



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

**UZMANLIK
TEZİ**

**YETİŞKİN TÜRK POPÜLASYONU İÇİN
YAŞ TAYİNİNDE PULPA/DİŞ HACİM
ORANI VE KVAAL METODUNUN
UYGULANABİLİRLİKLERİNİN
KONİK İŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE İNCELENMESİ**

GÜLSÜN AKAY

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

KASIM 2016



**YETİŞKİN TÜRK POPÜLASYONU İÇİN YAŞ TAYİNİNDE PULPA/DİŞ
HACİM ORANI VE KVAAL METODUNUN UYGULANABİLİRLİKLERİNİN
KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE
İNCELENMESİ**

Dt. Gülsün AKAY

**UZMANLIK TEZİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR
KASIM 2016**

Gülsün AKAY tarafından hazırlanan “Yetişkin Türk Populasyonu İçin Yaş Tayininde Pulpa/Diş Hacim Oranı Ve Kvaal Metodunun Uygulanabilirliklerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinde İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalında UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Başkan: Prof. Dr. Ayşe GÜLŞAHI

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Kıvanç KAMBUROĞLU

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Yedek Üye: Doç. Dr. İlkay PEKER

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Yedek Üye: Yrd. Doç. Dr. Nursel AKKAYA

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 03.11.2016

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Nizami AKTÜRK
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı ✓

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gülsün AKAY

03/11/2016

YETİŞKİN TÜRK POPÜLASYONU İÇİN YAŞ TAYİNİNDE PULPA/DİŞ HACİM
ORANI VE KVAAL METODUNUN UYGULANABİLİRLİKLERİNİN KONİK IŞINLI
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDE İNCELENMESİ
(Uzmanlık Tezi)

Dt. Gülsün AKAY

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Kasım 2016

ÖZET

Yaş tahmin yöntemleri arasında güvenilir olanlarından biri dişlerin kullanılmasıdır. Sekonder dentin birikimi erişkin bireylerde dental yaş tahmininde önemli bir göstergedir. Bu çalışmanın amacı yaş tahmininde konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinde pulpa/diş hacim oranlarının ve Kvaal yönteminin uygulanabilirliklerini değerlendirmek ve erişkin Türk popülasyonunda geçerli bir yöntem geliştirmektir. Bu çalışmada 16-71 yaşları arasında 134 (67 kadın, 67 erkek) hastanın periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş 211 adet tek köklü daimi dişi kullanıldı. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile dişlerin görüntüleri elde edildi. Kvaal yöntemine göre ölçümler yapıldı. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri segmentasyon için ITK-SNAP programına aktarılarak pulpa hacmi ve diş hacmi hesaplandı. Elde edilen oranlar ve hacim verileri ile bir regresyon modeli oluşturuldu. Kvaal metodundan geliştirilen regresyon modellerinde açıklayıcılık katsayıları 0,296 ile 0,550 aralığında bulundu. En iyi sonucu üst çene ikinci premolar dişte ulaştık ($R^2 = 0,55$). Pulpa hacmi ve pulpa/diş hacmi oranları ile yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi ($p < 0,001$). Regresyon analizinde tüm örneklem grubu için pulpa/diş hacim oranları ile kronolojik yaş arasında orta düzeyde korelasyon gözlemlendi ($R^2 = 0,39$). Bu çalışmanın sonuçlarından; Kvaal'ın modifiye edilen modelleri kullanılarak belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki fark yüksek bulunmuştur. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde yapılan doğrusal ölçüm ve oranlar, erişkin Türk popülasyonu için yaş tahminin doğruluğunda sınırlı ya da yetersizdi. Pulpa hacmi ve pulpa/diş hacim oranları yaş için anlamlı bir göstergedir ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi erişkinlerde yaş tahmini için kullanışlı bir görüntüleme yöntemi olabilir.

Bilim Kodu : 1044
Anahtar Kelimeler : dental yaş, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, sekonder dentin, yaş tayini.
Sayfa Adedi : 94
Danışman : Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR

THE APPLICABILITY OF KVAAL METDODS AND PULP VOLUME/TOOTH
VOLUME RATIO FOR AGE ESTIMATION OF THE TURKISH ADULT
POPULATION ON CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES

(Speciality Thesis)

Dt. Gülsün AKAY

GAZI UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

November 2016

ABSTRACT

One reliable way among age estimation methods is using the teeth. Seconder dentin deposition is an important indicator for dental age estimation in adults. The aim of this study is to evaluate the applicability of Kvaal's method and pulp/tooth volume ratio on cone beam computed tomography (CBCT) images and develop a valid method for Turkish adults population. In this study, 211 single rooted teeth, extracted for orthodontic and periodontal reasons, of 134 patients (67 female, 67 male) with ages ranging from 16 to 71 years were used. The images of teeth were obtained with CBCT and measurements were performed according to Kvaal's method. The CBCT images of extracted teeth were transferred to ITK-SNAP analyze program for segmentation and pulp and tooth volume was calculated. A regression model was created according to measurements and volume ratios. The determination coefficients of the Kvaal modified regression models were found in a range from 0,296 to 0,550. Best results were achieved in the maxillary second premolar tooth (coefficient of determination $R^2= 0,550$). The pulp volume and the pulp/tooth volume ratio showed statistically significant differences between age groups ($p<0,001$). The regression analysis showed a moderate coefficient correlation between the pulp/tooth volume ratio and biological age for the whole research sample ($R^2= 0,39$). From the results of this study, the difference between chronologic age and the determined age which was calculated using Kvaal et al.'s modified models was higher. Linear measurement and ratios on CBCT images were insufficient or limited to estimate the age of Turkish population precisely. Pulp volume and pulp/tooth volume ratio is a significant index for age and CBCT can be a useful tool for age estimation in adults.

Science Code : 1044

Keywords : age estimation, dental age, cone beam computed tomography, seconder dentin.

Page Number : 94

Supervisor : Assosiate Prof. Kahraman GÜNGÖR

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamda, zor zamanlarında bile bana vakit ayıran, bilimsel katkı ve motivasyonu ile örnek aldığım, enerjisiyle bana güç veren, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabrından dolayı danışman hocam sayın Doç.Dr. Kahraman GÜNGÖR' e,

Çalışmalarında bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Özlem ÜÇOK'a ve diğer öğretim üyeleri Doç. Dr. İlkay PEKER'e, Doç. Dr. Meryem Toraman ALKURT ve Doç. Dr. Zühre AKARSLAN'a

Özellikle tez hazırlık sürecinde verdikleri destekten dolayı birlikte görev yaptığım asistan arkadaşlarıma ve bölümümüzün diğer teknik ve idari personeline,

Bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan, hayatımda her zaman yanımda olduklarını hissettiren ve eğitim sürecimin her aşamasında destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Tarihsel Bilgiler.....	5
2.2. Kronolojik Yaş ve Biyolojik Yaş	6
2.3. Yaş Tayini	6
2.4. Dişlerin Gelişimi	7
2.5. Kök Gelişimi, Dişlerin Kalsifikasyonu ve Erüpsiyonu	10
2.6. Dişlerin Yapısı ve Yaşa Bağlı Oluşan Değişiklikler	11
2.6.1. Mine dokusu	11
2.6.2. Dentin dokusu.....	12
2.6.3. Sement dokusu.....	14
2.6.4. Pulpa dokusu.....	15
2.7. Dental Yaş Belirleme Yöntemleri	16
2.7.1. Pre-Natal, Neonatal Ve Post-Natal Dönemde Yaş Belirleme	16
2.7.2. Dişlerin Gelişimine Göre Uygulanan Yaş Tahmin Yöntemleri (Çocuklarda ve Adölesanlarda)	17

2.7.3. Yetişkin Bireylerde Dişlerde Yaşa Bağlı Oluşan Değişikliklere Göre Uygulanan Yaş Tahmin Yöntemleri.....	22
2.8. Yetişkinlerde Radyografik Yaş Belirleme Yöntemleri	30
2.8.1. Drusini Metodu.....	31
2.8.2. Cameriere Metodu	31
2.8.3. Kvaal Metodu	32
2.8.4. Diş-Pulpa Hacmine Göre Yöntemler (üç boyutlu ölçümler).....	34
2.9. Dişlerden Yaş Belirleme Yöntemlerinde Kullanılan Radyografi Teknikleri	35
2.9.1. Periapikal radyografi	35
2.9.2. Panoramik radyografi	36
2.9.3. Mikro- bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT)	36
2.9.4. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi	37
2.10. İstatiksel Değerlendirme.....	40
2.10.1. Regresyon analizi	40
2.10.2. Korelasyon analizleri.....	41
2.10.3. Güvenilirlik (reliability) veya tekrarlanabilirlik (reproducibility).....	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Çalışmada İncelenen Görüntülerin Belirlenmesi	43
3.2. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri.....	43
3.3. Dişlerin Hazırlanması.....	44
3.4. Görüntülerin Elde Edilmesi.....	44
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi	44
3.6. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleri Üzerinde Hacimlerin Hesaplanması.....	48
3.7. İstatiksel Analiz.....	49
4. BULGULAR	51

Sayfa

4.1. Hastaların Kimlik Bilgileri.....	51
4.2. Gözlemci İçi Tutarlılık Testleri Sonuçları.....	52
4.3. Ölçümlerin İstatiksel Sonuçları.....	52
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	77
EKLER.....	91
EK-1. Etik Kurulu Raporu	92
EK-2. Aydınlatılmış Onam Formu.....	93
ÖZGEÇMİŞ	94

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 4.1.	Çalışmaya dâhil edilen hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımı	51
Çizelge 4.2.	Yaş grupları ve frekans dağılımı	51
Çizelge 4.3.	Yapılan ölçümlerde gözlemci içi tutarlılığın sınıf içi korelasyon katsayısı	52
Çizelge 4.4.	Kvaal'ın kullandığı parametreler temel alınarak yapılan ölçümler ile kronolojik yaş arasındaki ilişki	53
Çizelge 4.5.	Kvaal'ın modeline göre geliştirdiğimiz regresyon modelleri, açıklayıcılık katsayıları ve standart hataları	53
Çizelge 4.6.	Kvaal'ın parametreleri kullanılarak oluşturulan modellere ilişkin tahmini yaşa ait deskriptif değerleri	54
Çizelge 4.7.	Yaş ile kullanılan oran ve ortalama değişkenleri arasındaki pearson korelasyon katsayıları	55
Çizelge 4.8.	Pulpa hacmi/diş hacmi oranlarının minimum, maksimum, ortalama değerleri ve standart sapmaları	56
Çizelge 4.9.	Pulpa hacmi ve diş hacmini gösteren ölçümler ile kronolojik yaş arasındaki ilişki	57
Çizelge 4.10.	Pulpa hacmi/diş hacmi oranları kullanılarak oluşturulan regresyon modelleri, açıklayıcılık katsayısı ve standart hataları.	59
Çizelge 4.11.	Oluşturulan doğrusal regresyon modelleri açıklayıcılık katsayısı ve standart hataları	60
Çizelge 4.12.	Kurulan doğrusal regresyon eşitlikleri temel alınarak gerçek yaşlar ile tahmini yaşların karşılaştırılması	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kvaal metodundaki ölçüm indeksleri [20].....	32
Şekil 3.1. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinde aksiyel, sagital ve koronal kesitleri.....	45
Şekil 3.2. Üst santral kesici dişten alınmış konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinin koronal kesitlerinde Kvaal'nın belirlediği parametrelerin ölçümleri	46
Şekil 3.3. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, ITK-SNAP programında segmente edilmiş pulpa (a) ve dişin (b) hacim ölçüm görüntüleri.....	49
Şekil 4.1. Tüm dişler için diş/hacim oranları ve yaş arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.2. Tüm dişlerde kadın ve erkekler için diş/hacim oranları ve yaş arasındaki ilişki.....	58

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Planmeca Promax 3D konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazı.	38
Resim 3.1. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazında dişlerin pozisyonu.	44



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mm³

Açıklamalar

Milimetreküp

Kısaltmalar

BT

FOV

OPG

R²

SKK

UV

A

B

C

P

R

T

M

W

L

Açıklamalar

Bilgisayarlı tomografi

Görüntüleme alanı (Field of view)

Ortopantografi

Açıklayıcılık katsayısı

Sınıf içi korelasyon katsayısı

Ultraviyole

Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (mine sement birleşiminde)

Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (Mine sement birleşimi ile kökün ortası arasındaki mesafenin orta seviyesinde)

Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (kökün orta seviyesinde)

Pulpa uzunluğu/kök uzunluğu oranı

Pulpa uzunluğu/diş uzunluğu oranı

Diş uzunluğu/kök uzunluğu oranı

Tüm oranların ortalaması

B ve C genişlik oranlarının ortalaması

Uzunluk oranlarının ortalaması

1. GİRİŞ

Kimlik tayini antropolojide ve adli bilimlerde oldukça önemli bir konudur. Kimliklendirme; antemortem kayıtlarla postmortem kayıtların karşılaştırılması metoduna dayanır ve pozitif kimliklendirme diye adlandırılır. Diş içeriği, parmak izleri, aya ve ayak izleri, DNA idendifikasyonu, radyografik karşılaştırmalar (vertebra, kraniyal yapılar, pelvis, kemik trabekülü) ve tıbbi geçmiş gibi metotları içerir [1]. Kimlik tayininde en önemli unsurlarından birisi de kişinin yaşının bilinmesidir. Güvenilir kimlik bilgileri olmayan bireylerde cezai ve hukuki sorumluluk, okul, iş, askere alınma, emeklilik gibi yaş sınırı olan bazı durumlarda yaş tayinine ihtiyaç duyulmaktadır. Sürdürülen birçok çalışma yaş ve cinsiyet tayini için en uygun yöntemin araştırılması üzerine olmuştur. Yaş ve cinsiyet; boy, saç, göz rengi, parmak izi, kemik ve dişler ile birlikte bireyin tıbbi kimliğini oluşturan en önemli fiziksel özellikleridir [2].

Ortodontist ve pedodontistler tanı ve tedavinin planlaması için dental yaş ile ilgilenirler [3,4]. Yaş tayininde en sık kullanılan yöntemler, diş ve kemik gelişiminin değerlendirildiği yöntemlerdir. Pubertal büyüme ve gelişimi çeşitli toplumlarda sosyoekonomik, genetik, ırksal ve çevresel faktörler gibi birçok faktörden etkilenebileceği için çarpıcı şekilde değişkenlik göstermekte ve yaş tayininde kullanılan yöntemlerinde toplumlara uygun yöntemler olması gerekmektedir. Kemik gelişimi ırk, konjenital sendromlar, endokrin sistem bozuklukları, beslenme bozuklukları, sistemik hastalıklar, doğumsal bozukluklar, çevresel ve coğrafik faktörler gibi birçok değişkenden etkilendiği ifade edilmektedir [5,6]. Erişkin olmayan bireylerde daha belirgin ve daha az değişkenli yapısal özelliklerin kullanılması ve geliştirilmiş radyolojik teknikleri ile birlikte yaş tayininde hata oranları çok düşüktür [7,8]. Ancak erişkinlerde yaşla birlikte çevresel ve kültürel bazı alışkanlıkların neden olduğu yapısal değişkenlikler nedeniyle yaş belirleme yöntemleri daha sınırlı ve karmaşık bir hal almaktadır.

Canlı bireyler ve cesetler üzerinde yaş tahmininde kullanılan yöntemler arasında en güvenilir olanlardan biri dişler kullanılarak yapılan yaş tayinidir [9]. Ceset kalıntılarında dişlerin sert yapısal özellikleri, mekanik, kimyasal ve fiziksel etkilere ve zamana karşı son derece dirençli olmaları ve uzun süre morfolojik yapılarını korumaları nedeniyle araştırmacılara değerli bir bilgi sunar [10,11]. Ayrıca, çevresel, beslenme ve genetik

faktörlerden diş gelişimi vücudun diğer organlarına göre daha az etkilenmesi nedeniyle, dişler yaş tayininde kullanışlı bir materyal olmuştur [12,13].

Dişlerden yaş tahmini amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar genel olarak histolojik, biyokimyasal ve radyografik yöntemleri içermektedir. Çocuklarda geçici ve sürekli dişlerin gelişim aşamalarının ve sürme zamanlarının, erişkinlerde ise sürekli dişlerde meydana gelen morfolojik ve biyokimyasal değişimlerin incelenmesi ile yaş tahmini yapılmaktadır. Dişlerin biyokimyasal özelliklerini temel alan metotlar, komplike laboratuvar ekipmanlar ve diş çekimi gerektirmesi, fazla zaman harcanması nedeniyle uygulanması zor yöntemlerdir [14,15].

Yaşlanma ile birlikte dişlerde periodontal hastalıklar, atrizyon, sekonder dentin apozisyonu, sement birikimi, renk değişiklikleri, kök transparanlığı ve kök rezorpsiyonu gibi morfolojik değişimler izlenir [16]. Sekonder dentin apozisyonu önemli bir morfolojik dental yaş göstergesidir [16-19]. Hayat boyu devam eden bir süreçtir ve yaş ile birlikte pulpa odasının daralması dental yaşı belirlemede dikkate alınan önemli bir kriterdir. Sekonder dentin birikimi ile pulpa hacminin azalması, dişlerin mikroskopik kesitlerinde [16,18] ya da iki boyutlu dental radyograflar üzerinde, diş çekimi yapılmaksızın [20-22] uzunluk, genişlik ve alan ölçümlerinin hesaplanması ile değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmaların sonucunda dental radyografların yaş tayininde güvenle kullanılabileceği bildirilmektedir [20-24]. Radyografik tekniklerin histolojik tekniklere göre materyalin bütünlüğüne zarar vermeden inceleme imkânı sunması önemli bir avantajdır [25]. Diğer avantajları ise hem yaşayan bireylerde hem de cesetler üzerinde uygulanabilirliği, hızlı, kolay ve basit yöntemler olması ve DNA teknikleri ile karşılaştırıldıklarında daha ekonomik olmalarıdır [20,26].

Literatürde daha sıklıkla dişlerin dental yaş tayini amacıyla kullanıldığı radyografik yöntemler; periapikal ve panoramik radyograflar gibi iki boyutlu görüntüleme sistemleridir [20-24]. Periapikal ve panoramik radyograflarla elde edilen görüntülerde sadece pulpanın iki boyutundaki daralma izlenmekte, yani sekonder dentin birikimi ile pulpa kavitesinin boyutundaki üç boyutlu azalma tam anlamıyla değerlendirilememektedir [27]. Son yıllarda görüntüleme sistemlerindeki gelişmeler, üç boyutlu teknoloji ve çözünürlüklerin geliştirilmesi çalışmaların güvenilirliğini arttırmıştır [28]. Özellikle konik ışınli bilgisayarlı

tomografi ve mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) gibi yeni teknolojik görüntüleme yöntemleri ile elde edilen üç boyutlu veriler, sekonder dentin birikimi sürecini kavramamıza olanak sağlamıştır. Son yıllarda araştırmacılar mikro-BT ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile pulpa hacmi ve diş hacmi verilerini kullanarak yaş ile korelasyonunu değerlendirdikleri çalışmalar yayınlamışlardır [14,15,27,29-33]. Bu çalışmalarda, geliştirilmiş yazılım programları kullanılarak diş ve pulpa üç boyutlu dijital görüntülerden segmente edilerek voksel sayımları ile hacimleri hesaplanmaktadır.

