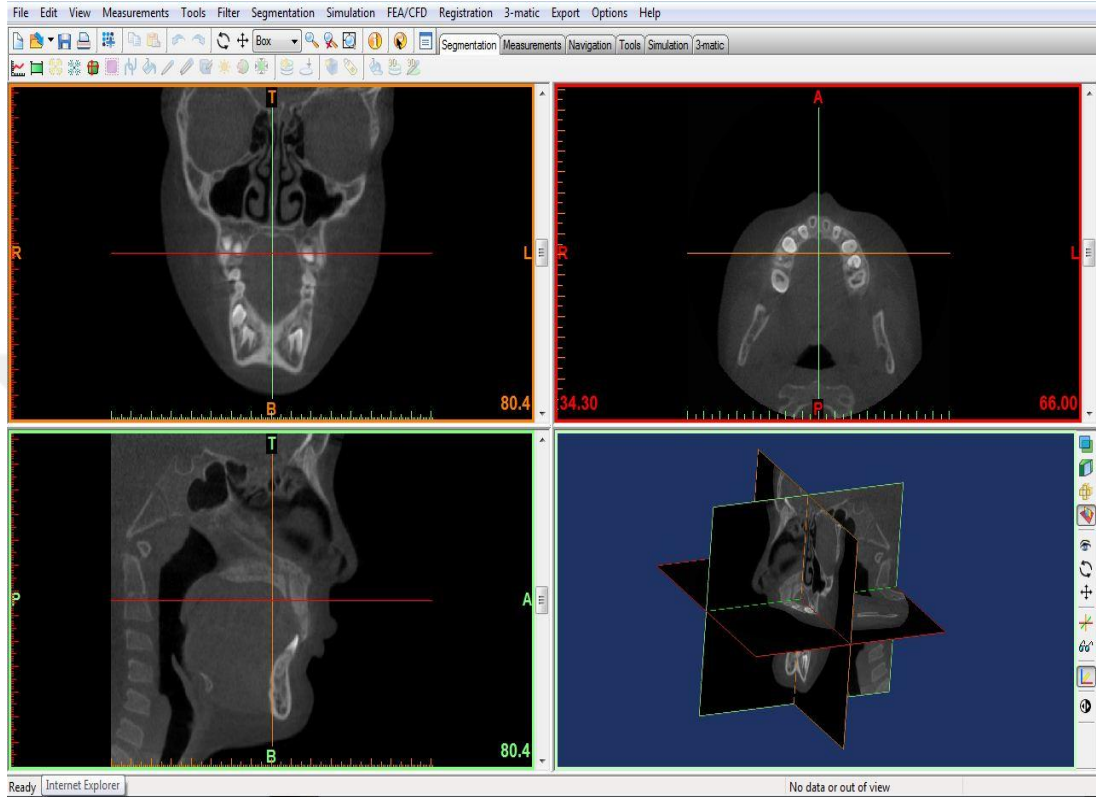


Resim 2: Mimics programı oryantasyon ekranı



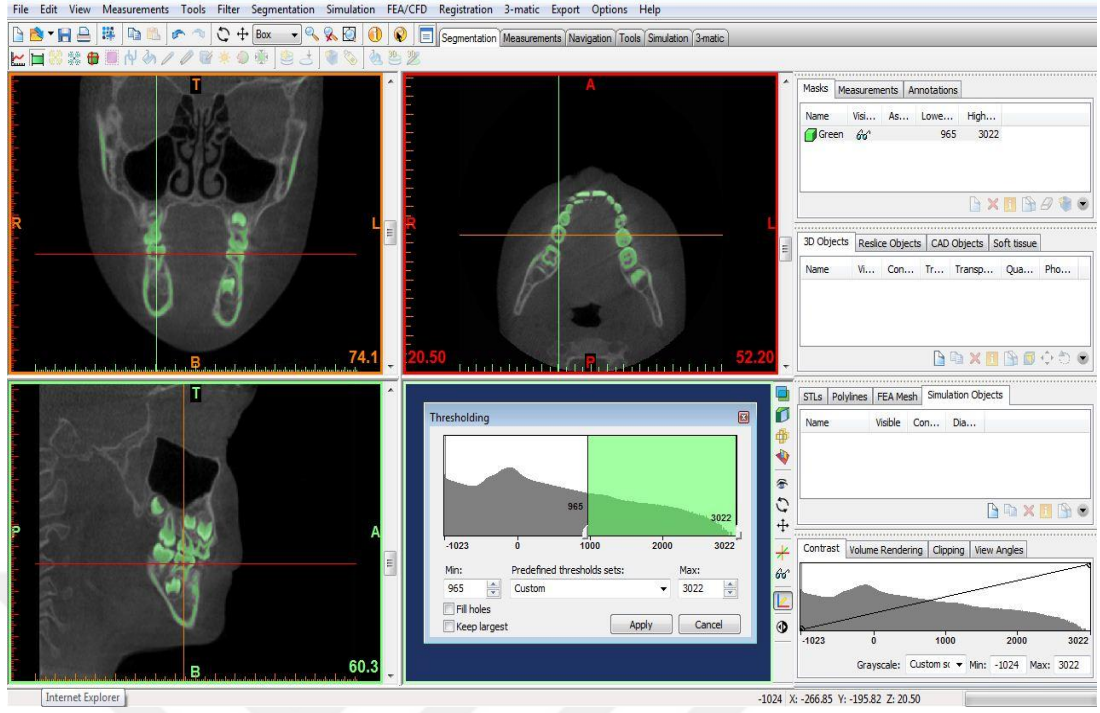
Resim 3: Oryantasyon ekranında görüntünün konumunun belirlenmesi

Mimics yazılımında çalışma ekranı sırasıyla koronal, aksiyel, sagittal kesitleri ve üç boyutlu modeli izleyebileceğimiz dört bölmeye ayrılır (Resim 4).

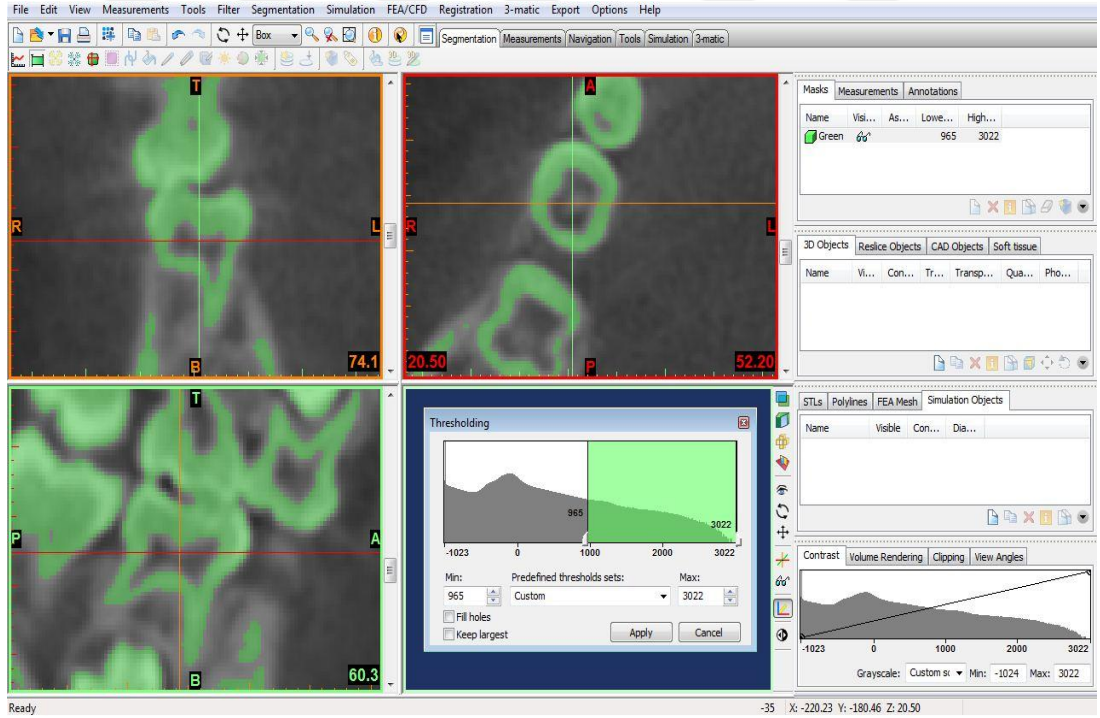


**Resim 4:** Mimics yazılımında çalışma ekranı

Süt dişlerini ön plana çıkarmak için uygun eşik değer 965-3022 HU arasındaki pencere aralığı manuel analizlerle belirlenerek seçilmiştir (Resim 5a ve 5b).

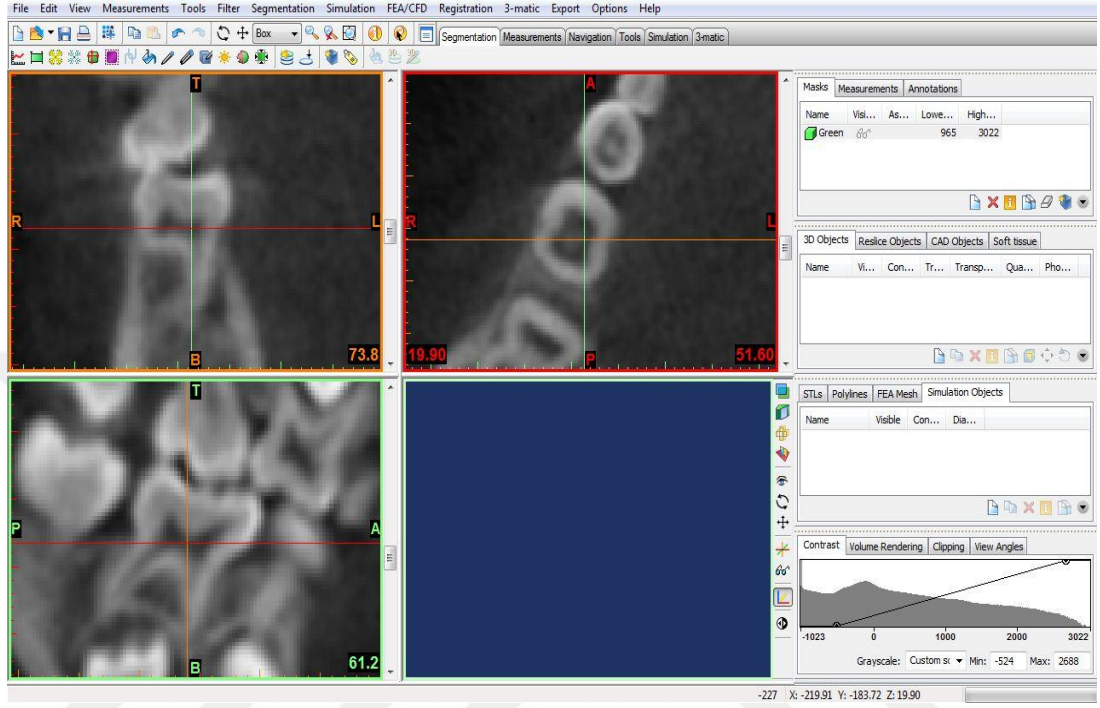


**Resim 5a:** Süt dişlerini ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding (eşik değeri)” işlemi

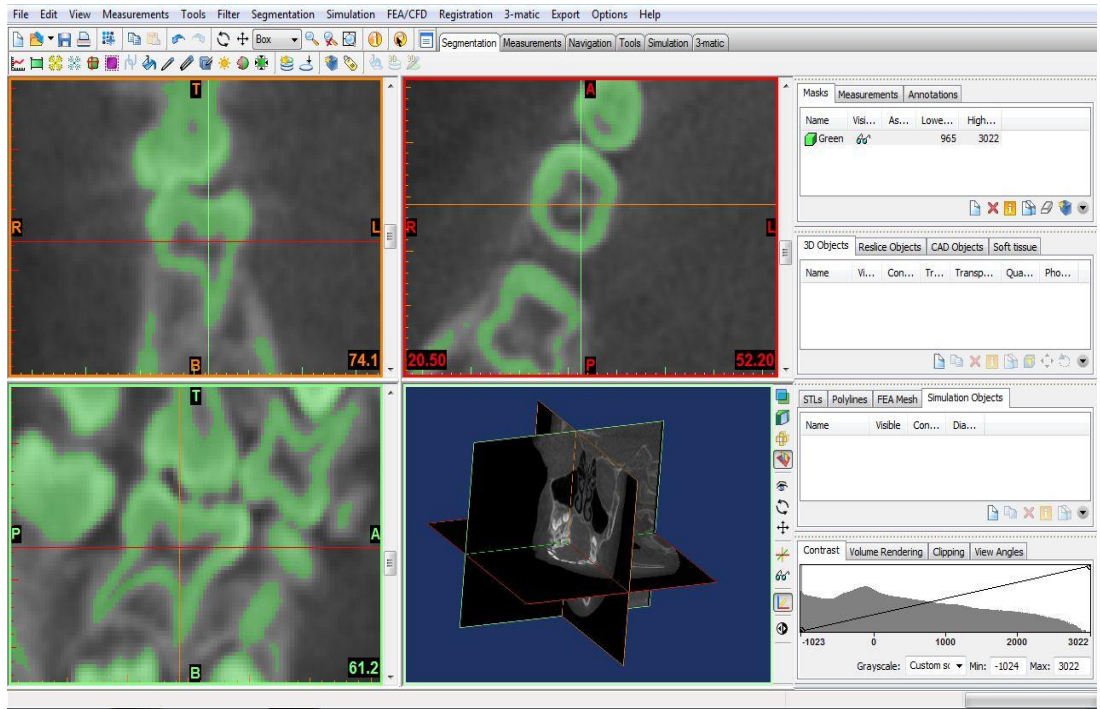


**Resim 5b:** Süt dişlerini ön plana çıkarmak için yapılan “thresholding (eşik değeri)” işlemi

Üzerinde çalışılacak diş ekranda büyütülmüş, daha sonra bir maske oluşturulmuş ve dişin pulpa boşluğu “Cavity Fill (kaviteyi doldurma)” seçeneği kullanılarak doldurulmuştur (Resim 6, 7, 8).