Bu araştırmanın amacı yaş tahmininde konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde pulpa/diş hacim oranlarının ve Kvaal yöntemindeki parametrelerin kullanılması ile Türk popülasyonunda uygulanabilir bir metodun geliştirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihsel Bilgiler

İnsan kalıntılarının kimliklendirilmesinde dentisyonun tanımlanması metodunun kullanılması binlerce yıllık bir geçmişe sahiptir [34]. Adli diş hekimliği ile ilgili kayıtlara geçmiş olan ilk belge Dion Cassius tarafından “ Roma Tarihi” kitabında bulunan *Agrippina* ve *Lolia Paulina* vakası olup bu belgede dişler yardımıyla kimliklendirme yapıldığı bildirilmiştir [35]. Dişlerden kimliklendirmenin yasal kullanımı için bilinen en önemli vaka Dr. Paul Revere'nin 1775 yılında, gömülü bulunan bir koloni liderine daha önce yaptığı takma dişteki gümüş köprü ve diş minesini teşhis ederek kimliklendirmesidir [34].

Dental dokuların yaş tahmininde kullanılması 19.yy'a dayanmaktadır ve bu zamana kadar gelişen teknolojiyle birlikte birçok metot geliştirilmiştir. 19.yy'da İngiltere'de doğum kayıtlarının tam tutulamaması ve yasalarına göre 7 yaşın altındaki çocukların cezai sorumluluğu olmaması nedeniyle çocuğun gerçek yaşının belirlenmesi için Thomson tarafından bir yöntem ortaya sürüldü. Bu yöntem “*Eğer üçüncü molar (daimi 1. Molar) sürmemişse suçlunun yedi yaşını geçmediği konusunda herhangi bir şüphe yoktur*” şeklindedir [36]. 1837 yılında diş hekimi Saunders yaş tayininde dişlerin öneminden bahsetmiş “*Teeth A Test of Age Considered with Reference to The Factory Children*” adlı kitapçığında 9-12 yaş arası çocukların yaş belirlenmesini veren bir tablo yayınlamıştır [37].

1887 yılında ilk kez dişlerin incelenmesi ile kimlik tespitinde kullanılması düşünülmüş ve sonrasında Paris'teki Odontoloji Cemiyeti tarafından kabul görmesi ile uygulanmaya başlanmıştır [36]. 1898 yılında adli diş hekimliğinin babası olarak da bilinen Dr. Oscar Amoedo tarafından adli diş hekimliği konusunda ilk kitap yayınlanmıştır [1].

Adli Bilimlerde radyolojinin ilk kullanımı ise 1896 yılında Prof. Arthur Schuster tarafından X-ışınlarının keşfinden yaklaşık bir yıl sonra kurbanların kafalarındaki kurşun mermiyi göstermek için kullanıldı [38]. Kitlese felaket kurbanlarının kimliklendirmesinde radyograflar ve dental kayıtlar günümüzde yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Daha sonraki yıllarda ise yaş tahmininde dişlerin gelişim dönemleri, radyometrik ve morfolojik ölçümlerinin değerlendirildiği birçok çalışma yayınlanmıştır. Dental yaş belirleme yöntemleri bölümünde bu çalışmalardan detaylı bir şekilde bahsedilecektir.

Ülkemizde ise 1992 yılından itibaren adli diş hekimliği disiplini almış diş hekimleri tarafından, Adli Tıp Kurumu'na mahkemelerden gönderilen diş hekimliğini ilgilendiren dava dosyalarının değerlendirilmesine başlanmıştır [39].

2.2. Kronolojik Yaş ve Biyolojik Yaş

Bireyin doğumundan itibaren geçen zaman genel olarak “kronolojik yaş” olarak adlandırılır. Adli bilimlerde ise kronolojik yaş bireylerin doğumu ile ölümü arasında geçen zamandır. Bu durumda da doğum ile ölüm tarihinin net olarak bilinmesi gerekir. Eğer bu tarihler bilinmiyorsa biyolojik maturasyona dayanılarak bireyin yaş tahmini yapılmaktadır. Biyolojik yaş ile kronolojik yaş arasında bir ilişki vardır. Biyolojik yaş fizyolojik yaş olarak da bilinir ve yılların sayısına göre değil bireyin yaşam koşullarına (aktivite, yaşam stili vb.) bağlı değişebilir. Boy, kilo, kıl, cilt, göz, ikincil cinsiyet özellikleri, diş ve kemik gelişimine bakılarak bu dokular üzerinde yaşla meydana gelen değişimler değerlendirilir [40,41]. Sosyoekonomik, ırksal, bireysel faktörler, hormonal bozukluklar ve sistemik hastalıklar bireyin gelişimi üzerinde biyolojik varyasyonlara neden olur. Yaş tayinindeki tahmin hataları bu biyolojik varyasyonlardan kaynaklanmaktadır [12,42,43].

2.3. Yaş Tayini

Hem yaşayan hem de ölü bireylerde kimlik tespiti yapmak adli bilimlerde önemli bir konudur. Yaşayan bireyde koma hali, akıl hastalıkları, cezada sorumluluk, adli olaylar, sahte kimlik kullanma gibi nedenlerle kimlik tespitinde bireyin gerçek yaşının bilinmesi gerekir. Bununla birlikte ülkemizde kırsal kesimlerde nüfus kayıtlarının yeterli düzeyde tutulmaması ve bireylerin yaşlarının bilinmemesi sebebiyle kimliği bilinen kimselerin de gerçek yaşının tayininde kullanılmaktadır [44]. Aynı zamanda ceset kalıntılarında ölüm tahmin yaşı belirlenerek bireyin kimlik tespiti sürecine önemli bir katkı oluşturmaktadır. Fiziksel muayenede boy, ağırlık, ergenlik belirtileri, cilt değişiklikleri değerlendirilerek, kemik ve dişlerin gelişimi gibi birçok farklı parametreler kullanılarak yaş tayini yapılabilmektedir [45]. Günümüze kadar çok sayıda yaş belirleme metodu geliştirilmiştir.

Yaş tahmininde kullanılan metotları morfolojik, histolojik ve radyolojik yöntemler olarak üç ana grup altında toplayabiliriz [44]. Radyolojik yöntemlerde iskeletsel büyüme ve gelişim değerlendirilebilmektedir. Özellikle uzun kemiklerdeki epifiz-diafiz hatlarına bakılarak kapanma dereceleri, kostalarda meydana gelen değişiklikler, sternum ve sakrum kalsifikasyonları gibi yaşlanmaya bağlı kemik dokusundaki değişiklikler incelenmiştir [44]. Kemik gelişiminin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem el-bilek radyograflarıdır. El-bilek kemikleri veya el parmak kemiklerindeki kemikleşme süreçleri Greulich-Pyle [46] ve Tanner-Whitehouse [47] atlaslarındaki standartlar ile değerlendirilmektedir. Ayrıca bu atlaslara ek olarak ülkemizde Prof. Dr. Şemsi Gök ve arkadaşları tarafından oluşturulan Gök Atlası da kullanılmaktadır [44].

Yaş tahmininde en sık kullanılan yöntemlerden biri kemik gelişiminin incelenmesi olmasına rağmen, cinsiyet, ırk, endokrin bozuklukları, beslenme yetersizlikleri, sistemik hastalıklar, çevresel ve bölgesel farklılıklar gibi birçok etiyolojik faktörden kemik gelişiminin etkilendiği ifade edilmektedir [6,42].

Dişler insan vücudu tarafından üretilen sert yapılar içinde en dayanıklı olan dokulardandır. Özellikle nem, yüksek sıcaklık, mikrobiyal faaliyetler ve mekanik kuvvetler nedeniyle postmortem değişikliklere karşı en iyi direnci gösterir [48]. Bu nedenle son zamanlarda yaş belirlemede dişlerin önemi daha da artmıştır.

2.4. Dişlerin Gelişimi

Diş gelişiminin ilk morfolojik işareti intrauterun hayatın yaklaşık altıncı haftasında meydana gelmektedir. Dişlerin embriyolojik gelişimi iki komşu doku arasında oral ektodermal hücrelerin ve alttaki mezenşimal hücrelerin birbiri ile etkileşimi sonucu oluşur [49]. Erken dönem boyunca diş germeleri büyür ve genişler, diş sert dokularını oluşturacak hücreler ayırt edilir. Kuron formasyonu ve minerilizasyonu gerçekleşir, dişlerin kökleri oluşmaya başlar. Sonrasında da kök kalsifikasyonu, dişlerin destek dokuları, sement, periodontal ligament ve alveoler kemik gelişmeye başlar.

Diş gelişimi mine organını oluşturan oral ektodermal hücreleri ve diş papilini oluşturan mezenşimal hücreler olmak üzere iki tip hücreden gelişir. Mine organından mine, dental papilladan pulpa ve dentin, dental folikülden sement, periodontal ligament ve alveolar

kemik oluşur. Bu hücrelere ek olarak nöral krest hücreleri de diş gelişimine katkıda bulunurlar. Nöral krest hücreleri ortada ve gelişimin erken bir aşamasında gelişen nöral tüpün mezensefalik kısmından kendi göçüne başlar ve mezenşimal hücreler ile birbirine karışarak çenelerin içine göç ederler. Bunlar dental papilla ve erken mine organı epitel hücreleri ile entegre olarak diş gelişimine yardımcı olurlar [50].

Dişlerin gelişimi epitel ve mezenşimal doku arasındaki dönüşümlü gen ekspresyonunun karmaşık bir dizisi sonucudur. Dişlerin şekillenmesi, mezenşimde eksprese olan homeobox (HOX) genleri aracılığıyla kontrol edilir [51].

Her diş ardışık olarak tomurcuk, şapka ve çan aşamaları süreçlerinden geçer. Her aşama ektodermden türemiş mine organın şekline göre tanımlanır. Ektodermal hücrelerin çoğalması, onların proliferasyonu ile C-şekilli bir yapı olan dental lamina gelişir. Dental lamina diş tomurcuğunu oluşturmak için orta hattan başlayıp alt ve üst çenelerin uzunluğu boyunca altındaki mezenşime doğru ilerleyerek bu dokunun içine doğru uzanır. Başlangıç dönemi, *tomurcuk aşamasında* ektodermal hücreleri yuvarlak ve lokal bir mezenşimal hücre proliferasyonu ile çevrilidir. Tomurcuk aşamasından önce diş gelişimini dental epitel yönetirken, tomurcuk aşamasında diş morfogenezisinin yönetimi dental mezenşime geçer. Yuvarlak epitel tomurcukları birbirine eşit olmayan bir biçimde büyür, içbükey yüzey kazanır ve *şapka(kep) aşaması* başlar. Ektoderm, mine organı olarak farklılaştıktan sonra dental laminaya bağlı kalır. Diş tomurcuğuna kep şeklini veren alttaki epitelyal çöküntünün hemen altında yer alan nöral krest kökenli mezenşim yoğunlaşarak, gelecekte dentin ve diş pulpasını oluşturacak olan dental papillaya dönüşür. Mine organı ve dental papillanın etrafını da dental folikül çevreler. İlerleyen dönemlerde buradan dişin sement ve periodontal ligamenti gelişir [50,51].

Dental papilla ve mine organı büyür, girinti derinleştikçe, diş bir çanın görünümünü alır ve *çan aşaması* olarak da bilinen morfodiferansiyasyon ve histodiferansiyasyon aşamasına ulaşılır. Mine ve dentin oluşumu için uygun ortamın hazırlanması, farklılaşma çan aşamasında gerçekleşir. Ayrıca, mine organın epitelyal katlantılarından üstteki diş mine epitelini, alttaki ise iç mine epitelini oluşturur. İç mine epitel hücreleri diş minesini oluşturan ameloblast halinde farklılaşırlar. Bu iki hücre tabakaları arasında birbirine bağlı prosesler ile şekillendirilmiş stellat retikulum hücreleri vardır. Mine organında bir dördüncü tabaka stratum intermedium hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler, iç mine

epitel hücrelerine bitişik olarak uzanmaktadır. Dış mine epitelyal hücrelerinin fonksiyonu ameloblastların beslenmesini sağlayacak kılcal damar ağının düzenlenmesidir. Dış mine epitelinden besin maddeleri ameloblast içine stellat retikulum yoluyla süzülür. Çan aşamasında, dental papilla çevresindeki hücreler odontoblastlara dönüşür. Bu hücreler nöral krest hücreleri ki bunlar ektomezenşimal hücreler olarak adlandırılan hücrelerden farklılaşırlar. Odontoblastlar predentini, sonrada kalsifiye olması ile dentini oluşturur. Dentin tabakası giderek kalınlaşırken, odontoblastlar da dental papillanın merkezine doğru geri çekilir. Bu çekilme sırasında odontoblastların ince sitoplazmik uzantıları (Tomes lifleri, odontoblastik uzantı) dentin içinde gömülü kalır. Dentinogenezis her zaman amelogenezisten önce gelir. Mine organı farklılaştıktan sonra dental lamina otolize uğrayarak dejenere olmaya başlar. Uzun yıllar boyunca dental lamina posterior bölgede aktif kalmasına rağmen anteriorda kaybolur [50,52].

Dentinogenezis: İç mine epitel hücreleri dental papilladaki mezenşim hücrelerini uyararak odontoblastlara dönüşümü sağlar. Odontoblastlar protein (kolajenöz) üreten hücre görünümünü kazanır. Süreç mine-dentin sınır bölgesine komşu hücreye yakın ucunda gelişir. Yavaş yavaş hücre yukarı doğru hareket eder ve bu süreç odontoblast işlemi olarak bilinen hücre sürecidir. Odontoblastlar bir osteoblast benzeri dentin matriksi oluşumunda etkin hale gelir. Dentin inkrementleri mine-dentin birleşme alanı boyunca meydana getirilir. Dentin matriksi ilk olarak kolajen liflerinin bir ağ örgüsüdür, ancak 24 saat içinde kalsifiye olurlar. Kalsifikasyondan önce predentin, kalsifikasyondan sonra dentin olarak adlandırılır. Bu süreçte dentinin çevrelediği dental papilla dental pulpa haline dönüşür. Odontoblastlar dentin tübüllerinde uzama sürecine devam ederler ve fonksiyona başladığı zaman, onların çekirdekleri hücrede daha fazla bazal konumu işgal eder, organelleri hücre sitoplazmasında daha belirgin hale gelir. Odontoblastlar ardından hücrenin apikal kısmında protein salgırlar. Sert doku oluşumu günlük bir ritim göstergesidir. Dentinogenezis iki fazda gerçekleşir. Birincisi kolajen matriks formasyonu, ikincisi de matriks içinde kalsiyum fosfat (hidroksiapatit) kristallerinin çökmesidir. Başlangıç kalsifikasyonu kristal halinde görünür. Kolajen, fibriller içinde ve yüzeyde küçük veziküllerdir. Kristaller büyür, yayılır ve matriksin kalsifikasyonu tamamlanana kadar birleşir. Pulpa sınırı boyunca dentin matriksinin sadece yeni oluşan bandı kalsifiye değildir. Minerilizasyon süreci dentinin mineral yoğunluğundaki artış ile devam eder. Pulpa sınırı boyunca predentin formlarının her gün artışı olur ve sonrasında dentin oluşur [50].

Amelogenezis: Dentinin mine-dentin birleşme noktasındaki çökmesinden sonra ameloblastlar mine birikimine başlar. Mine sentezi, sekresyonu ve minerilizasyonu amelogenin, ameloblastin, enamelin yapı proteinlerini ve iki proteaz kallikrein-4 ve enamelinin içeren karmaşık bir süreçtir. Çan aşamasında, iç mine epitelinin hücreleri ameloblastları farklılaşması için uyarır. Ameloblastlar farklılaştıktan sonra beş fonksiyonel aşamadan geçer:

1. Morfogenezis, 2. Organizasyon ve farklılaşma, 3. Salgılama, 4. Maturasyon-olgunlaşma, 5. Koruma

Mine oluşumu insizal kenarlarda ve kret tepelerinde başlar. Minenin temel yapısını ameloblastin ürünü olan prizmalar oluşturur. Dentin yüzeyinde ilk mine prizmaları mine-dentin birleşiminde oluşur ve yüzeye doğru uzanır. Mine matriksi geliştikçe, minenin yüzeyinde mine-dentin birleşme alanında sürekli çubuklar halinde izlenir. Minenin ilk tabakası dişin tüberkül tepesinde üretilmeye başlar. Tüberkül ucunda sadece birkaç ameloblast başlangıçta fonksiyon görür. Süreç ilerledikçe daha fazla ameloblast aktive olur ve mine matriksindeki artışlarla daha belirgin hale gelirler. Mine kalınlaştığında ameloblastlar stellat retikuluma doğru çekilir [50].

2.5. Kök Gelişimi, Dişlerin Kalsifikasyonu ve Erüpsiyonu

Kalsifikasyon dişin tüberkül tepesi ve kesici kenarından başlayan ve matriksin sertleşmesini sağlayan mineral tuzlarının çökmesi ile karakterize yavaş gelişen bir süreçtir [53]. Süt dişlerinin kalsifikasyonu intrauterin dönemin 4. ayında süt santral kesici diş ile başlar, daimi dişlerde ise ilk kalsifikasyon daimi 1. molar dişte doğumla başlamaktadır. Minerilizasyon mine–sement sınırına geldikten sonra kök gelişimi başlar. İç ve dış mine epitelinin birleşmesi ile oluşan *Hertwig epitel kıvrımı* uzadıkça dental papillanın odontoblastlara dönüşmesini indükler ve kök morfolojisinin gelişimi planlanır. Odontoblastlar kök dentini salgılamaya başlar. Mezenşimal hücrelerin damardan zengin iç yüzeyi dentine temas ederek folikül hücreler sementoblastlara farklılaşır. Sementoblastlar kök yüzeyi boyunca ince bir sementoid tabaka oluşturur. Kök boyunca dentin ve sement birikiminin devam etmesiyle birlikte apikal sonlanmayla daralma gerçekleşir. Dental folikülün dış hücreleri alveoler kemik ve peridonsiyumun kolajen fibrillerini üretir [52].

Kök oluşumunun başlamasıyla birlikte dişler kemik tavanından ağız boşluğuna doğru ilerler. Sürme ile dış mine epiteli ağız epiteli ile dış yüzeyde birleşme epitelinin oluşturur ve diş oral mukozaya çıkar [54]. Dişlerin sürme zamanları değişkenlik göstermekle birlikte süt dişleri 6-30. aylar arasında sürer. Daimi dişler 6-13 yaşları arasında ağız içinde gözüktürler. 3. molar dişin erüpsiyonu ise 17-20 yaş arasındadır [50].

2.6. Dişlerin Yapısı ve Yaşa Bağlı Oluşan Değişiklikler

Yaşlanma sürecinde dişlerin sert, yumuşak ve çevre dokuları yapısal değişiklikler gösterir. Aynı zamanda ısırma, çiğneme ve konuşma fonksiyonları sırasında mekanik, kimyasal etkilere maruz kalmasına bağlı olarak dişlerde değişiklikler izlenir. Fizyolojik değişimler dişlerin erüpsiyonu ile başlar ve hayat boyu devam eder. Yaşlanma ile en belirgin olarak gözlenen değişim, odontoblastlar ile dentin matriksinin (fizyolojik olarak sekonder dentinogenezis) sürekli olarak salgılanması nedeniyle pulpa odası hacmindeki azalmanın izlenmesidir [19].

2.6.1. Mine dokusu

Mine dişin kuron kısmını örten ve vücuttaki en sert tabaka olup yaklaşık %96 inorganik, %2 organik materyalden ve %2 sudan oluşmuştur. İnorganik materyal kimyasal olarak kalsiyum karbonat ve kalsiyum hidroksitten oluşan apatit kristalleridir. Minenin yapısal parçası hidroksiapatit kristallerinden oluşmaktadır $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. Florür iyonları hidroksil iyonları ile yer değiştirerek hidroksiapatit florapatite dönüşür. Mine kristalleri çok uzun şeklinde altıgen, büyük ve hidroksiapatitlerden oluşmaktadır. Prizmalar olgun diş minesini oluşturan hidroksiapatit kristalin demetleridir. Olgun mine kristalleri, toplam hacminin yaklaşık %1-2'sini oluşturur ve bir jel-benzeri organik matriks içinde yer alır. Organik matriksinde yüksek konsantrasyonda organik bağlı fosfor ve mukopolisakkarit içerir. Minenin organik bileşeni deride de bulunan keratin proteinine benzer enamelin proteindir. Kristaller üzerinde ve arasında enamelin dağılımı mine geçirgenliğine yardım eder. Minede kolajen bulunmaz. Yüksek oranda minerilize bir dokudur ve tamamen aselülerdir.

Minenin rengi genellikle beyaz gibi görünse de, nispeten saydamdır ve görünüşü altında yatan dentin veya komşu restorasyonların renklerinden etkilenebilir, dentinin rengi sarımsı

olduğundan hafif sarı gözüktür. Kalınlığı servikal marjinlerde bıçak benzeri kenarı ile okluzal ve insizal yüzeylerde ise yaklaşık 2,5 mm'ye kadar çıkmaktadır. Dentin ve sement oluşumu erüpsiyon sonrası da devam etmesine rağmen mine formasyonu tamamen erüpsiyondan önce gelişir [50,52].

İnkremental çizgiler, minenin tekrarlayan ritmik birikiminin sonucu izlenen çizgilerdir. Bazı vakalarda inkremental çizgiler gözlenmez. Bu çizgiler mine gelişiminin duraksama noktasında mineral birikimindeki varyasyon yüzünden daha belirgin olabilir. Amelogenezis sırasında oluşan bu duraksama çizgileri *Retzius çizgileri* olarak adlandırılır. Retzius çizgilerinin oluşumu mine formasyonu boyunca yaklaşık 7-11 günlük aralıklarla meydana gelir ve iki ayrı biyolojik ritmin arasındaki denk gelen süreçten kaynaklandığı düşünülmektedir. Erüpsiyondaki diş mine yüzeyi ile Retziusun çizgilerinin kesiştiğinde yüzeysel horizontal bir oluk oluşur, *perikimata* olarak bilinen bu yapı diş kuronunu çevreler. Süt dişlerinin mine formasyonu doğum öncesi başlar ve sonrasında devam eder. Doğum sırasındaki ani çevre ve beslenme değişikliği nedeniyle Retzius çizgilerinde önemli bir hat izlenir. Bu çizgiler de *neonatal çizgiler* olarak bilinir. Prenatal minede postnatal mineye göre daha az defekt vardır [50,52].

Minede yaşla birlikte geçirgenlik azalır, kırılabilirliği artar ve özellikle çiğneme kuvvetlerine bağlı olarak oluşan aşınma ile dentin açığa çıkabilir. Çevresel faktörlere bağlı olarak yaşla birlikte renk değişikliği ve flor artışı da gözlenebilir [55,56]. Minenin yaşla birlikte aşınması dışında iyon içeriğindeki değişimlerde izlenmektedir [57].

2.6.2. Dentin dokusu

Dentin, dişin hacmini veren, pulpa odasını çevreleyen ve neredeyse dişin tüm bütünlüğü boyunca uzanan özelleşmiş bağ dokusudur. Dentinin sertliği kemik ve sementten daha fazla, mineden daha azdır. Dentin esnek ya da hafif elastik yapıda olması nedeniyle üstte bulunan minede kırılma olmaksızın çiğneme etkisine destek sağlar. Bu esnekliği kısmen de pulpadan mine-dentin birleşimine kadar uzanan tübüler matriksinin varlığının sonucudur. %20 organik kolajen fibrillerle küçük miktarda diğer proteinler, %70 inorganik hidroksiapatit kristalleri ve %10 su içerir. İnorganik içeriğinin büyük kısmını apatit kristalleri oluşturur. Beyaz minenin aksine rengi sarımtıraktır [50].

Dentin pulpadan başlayıp mine-dentin, sement-dentin birleşimine doğru yayılan 1-5 µm çapında ve 2,5-3,5 mm uzunluğunda dentin tübüleri içermektedir. Bu tübülerin sayısı ve genişlikleri buldukları yere ve yaşa göre değişir. Pulpa sınırında tübüller daha geniştir. Yaşla birlikte dentin tübüleri mineralize madde ile dolar ve hacimleri azalır. Kesit alındığında dentin transparan görünür ve buna sklerotik dentin ya da transparan dentin denir [50,58].

Dentini salgılayan odontoblast hücreleri dentin kalınlığını boydan boya geçen sitoplazmik uzantıları ile dentin tübüleri içine kadar uzanmaktadır. Bu proseslere Tomes lifleri adı verilir ve her odontoblast içinde bir adet bulunur. Odontoblast hücrelerine komşu dentinin mineralize olmamış kısmına predentin denir. Dentin tübüleri boyunca oluşan hiperminerilize alanlar ise peritübüler ya da intratübüler dentin olarak adlandırılır. Peritübüler dentinden daha az kalsifiye ve yaşam boyunca az değişime uğrayan, dentinin ana gövdesini oluşturan kısmına ise intertübüler dentin denir [50,59].

Aselüler olan mineden farklı olarak, dentinin odontoblast olarak adlandırılan hücrelerce oluşturulduktan sonra devam eden bir selüler komponenti vardır ve sürekli birikimi devam eder. Dentin dokusu histolojik özellikleri ve gelişim dönemine göre primer, sekonder ve tersiyer dentin olarak sınıflandırılmaktadır. Çevreye karşı duyarlı bir dokudur. Çürük ve mekanik travmadan pulpa etkilendiği zaman pulpayı korumak için dentin bu alan altında birikir ve bu dentin reaksiyonel/tamir veya tersiyer dentin olarak adlandırılır. Pulpayı çeviren dentin *predentindir*, maturasyon ve kalsifikasyon öncesinde oluşan dentindir. %90 tip 1 kolajen ve %10 kolajen olmayan proteinleri içerir [50].

Primer dentin: Kök ve kuronun ana komponentidir. Manto dentin, globuler dentin ve circumpulpal dentinden oluşur. Manto dentin primer dentinde oluşan ilk dentin yapısıdır. Normal circumpulpal dentin doğrudan manto ve globuler dentinin altında bulunur ve primer dentinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Globuler dentin globüller arasında hipominerilize alanları içerir. İnterglobuler alanlar gerçek boşluklar değil, kalsifiye globüller arasında daha az mineralize alanlardır. Özellikle vitamin D eksikliği gibi diş ve kemik gelişimini etkileyen durumlarda interglobuler dentin belirgindir [50].

Sekonder dentin: Sekonder dentin diş kuronun klinik olarak okluzal fonksiyona girmesi ve köklerin neredeyse tamamlanması sonrası gelişir. Primer dentine göre birikimi daha yavaş

olur. Sekonder dentin apozisyonu pulpa odasının boyutunun yavaş yavaş azalmasına yol açar ve kök kanalının obliterasyonuna neden olabilir. Kök oluşumu tamamlandıktan sonra yaşla birlikte artan sekonder dentin primer dentine göre daha irregüler bir yapı olarak gözlenir [59-61]. Sekonder dentin birikimi erkeklerde kadın bireylere göre daha hızlı olmaktadır [62].

Sekonder dentin fizyolojik bir süreçtir ve pulpa odasını kaplayan hücreler tarafından yavaş yavaş oluşur, dentinogenezis sonrası başlar [63]. Sekonder dentinin sürekli formasyonu çiğneme stresi ve sıcaklık değişimlerine bağlı biyolojik bir cevap olarak gerçekleşmektedir [64]. Sekonder dentin formasyonu her diş grubu için değişkenlik gösterir. Molar dişlerde en fazla birikimi pulpa odasının zemininde iken maksiller anterior dişlerde pulpa odasının palatal duvarında daha fazla gözlenir. Çeşitli çalışmalarda sekonder dentin oluşumunun yaşla ilişkili olduğu ve oluşma miktarının yaşla azaldığı bildirilmiştir [19,65,66].

Tersiyer Dentin (Reaksiyonel/Tamir veya Cevap): Tersiyer ya da tamir dentini pulpal stimülasyondan kaynaklanır ve yalnızca odontoblastik aktivasyon alanlarında gözlenir. Oluşumu atrizyon, abrazyon, çürük veya restoratif tedaviler sonucu sadece bu uyarım alanları altında birirmektedir. Birikimi hızlı olduğu zaman dağınık ve burgulu tübüller ve olası hücre içerikleri ile düzensiz olarak görünmektedir. Odontoblastlar, fibroblastlar ve kan hücreleri dentinin bu tipinde tespit edilmiştir. Aksine düşük uyarana karşı yavaş yavaş geliştiği zaman görüntüsü primer ya da sekonder dentin gibi daha düzenli olmaktadır. Bazen de dentin fazla kemiğe benzemekte ve osteodentin olarak adlandırılmaktadır [50]. Dentinde yaşla birlikte peritübüler dentin birikimi ile dentin tübülleri daralmakta veya tıkanmaktadır. Apikalden koronale doğru transparan bir görüntü alan dentindeki bu değişiklikler yaş belirlemede kullanılan bir parametredir [67].

2.6.3. Sement dokusu

Sement alveol kemik ile diş bağlantısını sağlayan, periodontal lifler için mineralize organik matriksi oluşturan ataşman alanları ile diş dokuları içinde sertliği en az olan dokudur. Yapısal içeriğinin yaklaşık %45-50 inorganik içerik (hidroksiapatit), %45-50 organik içerik ve su'dur. İnorganik içeriğinin büyük kısmını apatit yapısındaki kalsiyum tuzları oluşturur. Organik içeriğini ise proteoglikan ara maddesi içinde kolajen fibrillerden oluşur. Tip 1 kolajen organik matriksin %90'nını kapsar. Minerilize dokular içinde florür oranı en

yüksek dokudur. Sement, sementoblastlar tarafından üretilen kolajen bazlı mineralize dokusu ile kemiğe benzer. Ancak, avasküler ve innervasyondan yoksundur. Beslenmesi periodontal ligamentteki komşu kan damarları yoluyla olur. Sementositler kemiğin osteositleri gibi, lakünalar içinde yer alırlar ve periodontal ligamente doğru uzanan kanalikülde uzun hücresel çıkıntıları vardır [52].

Kök sementi sürekli fizyolojik remodeling süreçleri geçirmez. Primer hücresiz sement ve sekonder hücresel sement olarak diş kök dentinin etrafında düzenlenmiş kökün uzun aksına paralel seyreden apozisyonel katmanlar halindedir. Katmanlı görünümü muhtemelen değişen mineral kristallerinin yönelimleri ve mineral fazındaki yapısal farklılıklar yüzündendir [68]. Değişen açık ve koyu çizgilerin bir çifti bireyin yaşamında bir yıla karşılık gelmektedir. Sement halkalarının sayımı diş erüpsiyon yaşına eklendiği zaman bu sonuç kronolojik yaş tahmin etmede kullanılabilir. Sementin bu katmanlı yapısı için olası açıklama sementogenezisin büyüme hormonundan etkilendiğidir [69-71]. Sement yaşam boyunca devam eden bir sürecin sonucu olarak biçimlenir ve kalınlığı artar. Bu kalınlık her bölgede farklıdır, apikal alanda en fazla, mine-sement birleşim alanında ise en azdır [72].

Yaşla birlikte sementin pürüzsüz olan yüzeyi irregüler ve kaba bir görüntü alabilir. Bu durum semente bağlı bazı ligamentlerin kalsifikasyonlarından kaynaklanır ve sement yüzeyinin büyük bir bölümünde gözlenir, fakat apikal alana yakın kısımlarda derecesi fazla değildir. Yaşlanmada apikal alanda sementte sürekli bir artışla apikal kanal tıkanabilir. Aynı zamanda sement rezorpsiyonu da yaşlanmış sementin özelliklerinden biridir. Rezorpsiyon bir süre için aktif hale gelir ve daha sonra durabilir. Kök dentinini etkileyebilir [50].

2.6.4. Pulpa dokusu

Pulpa dişin merkezinde bulunan, dentin tarafından çevrili ve içinde kan damarları, sinir ve sinir uçlarını içeren yumuşak bağ dokusudur. Koronal ve kök pulpasından oluşur. Koronal pulpa kök pulpasından daha fazla element içerir ve büyüktür. Kök pulpası bir iletici tüp görevi görür ve apikalden koronale kan taşır. Hücreler, lifler, kan damarları ve sinirler koronal pulpada daha çok olmasına rağmen her iki pulpa alanında, aynı elemanları içerir. Kök kanalı yoluyla periodonsiyuma, çevredeki dokuya açılır. Aksesuar kanallarda dişin apeksinde mevcut olabilir. Pulpa merkez ve periferel zondan oluşur, bu hem koronal hem

de radiküler pulpada gözlenir. Merkez zon apikal kanaldan içeri giren arterioller, venler ve sinir gövdeleri içerir ve koronal pulpa odasına ulaşır. Fibroblastlar baskın hücredir. Odontoblastlar ikinci en yaygın hücre grubudur. Periferal zonun odontojenik bölgesi odontoblast ve hücre içermeyen ve hücreden zengin bölgelerden oluşur [50].

Odontoblastlar hayat boyunca dentin oluşturur, bu da pulpanın zamanla küçülmesine neden olur. Pulpa formasyon, koruma, besleme ve onarma faaliyetleri gibi çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Tüm bu klinik özellikleri dışın yapısı ve korunması için önemlidir. Pulpa travma sonrası veya yaşla birlikte gerileyebilir, kolajen lif demetleri ve pulpa taşları yaygın alanları içerebilir. Bu taşlar pulpa dokusunda bağlı, gömülü veya serbesttir. Pulpa aynı zamanda yaygın kalsifikasyon içerebilir. Diş olgunlaştıkça dentinin sürekli birikmesi ile pulpa boyutu azalır. Boyutundaki azalma genellikle pulpa sınırının bütün çevresi etrafında uniform dentin birikimi ile oluşur [50].

Fibrozis, yaşlanmada kolajen liflerinin artışı ile birlikte pulpanın azalan boyutu daha belirgin hale gelir. Yaşlanma ve travmanın bir sonucu olarak pulpa hücrelerinde hücresel perinükleer sitoplazma, mitokondri ve endoplazmik retikulum gibi sitoplazmada organellerinin sayısı genel olarak azalır. Bu durum hücresel aktivitenin azalmasının göstergesidir ve pulpanın hasarlara karşı kendi kendine onarım ve cevap yeteneğini azaltır [50]. Yaşla birlikte daha fibröz, daha az hücreli ve daha az kanlanmaya sahip bir pulpa izlenir [58].

2.7. Dental Yaş Belirleme Yöntemleri

Dişlerden yaş tahmini ile ilgili günümüze kadar farklı çalışmalar yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda dişler morfolojik, radyolojik, biyokimyasal ve histolojik olarak değerlendirilmiştir [16,18, 20-24]. Dişlerden yaş belirlenmesinde genel olarak; çocuklarda ve adolesanlarda dişlerin gelişimi ve sürme zamalarına göre, yetişkinlerde ise yaşlanma sürecinde izlenen değişikliklere göre değerlendirilmektedir.

2.7.1. Pre-natal, Neonatal ve Post-natal Dönemde Yaş Belirleme

Süt dişlerinin germi prenatal dönemin yedi haftasında oluşmaya başlar ve tüm süt dişlerinin mine oluşumu ilk yıl genellikle tamamlanır. Natal yaşamda yaş tahmininin

radyografik fazları şu şekildedir: 16 haftalık dönemde kesici dişlerin minerilizasyonu, 26 haftalık fôtusta süt kesici dişlerin minerilizasyonunda ilerleme, 1.süt molar dişin iki tüberkül taslağının, 2. süt molar dişin bir tüberkülünün oluşması ve 1.daimi molar dişin kriptasının oluşması izlenir. 30 haftalık fôtusta anterior dişlerin 3/4' ü tamamlanır, süt 1. moların tüberküllerinin füzyonu gerçekleşir, 2.süt molar dişin beş tüberkülü gözlenir. Doğumda süt molar dişlerin tüberküllerinin füzyonu tamamlanır, ancak süt 2.molar dişin okluzal yüzeyinin devamlılığı yoktur. Daimi 1.molar dişin mezial tüberkülün uç kısmının minerilizasyonu izlenmez [13, 73,74].

2.7.2. Dişlerin Gelişimine Göre Uygulanan Yaş Tahmin Yöntemleri (Çocuklarda ve Adölesanlarda)

Bu dönemdeki yaş tayini yöntemleri diş germelerinin görünüşü, dişlerin minerilizasyonu, mine formasyon oranı, sürmüş diş köklerinin tamamlanma dereceleri, erüpsiyon süreçlerini ve inkremental çizgilerin miktarı gibi yöntemleri içerir [2].

Schour ve Massler metodu

1941'de Schour ve Massler [75] süt ve daimi dişlerin gelişim üzerine önemli bir çalışma yayınladılar. İntrauterin dönemden 35 yaşa kadar olan dişsel gelişimi gösteren bir diyagram resmedilmiştir. Diyagram dentisyonun beklenen gelişim evrelerini göstererek, alt ve üst çeneden her yaş grubu için ayrı alınmış radyografların karşılaştırılması esasına dayanır. Dişlerin gelişimi yirmibir kronolojik aşamada değerlendirilmiştir. Yöntemin basit ve pratik olması ve özel bir donanıma ihtiyaç duyulmaması gibi avantajları olmasına rağmen her yaş grubu için tek bir örneklemin mevcut olması ve diş gelişimindeki cinsiyet farklılıklarının değerlendirilmemesi ise dezavantajıdır [74].

Gleiser ve Hunt metodu

1955 yılında yayınlanan çalışmada yaş tahmini için radyografik olarak kalıcı molar dişin gelişimi onaltı aşamaya ayırarak incelenmiştir. Cinsiyete bağlı diş gelişim hızlarının sadece belli yaş aralıklarında farklılık gösterdiğini, çoğu zaman birbirine benzer olduğunu, ancak kök uzunluğunun gelişiminde 1/3-1/2 periyot zamanında hızlı bir gelişimi kaydetmişlerdir. Kullanımı hızlı ve basit olmasına rağmen sadece tek bir dişin analizi esasına dayanır. Aynı

zamanda kronolojik yaşın, diş yaşı ve iskelet yaşı karşılaştırmalarında dişteki gelişim geriliklerinin iskelete göre daha az olduğunu bildirmişlerdir [76].