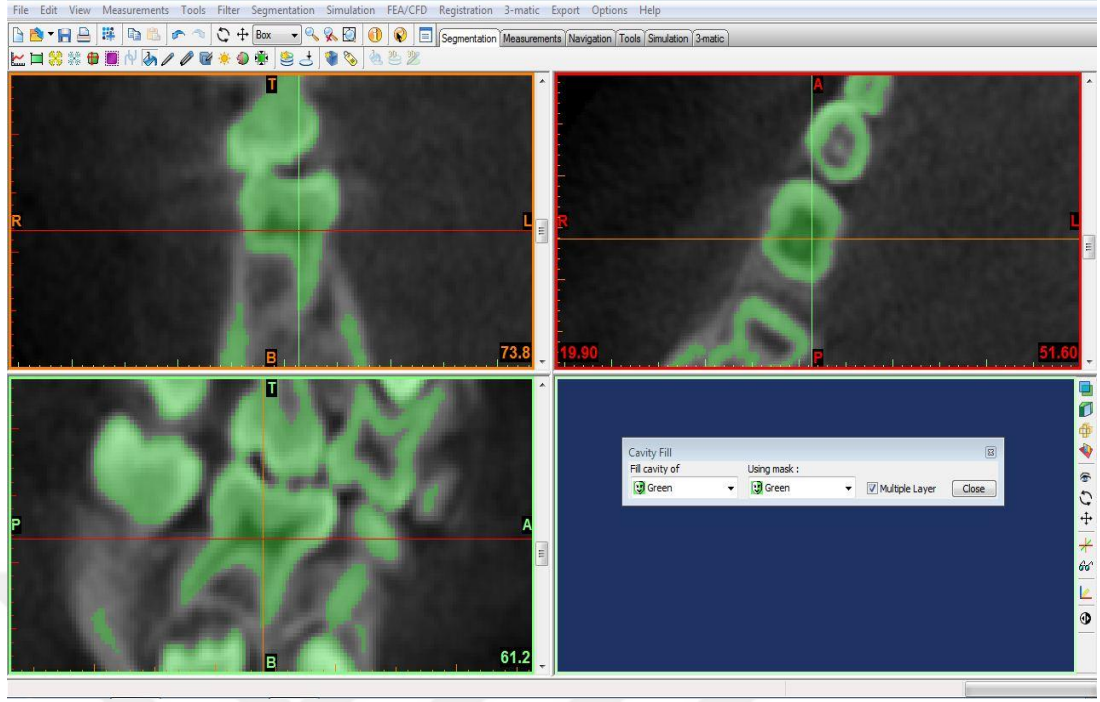


**Resim 6:** Çalışma ekranında dişin büyütülmesi



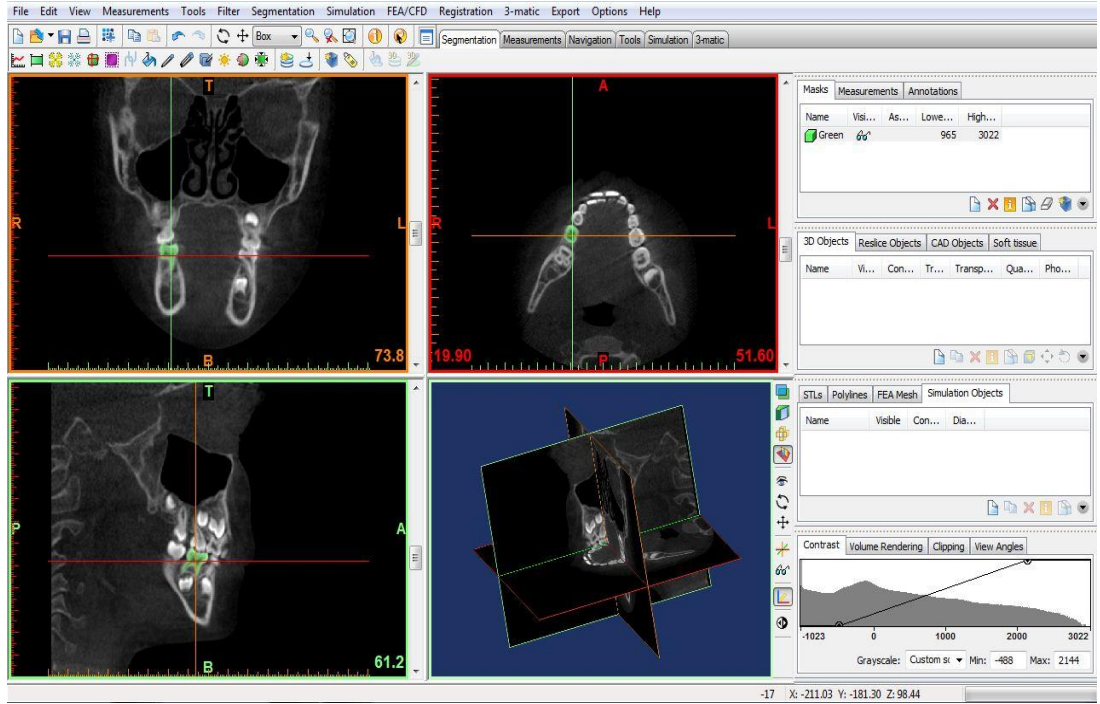
**Resim 7:** Üzerinde çalışılacak diş için maske belirlenmesi



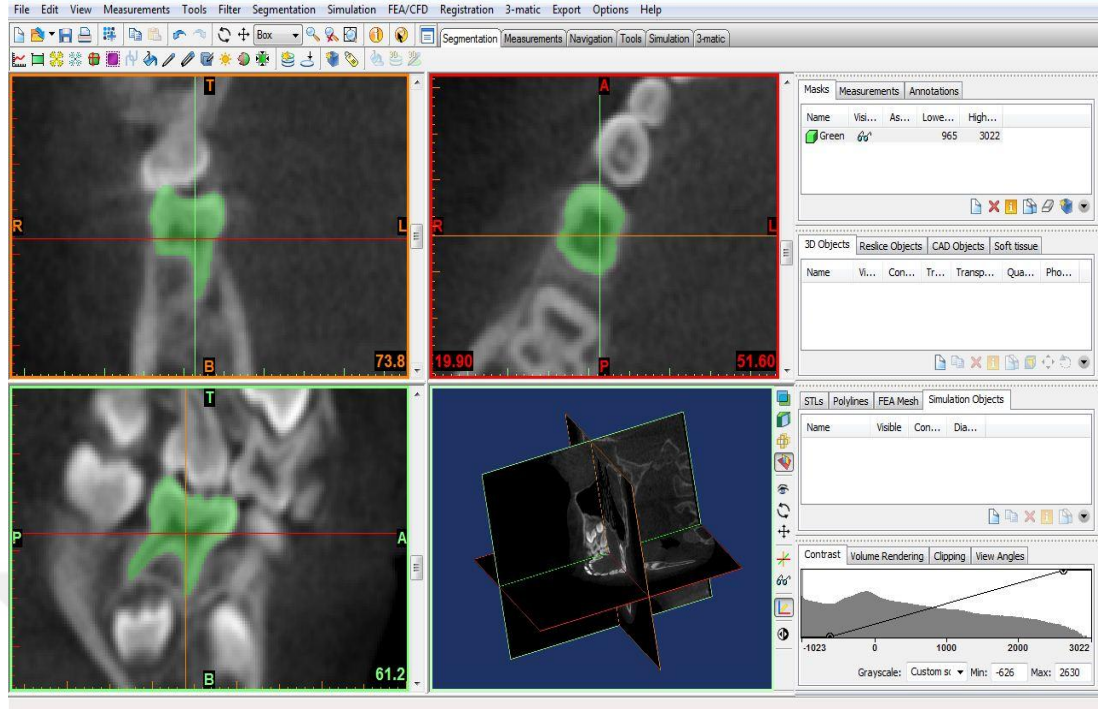


**Resim 8:** Dişin pulpa boşluğunun doldurulması

Daha sonra “edit masks (maskeleri düzenle)” seçeneği kullanılarak hacmi hesaplanacak diş, çevre dokulardan izole edilmiştir (Resim 9a ve 9b).

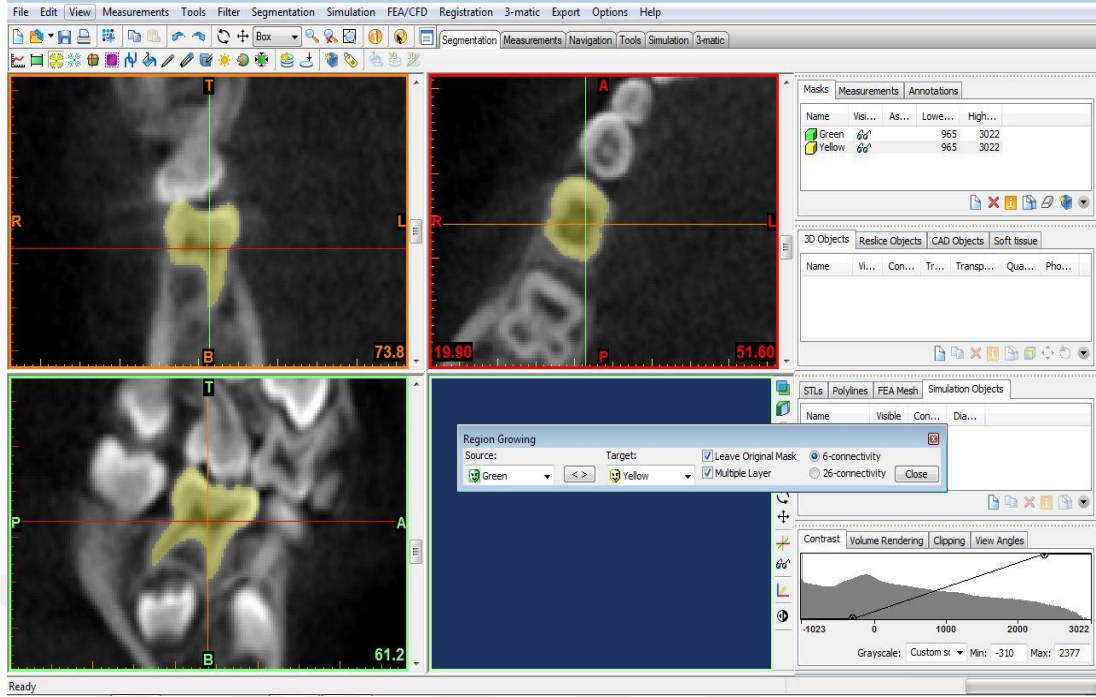


**Resim 9a:** Dişin “edit masks (maskeleri düzenle)” seçeneği kullanılarak çevre dokulardan izole edilmesi



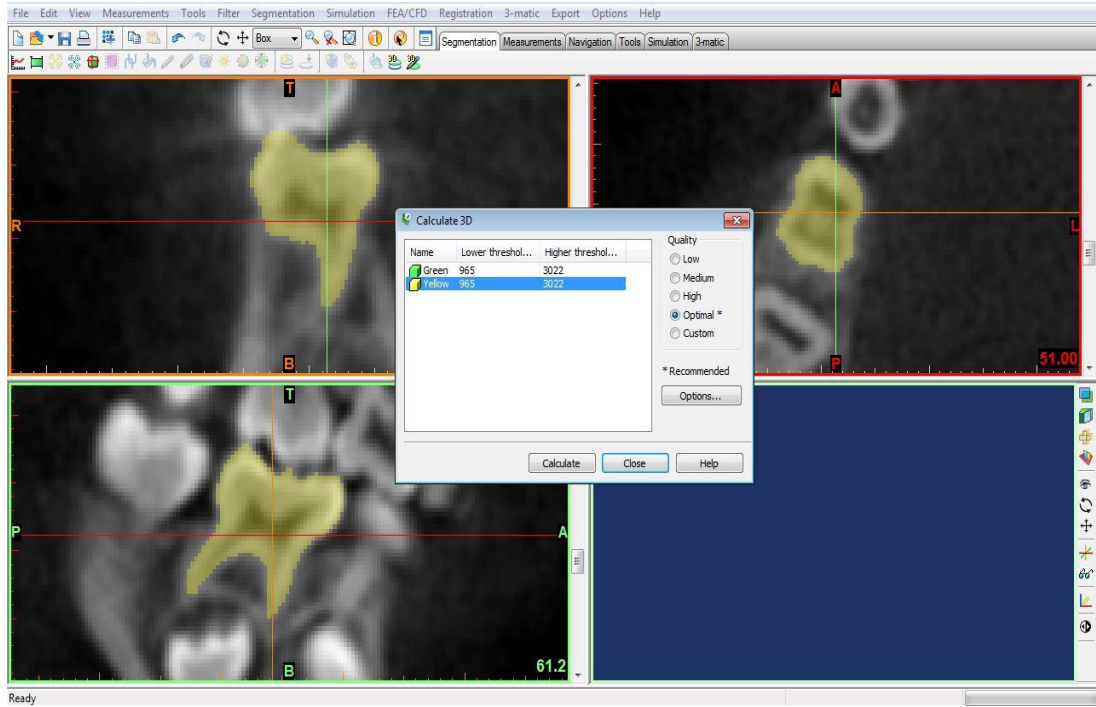
**Resim 9b:** Dişin “edit masks (maskeleri düzenle)” seçeneği kullanılarak çevre dokulardan izole edilmesi

“Bölge büyütme (region growing)” özelliği kullanılarak çalışma ekranında sadece hacmi hesaplanacak dişin görüntüsünün ön planda olması ve yeni bir diş maskesi oluşturulması sağlanmıştır (Resim 10).



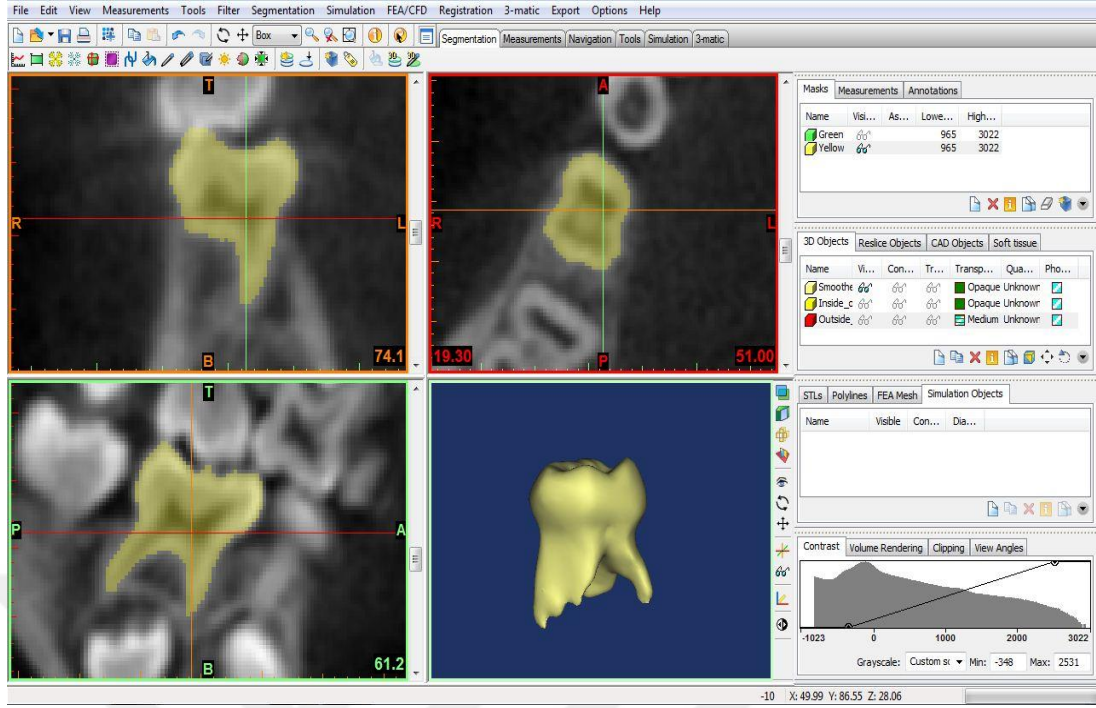
**Resim 10:** “Bölge büyütme (region growing)” özelliği kullanılarak çalışma ekranında dişin ön plana çıkarılması ve yeni bir maske oluşturulması

“Calculate 3D (üç boyutlu hesapla)” seçeneği ile izole edilen dişin üç boyutlu modeli mavi ekranda oluşturulmuştur (Resim 11, 12, 13).