Nolla metodu

Nolla 1960 yılında, dişlerin gelişim aşamalarını incelediği çalışmasında, maksilla ve mandibuladaki daimi dişlerin her biri için, gelişimin başlangıcından tamamlanmasına kadar 10 safhada tanımlamış ve her evreye 0-10 arasında puanlar vermiştir [23]. Sadece skorlamada çenelerin tek tarafında olan dişler kullanılmış ve 3.molar dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Gelişim aşamalarını şu şekilde tarif etmiştir:

- 10 Kök gelişimi tamamlanmış ve apeks kapanmış,
- 9 Hemen hemen tamamlanmış kök-açık apeks,
- 8 Kökün üçte ikisi tamamlanmış,
- 7 Kökün üçte biri tamamlanmış,
- 6 Tamamlanan kuron,
- 5 Hemen hemen tamamlanmış kuron,
- 4 Kuronun üçte ikisi tamamlanmış,
- 3 Kuronun üçte biri tamamlanmış,
- 2 Kalsifikasyonun başlangıcı,
- 1 Kripta var,
- 0 Kripta yok.

Radyografik değerlendirme sonrası maksilla ve mandibuladaki dişlere verilen puanlar toplanarak toplam diş gelişim skoru elde edilmiştir. Değerler tablosundaki karşılığa bakılarak çocuğun diş yaşı belirlenir. Tablolar kız ve erkekler için ayrı ayrıdır. Radyografteki görüntü tablodaki gelişim aşamalarıyla tam olarak örtüşmediği zaman; dişin görüntüsü iki değerin tam ortasındaysa ilk değere 0,5 puan eklenir, dişin görüntüsü iki kriter arasındaki alt değere daha yakınsa buna 0,2 puan eklenir, dişin görüntüsü iki

değer arasında üst değer in görüntüsüne daha yakınsa düşük olan değere 0,7 puan eklenir [35].

Yöntemin basit, pratik olması, radyograflar dışında donanım gerektirmemesi, kız ve erkekler için ayrı ayrı tablolar içermesi gibi avantajları olmasına rağmen ara evrelerin tanımlanmasındaki zorluklar nedeniyle yaş tayininde hata oranının artabileceği ifade edilmektedir [77,78].

Moorrees, Fanning ve Hunt metodu

Moorrees ve arkadaşları [79] 1963 yılındaki çalışmalarında iskeletsel yaşı değerlendirmek için ondört aşamada dental gelişimi incelemişlerdir. Çalışmada beyaz kuzey Amerikalı çocukların diş örneklerini içeren mandibular ve maksiller sekiz kesici diş kullanılmıştır. Daimi dişlerin ilk tüberkül oluşumundan dişin kök ucunun kapanmasına kadar 14 farklı aşama değerlendirilmiş ve erkek-kadın için ayrı tablolara bu aşamalar kaydedilmiştir. Kök formasyonu tamamlandıkça, kuron formasyon aşamalarına göre hata payının arttığını gözlemlemişlerdir [79]. Yöntemin avantajları aşamalarının az olması, daha tutarlı bir derecelendirme sistemi olması, gözlemler arası güvenilirliğinin oldukça yüksek olmasıdır [78,80].

Anderson, Thomson ve Popovich metodu

1976'da yapılan bu çalışmada Moorrees ve arkadaşlarının [79] diş gelişimi üzerine yaptıkları çalışmayı esas alarak ortalama yaşı ve standart sapmalarını hesaplamışlardır. 3-18 yaş aralığındaki bireylerden çekilen çene sefologramları üzerinden dental gelişim evrelerini kaydetmişler, her safhanın kadın-erkek ve maksilla-mandibula için ayrı ayrı ortalama yaşı ve standart sapmasını hesaplamışlardır [81]. Yöntemin hem süt hem de daimi dişleri içermesi nedeniyle her dişin kullanılabilir olması, analiz için varyansı en az dişin seçilmesi ile daha doğru tahmin sağlanabilmesi avantajıdır. Ancak doğumdan üç yaşa kadar olan dönemi kapsamaması ve popülasyona spesifik olması ise dezavantajıdır [78].

Mörnstaad, Staaf ve Welander metodu

Mörnstaad ve arkadaşları 1994 yılındaki çalışmalarında, 6-14 yaş aralığındaki kız çocuklarının ortopantogramlarının (OPG) dijital ortamlara aktarılıp ölçümleri

gerçekleştirmişlerdir [82]. Dental gelişim derecelerine bağlı metrik ölçüm noktalarından elde ettikleri veriler ile çoklu regresyon modeli oluşturmuşlardır. Tanımlanan ölçüm noktaları; dişlerin kuron yüksekliği, molarlarda mezial kök uzunluğu, distal kök uzunluğu, molarlarda distal kök genişliği, mezial kök genişliği, tek köklü dişlerde kök uzunluğu ve apeks genişliği arasındaki uzaklıkları içermektedir. Çalışmada güven aralığı %95 ±2 yıl standart hatası ile bulunmuştur [82]. Tekniğin avantajı ölçümlerin kesin ve objektif kriterlere dayandırılmasıdır. Dezavantajı ise popülasyona özgü olması ve OPG'lerdeki magnifikasyon düzeltme oranları ile ilgili çalışmadaki yetersizliklerdir [78].

Demirjian metodu

Demirjian ve arkadaşları tarafından 1973 yılında yayınlanan çalışmada dental gelişim radyolojik olarak değerlendirilmiş ve her bir dişteki gelişim basamakları üzerinden oluşturdukları sayısal değerleri dental maturasyon tahmini için kullanmaya çalışmışlardır [83]. Bu metotta panoramik radyograflar ile sol mandibuladaki yedi daimi dişin mineralizasyon aşamaları sekiz safhada (A-H) tanımlanmıştır.

1. Safha (A): Tek köklü ve çok köklü dişlerde, dişin üst kısmında koni ya da koniler şeklinde kalsifikasyon başlar.
2. Safha (B): Kalsifikasyon noktalarında bir ya da birkaç noktada birleşme vardır. Dış yüzey düzenlidir.
3. Safha (C): Mine formasyonu dış yüzeyde tamamlanmıştır, dentin dokusu gözükmeye başlar, pulpa odası izlenir.
4. Safha (D): Kuron formasyonu, sement ile mine birleşme noktasında tamamlanmıştır. Pulpa odasının tek köklü dişlerde açık bir şekilde eğimlidir, molarlarda pulpa odası ikizkenar yamuk şeklindedir ve kök formasyonu görülmeye başlar.
5. Safha (E): Pulpa odası duvarı düz çizgi şeklinde pulpa boynuzlarının devamlılığı bozulmuştur. Kök uzunluğu kuron yüksekliğinden azdır ve molar dişlerde bifurkasyon noktasının başlangıcı görülür.
6. Safha (F): Kök uzunluğu, kuron uzunluğuna eşit ya da daha büyüktür. Kökteki ikiye ayrılma aşağıya doğru ilerler, yarım ay şekli kesin ve belirgin olmakla beraber huni şeklinde sonlanır.

7. Safha (G): Kök kanal duvarları paralel ve apeks noktası kısmen açıktır.

8. Safha (H): Kök kanalının apeksi tamamen kapanmış, periodontal aralık kök çevresinde ve apekte aynı genişliktedir.

Teknik, metrik ölçümler içermeyip morfolojik değerlendirmeyi kapsamaktadır. Daha sonra 1976 yılında Demirjian ve Goldstein tarafından örnek sayısı artırılarak sistem modifiye edilmiştir [24]. Yedi dişin her aşaması ayrıca biyolojik olarak skorlanır ve bütün dişlerin skorlarının toplamı (0-100) dişin olgunluğu hakkında tahmin imkânı verir. Toplam olgunluk skoru mevcut daha önceden her cinsiyet için ayrı ayrı oluşturulmuş tabloya yerleştirilerek yaş hesaplaması yapılır.

Bu metotla ilgili olarak sonraki yıllarda sistemin kullanım alanının genişlemesi ve güvenilirliğinin geliştirilmesi üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır [84,85]. Yaş tahmini ile ilgili çalışmalarda sık kullanılan ve literatürde kabul gören en geçerli yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde mandibuladaki tüm dişlere değerlendirmek için ihtiyaç duyulması ve belirli bir popülasyona özgü olması tekniğin dezavantajlarıdır. Yöntemi farklı popülasyonlarda uygulayan araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre popülasyona özgü standartların oluşturulması gerektiğini savunmuşlardır [86,87]. Türk toplumu için yapılan çalışmalarda ise Demirjian'ın referans örneklerine göre yaşın ileri olduğu belirlenmiş, diş gelişiminin ortalama hızının Türkiye popülasyonunda daha hızlı olduğu gözlenmiştir [88-91].

Willems metodu

Willems ve arkadaşları tarafından Belçikalı beyaz ırk üzerinde yapılan çalışmada Demirjian metodu ANOVA testi uygulanarak revize edilmiş, yaş tahmini yapılırken mandibular sol 7 dişin diş mineralizasyon aşamalarından yararlanılmıştır. Kadın ve erkek için tabloda ayrı ayrı standart skorlar oluşturulmuştur [92]. Altan ve arkadaşları Türk popülasyonunda uygulanabilirliği üzerine yaptıkları çalışmada doğruluğunun kadınlarda erkeklerden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir [93].

Açık apeks metodu (Cameriere metodu)

Cameriere ve arkadaşları [94] tarafından 2006 yılında geliştirilen bu metotta 5-15 yaş aralığında, 455 İtalyan çocuk üzerinde, panoramik radyograflarda dişlerin açık apeks ölçümleri değerlendirilerek yaş tahmini yapılmıştır. Bu çalışmada yedi sol mandibular daimi dişin ölçümleri gerçekleştirildi. Kök gelişimini tamamlamış dişlerin sayısı ve apikal ucu tamamen kapanmış dişler hesaplandı ve N_0 olarak ifade edildi. Tek köklü dişler için açık apeks iç yüzeyi arasındaki mesafe (A_i , $i=1, \dots, 5$), iki köklü dişler için iki açık apeks iç mesafesi toplamı ölçüldü (A_i , $i=6, 7$).

Olası magnifikasyon ve açılama farklılıkları göz önünde tutularak açık apeks/apekslerin ölçümü diş uzunluğuna bölünerek elde edilen oranlar ile yaş arasındaki ilişki değerlendirildi. Sonucunda bir regresyon analizi ile yaş formülü modeli geliştirilmiş:

$$\text{Yaş} = 8,971 + 0,375 g + 1,631 x 5 + 0,674 N_0 - 1,034 s - 0,176 s. N_0$$

(g) erkekler için 1, kızlar için 0; (s) açık apeksli dişlerin toplamı.

Cameriere 2008 yılında yetişkinlerde değerlendirmek için sadece 3.molar dişlerin maturasyonu ve yaş arasındaki ilişkiye bakmak üzere bu tekniği uygulanabilecek şekilde modifiye etmiş ve elde ettiği sonuçları Demirjian tekniği [24] safhaları ile kıyaslamıştır [95]. Açık apeks yönteminin Türk popülasyonunda uygulanabilirliğine bakıldığı Gülşahı ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, kadınlarda erkeklerden daha fazla doğruluğa ulaşıldığı bildirilmiştir [96].

2.7.3. Yetişkin Bireylerde Dişlerde Yaşa Bağlı Oluşan Değişikliklere Göre Uygulanan Yaş Tahmin Yöntemleri

Çocuk ve adölesanlarda diş gelişim tabloları ve radyograflardan yararlanarak kolaylıkla yaş tahmini yapılabilmektedir. Ancak yetişkinlerde dişin gelişimi tamamlandıktan sonra yeterli güvenilirlikte yaşı değerlendirmek oldukça zorlaşır. Yetişkinlerde dişlerde ve çevre dokularda yaşa bağlı ortaya çıkan morfolojik değişikliklerin incelenmesi ile farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler: atrizyon, kök transparanlığı, sement apozisyonu, periodontal çekilme, kök rezorpsiyonu, diş renginin koyulaşması, sekonder dentin

apozisyonu, aspartik asit rasemizasyonu, telomer kısalması, radyoaktif karbon 14 gibi parametreleri içeren yöntemlerdir [16,20,98,102-107,117,122,123,130].

Gustafson metodu

1950 yılında Gustafson tarafından yetişkinlerde dental yaş tayini için yaşa bağlı değişikliklerin kullanıldığı ilk bilimsel yöntem rapor edilmiştir [16]. Gustafson metodunda 6 sekonder parametre dikkate alınmıştır. Bu parametrelerin her biri değişiklik derecesine göre 0-3 arasında 4'lü olarak skorlanmıştır. Bu skala morfolojik değişiklikleri formüle etmek için geliştirilmiştir. Parametreler; atrizyon (A), sekonder dentin birikimi (S), periodontal çekilme (P), sement apozisyonu (C), kök rezorpsiyonu (R) ve kök transparanlığıdır (T).

1. Atrizyon (A): Çiğneme fonksiyonu ile düzenli olarak oklüzal veya kesici yüzeyin alt aşamalarında meydana gelen değişiklikler hem makroskobik ve hem mikroskobik kesitlerde gözlenir. Skorlama sistemi:
 A0: atrizyon yok
 A1: mine düzeyinde atrizyon
 A2: dentine ulaşan atrizyon
 A3: pulpaya ulaşan atrizyon
2. Sekonder Dentin Birikimi (S): Yaşın kısmen direkt göstergesi, kısmen de dental kariyes gibi patolojik durumlara karşı bir reaksiyon olarak meydana gelir. Yaşın ilerlemesiyle pulpa çemberinin etrafında sekonder dentin birikimi artar ve pulpa kavitesi daralır [97]. Bu değişiklik sadece mikroskobik kesitlerde görülebilir. Skorlama sistemi:
 S0: sekonder dentin izlenmiyor,
 S1: pulpa kavitesinin üst bölümünde henüz oluşmaya başlamış,
 S2: pulpa kavitesi yarı yarıya dolu,
 S3: pulpa kavitesi hemen hemen veya tamamen sekonder dentinle dolu.
3. Periodontal Çekilme- Periodontitis (P): Dişeti çekilmesi enfeksiyona bağlı olarak gelişir, çekilmenin ilerlemesi ile alveoler kemikte etkilenir. Hem mikroskobik, hem de makroskobik olarak görülebilir. Skorlama sistemi:
 P0: periodontal çekilme yok
 P1: henüz yeni başlamış periodontal çekilme

P2: kökün 1/3'ünü aşan periodontal çekilme

P3: kökün 2/3'ünü aşan periodontal çekilme

4. Sement Apozisyonu (C): Yaşla birlikte sement kalınlığında artış izlenmektedir.

Mikroskobik kesitte gözlenir. Skorlama sistemi:

C0: normal sement tabakası,

C1: normalden biraz fazla sement apozisyonu,

C2: kalın bir sement tabakası izleniyor,

C3: çok kalın sement tabakası mevcut.

5. Kök Rezorpsiyonu (R): Mikroskobik kesitte görülebilir. Skorlama sistemi:

R0: görülebilir bir kök rezorpsiyonu yok,

R1: küçük bir bölgede kök rezorpsiyonu,

R2: madde kaybı daha büyük bir bölgede,

R3: sement ve dentinin büyük bir kısmında kök rezorpsiyonu var.

6. Kök Transparanlığı (RT): Dişin apikal bölümündeki transparanlıktır ve yaş ile birlikte artışı gözlenir. Skorlama sistemi:

T0: transparanlık yok,

T1: transparanlık izleniyor,

T2: kökün apikal 1/3'ünü geçen transparanlık,

T3: kökün 2/3'ünü geçen transparanlık mevcuttur.

Kök transparanlığını ve kök rezorpsiyonunu yaşı belirlenmesinde diğer göstergelerle birlikte ilk defa kullanan araştırmacı Gustafson olmuştur. Gustafson metodunun en çok eleştirilen kısımları örneklem boyutunun küçük olması, parametrelerin subjektif olarak değerlendirilmesi, diş tiplerinin dikkate alınmaması ve istatistiksel yöntemlerin uygun olmamasıdır [98-100].

Gustafson kriterlerini temel alan bazı araştırmacılar yöntemin farklı modifikasyonlarını geliştirmişlerdir. Dalitz yöntemdeki sement apozisyonu ve kök rezorpsiyonu kriterlerinin güvenilir olmadığını düşünerek bunları çalışma dışı bırakmıştır. Aşınma, periodontitis, sekonder dentin oluşumu ve kök şeffaflığını içeren 4 kriter ve 5 skorlama sistemi kullandı. Aynı zamanda dişlerden yaş tahmininde regresyon analizini kullanan ilk araştırmacıdır [101]. Gustafson kriterlerini en başarılı şekilde modifiye eden araştırmacı Johanson'dır. Altı kriterden en güvenilir kök transparanlığı olarak kabul ederken kök rezorpsiyonun ise en düşük güvenilirlikte olduğunu söylemiş ve diş eti çekilmesini göz ardı etmiştir, 4' lü

puanlama sistemini 7'li olarak düzenledi [102]. Maples diş tiplerini, cinsiyeti ve bireyin bir periodontal hastalık geçirip geçirmediğini de dikkate alarak çoklu regresyon analizini kullanmış, yaş belirleme parametrelerini azaltmıştır [18].

Lamendin ve arkadaşları kök transparanlığı ve periodontal çekilmenin değerlendirildiği bir yöntem geliştirmişlerdir. Tek köklü dişin bütünlüğüne müdahale edilmeden alttan ışıklandırılarak incelenen her bir dişteki kök şeffaflığı uzunluğu (Tu), periodontitisten etkilenmiş bölgenin uzunluğu (Pu) ve kuron uzunluğu (Ku) parametreleri labial yüzeyde ölçülmüş ve üst kesicilerde daha doğru sonuçlar elde etmişlerdir [103]. Solheim parametreleri sistematik bir biçimde farklı ölçüm ya da skorlama sistemleriyle değerlendirerek periodontal çekilme, atrizyon, diş rengi, sekonder dentin oluşumu, kök ıstık geçirgenliği, sement miktarı ve yüzey düzgünlüğü parametrelerini kullanmıştır. Çalışmasında diş tipi ve cinsiyette dikkate alınmıştır [78,99].

Atrizyon metodu

İnsizal kenarlarda ve oklüzal yüzeylerdeki atrizyon-aşınma yaşa bağlı etkisi en belirgin olan değişikliktir. Çalışmalarda atrizyonu-oklüzal aşınmayı değerlendirmek için çeşitli skorlama sistemleri geliştirilmiştir [55,104-106]. Molnar ilk olarak, aşınma derecesi açısı parametresi ekleyerek arkeolojik perspektiften kültürler arası karşılaştırmaları kolaylaştıran ve adli alanda daha fazla araştırmaya uygulanabilir bir yöntem geliştirdi [55]. Tomenchuk ve Mayhall [107] molar dişlerde tüberkül yüksekliği ölçümleri ile atrizyonun derecesini değerlendirdiler. Smith 1984 yılında farklı diş tipleri için farklı şemalar geliştirerek atrizyonu sekiz aşamada inceledi [106]. Başka bir çalışmada iskeletsel kalıntılardaki molar dişlerin kuron yüksekliğini ölçerek aşınma miktarı kaydedildi. Kuron yüksekliği ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal bir ilişki bulundu ve mandibular molar dişlerin aşınması maksiller molar dişlere göre hızlı olduğu bildirildi [108].