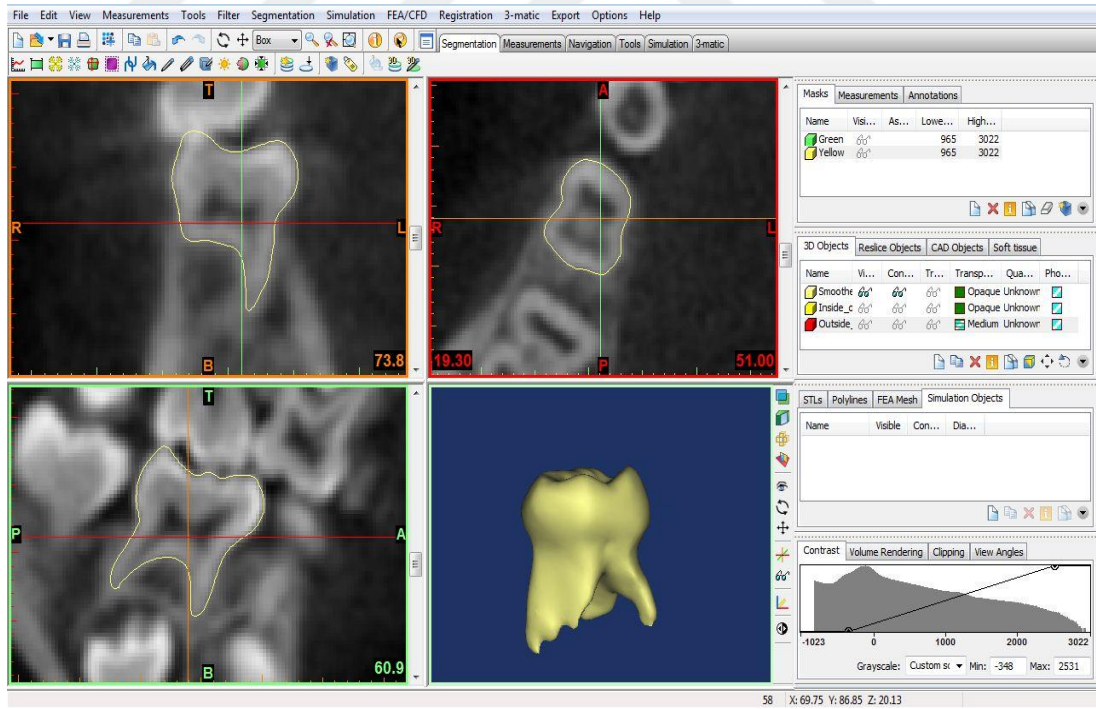


**Resim 11:** “Calculate 3D (üç boyutlu hesapla)” seçeneğinin işaretlenmesi





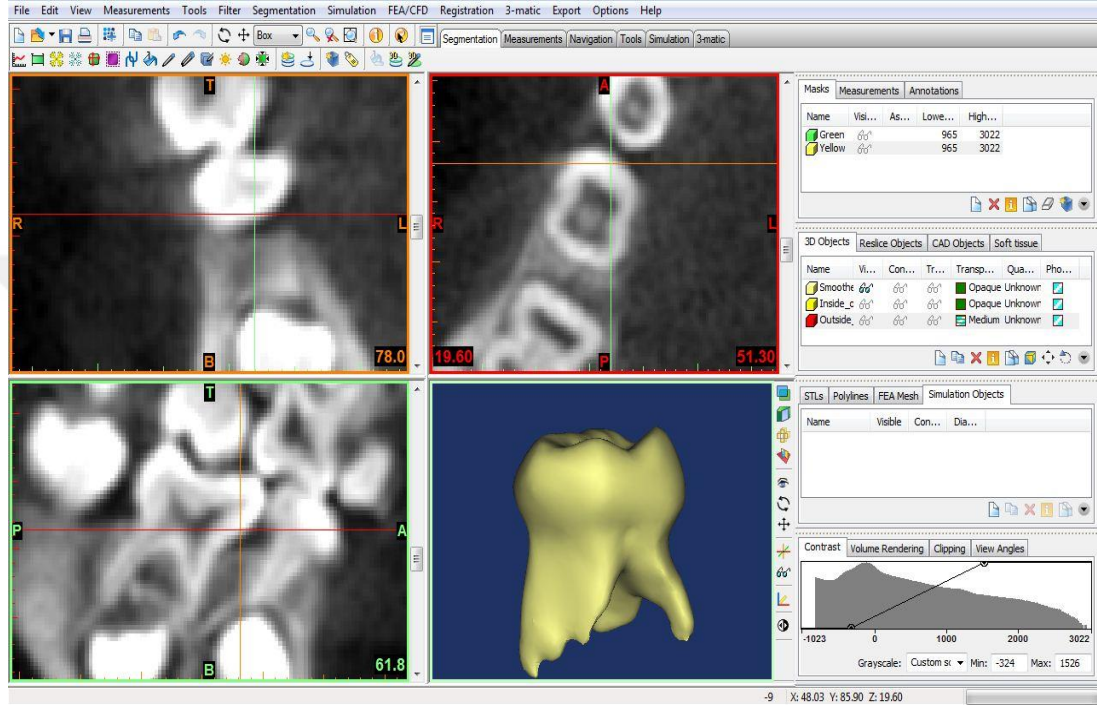
**Resim 12:** Üç boyutlu diş modelinin oluşturulması



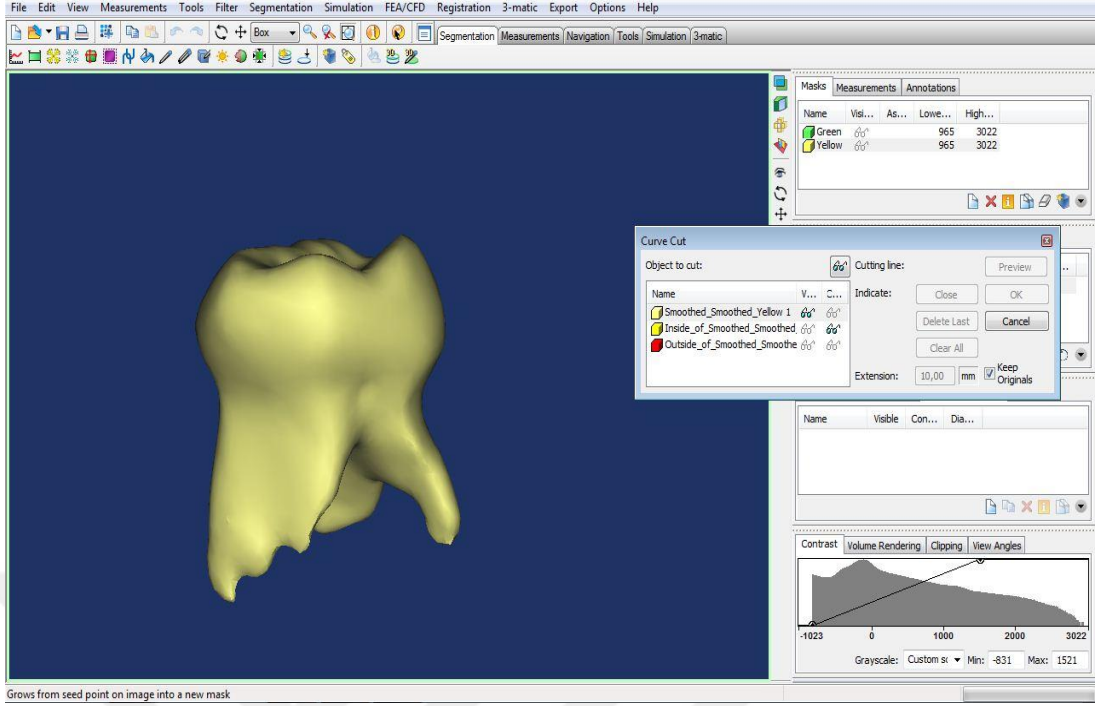
**Resim 13:** Üç boyutlu diş modelinin oluşturulması ve dişin konturunun görünür hale getirilmesi



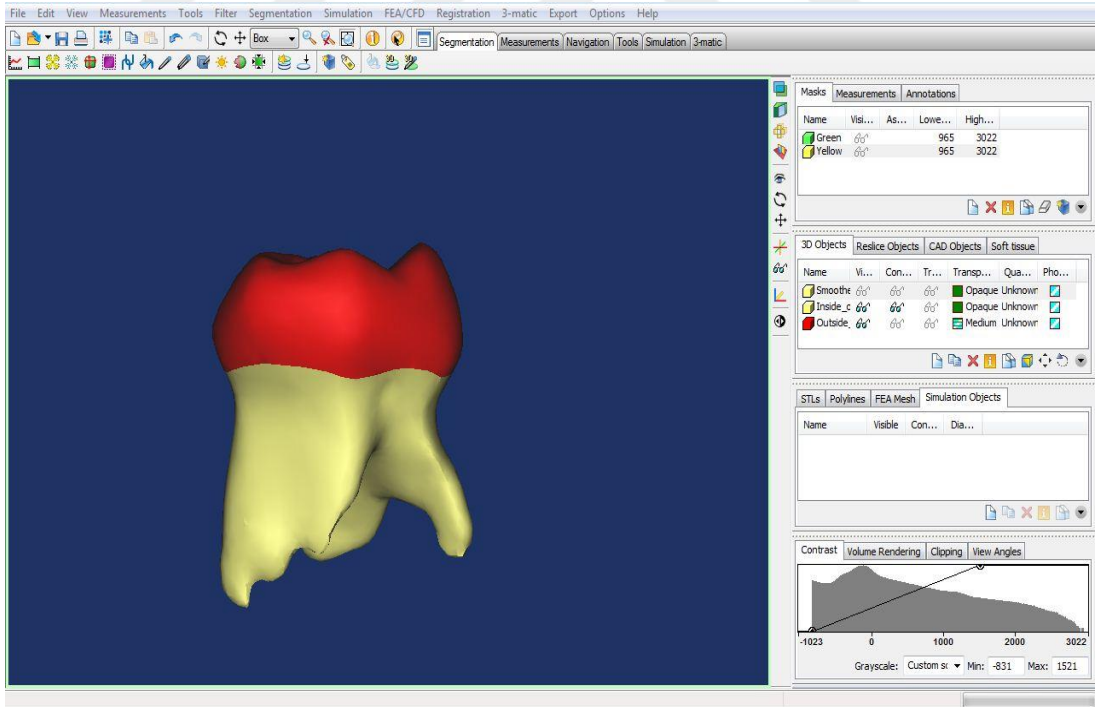
Dişin mine-sement birleşim noktaları programda oluşturulan üç boyutlu diş görüntüsü üzerinden işaretleme yoluyla tespit edilmiştir. Tespit edilen sınırdan itibaren “Cut with curve (eğri ile kes)” işlemi yapılarak kök krandan ayrılmıştır (Resim 14, 15, 16, 17a ve 17b).



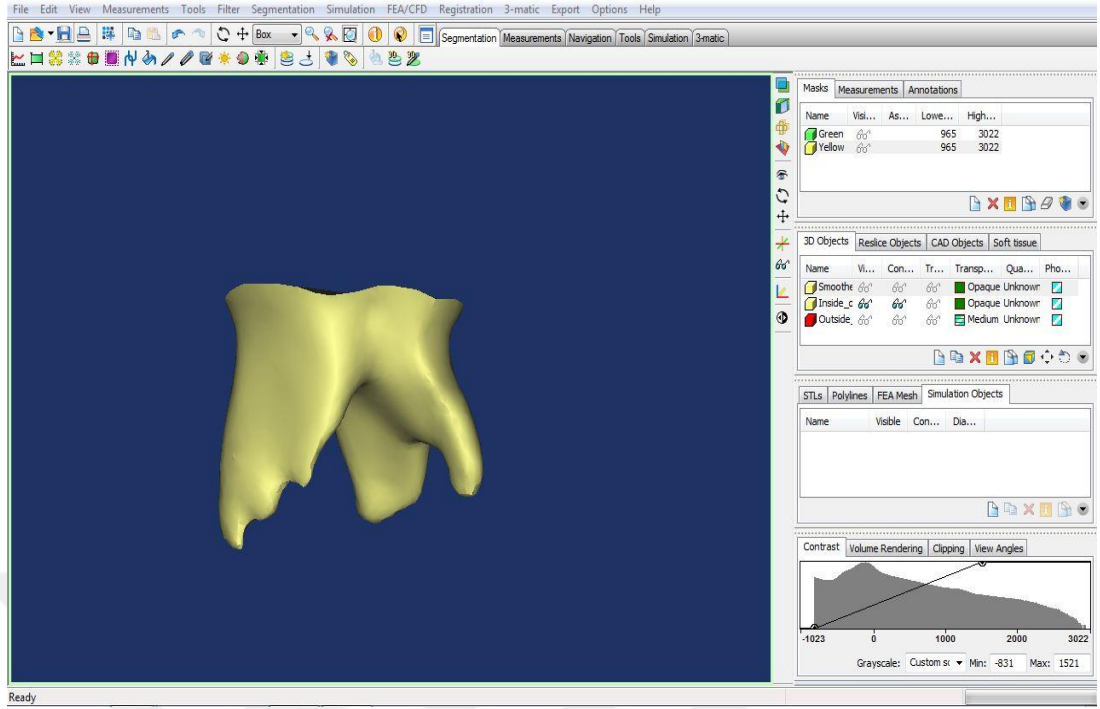
**Resim 14:** Dişin mine-sement birleşim noktalarının programda oluşturulan üç boyutlu diş görüntüsü üzerinden işaretleme yoluyla tespit edilmesi



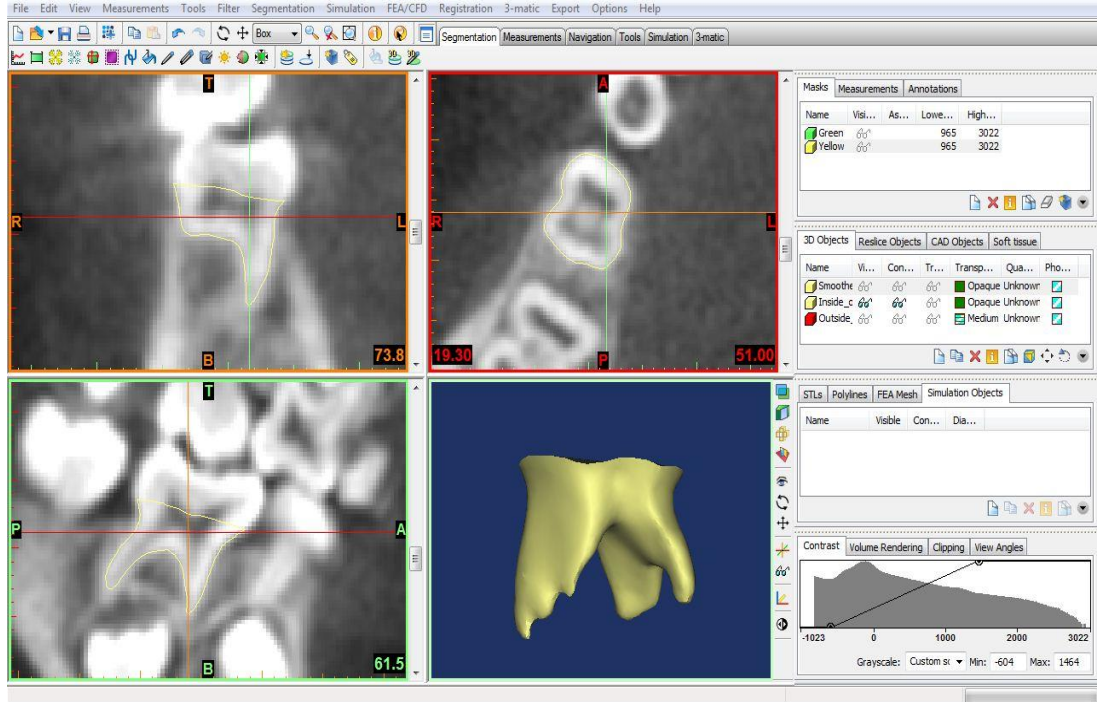
**Resim 15:** “Cut with curve (eğri ile kes)” işleminin gerçekleştirilmesi