1989 yılında Song ve Jia diş aşınmasının yaş ile ilişkisini inceledikleri araştırmalarında molarlar üzerindeki tüberkül aşınmasını değerlendirdikleri bir regresyon eşitliği oluşturdu. ASA (Average Stage of Attrition) adını verdikleri yöntemle 0 – 6 arasında bir skorlama sistemi geliştirdiler. Geliştirdikleri 26 formülle aynı kişiye ait tüm dişlerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların standart hatasını 1,9–5,7 arasında bulmuşlardır.

Küçük yaşlarda tahminlerin daha başarılı olduğunu, mandibular dişlerde ve kadınlarda gerçek yaştan daha fazla değerler elde edildiğini saptamışlardır [109].

Kambe ve arkadaşları [110] atrizyon alanı ve sayısını dental model fotoğraflarının bilgisayarlı görüntülerinin elde edilmesiyle değerlendirdikleri çalışmalarında çoklu regresyon analizi ile 7 yıl hata elde ettiler. Yaş ile atrizyon alanı arasında pozitif korelasyon, yaş ile atrizyon sayısı arasında negatif korelasyon olduğunu söylediler. Çalışmalarında diş tiplerindeki varyasyonlar nedeniyle sadece atrizyon alanı ile yaş belirlemede tek bir dişin kullanılmayacağı bildirildi.

2004 yılında, Ball yaş tahmini için tek gösterge olarak atrizyonu kullandığı yöntemde bazı dişlerin karşı taraf dişleriyle hiç temas olmadığını, dolayısıyla aşınma göstermediği gerçeğini ortaya koymuştur. Beslenme biçimi, sosyal alışkanlıklar gibi pek çok faktörün dişlerdeki atrizyon miktarını değiştirdiğini ve aşınmanın yaş tahmininde tek başına bir kriter olarak kullanılmaması gerektiğini ifade etmiştir [111]. Çalışmaların birçoğunda oklüzal aşınma araştırılırken Whittaker ve arkadaşları proksimal aşınmaya değerlendirdikleri bir çalışma yayınlamışlardır [112].

Atrizyon çok fazla parametreden etkilendiğinden yaş tahmininde kullanıldığı durumlarda, artikülasyon ve oklüzyon bakımından bütün dentisyonun incelenmesi gerekmektedir. Bu yüzden atrizyon derecesine bakılarak, sadece tek ya da birkaç diş incelenerek yaş tahmini yapılmamalıdır [113].

Kök transparanlığına göre yöntemler

Kök dentini transparanlığı dişlerden yaş belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Dentindeki transparanlık, sklerotik dentin artışının hayat boyu devam etmesi ile birlikte fizyolojik bir değişimdir. Kök dentini çoğunlukla üçüncü dekat sırasında transparanlaşmaya başlar ve yaşın ilerlemesi ile birlikte kökün ucundan kruna doğru ilerler [67].

Gustafson [16] tarafından ilk olarak kök dentin saydamlığını kullanılmasından sonra farklı araştırmacılarda bu yönteme modifikasyonlar ekleyerek araştırmışlardır. Bang ve Ram [98] tarafından yapılan çalışmada yaş ilerledikçe ile kök transparanlığı arasında pozitif bir

korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Solheim [114] tek köklü dişlerde ölçülen saydam dentin uzunluğu ve alanının kök uzunluğuna oranı elde ettiği çalışmada çoklu regresyon analizine birden fazla teknikle elde ettiği bu ölçümleri de dâhil etmiştir. Kök transparanlığının yaş ile ilişkisinde ırksal çeşitlilikler gösterdiğini ve popülasyona özgü regresyon modellerinin oluşturulması gerektiğini bildiren çalışmada mevcuttur [115]. Ülkemizde ise Afşin [116] tarafından dentin transparanlığı ve yaş tahmini arasında ilişki incelenmiş ve anlamlı bir sonuca ulaştığı çalışmada $y = 70.842 + (-5.152)*X$ şeklinde bir regresyon eşitliği geliştirmiştir.

Sement apozisyonuna göre yöntemler

Yaşla birlikte sementte meydana gelen artışın ölçülebilir bir değişken olduğu temeline dayanan bu yöntemde, kökten alınmış ince kesitlerin histolojik olarak incelenmesi gerçekleştirilir. Solheim 1990 yılında sement kalınlığını farklı skorlama sistemleri ile değerlendirdi, yaş ile korelasyonunda diş tipleri arasında farklılık gösterdiğini vurgulamıştır. Yaş ile en iyi ilişkiyi üst premolar dişler haricinde, apekten kökün 1/3 seviyesinde ölçülen lingual ve vestibul yüzeylerdeki sement kalınlığının toplamı vermiştir. Yaş ilerledikçe de sement birikim oranının azaldığını bildirmiştir [72]. Sementin mikroskop altında inkremental çizgilerinin sayıldığı yaş tayini teknikleri geliştirilmiştir. Stott ve arkadaşlarının [117] çalışmada bir yıla karşılık gelen her çizgi ile sement çizgilerinin sayısı ve dişin erüpsiyon yaşının toplamı ile yaşı tahmin etmeye çalışmışlardır. Belirlenen yaş ile gerçek yaş arasında yüksek bir uyum gözlemlemiştir.

Wittwer-Backofen ve arkadaşları [118] elektron mikroskobu kullanarak yaptıkları çalışmada yöntemin 2,5 yıl hata ile güvenilir olduğunu ve bu sapmalara erken ya da geç erüpsiyon ve kalsiyum metabolizmasındaki bozukluklar gibi bireysel faktörlerin neden olabileceğini bildirmişlerdir. Yöntemin doğruluğunu diş tipi, periodontal hastalık ve cinsiyetin etkilemediği rapor edilmiştir [118,119]. Renz ve Radlanski kökün orta üçlüsünde farklı bölgelerden alınan kesitlerde sement çizgilerinin bukkal, lingual, mezial ve distal olmak üzere farklı sonuçlar verdiğini ve çizgilerin sayımlarında güçlükler yaşandığını bildirmişlerdir [120]. Semental artışın insanların kronolojik yaşının belirlenmesinde tek başına güvenilir bir yöntem olmadığı ve diğer kriterlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ifade edilmektedir [120,121].

Aspartik asit rasemizasyonuna göre yöntemler

Vücuttaki protein komponentlerinin ana birleşini aminoasitlerdir. Yirmi farklı aminoasit mevcuttur. İlk sentezlendiğinde aminoasitler sadece L-enantiomerlerini içermesine rağmen, rasemizasyonla (kimyasal raksiyon) L-enantiomerleri D-enantiomerlerine yaşam boyunca yavaş bir şekilde dönüşür. Ölümden sonrada devam eder. Aspartik asit aminoasitler arasında en yüksek rasemizasyon oranına sahip proteindir. Rasemizasyon sıcaklık, pH, nem ve diğer faktörlere bağlıdır. Beyinde, kemiklerde, göz lensinde ve dişlerde bulunması esasına dayanılarak aspartik asit rasemizasyon çalışmaları ilk defa Halfman ve Bada tarafından yaş tahmininde kullanılmıştır. Dentin ve sementten aldıkları transvers kesitlerde D/L aspartik asit oranını incelemişler ve her yıl ortalama %0,1 D-aspartik asitin biriktiğini rapor etmişlerdir [122]. Ohtani ve Yamamoto mandibular santral kesiciler ve birinci premolar dişlerin longitudinal kesitlerini kullandıkları çalışmalarında aspartik asit ile yaş ilişkisini araştırmışlardır. Aynı zamanda aminoasidin fraksiyonlu maddeleri olan çözünmez kolajen ve çözünür peptiti incelemişlerdir [123].

Ritz ve arkadaşları dentindeki aspartik asitin rasemizasyon miktarı ile ölüm anındaki yaşı belirlemeye çalışmışlar ve bu yöntemin diğer yaş belirleme parametrelerinden daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir [124]. Son zamanlardaki çalışmalarda ise, UV saptaması ya da floresens saptama ile yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) kullanılmaktadır [125-128]. Analitik metotların ve örnek hazırlama tekniklerinin farklı olması yüzünden rapor edilen rasemizasyon oranları ve elde edilen yaş tahminlerinde tutarsızlıklar izlendi. Bu nedenle, Waite ve arkadaşları tarafından uluslararası kabul gören bir standart prosedür oluşturulmasını tavsiye eden bir çalışma yayınlanmıştır [129].

Radyoaktif karbon 14' e göre yöntemler

1955 yılına kadar atmosferde sabit ve az miktarda bulunan Karbon-14 izotopunun (C^{14}) nükleer denemeler sonrasında miktarı ciddi şekilde artmaya başlamıştır. Dişlerdeki konsantrasyonunun belirlenmesine dayalı bir yöntem geliştirilmiştir. C^{14} oksijen ile reaksiyona girerek radyoaktif karbondioksit olarak doku içinde birikir. Minede C^{14} konsantrasyonu minenin oluşum döneminde yapısına katılır ve minenin "turnover"ı olmadığı içinde sabit kalır. Minedeki C^{14} konsantrasyonu ölçülüp farklı yıllardaki bilinen atmosferdeki miktarı ile karşılaştırılarak minenin oluştuğu yıl tespit edilir [130].

Telomer kısalmasına göre yöntemler

Telomerler ökaryotik kromozonların ucunda yer alan özelleşmiş heterokromatik yapılarıdır ve hücrelerin bölünmesiyle uzunlukları azalmakta, bölünme sona erdiğinde yaşlılık dönemine girerler. Araştırmacılar telomer uzunluğu ve yaş arasındaki ilişkiyi incelemişler ve yaşla korelasyonun yüksek olduğunu belirlemişlerdir [70,131]. 2003 yılında Takasaki ve arkadaşları dental pulpadan çıkarılan DNA' yı incelemiş, telomer uzunluğu ve yaş arasında anlamlı bir ilişki tespit etmiş ve $\pm 7,5$ yıl standart hata bulmuşlardır [132].

Sekonder dentin oluşumuna göre yöntemler

Sekonder dentin oranı yaş belirlemede önemli bir parametredir. Sekonder dentin hayat boyu devam eden bir süreçtir. Pulpa odasının daralması sekonder dentinin indirekt göstergesidir. Bu değişikliği radyografik [20,21,133] ve mikroskopik kesitlerle incelemek mümkündür [16,18,19].

Gençlerde yaşlılara göre sekonder dentin oluşumu daha hızlı gözlenir. Sekonder dentin birikiminin miktarı dişin her bölgesinde aynı değildir. Genel olarak sekonder dentinin başlangıcında patolojik olarak geliştiği düşünülmektedir. İlerleyen yaşla birlikte sekonder dentinin tabana doğru daha fazla ilerlediği ve primer dentinle sınırının çizgi şeklinde olduğu bildirilmiştir [19].

1925 yılında, Bodecker tarafından sekonder dentin apozisyonu ile kronolojik yaş arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir [17]. Gustafson 1950 yılında yaş tahmini için 6 kriterden biri olarak önerdiği sekonder dentinin doğrusal ölçümlerini ortaya koydu [16]. Woods ve arkadaşları kök uzunluğu ve maksimum pulpa genişliğinin lineer ölçümlerinde pulpanın yaş ile birlikte boyutundaki azalmayı değerlendirdikleri çalışmalarında pulpa genişliği ile yaş arasındaki r^2 değerlerini 0,32 ile 0,41 arasında değişen değerlerde buldular. Kök uzunluğu ile yaş arasında anlamlı bir sonuç elde edemediklerini bildirmişlerdir [134].

Kvaal ve arkadaşları dişin ve pulpanın farklı bölgelerinde uzunluk ve genişlik ölçümlerini oranladıkları bir çalışma yayınladılar. 1995 yılındaki çalışmada periapikal radyograflar üzerinde bu metodu test etmiş ve R^2 sonuçlarını 0,56 ile 0,76 arasında değişen değerlerde bulmuşlardır [20]. Paewinsky ve arkadaşları geleneksel OPG ile bu metodun

uygulanabilirliğini doğrulamışlardır [135]. Cameriere ve arkadaşları OPG üzerinde kanin dişin pulpa/diş alan oranını kullanarak yaş ile ilişkisini değerlendirdikleri bir çalışma yayınlamışlardır [22].

Diğer yöntemler

Yaş tahmin çalışmalarında çok farklı yöntemler geliştirilmiştir. Yukarıda bahsedilen yöntemlere ek olarak; diş rengi ve dentin tübüllerindeki değişimlere bağlı olarak yaş tahmini belirlenmeye çalışan yöntemlerde literatürde mevcuttur [136-140].

Yaş tayininde tek başına dişin renginin araştırıldığı çalışmalarda rengin yaşla birlikte koyulaşması esasına dayanmaktadır. Travma veya patolojik süreçlerde diş renginin değişmesi ve uygulamanın tam olarak objektif değerlendirilememesi söz konusudur. Martin-de las Heras ve arkadaşları kök dentin rengini analiz etmek için spektrometri kullandıkları çalışmalarında cinsiyet ve diş tiplerinin sonucu etkilemediğini rapor etmişlerdir [136]. Lackovic ve Wood, her kökün dört farklı noktadaki renk değişimi değerlerini ölçmek için düz-yataklı dijital renkli tarayıcı ve renkli bilgisayar monitörü kullandıkları çalışmalarında renk ve yaş arasındaki korelasyonu 0,81 ile 0,94 arasında değerlerde hesaplamışlardır [137]. Diş rengini anterior dişlerde spektrofotometre ile analiz edildiği bir çalışmada yaş ile renk değişimleri arasında bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir [138].

Dentin tübüllerinin değişim miktarının değerlendirilmesi amacıyla elektron mikroskobu altında yapılan bir çalışmada peritubular dentin kalınlığı ve yaş arasında çok zayıf bir korelasyon bulunmuştur [139]. Başka bir çalışmada ise farklı diş grupları için korelasyonun $r= 0,72$ den $r= 0,85$ 'e kadar değişen değerlerde, güçlü bir ilişki olduğu bildirilmiştir [140].

2.8. Yetişkinlerde Radyografik Yaş Belirleme Yöntemleri

Pulpa boyutu periapikal, bitewing, panoramik radyograflarda ve bilgisayarlı tomografi görüntülerinde manuel ya da dijital olarak ölçülebilir. Literatürde iki boyutlu ölçümler ya da üç boyutlu hacim ölçümleri kullanılarak pulpa boyutunun yaş ile ilişkisini araştıran çalışmalar mevcuttur [20-22,27,29-33,141].

2.8.1. Drusini Metodu

Drusini [141] ilk olarak 1993 yılında periapikal radyograflar üzerinde premolar ve molar dişleri kullanarak pulpa odası ve kuron uzunluğunu ölçmüş, ölçümlerden koronal indeks (pulpa odasının uzunluğux100/kuron uzunluğu) değerleri elde etmiştir. Koronal indeks ile oluşturulan regresyon modellerinde premolarlar için standart hatayı 8,89 yıl, molar dişler için standart hatayı 9,46 yıl olarak bulmuştur.

1997 yılındaki bir başka çalışmasında ise panoramik radyograflarda mandibular premolar ve molar dişlerin koronal indeksine göre regresyon modelleri elde edilmiştir [142]. Bu çalışmada panoramik radyografların kullanma nedenleri; tüm dişlerin tek bir film üzerinde görüntülenebilmesi, yaygın bir yöntem olması ve elde edilmesinin kolay olmasıdır. Yaş ile korelasyonda cinsiyetler arasındaki farklılık anlamlı bulunmamış ancak, regresyon modellerinde hatanın erkeklerde daha az olduğu saptanmıştır. En yüksek açıklayıcılık katsayısı ($R^2= 0,85$), erkeklerde molar dişlerin koronal indeksini içeren doğrusal regresyon modelinden elde edilmiştir. Yaş, bu modelle vakaların %81,4'ünde ± 5 yıl hata ile belirlenmiştir.

2.8.2. Cameriere Metodu

2004 yılında, Cameriere ve arkadaşları [22] tarafından İtalyan popülasyonunda yaptıkları çalışmalarında panoramik radyograflar üzerinde maksiller kanin dişleri kullanmışlardır. Pulpa/kök oranı, diş uzunluğu, pulpa/diş uzunluğu oranı, üç farklı seviyede pulpa/diş genişliği oranını ve pulpa/diş alanını (AR) incelemişlerdir. Çalışmada yaş ile bu değişkenler arasındaki en iyi korelasyonun AR ve kök ortasında pulpa genişliği/kök genişliği (c) değerlerinin gösterdiğini bildirdiler. Bu çalışmada gerçek yaş ile tahmini yaş arasındaki kalan hataların mutlak değerinin ortalaması dört yıldan daha az olduğu gözlemlendi [22]. Cameriere ve arkadaşlarının oluşturdukları regresyon modelleri ise şu şekildedir:

$$\text{Yaş} = 84,31 - 473,86 \text{ AR}$$

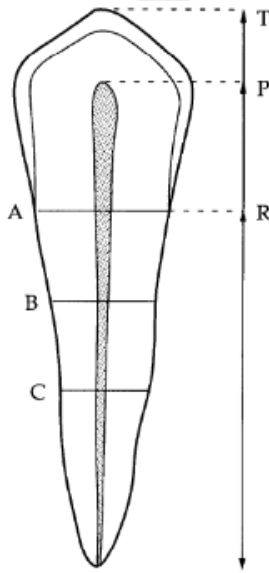
$$\text{Yaş} = 86,53 - 457,15 (\text{AR}) - 22,98 (c)$$

(AR: Pulpa alanı/diş alanı, c: kök ortasında pulpa genişliği/kök genişliği)

AR oranı ile c değerinin kullanıldığı ikinci regresyon modelinde $R^2= 0,85$ ve standart hatası 5,35 yıl olarak bulunmuştur. Mısırlıoğlu ve arkadaşlarının Türk popülasyonu için periapikal radyograflarda maksiller kanin dişte pulpa/diş alanını kullandıkları çalışmalarında korelasyon katsayısını 0,79 olarak hesaplamışlardır [143].

2.8.3. Kvaal Metodu

1995 yılında, Kvaal ve arkadaşları [20] aynı bireyin altı farklı dişinin periapikal radyografları üzerinde pulpa büyüklüğü ve yaş arasındaki ilişkiyi esas alarak kronolojik yaşın tahmini için yeni bir metot geliştirdiler. Altı dişin paralel teknikle alınan periapikal radyograflarında meydana gelebilecek magnifikasyon ve açılama farklılıklarını gidermek için lineer ölçümleri oranlayarak altı indeks tanımlamışlardır (Şekil 2.1).