**Resim 16:** Dişin mine-sement birleşim noktalarının “Cut with curve (eğri ile kes)” seçeneği kullanılarak birleştirilmesi

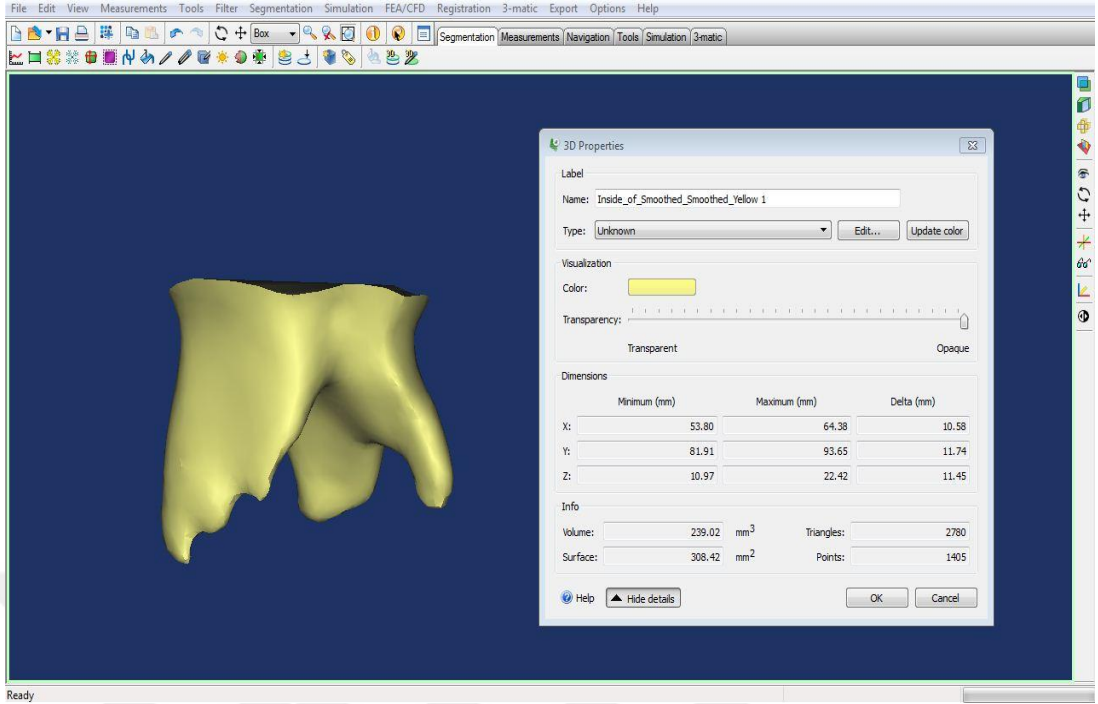


**Resim 17a:** “Cut with curve (eğri ile kes)” seçeneği kullanılarak kökün kromdan ayrılması

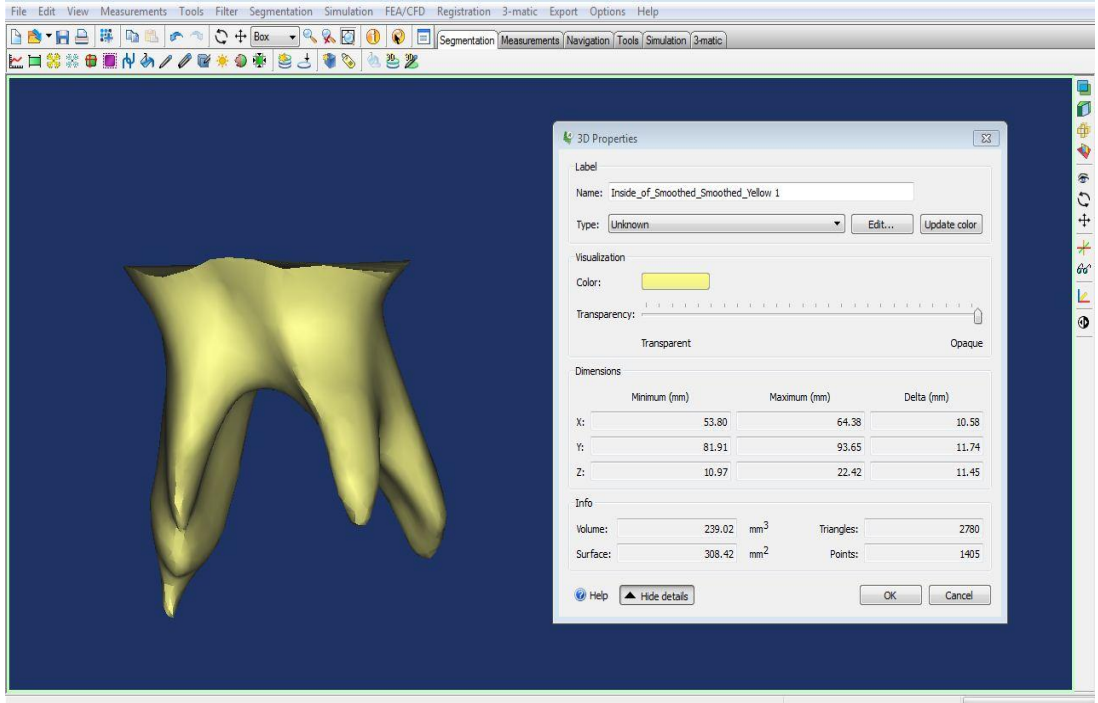


**Resim 17b:** Kök konturunun ortaya çıkarılması

Daha sonra kromdan ayrılan süt dişi kökünün “3D Properties (3D özellikler)” seçeneği ile hacim değerleri elde edilmiştir (Resim 18a, 18b).

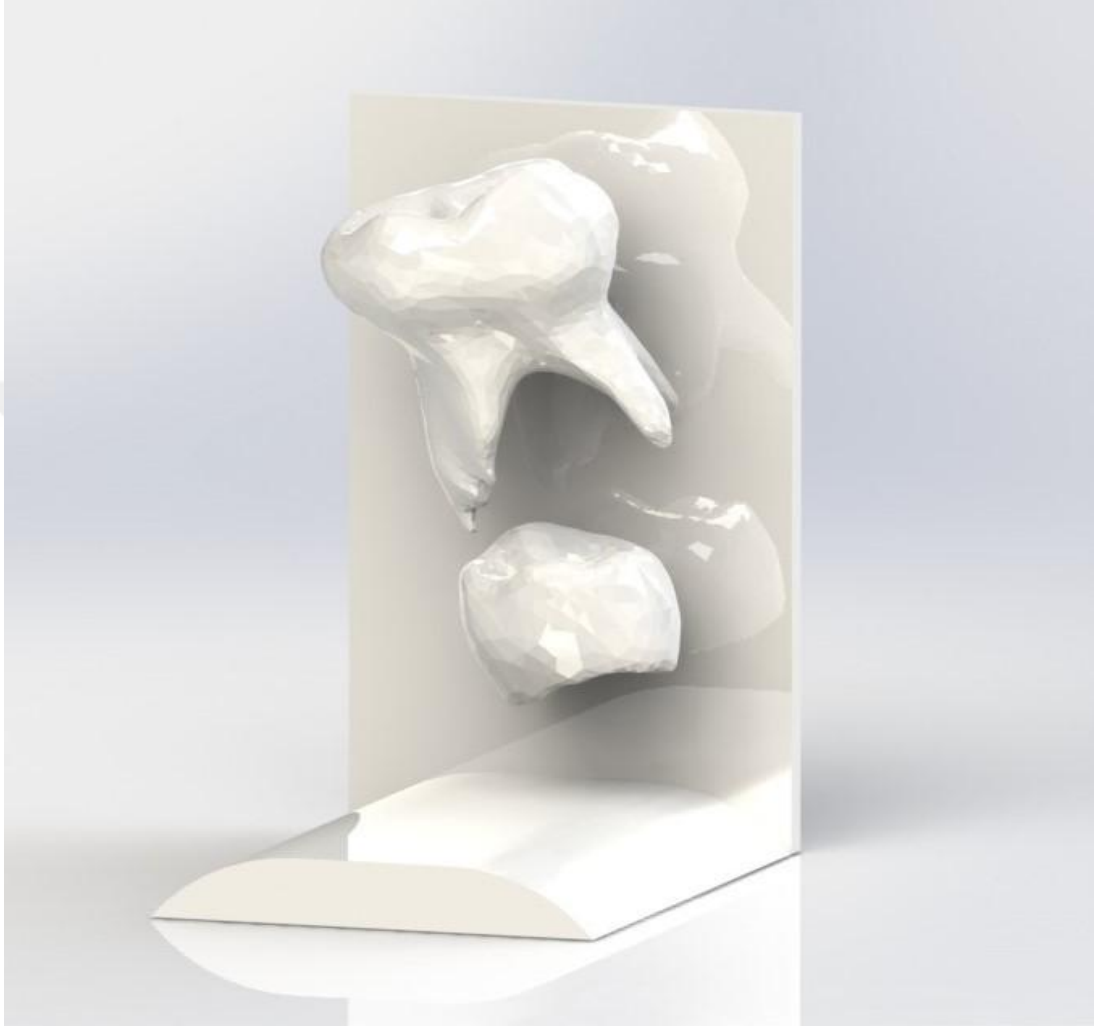


**Resim 18a:** “3D Properties (3D özellikler)” seçeneği kullanılarak kökün hacminin hesaplanması (soldan bakış)



**Resim 18b:** “3D Properties ( 3D özellikler)” seçeneği kullanılarak kökün hacminin hesaplanması (önden bakış)

Son olarak bireye özgü üç boyutlu modelleme yapılabilirliğinin gösterilmesi amacıyla dijital ortamda segmentasyonu yapılan süt ve daimi dişin 3D yazıcı ile hazırlanması (Resim 19).



**Resim 19:** Dijital ortamda segmentasyonu yapılan süt ve daimi dişin 3D yazıcı ile elde edilen modelinin görünümü

### 3.1. İstatistiksel İnceleme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS Statistics Version 21.0 programı kullanılmıştır. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Veriler değerlendirilirken, tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanı sıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında, normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında parametrik testlerden One-way Anova (tek yönlü varyans analizi) testi kullanılmıştır. Grupların kendi aralarında ikişerli karşılaştırmalarında ise çoklu karşılaştırma testlerinden Post-Hoc Tukey HSD yöntemi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Çalışma 18'i (%45) kız, 22'si (%55) erkek çocuk olmak üzere toplam 40 olgu ile yapılmıştır (Tablo 1). Olguların yaşları 7 yıl ile 10 yıl 11 ay arasında değişmekte olup, ortalaması  $8.78\pm 1.21$  yıldır.

Çalışma Grubu	
<b>Kız</b>	18 (%45)
<b>Erkek</b>	22 (%55)
<b>Yaş aralığı</b>	7-11
<b>Toplam sayı</b>	40
<b>Yaş ort</b>	$8.78\pm 1.21$

**Tablo 1:** Çalışma grubu

Süt dişi kök hacimlerinin yaş gruplarına bağlı değişimi Tablo 2'de özetlenmiştir.

Yaş gruplarına göre süt dişi kök hacimleri değerlendirildiğinde; üst sağ süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin (55), üst sol süt 2. molar dişlerin kök hacimlerinin (65), alt sol süt 2. molar dişlerin kök hacimleri (75) ve alt sağ süt 2. molar dişlerin (85) kök hacimlerinin yaş gruplarına bağlı olarak azalışı istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ( $P<0,05$ ).

Grupların kendi aralarında ikili karşılaştırılmalarında 55 no'lu dişte 7-8 yaş grubuyla 8-9 yaş, 9-10 yaş ve 10-11 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş, 8-9 yaş grubu ile 9-10 ve 10-11 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 9-10 ve 10-11 yaş grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Grupların kendi aralarında ikili karşılaştırılmalarında 65 no'lu dişte 7-8 yaş grubuyla 8-9 yaş, 9-10 yaş ve 10-11 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş, 8-9 yaş grubu ile 9-10 yaş ve 10-11 yaş grubu arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 9-10 yaş ve 10-11 yaş grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Grupların kendi aralarında ikili karşılaştırılmalarında 75 no'lu dişte 7-8 yaş grubuyla 8-9 yaş, 9-10 yaş ve 10-11 yaş grupları arasında, 8-9 yaş ile 10-11 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. 8-9 yaş ile 9-10 yaş ve 9-10 yaş ile 10-11 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Grupların kendi aralarında ikili karşılaştırılmalarında 85 no'lu dişte 7-8 yaş grubuyla 8-9 yaş, 9-10 yaş ve 10-11 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. 8-9 yaş grubu ile 9-10 yaş ve 10-11 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 9-10 yaş ve 10-11 yaş grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Benzer şekilde yapılan pearson korelasyon testinde, diş hacimleri ile yaş artışı arasında anlamlı bir doğrusal korelasyon bulunmuştur. ( $P<0.05$ ).

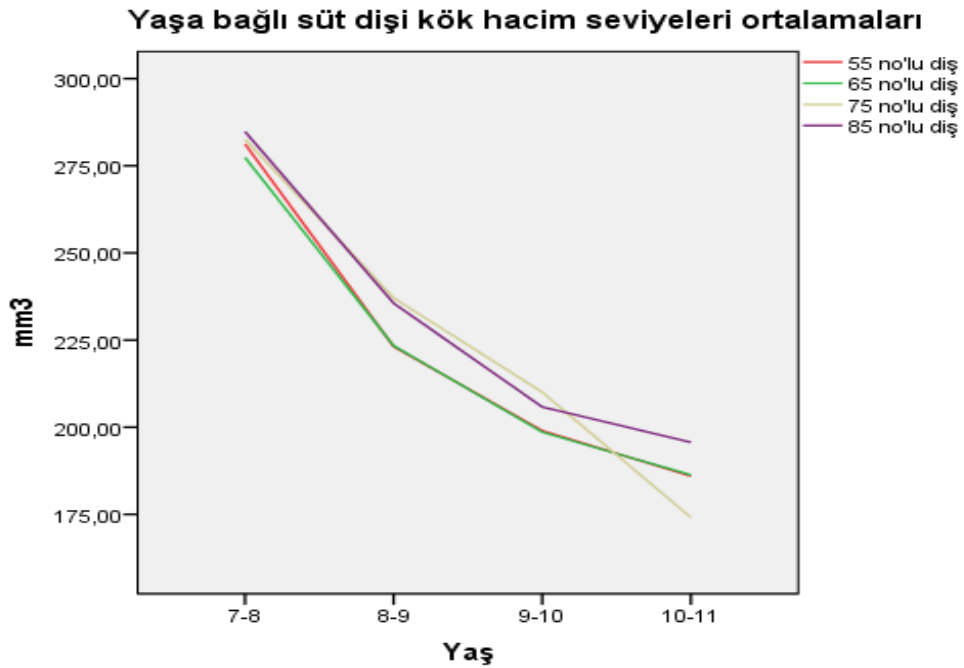
Yaş gruplarının kendi içinde çoklu karşıştırmalarında; tüm süt dişi kök hacim gruplarında 7-8 yaş ile diğer yaş grupları arasında ve 75 numara süt dişi kök hacim grubunda 8-9 yaş ile 10-11 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $P<0.05$ ). (Tablo 3)



	7-8 yaş	8-9 yaş	9-10 yaş	10-11 yaş	P
<b>55 no'lu diş (mm<sup>3</sup>)</b>	281.25±32.73	223.12±30.24	198.99±24.92	185.95±45.74	.000*
<b>65 no'lu diş (mm<sup>3</sup>)</b>	277.40±25.58	223.36±33.53	198.59±23.08	186.29±40.58	.000*
<b>75 no'lu diş (mm<sup>3</sup>)</b>	282.57±20.14	237.10±35.42	210.04±18.23	174.10±45.12	.000*
<b>85 no'lu diş (mm<sup>3</sup>)</b>	284.82±15.29	235.56±36.10	205.80±34.45	195.65±44.97	.000*

Oneway ANOVA test

**Tablo 2:** Süt dişi kök hacimlerinin farklı yaş gruplarından elde edilmiş sonuçları. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü. (Tablo 2, \*istatistiksel olarak anlamlı (P<0,05))



**Grafik 1:** Yaşa göre süt dişi kök hacim seviyeleri ortalamaları

<b>Diş No.</b>	<b>Yaş Grupları</b>	<b>7-8 yaş</b>	<b>8-9 yaş</b>	<b>9-10 yaş</b>	<b>10-11 yaş</b>
<b>55</b>	7-8 yaş	-	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>
	8-9 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	-	P>0.05	P>0.05
	9-10 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	-	P>0.05
	10-11 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	P>0.05	-
<b>65</b>	7-8 yaş	-	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>
	8-9 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	-	P>0.05	P>0.05
	9-10 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	-	P>0.05
	10-11 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	P>0.05	-
<b>75</b>	7-8 yaş	-	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>
	8-9 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	-	P>0.05	<b>P&lt;0.05*</b>
	9-10 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	-	P>0.05
	10-11 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	-
<b>85</b>	7-8 yaş	-	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>	<b>P&lt;0.05*</b>
	8-9 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	-	P>0.05	P>0.05
	9-10 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	-	P>0.05
	10-11 yaş	<b>P&lt;0.05*</b>	P>0.05	P>0.05	-

**Tablo 3:** Süt dişi kök hacimlerinin yaş grupları içerisinde karşılaştırılması. (Tablo 3, \*istatistiksel olarak anlamlı (P<0,05))

Süt dişi köklerinin yaşlara göre rezorpsiyon gösterip göstermedikleri Tablo 4'te özetlenmiştir. Buna göre 7-8 yaş grubunda; 55 no'lu diş grubundan 4', 65 no'lu diş grubundan 4', 75 no'lu diş grubundan 6'sı ve 85 no'lu diş grubundan 6'sı rezorpsiyon göstermezken diğer yaş gruplarının tamamında (8-9 yaş, 9-10 yaş ve 10-11 yaş) rezorpsiyon görülmektedir.

<b>Diş No.</b>	<b>7-8 yaş</b>	<b>8-9 yaş</b>	<b>9-10 yaş</b>	<b>10-11 yaş</b>
<b>55</b>	6 (%60)	10 (%100)	10 (%100)	10 (%100)
<b>65</b>	6 (%60)	10 (%100)	10 (%100)	10 (%100)
<b>75</b>	4 (%40)	10 (%100)	10 (%100)	10 (%100)
<b>85</b>	4 (%40)	10 (%100)	10 (%100)	10 (%100)

**Tablo 4:** Dişlerin farklı yaş gruplarında kök rezorpsiyonu görülme oranları

## 5. TARTIŞMA

Klinik diş hekimliği için süt dişi kök morfolojisini ve kök rezorpsiyon aşamalarını bilmek özellikle kök kanal tedavisi, dental travmatoloji ve yapılacak tedavinin şekillendirilmesi açısından gereklidir. Ancak bu durum bugüne kadar yeterli bir şekilde klinisyen tarafından incelenememiştir. Sağlam süt dişlerinin invivo olarak kök hacim ölçümleri geleneksel yöntemlerle mümkün değildir çünkü daimi dişlerin erüpsiyonu sırasında süt dişleri kök rezorpsiyonuna uğramaktadır. Bu nedenle yapılan morfometrik ölçümsel çalışmalar ağırlıklı olarak kalıplar ve alçı modeller üzerinde veya invitro olarak gerçekleştirilmiş ve daha çok kron formu ve boyutu üzerinde durulmuştur (116, 117).

Anaokulu çağındaki süt dişlenme dönemindeki çocuklardan alınan alçı modeller incelendiğinde dişlerin mesiodistal ve bukkolingual kron çapı kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Ancak süt dişlerinin kökleri radyografi veya invitro yöntemler dışında model ile analiz edilip incelenememiştir (118).

Süt dişlerinin kron ve köklerini ölçmek için periapikal, panoramik veya BT gibi non-invaziv yaklaşımlar gereklidir. Paralel teknik kullanılarak çekilen periapikal radyografiler kron ve kök uzunluğunu ölçmede klinik altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak oryantasyon ve projeksiyon değişkenlerinin periapikal radyografilerde kolayca hatalara neden olabildiği bilinmektedir (119).

Hastanın ve filmin pozisyonu, filmin damağa doğru eğilmesi, kron kök angulasyonu gibi çeşitli faktörler periapikal filmlerin görüntü kalitesini etkilemektedir (120).

Ayrıca diş anatomisini değerlendirmek için geleneksel radyografik yöntemler üç boyutlu analizlere istinaden daha güvenilir değildir. Üç boyutlu anatomik yapılar şekil distorsiyonu ve boyut değişiklikleri ile iki boyuta indirgenmekte ve dokuların süper pozisyonu meydana gelmektedir (118, 121).

KIBT maksillofasial bölgenin görüntülenmesi için son zamanlarda geliştirilmiş yeni bir teknolojidir (110, 122, 123).

Dişlenme sürecinin gelişiminin değerlendirilmesi, diş arklarının genişliğinin hesaplanması, oklüzyonun değerlendirilmesi ve diş boyutlarının ölçülmesi için uzun süredir kullanılan radyografik görüntü ve alçı modeller yerini artık ölçü alım

işlemine gerek duyulmadan KIBT'tan üç boyutlu yazıcılarla üretilen modellere bırakmıştır. Bu modeller üzerinde alçı modellerden farklı olarak bütün maksillofasiyal dokular ile birlikte diş kökleri de incelenebilmekte ve kökler üzerinde boyut ve hacim hesaplamaları yapılabilmektedir (124).

Jung ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada KIBT verileri kullanılarak 38 çocuğun süt dişlerinin sağlam kök formu incelenmiştir. Üç boyutlu bir görüntü analiz programı kullanılarak süt keser ve kanin dişlerin dilaserasyon derecelerini ve kron kök oranlarını değerlendirmişlerdir. Maksiller süt santral dişlerin bukkal dilaserasyon derecesi kök uzunluğunun yaklaşık olarak yarısında  $26.3^{\circ}$ , maksiller süt lateral dişlerin  $16.5^{\circ}$ , maksiller süt kanin dişlerin ise  $17.5^{\circ}$  derece olarak hesaplanmıştır. Kron kök oranları ise sırası ile maksiller süt santral dişlerde 0.52, maksiller süt lateral dişlerde 0.48, maksiller süt kanin dişlerde ise 0.52 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerin klinik diş hekimliğine yardımcı olarak dentisyonun gelişimini anlamaya imkan verdiği belirtilmiştir (118).

Bizim çalışmamızda KIBT arşiv görüntülerini hacimsel olarak işleyebilen bir yazılım olan Mimics Research 17.0 üç boyutlu modelleme programı yardımıyla süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonlarını istenilen kesit ve düzlemde değerlendirmenin mümkün olduğu, kökler üzerinde boyut, yüzey alanı ve hacim hesaplamaları yapılabildiği ve rezorpsiyonun niceliksel değişiminin değerlendirilebildiği görülmüştür.

Yapılan morfolojik bir çalışmada süt kanin dişlerin kök rezorpsiyonu ve altındaki daimi dişlerin gelişimlerine ilişkin değişiklikler, çevresi ve iç yapısındaki değişiklikler aydınlatılmaya çalışılmıştır.  $\mu$ BT kullanılarak incelenen çocuk kafatası çene kemiklerinde süt kanin dişlerin kök yüzeyi ile altındaki kemik kriptası arasındaki mesafe ölçülmüştür. Süt dişlenme döneminde daimi kanin ve onu saran kemik kriptası hemen süt kanin dişin kökünün altında konumlanmıştır. Daimi 1. molar diş alveol krete ulaştığında kemik kriptaları distolingual yönde hareket ederek aşağı doğru büyümekte ve bunun sonucunda mandibula tabanındaki kompakt kemik rezorpsiyon göstermektedir. Süt kanin kök rezorpsiyonu kemik kriptalarının gelişmekte olan ve distolingual yönde hareket eden yüzeylerinde gerçekleştiği bildirilmiştir. Santral keser dişler alveol krete ulaştıktan sonra süt kanin dişlerin lingual yüzeyi ile kanin kriptası arasındaki mesafenin kantitatif olarak azaldığı

görülmüştür. Temelde rezorpsiyonun distolingual yüzeyden başladığı ve devam ettiği öne sürülmüştür (125).

Bizim çalışmamızda mandibular süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunu incelediğimizde, rezorpsiyonun köklerin iç yüzey bölgelerinden ve köklerin lingual yüzeylerinden başladığı görüldü.

Maksiller süt kanin kök rezorpsiyonunu açıklamaya çalışan başka bir çalışmada  $\mu$ BT kullanılarak incelenen çocuk kafatası üst çene kemiklerinde süt kanin dişler ile altındaki daimi kanin dişlerin kemik kriptası arasındaki en kısa mesafe ölçülmüştür. Süt kanin kökü doğrudan altındaki daimi kanini içeren kemik kriptası üzerinde konumlanmıştır. Süt dişlenme dönemine ek olarak daimi 1. molar diş alveol krete ulaştığında kanin kemik kriptası büyümekte; üst marjini distal eğim gösterirken alt marjini mesial eğim göstermektedir. Bu aşamadan sonra maksiller santral diş alveoler krete ulaştığında süt kanin kök rezorpsiyonu kök apeksinin lingualine yakın bölgeden başlar ve kanin kemik kriptası nasal kaviteye bitişik durumdadır. Maksiller lateral dişler alveol krete ulaştıktan sonra süt kanin dişleri ile kanin kriptası arasındaki mesafenin kantitatif olarak azaldığı görülmüştür (126).

Bizim çalışmamızda maksiller süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun, daha çok palatinal ve distobukkal kök yüzeylerinin iç kısımlarından başladığı görüldü.

Mcdonald ve arkadaşları süt molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun, köklerin iç yüzeyine yakın bölgelerinden veya lingual yüzeyinden başladığını bildirmişlerdir (9).

Çalışmamızda süt molar bölgede gelişmekte olan daimi dişlerin başlangıçta üstlerindeki süt dişlerinin lingual veya palatinalinde konumlandığı ve fizyolojik kök rezorpsiyonunun köklerin daha çok lingual ve palatinal yüzeylerinde başladığı görüldü.

Intraoral geleneksel ve dijital radyografilerde dental yapılar iki boyutlu görülebilmektedir. Ancak diş hekimliğinde yakın zamanda çok fazla kullanılmaya başlanan Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) sayesinde dişler ve orofasiyal bölgenin anatomik yapıları üç boyutlu olarak aynı zamanda hekim tarafından istenilen kesit ve düzlemde izlenebilmektedir (22, 23, 24, 25).

Karşılaştırmalı çalışmalarda KIBT ile elde edilen üç boyutlu görüntülerin kantitatif ve kalitatif analizler için etkin ve güvenilir olduğu gösterilmiştir (95, 127, 128, 129).

Sherrard ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada domuz kafataslarındaki dişlerin periapikal film ile elde edilen diş ve kök uzunluğu ölçümleri ile KIBT kullanılarak oluşturulan verilerin doğruluğu ve güvenilirliği değerlendirilmiştir. İ-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) cihazıyla alınan tomografi verileri üç boyutlu görüntüleme programına (Dolphin; version 10.5, Dolphin Imaging Systems, Chatsworth, Calif) oryente edilmiş ve dişler mine sement birleşim noktalarından işaretlenerek kök uzunluğu ve diş uzunluğu hesaplanmıştır. Daha sonra periapikal görüntülerdeki uzunlukları hesaplanmıştır. Mevcut domuz dişleri çekildikten sonra dijital bir kumpas yardımıyla gerçek uzunlukları ölçülmüştür. Gerçek diş ve kök uzunluğu ile KIBT değerleri arasında önemli bir fark olmadığı ve bu farkın 0.3 mm'den az olduğu saptanmıştır. Periapikal grafilere elde edilen ölçümler ise anlamlı derecede farklı (gerçek değerden 2.58 mm daha fazla) bulunmuştur. KIBT taramaları, diş uzunluğu ve kök uzunluğu tayini için periapikal radyografilerden oldukça doğru ve güvenilir bulunmuştur (119). Mine-sement birleşim yeri gerçekte düz bir hat yada çizgi halinde olmayıp kurvatürlere sahiptir. Mine-sement birleşim yerinin tespiti kole bölgesinin farklı anatomik yapısından dolayı güçtür. X-ışının geliş açısının değişmesinden dolayı mine sement birleşim yerinin radyografideki yeri değişiklik gösterir. Üç boyutlu bir yapıdan iki boyutlu görüntü elde edilmesinden dolayı açılardaki minimal değişmeler mine sement birleşim yerinde önemli vertikal değişikliklere yol açmaktadır. Kesitsel görüntüleme yöntemlerinin elde edilmesinde kullanılan programlar ile bu dezavantaj ortadan kaldırılmaktadır (119).

Biz de çalışmamızda mine-sement birleşim noktalarını programda oluşturulan üç boyutlu diş görüntüsü üzerinden işaretleme yoluyla tespit ettik. Tespit edilen sınırdan itibaren "Cut with curve (eğri ile kes)" işlemi yapılarak kök kromdan ayrılmıştır. Böylece kron boylarındaki değişikliklerin uzaklaştırılması ve standardizasyonun sağlanması amacıyla mine sement sınırını esas aldık.

Özmeriç ve ark. periodontal aralığın değerlendirilmesinde KIBT ile geleneksel radyografiyi karşılaştırmak için yaptıkları bir çalışmada değişik aralıkta

yapay periodontal ligament aralıkları olan bir fantom model kullanmışlardır. 15 geleneksel radyografi ve 15 KIBT görüntüsü üzerinde 20 diş hekimi, 20 diş hekimi asistanı ve 20 diş hekimliği öğrencisi değerlendirme yapmıştır. Birkaç hafta sonra, aynı görüntüler 20 diş hekimi tarafından rastgele ve karışık bir şekilde tekrar değerlendirilmiştir. Periodontal ligament aralığının değerlendirilmesinde KIBT'ın geleneksel radyografiden daha iyi bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (130).