- Dişin pulpa uzunluğu / kök uzunluğu (P)

-Dişin pulpa uzunluğu /diş uzunluğu (R),

-Maksimum diş uzunluğu / kök uzunluğu (T),

-Üç farklı düzeyde pulpa genişliği / kök genişliği;

A. Mine ile sementin birleşme noktasında,

B. A ve C ölçüm noktalarının orta noktasında,

C. Kök uzunluğunun tam orta noktasında

Şekil 2.1. Kvaal metodundaki ölçüm indeksleri [20]

Ölçümleri stereomikroskop altında kumpas kullanılarak manuel şekilde yapmışlardır. Bu ölçümlerde çenenin sol ve sağ tarafındaki dişler arasında *paired t-test ile* anlamlı farklılıklar gözlemedikleri için sol veya sağ taraftaki dişlerden çalışmaya en uygun dişlerin dâhil edilebileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar öncesinde her diş için oluşturdukları indeks ile yaş korelasyonuna baktıkları bir ön çalışma gerçekleştirdiler. Bu ön çalışmada en güçlü yaş ile korelasyon gösteren dişler; mandibulada lateral kesici, kanin ve 1. premolar dişle birlikte maksillada santral, lateral kesici ve ikinci premolar dişlerdir.

İstatistiksel analizde, her diş tipi için oranlar ile yaş arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş, diş uzunluğu/kök uzunluğu oranının yaşla anlamlı bir ilişki göstermediğini gözlemlenmiştir. Bu oran sonraki istatistiksel değerlendirmelerde dikkate alınmamıştır. Çalışmada elde ettikleri doğrusal regresyon modelleri ise şu şekildedir:

Tüm dişler için:	$yaş=129,8-316,4(M)-66,8(W-L)$
3 maksiller diş için:	$yaş=120,0-256,6 (M)-45,3(W-L)$
3 mandibular diş için:	$yaş= 135,3-356,8 (M)-82,5(W-L)$
Tek diş için :	
11/21	$yaş=110,2-201,4 (M)-31,3 (W-L)$
12/22	$yaş= 103,5-216,6 (M)-46,6 (W-L)$
15/25	$yaş= 125,3-288,5 (M)-46,3 (W-L)$
32/42	$yaş=106,6-251,7 (M)-61,2 (W-L)-6,0 (G)$
33/43	$yaş=158,8-255,7 (M)$
34/44	$yaş=133,0-318,3 (M)-65,0 (W-L)$

G: Cinsiyet: Erkek=1, Kadın=0

(M: tüm oranların ortalaması, W: B ve C genişlik oranlarının ortalaması, L: uzunluk oranlarının ortalaması)

Çalışmada hesaplanan oranların çoğu ile yaş arasındaki ilişki negatif ve anlamlı bulundu. Tüm dişlere ait oranları içeren regresyon modelinden en yüksek tanımlayıcılık katsayısı (R^2) 0,76 ve 8,6 yıl standart hata ile elde edilmiştir. En güçlü korelasyonun 0,77 ile 21 nolu dişteki P değişkeninde görüldüğünü, T değişkeninde ise anlamlı bir ilişki olmadığını rapor ettiler.

Daha sonra birçok araştırmacı Kvaal ve arkadaşlarının [20] tanımladıkları değişkenleri kullanarak çalışmalar yayınladılar [135,144–146]. Paewinsky ve arkadaşları [135] dijitalize panoramik radyografileri kullandıkları çalışmalarında kronolojik yaş ile uzunluk oranları arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığını gözlemleniler. Buna bağlı olarak genişlik oranlarını kullanıp Kvaal ve arkadaşlarının [20] metodunu modifiye ederek yeni bir regresyon modeli oluşturmuşlardır. Meinel ve arkadaşları genç bireylerde dijital panoramik

radyograflar üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında Kvaal arkadaşları [20] ve Paewinsky ve arkadaşlarının [135] doğrusal regresyon eşitliklerini çalışmalarında kullandılar ve genç erişkin grupta uygulanamayacağı sonucuna vardılar [144]. Bosman ve arkadaşları [145] yöntemin panoramik radyograflarda uygulanabilirliğini gosterirken, Landa ve arkadaşları [146] ise dijital panoramik radyograflar üzerinde doğru sonuçlara ulaşılamadılar.

Erbudak ve arkadaşları [147] Türk popülasyonunda yaptıkları çalışmada pulpa boyutuna gore belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki uyum panoramik radyograflarda incelenmiş ve pulpa boyutunun yaş tespitinde kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Kronolojik yaş ile pulpa boyutunun doğrusal lmleri arasındaki ilişki yaş belirleme için yeterli olmadığı sonucuna varmışlardır. Mısırlıoğlu ve arkadaşları [143] 2014 yılında zel çalışma grubu ile yaptıkları çalışmada, yeni oluşturdukları denklemlerin Kvaal'ın orijinal denklemine gore daha doğru sonuçlar verdiğini ve Türk toplumu için daha uygun olacağı sonucuna vardılar.

2.8.4. Diş-Pulpa hacmine gore yöntemler ( boyutlu lmler)

Sekonder dentin apozisyonu pulpa kavitesinin bütün duvarlarında homojen değildir, hem bukkio-lingual ve mezio-distal pulpa genişliği hem de pulpa kavitesinin yüksekliği yaşla birlikte azalmaktadır [148,149]. Bu yüzden iki boyutlu gorntleme sistemleri ile elde edilen gorntlerde sadece pulpanın iki boyutundaki daralma izlenebilmektedir. Son teknoloji ile üç boyutlu gorntleme ve yazılım sistemlerinin gelişmesi ile birlikte volumetrik lmler elde edilmiş, bu da sekonder dentin sürecini kavramamıza olanak sağlamıştır. Araştırmacıların mikro-BT ve konik işınlı bilgisayarlı tomografi gorntleri üzerinde pulpanın ve dişin hacim lmlerini kullanarak yaşın belirlenmesine ynelik çalışmaları yayınlanmıştır [14,27,29–33,150].

Vandevoort ve arkadaşları 2004 yılında, volumetrik analiz yazılımı olan bir mikrofokus BT kullanarak farklı tiplerdeki tek kokl dişlerin diş/pulpa hacmi oranının yaş tahmininde kullanılması ile ilgili ilk araştırmayı yayınlamışlardır [29]. Someda ve arkadaşları mikro-BT ile 155 mandibular kesici dişin farklı kısımlardaki hacimlerini lp regresyon modelleri oluşturdukları çalışmalarında erkeklerde standart sapma 10,26 yıl, kadınlarda ise standart sapmayı 8,09 yıl olarak bulmuşlardır [27]. Aboshi ve arkadaşları 40 mandibular

premolar dişin mikro-BT görüntüleri ile farklı bölgelerinden elde ettikleri pulpa/diş hacmi oranlarına dayalı bir yaş tahmin yöntemi yayınladılar [151]. Pulpa/diş hacim oranlarının yaş ile en güçlü korelasyonu servikal bölgede (kökün koronal üçlüsünde) gösterdiğini ve bu korelasyonun apeks doğru düştüğünü bildirdiler.

2006 yılında, Yang ve arkadaşları konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile pulpa/diş hacmi oranını kullanarak yaptıkları pilot çalışmada, pulpa/diş hacim oranı ve biyolojik yaş arasında orta derecede bir ilişki izlendiğini ortaya koydular [31]. Star ve arkadaşları 2011 yılında konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile tek köklü dişlerde, ilgili diş hacmi ve pulpa hacmi arasındaki oranlara dayanan bir çalışma yayınladılar [30]. Bu çalışmalara ek olarak mandibula ve maksillada birinci molar dişlerin pulpa odası hacmini kullanarak yapılan bir çalışmada ise, $R^2 = 0,564$ ve tüm dişler için gerçek yaş ile ortalama yaş arasında ortalama sapma ise 8,12 yıl olarak bulmuşlardır [14].

2.9. Dişlerden Yaş Belirleme Yöntemlerinde Kullanılan Radyografi Teknikleri

2.9.1. Periapikal radyografi

Periapikal radyografilerle dişlerin kuron kısmından kök ucuna kadar olan tam boyutu, periodontal aralık, lamina dura, interdental ve kök etrafındaki kemik yapı değerlendirilir. Açığortay ve paralel teknik olmak üzere iki temel projeksiyon tekniğı kullanılır. Her iki teknikte de x-ışın kaynağı belirli açılar verilerek radyogramda görüntü elde edilir. Paralel teknikle alınan görüntülerde imaj distorsiyonu minimumdur [152].

Kvaal ve arkadaşları periapikal radyograflardan sekonder dentin miktarını ölçmek için yararlanmış, pulpanın boyutu ile yaş arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir [20]. Drusini 1993 yılında periapikal radyograflardan çektiğı fotoğraflardan kumpasla sekonder dentin ölçümünü yapmış ve yaş ile ilişkisini değerlendirmiştir [141]. 1994 yılında, Morse ve arkadaşları periapikal radyografları kullandıkları çalışmalarında kök kanallarının uzunluğu ve genişliğine, sementin kalınlığına, pulpa taşlarının sayısı ve şeklini incelemişlerdir. Bu çalışma ile yaşla birlikte bu yapılarda bir değişiklik olup olmadığını değerlendirmişlerdir [153].

2.9.2. Panoramik radyografi

Panoramik radyografi ya da diğer adlarıyla ortopantografi veya panoramik tomografi tek bir film üzerinde, çenelerin tamamının, dişlerin, temporomandibuler eklemlerin ve maksiller sinüslerin 1/3'lük kısımlarının görüntülenmesini sağlar [154]. Dişlerin ve çenelerin rutin incelenmesinde kullanılan panoramik radyografilerde iki boyutlu görüntü, distorsiyon ve magnifikasyon nedeniyle yapıların birbirleriyle ilişkilerinin iyi izlenememesi gibi sorunlara neden olmaktadır. Panoramik cihazların çalışması tomografi prensibine dayanır, x-ışını kaynağı ve görüntü reseptörünün, imaj tabakası adı verilen; ilgilenen bölgeyi içeren merkezi bir nokta ya da düzlem etrafında resiprokal hareketi ile görüntü oluşumu gerçekleşir.

Panoramik radyografinin avantajları; yüz kemikleri ve dişlerin genel bir görüntüsünü sağlamaları, düşük hasta dozu, uygulamanın hasta açısından kolay olması, kısa sürede görüntünün oluşturulabilmesidir. En büyük dezavantajı ise bir periapikal radyografilerde elde edilen ince detayların panoramik radyografide elde edilememesidir. Görüntüde magnifikasyon ve geometrik distorsiyonların olması da diğer önemli dezavantajdır [154, 155]. Distorsiyon en fazla objelerin kenar yapılarının x-ışın aksına uzak bölgelerinde izlenirken ışın aksına yakın bölgelerde ise çok az gözlenir [156].

2.9.3. Mikro- bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT)

Mikro- BT ileri teknolojisiyle ayrıntılı görüntü imkânı sunan ve 10 µm'den 100 µm'e kadar uzaysal rezolüsyon aralığı olan, 3 boyutlu mikroskopi için kullanılacak bir laboratuvar sistemidir [157]. Çeşitli alanlarda kullanımı olan mikro-BT dental araştırmalarda özellikle mine, dentin ve pulpa kavitesinin her komponentinin ve kök kanal morfolojisinin üç boyutlu detaylı şekilde görüntülenmesine olanak sağlar [158–161]. Ancak mikro-BT'nin günlük klinik dental uygulamalar için kullanımı söz konusu değildir, daha çok üç boyutlu dental araştırmalarda referans standart olarak kullanılmaktadır [162]. Literatürde son zamanlarda ise dental yaş tayini amaçlı kullanımı ile ilgili çalışmalar da mevcuttur [27,29, 151].

2.9.4. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi

Dental volumetrik tomografi ya da konik ışınli bilgisayarlı tomografi öncelikle olarak anjiyografi için geliştirilmiş olmakla birlikte, daha sonra maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesi için kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek kalitede düz panel dedektörlerin gelişimi, görüntü rekonstrüksiyonu yapabilen bilgisayar maliyetlerinde azalma, devamlı ekspozür sağlayabilen uygun maliyetli x-ışını tüplerinin ve sınırlandırılmış hacim taramasının geliştirilmesiyle birlikte 1990'ların sonunda kliniklerde kullanılmaya başlanmıştır [163].

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi, konik ışın tekniğine dayalı bir sistemdir ve maksillofasiyal yapıların üç boyutlu olarak görüntülenmesine olanak sağlar [164]. Görüntülenmek istenen bölgenin etrafında 180° 'den 360° 'ye tek bir rotasyon ile görüntüler elde edilir ve ışınlama süresinin azaltılması ile birlikte hasta daha az radyasyona maruz kalır [152]. Konik ışınli bilgisayarlı tomografide, bilgisayarlı tomografide (BT) kullanılan yelpaze şeklindeki ışın demeti yerine piramidal veya konik şeklinde x-ışını demeti kullanılır. Görüntü oluşması için data kazanımı, görüntünün elde edilmesi, görüntünün yeniden düzenlenmesi (rekonstrüksiyon) ve görüntünün ekrana aktarılması olmak üzere dört aşamada gerçekleşir [165]. Gantri hareketli, içerisindeki x-ışını kaynağı ve x-ışını dedektörü sabittir [166]. Görüntüleme sırasında x- ışını kaynağı ve dedektör hastanın başı etrafında senkronize bir şekilde döner ve x-ışını görüntülenmek istenen bölgenin ortasından karşı taraftaki dedektörlere yönlendirilir. Rotasyon esnasında ardışık düzlemsel görüntüler elde edilir, bu görüntülere *projeksiyon datası* denir [166,167]. Projeksiyon datasından karışık algoritmalar kullanan bilgisayar yazılım programları ile toplama ve dedektöre ön aşamalarını içeren kazanım aşaması ile incelenen bölgenin üç boyutlu hacimsel verileri oluşturulur. Dijital hacimsel verilerin en küçük birimi olan vokseller, konik ışınli bilgisayarlı tomografide izotropiktir ve boyutları 125 mikrometre (μm) ile 400 μm arasında değişir [152].

Görüntülemek istenen alanı (FOV-Field of view) öncelikli olarak dedektör boyutu ve şekline, ışın demetinin geometrisine ve cihazın kolimasyon yeteneğine bağlıdır. Görüntülenmek istenen alan her hastaya göre belirlenebilir. Seçilen tarama hacmine göre çeşitli sınıflandırmalar vardır. Genelde kabul gören sınıflandırma [168]:

Dentoalveoler: FOV <8 cm

Maksilla-mandibular: FOV 8-15 cm

İskeletsel: FOV 15-21 cm

Baş- boyun: FOV>21 cm dir.

Konik ışınli bilgisayarlı tomografinin bilgisayarlı tomografiye göre en önemli avantajı radyasyon dozunun az olmasıdır. Farklı kaynaklarda görüntüleme yöntemlerinin efektif dozları değişse de; ortalama efektif doz dijital panoramik radyografide 13,3 μSv (MikroSievert), konik ışınli bilgisayarlı tomografide 19-368 μSv , başın BT'sinde 1400-2100 μSv olarak belirtilmektedir. Küçük FOV seçildiğinde hastanın aldığı doz miktarı azalır, obje çözünürlüğü artar, rekonstrüksiyon zamanı azalır. Büyük FOV seçildiğinde hastanın aldığı doz miktarı artar, obje çözünürlüğü azalır, rekonstrüksiyon zamanı artar [166].



Resim 2.1. Planmeca Promax 3D konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazı

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazlarında kullanılan dedektör olarak İmage intensifier tube/ charge-coupled device (IIT/CCD) ve Flat Panel Dedektör (FPD) sistemleri kullanılır. Flat Panel Dedektörler, IIT/CCD ile elde edilen görüntüleri göre daha iyi performans gösterir, daha az gürültü oluşturur. IIT/CCD dedektörler geometrik distorsiyon oluşturması nedeniyle yanlış ölçümlere neden olabilir. FPD piksellerin küçük olması nedeniyle geometrik rezolüsyonun daha iyi, x-ışınlarına daha hassas olduğu için hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu düşük ve metal- hareket artefaktlarının daha az olması nedeniyle bu yöntem son yıllarda daha çok tercih edilmektedir [152].

Projeksiyon dasetının elde edilmesini takiben volumetrik dasetanın oluşması için rekonstrüksiyon olarak adlandırılan görüntünün işlenmesi aşamasına geçilir. Görüntülerin elde edilme parametrelerine, bilgisayara ve yazılıma bağılı olarak görüntü rekonstrüksiyon süresi değışir. Pencere seviyesi, pencere genişliğı ve filtrelerin uygulanmasıyla optimum görüntüler elde edilir [169].

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazlarının birçok avantajları vardır. BT cihazlarına göre boyut ve maliyetinin az olması, daha az radyasyon dozu verilmesi ve tüm taramayı tek bir rotasyonda yaptığı için hareket artefaktının azaltılabilmesidir. Yüksek kontrastlı yapılarda yüksek çözünürlük sağlaması, izotropik vokseller nedeniyle üç ortogonal düzlem (aksiyel, koronal ve sagital) dışında da kesit görüntüsü elde edilmesi ve görüntülerin rekonstrükte edilebilmesi de diğere avantajlarındanır [166,169].

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleme ile 0,4 mm'den 0,09 mm'ye kadar küçük izotropik voksel çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilmesi ve hacim oluşturma özelliğı sayesinde de verilerin üç boyutlu görüntülenmesi sağlanır. Böylece maksillofasiyal uygulamalarda yapılan ölçümler için yeterli güvenilirliğe ulaşılabilir [165].

Dezavantajları ise konik ışın geometrisine bağılı olarak saçılmış radyasyon nedeniyle radyografik gürültü ve artefakt oluşması, yumuşak doku kontrastının düşük olması, BT'deki Hounsfield ünitesinin değıerlendirilememesi ve küçük FOV'a sahip cihazlarda görüntü boyutunun yeterli olmamasıdır [152,163].

Diş hekimliğinde gömülü ve süpernumerer dişlerin pozisyonu ve çevre anatomik yapılarla ilişkilerinin belirlenmesi, preoperatif implant planlamasında alveoler kemiğın yüksekliğı,

genişliği ve uzunluğu milimetrik olarak ölçölüp değerlendirilmesi, maksillofasiyal ve ortognatik cerrahi öncesi inceleme, maksillofasiyal travma, enfeksiyöz ve neoplastik lezyonların iç yapısının, lokalizasyon ve boyutunun değerlendirilmesi, kraniyofasiyal anomalilerin değerlendirilmesinde, maksiller sinüs ve havayollarının incelenmesinde, temporomandibular eklemdeki kemiksel değişikliklerin detaylı olarak incelenmesi, endodontik ve periodontal uygulamalar gibi birçok alanda kullanılabilir [170]. Endodontik amaçlı kullanımında periapikal lezyonlar, kök kırıkları, internal ve eksternal kök rezorpsiyonları, kök kanallarının sayısı ve lokalizasyonu, kök morfolojisi, perforasyonlar, pulpa odasının boyutu ve kalsifikasyonları incelenebilir; diş anomalilerinin teşhisinde de kullanılabilir [171].

Bu kullanım alanlarının dişında son yıllarda dişlerin hacim ölçümleri ile dental yaş tayininde kullanımı ile ilgili çalışmalarda yapılmaktadır [14,30-32,150].