Bizim çalışmamızda kullandığımız hacim ölçümü yöntemini kesit görüntüsü veremeyen radyografik tekniklerle gerçekleştirmek mümkün değildir. İki boyutlu görüntüleme teknikleri olan intraoral ve ekstraoral radyografik tekniklerle, istenilen nesnenin yalnızca alan ölçümü ve mesafe ölçümü yapılabilir. Burada röntgen magnifikasyonlarının oluşacağı unutulmamalıdır. Tek bir alan ölçümü olanağı olabileceği için hacimsel bir değerlendirme yapılması mümkün olmaz. Bu nedenle çalışmamızda hacim ölçümleri yapılmasına olanak sağlayan KIBT verileri tercih edilmiş ve bu verilerin pratikte kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Kesitsel görüntüleme yöntemlerinin elde edilmesinde kullanılan Mimics gibi programlar ile istenilen dokuların hacim hesaplamaları yapılabilmektedir. Hacmi hesaplanması düşünülen bir doku üzerinde oluşan yoğunluk farkı nedeniyle dokunun sınırları program tarafından veya manuel segmentasyon ile işaretlenebilir ve bu yöntemle hacim hesaplaması yapılabilir. Segmentasyon, farklı dokuların kenarlarının belirlenmesinde bölgedeki dokular üzerinde piksellerin gruplanmasını ve toplanmasını sağlar (29, 30). Görüntü alanının karmaşıklığı ve çevre dokularla arasındaki kontrast ve yoğunluk derecesi farkına dayanılarak manuel, otomatik ve yarı-otomatik metotlarla hacim hesaplamaları yapılabilir (29-32).

KIBT ile yapılan aşağıda belirttiğimiz bir çok çalışma bizim yaptığımız çalışmamızın amacını ve klinik geçerliliğini gösterir tarzdadır.

Baysal ve arkadaşları, hızlı üst çene genişletme tedavisi öncesi ve genişletme sonrası dişlerin kök rezorpsiyonlarını KIBT ile değerlendirmişlerdir. 25 hastadan tedavi öncesi ve genişletme sonrası KIBT verileri alınmıştır. Alınan veriler yüzey ve hacim hesaplamaları yapabilmek amacıyla Mimics programına aktarılmış ve her hastanın tedavi öncesi ve tedavi sonrası olmak üzere daimi 1. molar, birinci premolar ve ikinci premolar dişlerinin kökleri izole edilmiş, hacim ve kök yüzey alanları hesaplanmıştır. Genişletme öncesi ve sonrası kök hacimleri arasındaki fark,



incelenen tüm kökler için anlamlı bulunmuştur. Maksimum hacim azalmasının daimi 1. molar dişlerin mesiobukkal köklerinde meydana geldiği tespit edilmiştir (131).

Ortodontik tedavi sırasında pulpadaki değişikliklerin üç boyutlu değerlendirildiği kontrollü bir çalışmada 6 anterior diş pulpaları ile birlikte Mimics programı kullanarak segmente edilmiş ve tedavi öncesi ve sonrası hacim değişiklikleri hesaplanmıştır. Ortodontik tedavi gören deney grubunda pulpa boyutu önemli ölçüde azalmıştır (132).

Farklı iskelet örneklerine sahip genç bireylerde kondil hacmi, kondil alanı ve morfolojik indeksin araştırıldığı bir çalışmada iskeletsel sınıf I, sınıf II ve sınıf III şeklinde gruplara ayrılan 15-30 yaş arasındaki 200 hastadan (95 erkek, 105 kadın) alınan KIBT verileri Mimics programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm örneklerde sağ ve sol kondil arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Sınıf III' teki örnekler önemli ölçüde yüksek kondil hacmine sahip bulunmuştur. Kondil hacminin ve yüzey alanının erkeklerde kadınlardan önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (133).

Deguchi ve ark. KIBT ile sınıf I, sınıf II, sınıf III maloklüzyonlu hastalarda maksilla ve mandibula hacmini hesaplamışlardır (134).

Yaş ve cinsiyet tahmininde diş hacmi/pulpa hacmi oranının kullanıldığı bir çalışmada 133 insan kanin dişi KIBT ile taranmış ve veriler Mimics programında modellenmiştir. Diş hacminin pulpa hacmine oranının cinsiyet ve yaş tahmininde doğru ve kullanılabilir bir yöntem olduğu iddia edilmiş ve bu yöntemin daha geniş bir örnek grubu üzerinde test edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (135).

Kanin dişlerin cinsel dimorfizminin analiz edildiği bir çalışmada diş ve pulpa boşluğu hacimlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 15-83 yaş aralığındaki 41 erkek ve 46 kadın toplam 87 hastadan alınan KIBT görüntülerinin analizleri yapılmış ve kanin dişlerin hacimleri hesaplanmıştır. Diş hacimleri analiz edildiğinde istatistiksel olarak kadınlarda ( $0,551 \text{ cm}^3$ ) ve erkeklerde ( $0,745 \text{ cm}^3$ ) anlamlı farklar ortaya çıkmıştır. Tüm olguların sonuçları kafatası ve pelvis değerlendirilmesi ile uyumlu görülmüştür. Çalışmanın erkekler ve kadınlar arasındaki dişsel cinsel dimorfizmin analizine geniş bir katkı sunduğu ve adli durumlarda cinsiyet tanısı için uygulanabilir bir yöntem sağladığı belirtilmiştir (136).

Maksiller süt ikinci molar restorasyonları için kron konturu ve pulpa odası arasındaki konumsal ilişkinin değerlendirildiği bir çalışmada süt ve karışık dişlenme dönemindeki 5 maksiller süt ikinci molar diş kullanılmıştır. Kron konturu ve pulpa odası arasındaki konumsal ilişki, üç boyutlu  $\mu$ BT ile gözlemlenmiştir. Ayrıca her bir pulpa boynuzundaki dentin kalınlığı ve tüm kron hacminin pulpa odası hacmine oranı ölçülmüştür. Kron konturu ve pulpa odası arasındaki konumsal ilişkide, mesiobukkal tüberkülün pulpa boynuzu büyük bir çıkıntı göstermiş, hem süt dişlenme hem de karışık dişlenme döneminde pulpa odasının mesial duvarı belirgin bir şişlik göstermiştir. Ayrıca pulpa odası mesial tarafa kaymıştır. Karışık dentisyon dönemindeki tüm kron hacminin pulpa odası hacmine oranı süt dentisyon sürecindeki orandan önemli ölçüde daha küçük bulunmuştur. En ince dentin kalınlığı mesiobukkal pulpa boynuzunda tespit edilmiştir (137).

Daha önce yapılan bu çalışmalar bizim çalışmamızda olduğu gibi ağız ve diş dokularının hacim ölçümlerinin tomografik veri ve üç boyutlu modelleme programları yardımıyla yapılabilirliğini göstermiştir.

Çeşitli çalışmalarda üç boyutlu tomografi görüntülerinden elde edilen hacim ve yüzey ölçümlerinin güvenilirliği araştırılmıştır. Moerenhout ve arkadaşları Maxilim (optik okuyucu) ve Mimics adlı üç boyutlu modelleme programlarını karşılaştırdıkları bir çalışmada Mimics programında segmentasyon işleminde izlenen deviasyonu 1,8 mm, Maxilim optik okuyucu programında ise 1,9 mm olarak kaydetmişlerdir. KIBT tarama verilerine ait üç boyutlu modelin yüzey doğruluğunun yüksek olduğunu; rijit yüz modeli üzerindeki mesafe ölçümlerinde değerlendiriciler-arası ve değerlendiriciler-içi güvenirliliğin etkin bir sonuç verdiğini bildirmişlerdir (138).

Thayyil ve arkadaşlarının solid iç organ ağırlıklarını üç boyutlu değerlendirdikleri bir çalışmada Mimics 11.0 programı kullanılarak yapılan iç organ hacim ölçümleri gerçek hacim değerleri ile yüksek derecede uyumlu bulunmuştur. Ayrıca yarı otomatik 3D hacim rekonstrüksiyon yöntemi hızlı ve tekrarlanabilir bir yöntem olarak değerlendirilmiştir (139).

El ve Palomo üst hava yolu hacim ölçümlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirdikleri bir çalışmada üç farklı yazılım programı kullanarak üst hava yolu hacim ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Farklı programlardan elde

edilen hacimsel ölçümlerin benzer ve yüksek güvenilirlikte olduğunu bildirmişlerdir (113).

Kemik defektlerinin hacimsel olarak değerlendirildiği bir çalışmada 9 kuru kafatasında damak yarığını taklit eden kemik defektleri oluşturulmuş ve tüm defektler mum ile anatomik yapıya uygun olarak kapatılıp MSBT ve KIBT ile görüntüleri elde edilmiştir. Daha sonra gerçek hacim ölçümleri taşan su prensibi ile elde edilmiştir. MSBT ve KIBT ile elde edilen hacim verileri fiziksel hacim verileri ile karşılaştırılmış ve bu iki yöntemin kemik defektlerinin volumetrik değerlendirilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (140).

KIBT verileri ile çekim soketlerinin hacimsel analizinin değerlendirildiği bir çalışmada 9 kuru kafatası kemiğinde bulunan 40 çekim soketi kullanılmıştır. Bu diş soketlerinden alınan ölçü modelin taşan suyun hacmi yöntemi kullanılarak gerçek hacimleri hesaplanmıştır. Daha sonra, çekim soketleri KIBT ile taranarak 1 mm kalınlığında kesitler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda KIBT kesitleri üzerinde otomatik segmentasyon ile yapılan hacim ölçümü ile gerçek ölçüm değerleri arasında anlamlı derecede bir fark gözlenmemiştir (105).

Wang ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada ortodontik çekim endikasyonu düşünülen 27 maksiller ve mandibular premolar dişlerin çekim öncesinde standart KIBT tarayıcı ile ve çekim sonrasında dişlerin standart referans olarak  $\mu$ BT ile verileri alınmıştır. KIBT ve  $\mu$ BT ile elde edilen verilerin üç boyutlu rekonstrüksiyonları yapılmış ve sonra diş hacimleri hesaplanmıştır. Bu sayede hem ölçümlerin güvenilirliği kontrol edilmiştir, hem de gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum değerlendirilmiştir. Bu iki gözlemci için hesaplanan sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) 1.00 (0.740) değerine yakın olarak bulunmuş ve gözlemcilerin kendi içinde de sınıf içi korelasyon katsayısı sırasıyla 0.999 ve 0.998 olarak bulunmuş ve uyumlu olduğuna karar verilmiştir. KIBT ve  $\mu$ BT arasındaki uyumluluk korelasyon katsayısı (CCC) ise %95 güven aralığı içinde bulunmuştur. Sonuç olarak hesaplanan tüm hacim ölçümlerinde KIBT ve  $\mu$ BT arasındaki uyumun iyi olduğunu bildirmişlerdir (141).

Alqahtani ve arkadaşları tarafından oluşturulan insan diş gelişimi ve erüpsiyonu Londra atlasında diş gelişim verilerinin oluşturulduğu tablolarda süt dişlerinin fizyolojik kök rezorpsiyon dereceleri yaşa bağlı olarak tanımlanmaktadır.

Süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonlarını değerlendirdikleri bu tablolarda üst çene süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun ortalama 7,5 yaşından sonra başladığı alt çene süt 2. molar dişlerin kök rezorpsiyonlarının ise ortalama 8,5 yaşından sonra başladığı belirtilmektedir (142).

Bizim çalışmamızda yaşa bağlı olarak 7-8 yaş arasındaki çalışma grubunda süt molarların %50' sinde (20 tane) kök rezorpsiyonu görülürken %50'sinde (20 tane) görülmemiştir. 7-8 yaş grubundan sonraki tüm çalışma gruplarında yani 8 yaşından itibaren süt 2. molar dişlerde fizyolojik kök rezorpsiyonu görüldü. Çalışmamızda kontrol grubu olmadığı için süt dişlerinin kök rezorpsiyonlarının yaş ortalaması ile ilgili yorum yapmamızın doğru olmayacağı düşünüldü.

Moorrees ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada toplam 246 çocuk hastadan (136 erkek ve 110 kız) alınan bir dizi oblik ve lateral grafilerle süt kanin, süt birinci molar ve süt ikinci molar dişlerin gelişimleri ve kök rezorpsiyon paternleri incelenmiştir. Yaşamın ilk yılında 3 ayda bir sonraki süreçte 6 ayda bir radyografi alınmıştır. Süt molar dişlerin çoğunda mesial köklerin distal köklerden daha erken rezorbe olmaya başladığı ve rezorpsiyon sürecinin kızlarda erkeklerden daha erken başladığı (kızlarda ortalama 7 yaş erkeklerde 7,5 yaş) tespit edilmiştir. Aynı dişin mezial ve distal kök rezorpsiyonlarının farklı olduğu ve kök rezorpsiyonlarının asimetrik olduğu ifade edilmiştir (143).

Perets ve arkadaşları süt mandibular molar dişlerin kök rezorpsiyon paternlerini araştırmak ve rezorpsiyon boyunca altlarındaki premolar dişlerin konumunu tanımlamak için radyografik bir çalışma yapmışlardır. 5-12 yaş arasındaki çocuk hastalardan alınan toplam 271 radyografi (56 adet süt birinci molar ve 171 adet süt ikinci molar diş) incelenmiştir. Süt birinci molar dişlerin kök rezorpsiyonlarının yaklaşık %55'i distal kökte oluşurken kök rezorpsiyonunun %41'i simetrik meydana gelmiştir. Süt ikinci molarların kök rezorpsiyonu yaklaşık %56 oranında simetrik meydana gelmiş, kök rezorpsiyonunun %36'sı distal kökte meydana gelmiştir. İkinci premolarlar, kökler arasında daha mesialde konumlandığında mesial kök rezorpsiyonu yaklaşık %71 olmuştur. Mandibular süt birinci molarlarda rezorpsiyonun yaklaşık olarak 7 yaşında başladığı tespit edilmiştir. Süt dişi kökleri arasındaki premolar dişlerin konumu kök rezorpsiyonu ile ilişkilendirilmiştir. Distal kök rezorpsiyonunun beklenen bir durum olmadığı ancak

süt ikinci molar dişin distalinde çürük mevcudiyetinde daha sık görüleceği ifade edilmiştir (144).

Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin yukarıda belirttiğimiz Moorrees ve Perets'in çalışma sonuçlarının verileri ile paralellik gösterdiği bulundu. Mandibular süt 2. molar dişlerin çoğunda mesial köklerinin distal köklerden daha erken rezorbe olmaya başladığını, maksiller süt 2. molar dişlerin çoğunda ise palatinal ve distobukkal kökün daha erken rezorbe olmaya başladığını tespit ettik. Süt molar bölgede gelişmekte olan daimi dişlerin başlangıçta üstlerindeki süt dişlerinin lingual veya palatinalinde konumlandığı görüldü. Büyüme devam ettikçe, gelişmekte olan 2. premolar dişler, süt dişlerinin diverjen kökleri altında hareket etmektedirler. Folikülün pozisyonunun ve boyutlarının kök rezorpsiyonunda izlediği yolu etkilediği düşünüldü.

Moorrees ve ark, Perets ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar araştırmacıların görsel izlenimlerine bağlı olduğu için çalışmaların güvenilirliğinin tartışmalı olduğu düşünüldü. KIBT ile yapılan çalışmaların niceliksel olmasından ve araştırmacıdan araştırmacıya değişkenlik göstermeyeceğinden daha güvenilir sonuçlar verdiği düşünüldü.