2.10. İstatiksel Değerlendirme

2.10.1. Regresyon analizi

İki değişken arasındaki ilişki, değişkenlerden biri belirli bir birim değiştiğinde diğerinin nasıl bir değişim gösterdiğini, bunların değerlerinin karşılıklı değişmeleri arasında bir bağlılık şeklinde ifade edilir. Bağımlı (açıklanan) ve X: bağımsız (açıklayıcı) değişken olmak üzere en az iki değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkisini matematiksel bir fonksiyonla ortaya koyan yöntem “regresyon analizi” adı verilir. X değişkeninin değerleri değişiyorken, buna bağlı olarak Y değişkeninin değerleri de değişiyorsa bu iki değişken arasında ilişki olduğu söylenebilir [172]. Bağımlı değişkeni, birden fazla bağımsız değişkenin etkilediği durumlarda çoklu regresyon analizi kullanılır.

Dental yaş belirleme yöntemlerinde; verinin toplanması, ölçülen değişkenlerin (bağımsız değişken) yaş (bağımlı değişken) ile ilişkini değerlendirmek için bir regresyon modeli elde etme ve modelin geçerliliğini belirlemek üzere kronolojik yaş ile modelde elde edilen tahmini yaşın karşılaştırması olmak üzere üç aşama bulunur [173].

2.10.2. Korelasyon analizleri

Değişkenlerin bağımlı ya da bağımsız olması dikkate alınmadan iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistiksel yöntemdir. Korelasyon katsayısı “r” harfiyle ifade edilir ve iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü gösterir. -1 ile +1 arasında ($-1 \leq r \leq +1$) bir değer alır. Korelasyon katsayısının +1 olması değişkenler arasında doğru yönlü pozitif tam bir ilişkinin olduğunu yani iki değişkeninde aynı yönde etkilendiğini gösterirken, -1 olması değişkenler arasında ters yönlü tam bir ilişkinin olduğunu yani bir değişken artarken diğer değişkenin azaldığını gösterir. Eğer korelasyon katsayısı $r=0$ ise değişkenler arasında hiçbir ilişkinin olmadığını gösterir [174,175].

Tanımlayıcılık (Belirtme) Katsayısı: R^2 sembolü ile gösterilen korelasyon katsayısının karesidir. Regresyon modelinin açıklayıcılık gücünün iyi bir göstergesidir [175].

Eşleştirilmiş t-testi (paired samples t-test) : İncelenen bir değişken açısından herhangi bir grubun farklı koşullar altında tepkilerinde farklılıkların olup olmadığının incelenmesine yönelik hipotezleri test etmeye yönelik analiz tekniğidir [174].

2.10.3. Güvenilirlik (reliability) veya tekrarlanabilirlik (reproducibility)

Ölçümlerin tekrarlanabilirliği ya da tekrarlı ölçümlerin tutarlılığı olarak tanımlanır. Sağlık alanında en yaygın kullanılan güvenilirlik çalışmaları, gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumdur. Bu çalışmalarda en temel amaç, aynı görüntüden alınan tekrarlı ölçümler veya aynı görüntü üzerinde iki ya da daha fazla sayıda gözlemcinin ölçümleri arasındaki uyumun değerlendirilmesidir. Ölçümler sürekli olduğunda, gözlemci içi veya gözlemciler arası uyumun değerlendirilmesinde, sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) kullanılır [176].

Geçerlik, bir ölçme aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği, başka herhangi bir özellikle karıştırmadan, doğru ölçebilme derecesidir. Bir ölçmenin geçerli sayılabilmesinin ilk koşulu onun güvenilir olmasıdır. Geçerliliğin bileşenleri sensitivite [duyarlılık = hassasiyet] ve spesifisite [seçicilik]'dir.

Sensitivite = [doğru pozitifler / referans teste göre toplam pozitifler] x 100

Spesifisite = [doğru negatifler [yeni teste göre sağlamlar] / toplam sağlamlar] x 100
şeklinde hesaplanır. Genel olarak kullanılacak testin hem sensitivitesi, hem spesifisitesinin
yüksek olması istenir. Yöntemin geçerliliğini test etmek için doğru sınıflandırma oranına
bakılır [177].



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada İncelenen Görüntülerin Belirlenmesi

Bu çalışma için Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 15.09.2015 tarih ve 107091 evrak sayısı ile onay alınmıştır (Ek 1: Etik kurul onayı). Çalışma, Helsinki Bildirgesi'ndeki tüm düzenleme ve revizyonları içerecek şekilde tanımlanan prensiplere uygun olarak yapıldı. Kullanılan verilere erişim sadece sorumlu araştırmacı ile sınırlandırıldı. Çalışmada kullanılan dişler için her hastadan imzalı onam formu alınmıştır. (Ek 2: Aydınlatılmış onam formu).

3.2. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri:

- Tek kökü ve kanalı olan daimi dişler,
- Çürük, kuron ya da kök kırığı bulunmaması,
- Dişlerde 4. dereceden fazla atrizyon olmaması [106]
- Abrazyon ve erozyon bulunmayan,
- Herhangi bir dental restrosyonu olmayan,
- Apikal lezyonu, kök rezorpsiyonu olmaması,
- Pulpa kalsifikasyonu olmayan dişler araştırmaya dâhil edildi.

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda 2015 yılında başvuran hastaların periodontal ve ortodontik nedenle çekilmiş 250 tek köklü daimi diş içinden dahil edilme kriterine uyan 211 adet diş çalışma için seçildi. Çalışma *eks vivo* olarak gerçekleştirildi.

Dişlerin aynı standart değerlerde çekimleri konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile yapıldı. Çalışmada kullanılacak olan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri Planmeca Promax 3D-Mid, Helsinki, Finlandiya cihazı ile elde edildi. İstatistiksel analizde, verilerin dağılımı göz önüne alınarak iki yöntem karşılaştırılması yapıldı.

3.3. Dişlerin Hazırlanması

Dişlerin çalışmada kullanılması için çekim sonrası üzerindeki tüm yumuşak doku eklentilerinden uzaklaştırmak için akan musluk suyu altında yıkandı. Diş taşı gibi sert doku eklentileri temizlendi. Sonrasında saklamada dehidratasyonu engellemek için %10'luk formalin çözeltisi kullanıldı.

3.4. Görüntülerin Elde Edilmesi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri Planmeca Promax 3D Mid (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) cihazı ile dişler özel olarak tasarlanmış bir plak üzerine yerleştirildikten sonra tarama işlemi gerçekleştirildi. Tarama işlemi 90 kVp, 12 mA, 12,1 sn'lik ışınlama süresi, 4x5 cm'lik FOV alanı ve 0,1x 0,1x 0,1 mm voksel boyutunda elde edilmiş görüntülerdir (Resim 3.1).



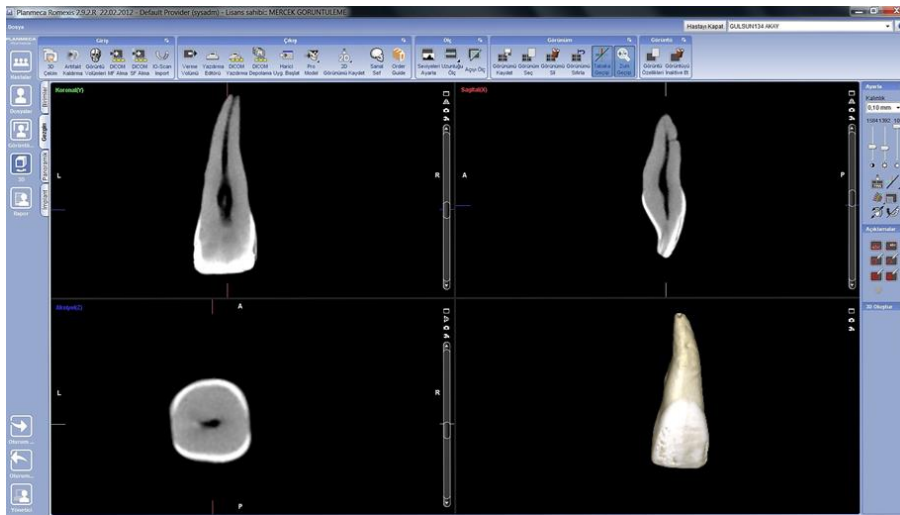
Resim 3.1. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazında dişlerin pozisyonu

3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi

Radyografik değerlendirmeler, 1920x1080 piksel çözünürlükte, cihazın orijinal programı olan Planmeca Romexis 2.9.2.R bilgisayar programı ile Philips model, NVIDIA QUADRO FX 380 ekran kartına sahip 24 inç büyüklüğündeki medikal monitör kullanılarak yapıldı (Şekil 3.2). Gerekli durumlarda görüntüleri değerlendirmek için programın büyültme, kontrast ve parlaklık gibi görüntü geliştirme özelliklerini kullanıldı. Görüntü analizlerinin

körlemesine olması için görüntüler 1 ile 211 arasında numaralandırıldı. Ölçümler sırasında hastalar ile ilgili herhangi bir bilgi mevcut değildi. Çalışmadaki tüm incelemeler Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine devam eden, yaklaşık iki yıllık konik ışınli bilgisayarlı tomografi tecrübesi olan ve bu tezi gerçekleştiren araştırmacı tarafından, ışığı azaltılmış, yakın bir ortamda ve yaklaşık 50 cm uzaklıktan yapıldı. Gözlemci içi uyumu incelemek için radyografik değerlendirmelerin %15'i birinci değerlendirme bittikten üç hafta sonra tekrarlandı. Görüntüler tek kökü ve kanalı olan dişler üzerinde yapıldı ve diş sınıflandırmasında FDI sistemi kullanıldı:

- Üst çene santral kesici (11/21)
- Üst çene lateral kesici (12/22)
- Üst çene kanin (13/23)
- Üst çene ikinci premolar (15/25)
- Alt çene santral kesici (31/41)
- Alt çene lateral kesici (32/42)
- Alt çene kanin (33/43)
- Alt çene birinci premolar (34/44)
- Alt çene ikinci premolar (35/45) dişler kullanıldı.

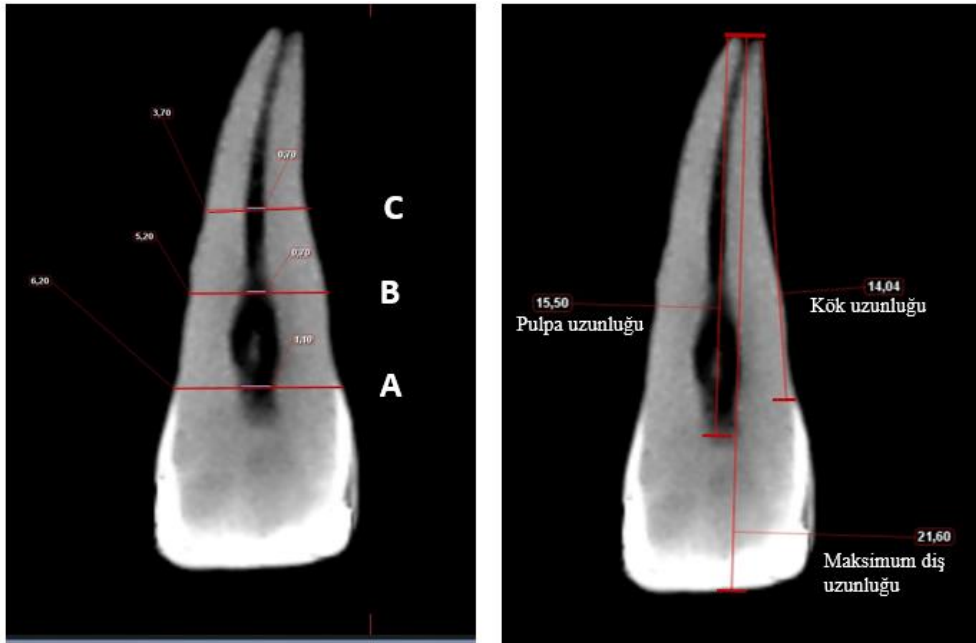


Şekil 3.1. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinde aksiyel, sagittal ve koronal kesitleri

Kvaal ve arkadaşları [20] yaptıkları çalışmada sağ ve sol dişler arasında anlamlı bir farklılık gözlemedikleri için dişlerin seçiminde ve kaydedilmesinde bu durum gözardı edildi. Kvaal'ın kullandığı altı dişe ilave olarak bu çalışmada maksiller kanin, mandibular santral kesici ve mandibular 2.premolar diş de kullanıldı.

Kvaal metodunun ölçüm aşamaları:

Kvaal metodundaki parametrelerin ölçümleri konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinde koronal kesitler üzerinde yapıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Üst santral kesici dişten alınmış konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinin koronal kesitlerinde Kvaal'nın belirlediği parametrelerin ölçümleri

1. Dişin maksimum uzunluğu: insizal kenarı/tüberkül tepesi ve apikal noktaları belirlendi, bu noktalar arası mesafe,
2. Kök uzunluğu: mine-sement birleşimi ile apeks arası mesafe,
3. Pulpa uzunluğu: pulpa odasının en üst noktası ile apeks arası mesafe,
4. Mine-sement birleşimi seviyesinde kök ve pulpa genişliği (A): mezial ve distaldeki mine-sement sınırı belirlenerek bu iki nokta arasındaki kök genişliği ile bu hat üzerindeki pulpanın genişliği,

5. Kök uzunluğunun orta seviyesinde kök ve pulpa genişliği (C): mine-sement hatlarını birleştiren çizgi ile dişin apikal ucu arasındaki mesafe ölçülerek kökün orta seviyesi belirlenmiş ve bu hat üzerinde kök ve pulpanın genişliği,

6. A ve C arası mesafenin orta seviyesinde (B): orta seviye ile mine-sement hattı arasındaki mesafe ölçülerek ikinci orta seviye belirlenmiş ve bu noktalar üzerindeki kök ve pulpa genişliği ölçüldü.

Elde edilen değerler excel dosyasına kaydedildi. Daha sonra orijinal yöntemde ifade edildiği gibi ölçümlerin oranları ve ortalamaları hesaplandı.

T = Diş uzunluğu/kök uzunluğu oranı,

P = Pulpa uzunluğu/kök uzunluğu oranı,

R = Pulpa uzunluğu/diş uzunluğu oranı,

A = Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (mine sement birleşiminde),

B = Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (mine sement birleşimi ile kökün ortası arasındaki mesafenin orta seviyesinde)

C = Pulpa genişliği/kök genişliği oranı (kökün orta seviyesinde),

M: tüm oranların ortalaması,

W: B ve C genişlik oranlarının ortalaması,

L: uzunluk oranlarının ortalaması,

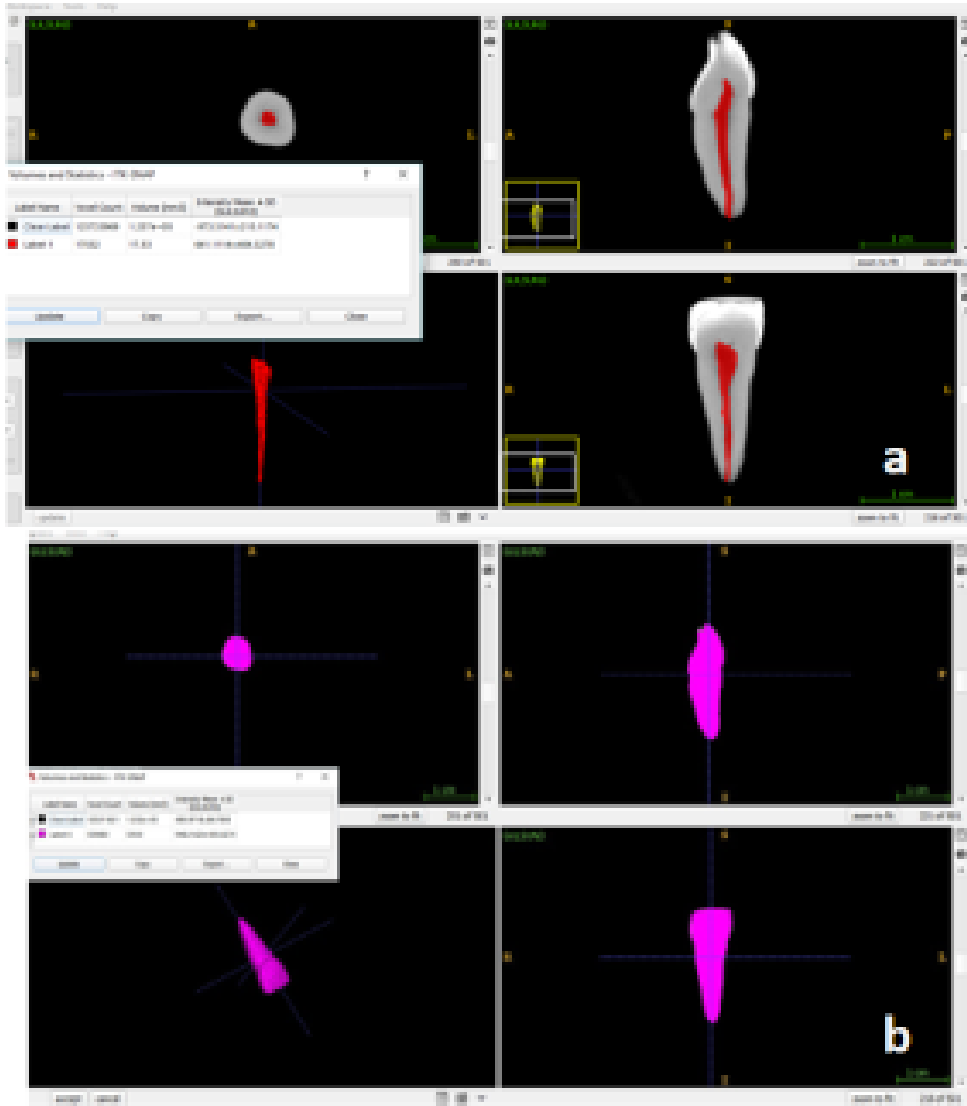
Birinci olarak Kvaal ve arkadaşları'nın orijinal regresyon modelinde kullandığı dişler ve parametreler kullanılarak yeni bir formülasyon oluşturuldu.