Kök rezorpsiyon miktarları geleneksel yöntemlerle modelleme yapıp incelenememektedir. Ancak KIBT kullanılarak süt ve daimi dişlerin kökleri dijital ortamda incelenebilmekte ve üç boyutlu yazıcılar ile modelleri yapılabilmektedir. Bu sayede sürmekte olan daimi dişlerin ve rezorpsiyonu başlayan süt dişi köklerinin üç boyutlu ve hacimsel ölçümleri de yapılabilmektedir. Bu nedenle biz de çalışmamızda hacim ölçümleri yapılmasına olanak sağlayan KIBT arşiv verilerini kullanmayı tercih ettik. Bu verileri üç boyutlu işleyebilen bir program yardımıyla süt dişi kök rezorpsiyonlarını hacim biriminde ölçmek istedik. Periapikal radyografi ile yapılan ölçüm ve sınıflamalar hataya ve yanılgılara açıktır. Bunun nedeni analizlerin iki boyutlu görüntüler üzerinde yapılması ve geleneksel radyografilerde röntgen magnifikasyonu, distorsiyonu ve süperimpozisyonu gibi istenmeyen özelliklere sahip olmasıdır. Bu nedenle yaptığımız çalışmamızın sonuçlarının niceliksel olmasından dolayı elde edilen sonuçların güvenilir olduğu ve araştırmacının kişisel yetenek ve tecrübesine göre değişmediği düşünüldü.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşa bağılı süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonlarının hacim biriminde nicelik bakımından Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi verileri kullanılarak üç boyutlu olarak değerlendirilebilirliğini göstermeyi amaçlayan bu retrospektif çalışma ile şu sonuçlara ulaşılmıştır;

-Yaşa bağılı süt dişlerinde fizyolojik kök rezorpsiyonunun ilerlediği tespit edildi.

-Süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun, köklerin iç yüzeyine yakın bölgelerinden veya köklerin lingual yüzeyinden başladığı görüldü.

-Süt molar bölgede gelişmekte olan daimi dişlerin başlangıçta üstlerindeki süt dişlerinin lingual veya palatinalinde konumlandığı görülmüştür. Büyüme devam ettikçe, gelişmekte olan 2. premolar dişlerin, süt dişlerinin kökleri altında hareket ettiği görüldü.

-Folikülün pozisyonunun ve boyutlarının üstündeki süt 2. molar dişlerin kök rezorpsiyonunda izlediği yolu etkilediği görüldü.

-7-8 yaş arasındaki çalışma grubunda süt molarların %50' sinde (20 tane) kök rezorpsiyonu görülürken, %50'sinde kök rezorpsiyonu (20 tane) görülmedi. 7-8 yaş grubundan sonraki tüm çalışma gruplarında yani 8 yaşından itibaren süt 2. molar dişlerde fizyolojik kök rezorpsiyonu görüldü

-Süt 2. molar dişlerin fizyolojik kök rezorpsiyonunun aynı bireyde ve aynı çenede farklı düzeylerde olabileceği, aynı dişin farklı köklerinin kök rezorpsiyon şekillerinin farklı olabileceği ve kök rezorpsiyonlarının asimetric olabileceği görüldü.

-Geleneksel radyolojik yöntemlerle süt dişi fizyolojik kök rezorpsiyon miktarını doğru değerlendirmenin mümkün olmadığı, geleneksel radyografinin üç boyutlu anatomik yapıların değerlendirilmesinde magnifikasyon, distorsiyon ve süperimpozisyon gibi istenmeyen özelliklere sahip olduğu, yapılan iki boyutlu çalışmalarda araştırmacıların görsel izlenimlerinin değişik yorumlamalara sebep olabileceği düşünöldü.

-Bu çalışmada KIBT verileri üç boyutlu modelleme programı ile standardize edilerek, süt dişi fizyolojik kök rezorpsiyonunun araştırmacının gözlemlerinden etkilenmeden değerlendirilebileceği ortaya konuldu.

-Bu amaçla KIBT verilerini işleyebilen üç boyutlu modelleme programı Mimics Research 17.0 programının kullanılabilmesi görüldü.

-Dişlenme sürecinin değerlendirilmesinin dijital ortamda KIBT ve Mimics 17.0 modelleme programı yardımıyla hızlı bir şekilde yapılabileceği ve bireye özgü üç boyutlu, hacim miktarları ölçülebilen modellemelerin oluşturulabileceği görüldü. Özellikle karışık dişlenme döneminde süren veya sürmekte olan dişlerin ve kök formasyonlarının gerçek boyutlarda ve üç farklı düzlemde değerlendirebilmenin, hacim ölçümlerini yapabilmeyen KIBT ve Mimics 17.0 programıyla mümkün olduğu görüldü.

-Bu nedenle KIBT'nin dişlerin sürme süreçlerini incelemeye, gerektiğinde araştırmacıya veya klinisyene teşhis ve tedavi planlamasında rehber olması yönünden önemli olduğu görüldü. KIBT'nin bizlere dentisyonun ve dental dokuların kapsamlı bir görüntüsünü sağladığı, eksik dişlerin, gömülü dişlerin, süpernumere dişlerin, dental gelişim aşamasını ve sürme sırasını, diş boyut ölçümlerini ve diş hareketlerini engelleyebilecek veya önleyebilecek kök anomalilerini belirlemede oldukça faydalı olabileceği düşünüldü.

-Sağlam süt dişlerinin kök ölçümleri oldukça zordur çünkü daimi dişlerin erüpsiyonundan önce süt dişleri kök rezorpsiyonuna uğramaktadır. Bu nedenle yapılan morfometrik ölçümsel çalışmalar ağırlıklı olarak alçı modeller üzerinde gerçekleştirilmiş ve daha çok kron formu ve boyutu üzerinde durulmuştur. KIBT verileri ile süt molar dişlerin kök kanal morfolojilerinin ve kök rezorpsiyonlarının doğru ve güvenilir bir şekilde alçı modellere gerek kalmadan değerlendirilebileceği görüldü.

-Üç boyutlu modelleme programları yardımıyla süt dişlerinin fizyolojik kök rezorpsiyon derecelerinin yaşa bağlı olarak tanımlandığı insan diş gelişimi ve erüpsiyonu Türkiye atlası veya diğer ülkelerin katılımı ile Dünya atlası diş gelişim verileri oluşturulabileceği düşünüldü.

-Ayrıca hacimsel olarak üç boyutlu değerlendirmenin erkekler ve kadınlar arasındaki dişsel cinsel karşılaştırma analizlerine geniş bir katkı sağlayabileceği ve adli durumlarda cinsiyet tanısı için uygulanabilir bir yöntem olabileceği dūřünüldü.

-KIBT sistemlerinin her geğen gün yaygınlaşarak kullanılmaya başlanmasıyla ve kesitsel görüntüleme yöntemlerinin elde edilmesinde kullanılan programlar yardımıyla diř hekimliğinde teşhis ve tedavi planlamasında yeni ufuklar açıldığı ve bu teknolojilerin klinisyeninin ufkunu genişlettiği görüldü. Bununla birlikte KIBT'ın radyasyon dozunun ve cihaz maliyetinin azaltılması durumunda gelecekte geleneksel radyografinin yerini alabileceği dūřünüldü.





## 7. KAYNAKLAR

1. Yawaka Y, Osanai M, Shirai Y, Hasegawa T, Kaga M, Oguchi H. Root resorption of human deciduous teeth with apical periodontitis by cultured osteoclasts. *Pediatric Dental Journal*. 2004;14(1): 121-126.
2. Yawaka Y, Osanai M, Akiyama A, Ninomiya R, Oguchi H. Histological study of deposited cementum in human deciduous teeth with pathological root resorption. *Ann Anat*. 2003;185(4): 335-341.
3. Arora V, Arora P, Munshi AK. Banking stem cells from human exfoliated deciduous teeth (SHED): saving for the future. *J Clin Pediatr Dent*. 2009; 33(4): 289-294.
4. Sasaki T, Motegi N, Suzuki H, Watanabe C, Tadokoro K, Yanagisawa T, Higashi S. Dentin resorption mediated by odontoclasts in physiological root resorption of human deciduous teeth. *Am J Anat*. 1988;183(4):303-315.
5. Marks SC Jr, Schroeder HE. Tooth eruption: theories and facts. *Anat Rec*. 1996;245(2):374-393.
6. Wise GE. Cellular and molecular basis of tooth eruption. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(2):67-73.
7. Wise GE, Frazier-Bowers S, D'Souza RN. Cellular, molecular, and genetic determinants of tooth eruption. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002;13(4):323-334.
8. Ten Cate AR, Anderson RD. An ultrastructural study of tooth resorption in the kitten. *J Dent Res*. 1986;65(8):1087-1093.
9. McDonald RE, Avery DR and Dean JA. Eruption of the Teeth: Local, Systemic, and Congenital Factors That Influence the Process. Dean JA, Avery DR, McDonald RE. *McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent*. 9th ed. St. Luis: Mosby, 2011; 150-176.
10. Furseth R. The resorption processes of human deciduous teeth studied by light microscopy, microradiography and electron microscopy. *Arch Oral Biol* 1968;13:417-431.
11. Morita H, Yamashiya H, Shimizu M, Sasaki S. The collagenolytic activity during root resorption of bovine deciduous tooth. *Arch Oral Biol* 1970;15:503-508.
12. Jones SJ, Boyde A, Ali NN. The resorption of biological and nonbiological substrates by cultured avian and mammalian osteoclasts. *Anat Embryol*. 1984;170:247-256.
13. Cahill DR. Histological changes in the bony crypt and gubernacular canal of erupting permanent premolars during deciduous premolar exfoliation in beagles. *J Dent Res* 1974;53:786-791.
14. Ten Cate AR. Physiologic tooth movement: eruption and shedding. In: Ten Cate AR, editor. *Oral histology development, structure, and function*. St. Louis, Baltimore, Boston: Mosby, 1998. p. 150-196, 289-314.
15. Bhaskar SN. In: Bhaskar SN, editor. *Orban's Oral histology and embryology*. St. Louis: Mosby Yearbook; 1991. p. 139-179, 386-405.

16. Sahara N, Okafuji N, Toyoki A, Suzuki I, Deguchi T, Suzuki K. Odontoclastic resorption at the pulpal surface of coronal dentin prior to the shedding of human deciduous teeth. *Arch Histol Cytol.* 1992;55(3):273-285.
17. Sasaki T, Shimizu T, Suzuki H, Watanabe C. Cytodifferentiation and degeneration of odontoclasts in physiologic root resorption of kitten deciduous teeth. *Acta Anat.* 1989;135:330-340.
18. Obersztyn A. Experimental investigation of factors causing resorption of deciduous teeth. *J Dent Res.* 1963;42:660-674.
19. Rune B, Sarnas KV. Root resorption and submergence in retained deciduous second molars. A mixed-longitudinal study of 77 children with developmental absence of second premolars. *Eur J Orthod.* 1984;6:123-131.
20. Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J Oral Sci.* 2007;49(1):1-12.
21. Sahara N, Ashizawa Y, Nakamura K, Deguchi T, Suzuki K. Ultrastructural features of odontoclasts that resorb enamel in human deciduous teeth prior to shedding. *Anat Rec.* 1998;252:215-228.
22. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol.* 2008;66(3):396-418.
23. Robinson S, Suomalainen A, Kortensniemi M. Mu-CT. *Eur J Radiol.* 2005;56(2):185-191.
24. Angelopoulos C, Aghaloo T. Imaging technology in implant diagnosis. *Dent Clin North Am.* 2011;55(1):141-158.
25. Gahleitner A, Watzek G, Imhof H. Dental CT: imaging technique, anatomy, and pathologic conditions of the jaws. *Eur Radiol.* 2003;13(2):366-376.
26. Mah JK, Yi L, Huang RC, Choo H. Advanced applications of cone beam computed tomography in orthodontics. *Seminars in Orthodontics.* 2011;17(1):57-71.
27. Heimisdottir K, Bosshardt D, Ruf S. Can the severity of root resorption be accurately judged by means of radiographs? A case report with histology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(1):106-109.
28. Ericson S, Kuroi J. Incisor root resorptions due to ectopic maxillary canines imaged by computerized tomography: a comparative study in extracted teeth. *Angle Orthod.* 2000;70(4):276-283.
29. Forst D, Nijjar S, Flores-Mir C, Carey J, Secanell M, Lagravere M. Comparison of in vivo 3D cone-beam computed tomography tooth volume measurement protocols. *Prog Orthod.* 2014;15(69):1-13.
30. Clarke LP, Velthuisen RP, Camacho MA, Heine JJ, Vaidyanathan M, Hall LO, Thatcher RW, Silbiger ML. MRI segmentation: methods and applications. *Magn Reson Imaging.* 1995;13(3):343-368.
31. Natarajan K, Cawley MG, Newell JA. A knowledge-based system paradigm for automatic interpretation of CT scans. *Med Inform (Lond).* 1991;16(2):167-181.

32. Li W, Chen F, Zhang F, Ding W, Ye Q, Shi J, Fu B. Volumetric measurement of root resorption following molar mini-screw implant intrusion using cone beam computed tomography. *PLoS One*. 2013;8(4):1-7.
33. Bolan M, Rocha MJ. Histopathologic study of physiological and pathological resorptions in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;104(5):680-685.
34. Bishara SE. Development of the dental occlusion. In: Bishara SE. *Textbook of orthodontics*. 1 st ed., USA: W.B. Saunders Company; 2001: 53-60.
35. Hacınlioğlu NM, Çıldır K, Sandallı N. Çocuklarda Kapanış İlişkileri ve Okluzyon. *Cumhuriyet Üniv. Diş Hek. Fak. Dergisi* 2009;12(1): 91-97.
36. Avery JK, Chiego DJ. Eruption and Shedding of Teeth In: Steel PF ed. *Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Approach*. 3rd ed. St. Luis: Mosby, Inc; 2006: 81-95.
37. Dard M, Kerebel LM, Kerebel B. A transmission electron microscope study of fibroblast changes in human deciduous tooth pulp. *Arch Oral Biol*. 1989;34(4):223-228.
38. Gülhan A. *Pedodonti*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Basımevi. 1994.
39. Frazier-Bowers SA, Rhoads SG. Primary tooth resorption and its role in the normal tooth eruption process. *Endodontic Topics*. 2012;23: 73-78.
40. Björk A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *Am J Phys Anthropol*. 1968;29(2):243-254.
41. Berkovitz BK. How teeth erupt. *Dent Update*. 1990;17(5):206-210.
42. Ten Cate AR, Nanci A. Physiologic tooth movement: eruption and shedding. In: Nanci A, ed. *Oral Histology: Development, Structure and Function*, 7th edn. Toronto: Mosby, 2008: 268–288.
43. Cahill DR, Marks SC Jr. Tooth eruption: evidence for the central role of the dental follicle. *J Oral Pathol*. 1980;9(4):189-200.
44. Marks SC Jr, Cahill DR. Regional control by the dental follicle of alterations in alveolar bone metabolism during tooth eruption. *J Oral Pathol*. 1987;16(4):164-169.
45. Berkovitz BK, Migdalski A, Solomon M. The effect of the lathyritic agent aminoacetonitrile on the unimpeded eruption rate in normal and root-resected rat lower incisors. *Arch Oral Biol*. 1972;17(12):1755-1763.
46. Paulsen HU, Shi XQ, Welander U, Huggare J, Scheutz F. Eruption pattern of autotransplanted premolars visualized by radiographic color-coding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(4):338-345.
47. Wise GE, King GJ. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *J Dent Res*. 2008;87(5):414-434.
48. Berkovitz BK. The effect of root transection and partial root resection on the unimpeded eruption rate of the rat incisor. *Arch Oral Biol*. 1971;16(9):1033-1043.
49. Cahill DR. The histology and rate of tooth eruption with and without temporary impaction in the dog. *Anat Rec*. 1970;166(2):225-237.

50. Wise GE, Yao S, Henk WG. Bone formation as a potential motive force of tooth eruption in the rat molar. *Clin Anat.* 2007;20(6):632-639.
51. Cheek CC, Paterson RL, Proffit WR. Response of erupting human second premolars to blood flow changes. *Arch Oral Biol.* 2002;47(12):851-858.
52. Main JH, Adams D. Experiments on the rat incisor into the cellular proliferation and blood-pressure theories of tooth eruption. *Arch Oral Biol.* 1966;11(2):163-178.
53. Marks SC Jr, Cahill DR. Experimental study in the dog of the non-active role of the tooth in the eruptive process. *Arch Oral Biol.* 1984;29(4):311-322.
54. Liu D, Yao S, Pan F, Wise GE. Chronology and regulation of gene expression of RANKL in the rat dental follicle. *Eur J Oral Sci.* 2005;113(5):404-409.
55. Castaneda B, Simon Y, Jacques J, Hess E, Choi YW, Blin-Wakkach C, Mueller C, Berdal A, Lézot F. Bone resorption control of tooth eruption and root morphogenesis: Involvement of the receptor activator of NF- $\kappa$ B (RANK). *J Cell Physiol.* 2011;226(1):74-85.
56. Kjær I. Mechanism of human tooth eruption: review article including a new theory for future studies on the eruption process. *Scientifica (Cairo).* 2014;2014:1-13.
57. Nicholson J. Biologic considerations. In: Schwartz RS, Summitt JB, Robins JW, editors. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*, 2th edn. IL: Quintessence Publishing Co.; 2001. p. 1-26.
58. Alaçam T. Endodonti. Ankara. Barış Yayınları. Şafak Matbaacılık; 2000; 2.Baskı. p. 26.
59. Fox AG, Heeley JD. Histological study of pulps of human primary teeth. *Arch Oral Biol.* 1980;25(2):103-110.
60. Okiji T. Pulp as a connective tissue. In: Hargreaves KM, Goodis H, editors. *Seltzer and Bender's dental pulp*. IL: Quintessence Publishing Co Inc.; 2002. p. 95-122.
61. Luukko K, Kettunen P, Fristad I, Berggreen E. Structure and functions of the dentin-pulp complex. In: Cohen S, Hargreaves KM, editors. *Cohen's Pathways of the pulp* 10th edn. St.Louis: Mosby; 2011. p. 452-503.
62. Waterhouse PJ, Whitworth JM, Camp JH, Fuks AB. Pediatric Endodontics: Endodontic Treatment for the Primary and Young Permanent Dentition. In: Cohen S, Hargreaves KM, editors. *Cohen's Pathways of the pulp* 10th edn. St.Louis: Mosby; 2011. p. 808-857.
63. Murray PE, About I, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. Human odontoblast cell numbers after dental injury. *J Dent.* 2000;28(4):277-285.
64. Marion D, Jean A, Hamel H, Kerebel LM, Kerebel B. Scanning electron microscopic study of odontoblasts and circumpulpal dentin in a human tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;72(4):473-478.
65. Mjör IA, Sveen OB, Heyeraas KJ. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 1: normal structure and physiology. *Quintessence Int.* 2001;32(6):427-446.
66. Sakurai K, Okiji T, Suda H. Co-increase of nerve fibers and HLA-DR- and/or factor-XIIIa-expressing dendritic cells in dentinal caries-affected regions of the human dental pulp: an immunohistochemical study. *J Dent Res.* 1999;78(10):1596-1608.

67. Jontell M, Okiji T, Dahlgren U, Bergenholtz G. Immune defense mechanisms of the dental pulp. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1998;9(2):179-200.
68. Alexander SA. Collagenolytic activity from human deciduous pulps. *J Endod.* 1981;7(9):418-420.
69. Mejare I. Endodontics in primary teeth. Bergenholtz G, HorstedBindslev T, Reit C, eds. *Textbook of endodontology.* 2nd edn. Hong Kong: Blackwell publishing Co; 2010. p.73-91.
70. Simşek S, Durutürk L. A flow cytometric analysis of the biodefensive response of deciduous tooth pulp to carious stimuli during physiological root resorption. *Arch Oral Biol.* 2005;50(5):461-468.
71. Domon T, Osanai M, Yasuda M, Seki E, Takahashi S, Yamamoto T, Wakita M. Mononuclear odontoclast participation in tooth resorption: the distribution of nuclei in human odontoclasts. *Anat Rec.* 1997;249(4):449-457.
72. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int.* 1999;30(1):9-25.
73. Sasaki T, Watanabe C, Shimizu T, Debari K, Segawa K. Possible role of cementoblasts in the resorbant organ of human deciduous teeth during root resorption. *J Periodontal Res.* 1990;25(3):143-151.
74. Sahara N. Cellular events at the onset of physiological root resorption in rabbit deciduous teeth. *Anat Rec.* 2001;264(4):387-396.
75. Proffit WR, Frazier-Bowers SA. Mechanism and control of tooth eruption:overview and clinical implications. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(2):59-66.
76. Cahill DR. Eruption pathway formation in the presence of experimental tooth impaction in puppies. *Anat Rec.* 1969;164(1):67-77.
77. Bastos JL, Peres MA, Peres KG, Barros AJ. Infant growth, development and tooth emergence patterns: A longitudinal study from birth to 6 years of age. *Arch Oral Biol.* 2007;52(6):598-606.
78. Kjellberg H, Beiring M, Albertsson Wikland K. Craniofacial morphology, dental occlusion, tooth eruption, and dental maturity in boys of short stature with or without growth hormone deficiency. *Eur J Oral Sci.* 2000;108(5):359-367.
79. Sasaki T, Shimizu T, Watanabe C, Hiyoshi Y. Cellular roles in physiological root resorption of deciduous teeth in the cat. *J Dent Res.* 1990;69(1):67-74.
80. Sahara N, Okafuji N, Toyoki A, Ashizawa Y, Deguchi T, Suzuki K. Odontoclastic resorption of the superficial nonmineralized layer of predentine in the shedding of human deciduous teeth. *Cell Tissue Res.* 1994;277(1):19-26.
81. Sahara N, Toyoki A, Ashizawa Y, Deguchi T, Suzuki K. Cytodifferentiation of the odontoclast prior to the shedding of human deciduous teeth: an ultrastructural and cytochemical study. *Anat Rec.* 1996;244(1):33-49.
82. Domon T, Osanai M, Yawaka Y, Suzuki R, Takahashi S, Yamamoto T, Wakita M. Ultrastructural study of the root dentine surface resuming resorption on human deciduous teeth. *Ann Anat.* 2000;182(2):175-184.

83. Sahara N, Ozawa H. Cementum-like tissue deposition on the resorbed enamel surface of human deciduous teeth prior to shedding. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2004;279(2):779-791.
84. Sahara N, Okafuji N, Toyoki A, Ashizawa Y, Yagasaki H, Deguchi T, Suzuki K. A histological study of the exfoliation of human deciduous teeth. *J Dent Res.* 1993;72(3):634-640.
85. Shaweesh AI. Timing and sequence of emergence of permanent teeth in the Jordanian population. *Arch Oral Biol.* 2012;57(2):122-130.
86. Rhoads SG, Hendricks HM, Frazier-Bowers SA. Establishing the diagnostic criteria for eruption disorders based on genetic and clinical data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(2):194-202.
87. Sivakumar A, Valiathan A, Gandhi S, Mohandas AA. Idiopathic failure of eruption of multiple permanent teeth: report of 2 adults with a highlight on molecular biology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(5):687-692.
88. Harorlı A, Akgül H, Dagistan S. Dişhekimiği Radyolojisi. *Erzurum* 2006; p.323-324.
89. Van Der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc.* 2005;136(10):1379-1387.
90. Arnheiter C, Scarfe WC, Farman AG. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. *Oral Radiol.* 2006;22:80-85.
91. White SC, Pharoah MJ. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):689-705.
92. Sara S. Dişhekimiğinde Cone Beam Bilgisayarlı Tomografi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2009;2(3):346-351.
93. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
94. Farman AG, Scarfe WC. The Basics of Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography. *Semin Orthod* 2009;15(1):2-13.
95. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-1564.
96. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-248.
97. Arai Y, Honda K, Iwai K, Shinoda K. Practical model “3DX” of limited cone-beam X-ray CT for dental use. In: *International Congress Series.* Elsevier, 2001;1230:713-718.
98. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007;40(10):818-830.

99. Shelley AM, Brunton P, Horner K. Subjective image quality assessment of cross sectional imaging methods for the symphyseal region of the mandible prior to dental implant placement. *J Dent.* 2011;39(11):764-770.
100. Hashimoto K, Arai Y, Iwai K, Araki M, Kawashima S, Terakado M. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(3):371-377.
101. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation.* 6th Edition ed. St. Louis, Missouri: Mosby, 2009:225-243.
102. De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38(6):609-625.
103. Carter L, Farman AG, Geist J, Scarfe WC, Angelopoulos C, Nair MK, Hildebolt CF, Tyndall D, Shrout M; American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(4):561-562.
104. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent.* 2009;2009:634567.
105. Agbaje JO, Jacobs R, Maes F, Michiels K, van Steenberghe D. Volumetric analysis of extraction sockets using cone beam computed tomography: a pilot study on ex vivo jaw bone. *J Clin Periodontol.* 2007;34(11):985-990.
106. Luminati T, Tagliafico E. CBCT Systems and Imaging Technology. In: Caruso P, Silvestri E, Sconfienza LM editors. *Cone Beam CT and 3D Imaging.* Springer Milan, 2014; p.1-12.
107. Arcidiacono A, Schirotti A. Clinical Indications. In: Caruso P, Silvestri E, Sconfienza LM editors. *Cone Beam CT and 3D Imaging.* Springer Milan, 2014; p.13-38.
108. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-730.
109. Palomo JM, Kau CH, Palomo LB, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in dentistry. *Dent Today.* 2006;25(11):130, 132-5.
110. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009;79(1):150-157.
111. Nardi C, Borri C, Regini F, Calistri L, Castellani A, Lorini C, Colagrande S. Metal and motion artifacts by cone beam computed tomography (CBCT) in dental and maxillofacial study. *Radiol Med.* 2015.
112. Howerton WB Jr, Mora MA. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc.* 2008;139 Suppl:20S-24S.
113. El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4 Suppl):S50-S52.

114. Petrik V, Apok V, Britton JA, Bell BA, Papadopoulos MC. Godfrey Hounsfield and the dawn of computed tomography. *Neurosurgery*. 2006;58(4):780-787.
115. 4C Medikal. 2015. 2 Boyutlu Görüntü Verileri ile 3 Boyutlu Mühendislik Uygulamaları Arasındaki Köprü'', <http://www.4cmedikal.com.tr/materialise/mimics>, son erişim tarihi: 29.05.2015.
116. Heikkinen T, Alvesalo L, Tienari J. Deciduous tooth crown size and asymmetry in strabismic children. *Orthod Craniofac Res*. 2002;5(4):195-204.
117. Harris EF, Lease LR. Mesiodistal tooth crown dimensions of the primary dentition: a worldwide survey. *Am J Phys Anthropol*. 2005;128(3):593-607.
118. Jung MS, Lee SP, Kim GT, Choi SC, Park JH, Kim JW. Three-dimensional analysis of deciduous maxillary anterior teeth using cone-beam computed tomography. *Clin Anat*. 2012;25(2):182-188.
119. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(4 Suppl):100-108.
120. Brezniak N, Goren S, Zoizner R, Dinbar A, Arad A, Wasserstein A, Heller M. A comparison of three methods to accurately measure root length. *Angle Orthod*. 2004;74(6):786-791.
121. Doğan MS, Yavuz İ, Tümen EC. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografinin Çocuklarda Kullanım Alanları. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Dent-Special Topics*. 2015;1(1):118-131.
122. Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35(6):410-416.
123. Walker L, Enciso R, Mah J. Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(4):418-423.
124. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129(5):605-610.
125. Lu WY, Saka H, Tamatsu Y, Nakahara K, Agematsu H, Ide Y. The morphological analysis of root resorption of mandibular primary canines and their relationship with the position of successive permanent teeth using Micro-CT. *Pediatric Dental Journal*. 2009;19(2):187-195.
126. Saka H, Koyama T, Tamatsu Y, Usami A, Ide Y. The morphological studies of root resorption of maxillary primary canines and their relation with the position of successive permanent teeth using Micro-CT. *Pediatric Dental Journal*. 2011;21(2):145-153.
127. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(1):112-116.
128. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(6):803-811.
129. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol*. 2006;77(7):1261-1266.



130. Ozmeric N, Kostiuoutchenko I, Hägler G, Frentzen M, Jervøe-Storm PM. Cone-beam computed tomography in assessment of periodontal ligament space: in vitro study on artificial tooth model. *Clin Oral Investig.* 2008;12(3):233-239.
131. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, Uysal T. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(3):488-494.
132. Venkatesh S, Ajmera S, Ganeshkar SV. Volumetric pulp changes after orthodontic treatment determined by cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2014;40(11):1758-1763.
133. Saccucci M, D'Attilio M, Rodolfino D, Festa F, Polimeni A, Tecco S. Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head Face Med.* 2012;8(34):1-8.
134. Deguchi T Sr, Katashiba S, Inami T, Foong KW, Huak CY. Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(2):218-222.
135. Tardivo D, Sastre J, Ruquet M, Thollon L, Adalian P, Leonetti G, Foti B. Three-dimensional modeling of the various volumes of canines to determine age and sex: a preliminary study. *J Forensic Sci.* 2011;56(3):766-770.
136. De Angelis D, Gibelli D, Gaudio D, Cipriani Noce F, Guercini N, Varvara G, Sguazza E, Sforza C, Cattaneo C. Sexual dimorphism of canine volume: A pilot study. *Leg Med (Tokyo).* 2015;17(3):163-166.
137. Amano M, Agematsu H, Abe S, Usami A, Matsunaga S, Suto K, Ide Y. Three-dimensional analysis of pulp chambers in maxillary second deciduous molars. *J Dent.* 2006;34(7):503-508.
138. Moerenhout BA, Gelaude F, Swennen GR, Casselman JW, Van Der Sloten J, Mommaerts MY. Accuracy and repeatability of cone-beam computed tomography (CBCT) measurements used in the determination of facial indices in the laboratory setup. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009;37(1):18-23.
139. Thayyil S, Schievano S, Robertson NJ, Jones R, Chitty LS, Sebire NJ, Taylor AM; MaRIAS (Magnetic Resonance Imaging Autopsy Study) Collaborative group. A semi-automated method for non-invasive internal organ weight estimation by post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, newborns and children. *Eur J Radiol.* 2009;72(2):321-326.
140. Albuquerque MA, Gaia BF, Cavalcanti MG. Comparison between multislice and cone-beam computerized tomography in the volumetric assessment of cleft palate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(2):249-257.
141. Wang Y, He S, Yu L, Li J, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of teeth in vivo based on cone beam computer tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(4):206-212.
142. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol.* 2010;142(3):481-490.

- 143.** Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE Jr. Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *Am J Phys Anthropol.* 1963;21:205-213.
- 144.** Peretz B, Nisan S, Herteanu L, Blumer S. Root resorption patterns of primary mandibular molars and location of the premolar successors: a radiographic evaluation. *Pediatr Dent.* 2013;35(5):426-429.



## 8. ÖZGEÇMİŞ

Dt. Muhammet Haluk AKBABA 19.08.1985 yılında Bitlis ili Adilcevaz ilçesinde doğdu. İlkokulu 1996 yılında Adilcevaz'da, orta okulu 2000 yılında ve liseyi 2003 yılında Bitlis'te tamamladı. 2004 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden 2009 yılında mezun oldu. 2010-2012 yılları arasında Van Erciş Devlet Hastanesinde Diş Hekimi olarak görev yaptı. 2012 yılı Nisan ayında yapılan Diş Hekimliği Uzmanlık sınavında başarılı olarak Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak girmeye hak kazandı. Halen Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak görevime devam etmektedir.