Oluşturulan regresyon eşitlikleri;

Tüm dişler	$Yaş=96,56-225,90(M)-69,32(W-L)$
Üst çenede tüm dişler	$Yaş=117,52-100,06(M)+32,55(W-L)$
Alt çenede tüm dişler	$Yaş=87,84-326,70(M)-139,15(W-L)$
11/21	$Yaş=80,88-78,27(M)-6,81(W-L)$
12/22	$Yaş=86,26-179,26(M)-60,96(W-L)$
15/25	$Yaş=228,77-358,09(M)+32,39(W-L)$
32/42	$Yaş=75,60-239,15(M)-103,99(W-L)+1,80(G)$
33/43	$Yaş=131,01-161,12(M)$
34/44	$Yaş=102,45-331,92(M)+32,55(W-L)$
(G, cinsiyet: Erkek=1, Kadın=0)	

3.6. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleri Üzerinde Hacimlerin Hesaplanması

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri Romexis (Planmeca Romexis 2.7.0.R) yazılım programında DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında elde edildi. DICOM formatıyla Romexis'ten alınan görüntüler, dişlerin ve pulpanın hacmini hesaplamak için ITK-SNAP 3.4.0 (open source software, www.itksnap.org) programında yine DICOM formatında açıldı. Mevcut program ile konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde her bir defekt kalınlığı 0,1 mm ardaşık kesitler üzerinde her kesitte dişin ve pulpanın ayrı ayrı manuel olarak çizimleri yapıldı. Aksiyel kesitlerde eşik (threshold) değerlerine göre diş ve pulpanın segmentasyonu yapılarak, hacimleri otomatik olarak hesaplandı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, ITK-SNAP programında segmente edilmiş pulpa (a) ve dişin (b) hacim ölçüm görüntüleri

3.7. İstatiksel Analiz

Yaş ve morfolojik değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile hesaplandı. Her bir diş için yaş bağımlı, morfolojik değişkenler bağımsız değişkenler olmak üzere çoklu doğrusal regresyon modelleri kuruldu. Çoklu regresyon modelleri kurulurken bağımsız değişkenlerin seçiminde geriye dönük seçim (backward elimination) yöntemi kullanıldı. Kurulan regresyon modellerinin uyum iyiliğinin değerlendirilmesinde tekli modeller için R^2 , çoklu modeller için düzeltilmiş (adjusted) R^2 katsayılarından yararlanıldı. Oluşturulan regresyon modelleri ile elde edilen kestirilmiş(tahmini) yaş değerleri ile gözlenen yaş değerleri arasındaki farklılığın incelenmesinde Eşlendirilmiş Dizilerde t Testi

(Paired Samples t Test) kullanıldı. Morfolojik değişkenlerin ölçümlerinde farklı zamanlarda yapılan ölçümlerin uyumlarının değerlendirilmesinde Sınıf içi korelasyon katsayısı (Intra-class correlation coefficient-ICC) kullanıldı. Ayrıca pulpa hacmi/diş hacmi oranı ile yaş tahmininde verilerin Kvaal'ın modellerine uygunluğunun değerlendirilmesi yine doğrusal regresyon analizi ile yapıldı. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak kabul edildi ve analizler SPSS® 14.1 paket programı kullanılarak hesaplandı.



4. BULGULAR

4.1. Hastaların Kimlik Bilgileri

Çalışmada yaşları 16 ile 71 arasında değişen (yaş ortalaması \pm standart sapma= 43,5 \pm 15,8), toplam 134 hastanın (67 erkek, %50;67 kadın, %50) peridontal ve ortodontik nedenlerle çekimi yapılmış tek köklü dişi kullanıldı. Dişlerin görüntüleri konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile elde edildi ve ölçümleri yapıldı. Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımı aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2). Yaş dağılımının ortalama etrafında simetrik olduğu belirlendi.

Çizelge 4.1. Çalışmaya dâhil edilen hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımı

Cinsiyet	Yaş				
	N (%)	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Erkek	67 (50)	16	71	46,38	14,84
Kadın	67 (50)	16	69	40,79	16,88
Toplam	134 (100)	16	71	43,58	15,86

Çizelge 4.2. Yaş grupları ve frekans dağılımı

Yaş grupları	N	%
16-24 yaş grubu	27	20,1
25-34 yaş grubu	8	6
35-44 yaş grubu	28	20,9
45-54 yaş grubu	28	20,9
55-64 yaş grubu	32	23,9
65+ yaş üstü	11	8,2
Toplam	134	100,0

4.2. Gözlemci İçi Tutarlılık Testleri Sonuçları

Gözlemcinin farklı zamanlarda yaptığı ölçümlerde iki ölçüm arasındaki tutarlılık oldukça kuvvetli bulunmuştur. Sınıf içi korelasyon katsayısı Çizelge 4.3’de detaylı bir şekilde verildi.

Çizelge 4.3. Yapılan ölçümlerde gözlemci içi tutarlılığın sınıf içi korelasyon katsayısı

Yapılan ölçümler	Sınıf-içi korelasyon katsayıları
Diş hacmi	0,987
Pulpa hacmi	0,950
Diş uzunluğu	0,958
Pulpa uzunluğu	0,973
Kök uzunluğu	0,959
A bölgesi pulpa genişliği	0,981
A bölgesi kök genişliği	0,977
B bölgesi pulpa genişliği	0,928
B bölgesi kök genişliği	0,981
C bölgesi pulpa genişliği	0,884
C bölgesi kök genişliği	0,979

4.3. Ölçümlerin İstatiksel Sonuçları

Çalışmamızda Kvaal metoduna göre hesaplanan diş ölçümleri ve yaş arasında yapılan Pearson korelasyon analizi sonucunda, kronolojik yaş ile tüm değerler arasında negatif (-) yönlü bir korelasyon belirlendi. En yüksek korelasyon değerleri B, C, W ve M değişkenlerinde izlendi (Çizelge 4.4).

Oluşturduğumuz regresyon analizinde M ve W-L değişkenlerinin kronolojik yaş ile ilişkisinde açıklayıcılık katsayıları düşük bulunmuştur, en anlamlı sonuçlar alt çenede üç dişin ve tüm altı dişin kullanıldığı regresyon formülünden elde edildi ($p < 0,001$). En yüksek açıklayıcılık katsayısı üst çene ikinci premolar dişte oluşturulan modelde $R^2 = 0,550$, sonrasında ise üst çene lateral kesici dişte $R^2 = 0,430$ olarak bulundu. Modellerde en

düşük standart hata üst çene lateral kesici dişte 5,44 yıl, en yüksek standart hata ise alt çene birinci premolar dişte kullanılan modelde 15,38 yıl olarak hesaplandı (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Kvaal'ın kullandığı parametreler temel alınarak yapılan ölçümler ile kronolojik yaş arasındaki ilişki

Ölçümler	N	Korelasyon katsayısı r	P değeri	Anlamlılık
T	211	-0,264	<0,001	**
P	211	-0,380	<0,001	**
R	211	-0,117	0,091	
A	202	-0,209	0,003	*
B	211	-0,492	<0,001	**
C	211	-0,464	<0,001	**
W	211	-0,551	<0,001	**
L	211	-0,298	<0,001	**
M	211	-0,480	<0,001	**

* p<0,05: anlamlı korelasyon, ** p<0,01: kuvvetli anlamlı korelasyon

Çizelge 4.5. Kvaal'ın modeline göre geliştirdiğimiz regresyon modelleri, açıklayıcılık katsayıları ve standart hataları

Diş grubu	Modifiye Modeller	R ²	Standart Hata(yıl)
11/21	Yaş=80,88-78,27(M)-6,81(W-L)	0,162	8,39
12/22	Yaş=86,26-179,26(M)-60,96(W-L)	0,430	5,44
15/25	Yaş=228,77-358,09(M)+32,39(W-L)	0,550	10,83
32/42	Yaş=75,60-239,15(M)-103,99(W-L)+1,80(G)	0,373	7,21
33/43	Yaş=131,01-161,12(M)	0,181	8,32
34/44	Yaş=102,45-331,92(M)+32,55(W-L)	0,354	15,38
Maksiller üç diş	Yaş=117,52-100,06(M)+32,55(W-L)	0,172	11,56
Mandibular üç diş	Yaş=87,84-326,70(M)-139,15(W-L)	0,471	12,24
TÜM	Yaş=96,56-225,90(M)-69,32(W-L)	0,296	12,75

G: Cinsiyet

Mandibular üç dişin kullanıldığı modelde açıklayıcılık katsayısı (R^2) 0,471, standart hata 12,24 yıl, tüm dişlerin kullanıldığı modelde ise açıklayıcılık katsayıları (R^2) 0,296, standart hatası 12,75 yıl olarak saptanmıştır.

Kvaal ve arkadaşlarının [20] regresyon modeline göre yeniden oluşturduğumuz modellere ilişkin tahmini yaş değerlerine ait ortalamalar, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri, standart hataları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kvaal'ın parametreleri kullanılarak oluşturulan modellere ilişkin tahmini yaşa ait deskriptif değerleri

	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Ortalama standart hata
Kvaal 11/21	49,45	4,27	43,72	60,32	0,76
Kvaal 12/22	48,07	5,18	42,42	60,35	1,38
Kvaal 15/25	39,66	12,33	23,48	80,43	2,37
Kvaal 32/42	51,20	6,14	35,48	63,97	1,25
Kvaal 33/43	55,18	4,46	48,84	64,95	1,11
Kvaal 34/44	36,70	11,95	16,80	62,06	1,96
Kvaal Maksiller üç diş	45,51	5,61	38,12	64,01	0,66
Kvaal Mandibular üç diş	45,06	11,70	19,04	69,32	1,33
Kvaal TÜM	45,70	8,35	26,05	70,51	0,57

Kronolojik yaş ile elde edilen oranlar ve oranların ortalama değerleri arasında birçok değişkende anlamlı ilişki saptanmıştır (Çizelge 4.7). Yaş ile ilişkisi en anlamlı ve yüksek çıkan değişkenler ise üst çene ikinci premolar dişin P, L ve M değerleri (sırasıyla korelasyon katsayıları $r = -0,808, -0,764, -0,760$), üst çene lateral dişin W ve B değeri (sırasıyla $r = -0,705, -0,699$), alt çene ikinci premolar dişin W, B, M değişkenleri (sırasıyla $r = -0,698, -0,694, -0,668$), alt çene lateral ve birinci premolar dişlerin W değeri (sırasıyla $r = -0,70, 0,609$), alt çene kanin dişin A değerinin korelasyon katsayısı (r) $-0,682$ olarak hesaplanmıştır ($p < 0,01$).

Çizelge 4.7. Yaş ile kullanılan oran ve ortalama değişkenleri arasındaki pearson korelasyon katsayıları

	Dişler	11/21	12/22	15/25	31/41	32/42	33/43	34/44	35/45
	(n)	(31)	(14)	(27)	(29)	(24)	(16)	(37)	(24)
T	r	-,387*	-,061	-,550**	-,110	-,353	-,256	-,340*	-,511*
	p	,032	,836	,003	,570	,091	,338	,040	,011
P	r	-,487**	-,224	-,808**	-,439*	-,384	-,248	-,491**	-,524**
	p	,005	,442	,000	,017	,064	,355	,002	,009
R	r	-,204	-,130	-,408*	-,389*	-,125	-,066	-,102	,044
	p	,271	,659	,035	,037	,559	,809	,549	,838
A	r	-,230	-,413	-,100	-,442*	-,368	-,682**	-,263	-,396
	p	,239	,142	,627	,024	,084	,004	,121	,055
B	r	-,361*	-,699**	-,547**	-,318	-,413*	-,473	-,592**	-,694**
	p	,046	,005	,003	,093	,045	,065	,000	,000
C	r	-,206	-,605*	-,614**	-,389*	-,580**	-,036	-,401*	-,556**
	p	,265	,022	,001	,037	,003	,894	,014	,005
W	r	-,340	-,705**	-,630**	-,488**	-,700**	-,307	-,609**	-,698**
	p	,062	,005	,000	,007	,000	,248	,000	,000
L	r	-,389*	-,209	-,764**	-,459*	-,286	-,210	-,378*	-,319
	p	,031	,474	,000	,012	,175	,435	,021	,129
M	r	-,465**	-,587*	-,760**	-,559**	-,481*	-,485	-,537**	-,668**
	p	,008	,027	,000	,002	,017	,057	,001	,000
W_L	r	,221	-,212	,331	,310	,018	,039	-,058	-,363
	p	,233	,468	,092	,102	,933	,885	,732	,081

* P < 0,05

** P < 0,01

Çalışmada ikinci değerlendirdiğimiz parametre ise pulpa ve diş hacmi ölçümleri ile yaş tahmini için bir regresyon modeli oluşturmaktı. Tüm diş grupları için pulpa kavitesinin hacmi 1,57 ile 35,56 mm³, dişin tüm hacmi ise 193,18 ile 842,26 mm³ arasında değişen değerlerde ölçüldü. Pulpa hacmi/diş hacmi oranlarının minimum, maksimum, ortalama değerleri, standart sapmaları ve p değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Pulpa hacmi/diş hacmi oranlarının minimum, maksimum, ortalama değerleri ve standart sapmaları

	Yaş (grupları)	N	Ortalama	Std. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	p
diş hacmi	16-24	31	520,84	80,27	521,14	295,15	668,72	0,002
	25-34	9	487,82	197,96	506,29	266,62	792,80	
	35-44	38	450,54	137,76	449,77	223,41	749,05	
	45-54	64	437,27	154,77	422,17	204,93	842,26	
	55-64	55	406,12	131,28	397,90	193,18	751,28	
	65+	14	474,02	146,83	469,56	206,53	722,33	
pulpa hacmi	16-24	31	20,49	4,04	20,04	13,84	29,24	<0,001
	25-34	9	15,17	8,75	13,10	7,51	35,56	
	35-44	38	12,33	4,79	11,92	2,60	24,54	
	45-54	64	10,57	4,40	9,58	1,88	20,14	
	55-64	55	8,79	4,51	7,99	1,57	21,03	
	65+	14	9,67	4,35	9,92	3,01	15,95	
pulpa/diş hacim oranları	16-24	31	0,04	0,01	0,04	0,03	0,06	<0,001
	25-34	9	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	
	35-44	38	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	
	45-54	64	0,03	0,01	0,02	0,00	0,05	
	55-64	55	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	
	65+	14	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	

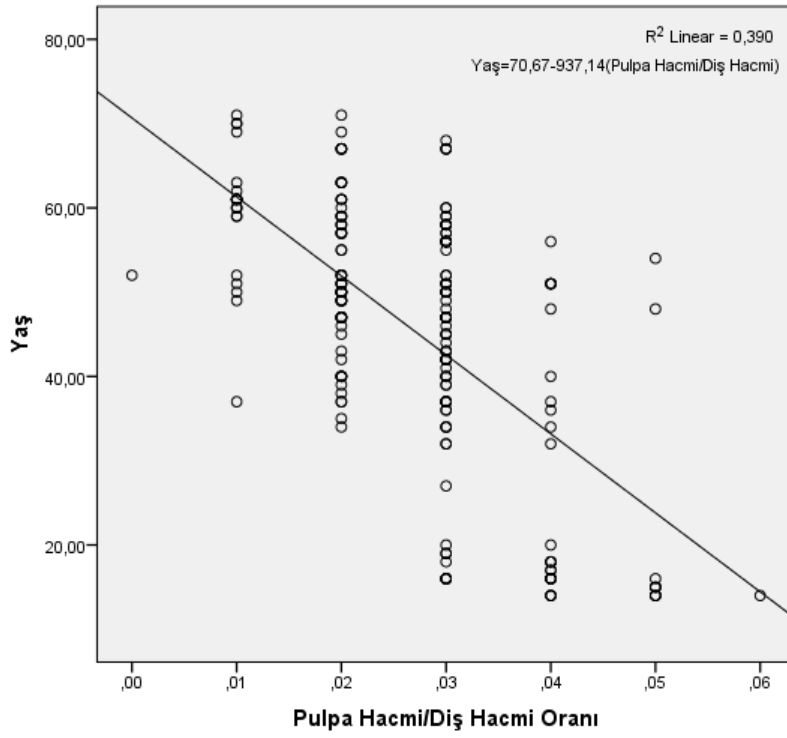
Pulpa hacmi ve diş hacminin yaş ile ilişkisi incelendiğinde (-) yönlü bir korelasyon izlendi. Pulpa hacmi değişkenin diş hacmine göre yaş ile daha iyi korelasyon gösterdiği tespit edildi (izelge 4.9).

Bağımlı değişkende yaş ile bağımsız değişken pulpa/diş hacim oranı kullanılarak yapılan regresyon analizde tüm araştırma örnekleri için açıklayıcılık katsayıları düşük bulunmuştur (izelge 4.10). En yüksek açıklayıcılık katsayı (R^2) değerleri üst çene ikinci premolar, alt çene ikinci premolar ve alt çene kanin dişler için ayrı ayrı oluşturulan modellerden sırasıyla 0,521, 0,491, 0,349 olarak elde edildi. Pulpa/diş hacmi oranları ile yaş arasındaki ilişki de erkeklerde kadınlara göre daha yüksek bir açıklayıcılık katsayısı değerini elde edildi (kadınlarda $R^2= 0,353$ ve erkeklerde $R^2= 0,425$). Tüm dişlerin ve kadın-erkekler için pulpa ve diş hacim oranları ile yaş arasında ilişkiyi gösteren saçılım grafikleri Şekil 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

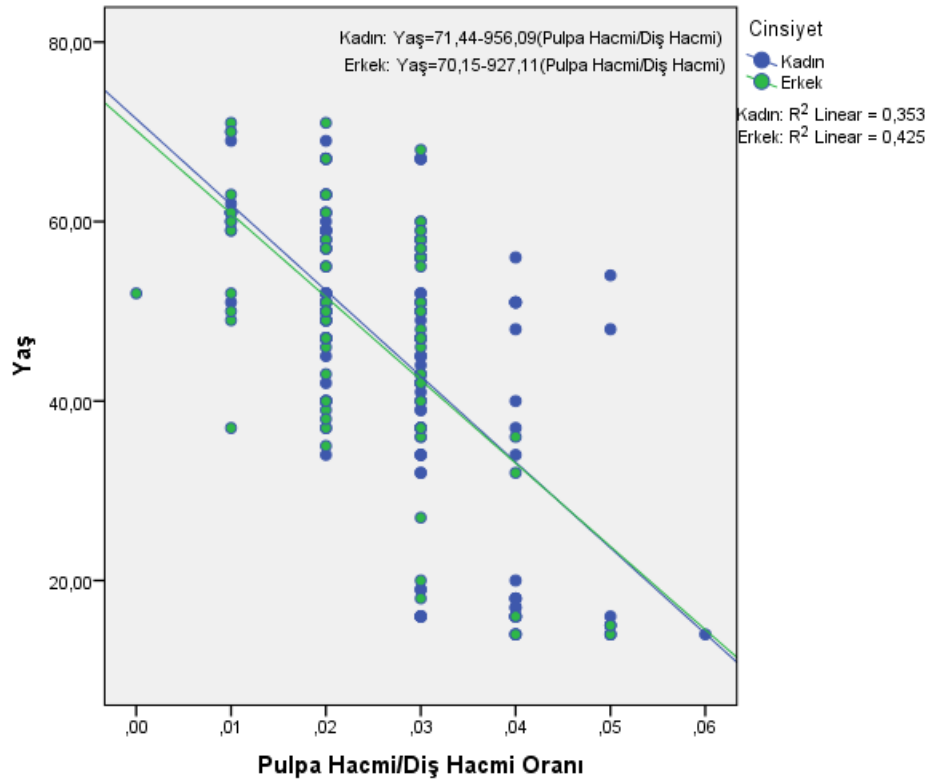
Çizelge 4.9. Pulpa hacmi ve diş hacmini gösteren ölçümler ile kronolojik yaş arasındaki ilişki

Değişkenler	N	r	p
diş hacmi	211	-0,219	0,001
pulpa hacmi	211	-0,627	<0,001

Bağımlı değişkenin yaş ve bağımsız değişken olarak yaş ile korelasyon bulunan morfolojik değişkenler ve oranlar kullanılarak yeni bir regresyon modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon formülleri, açıklayıcılık katsayıları ve standart hataları izelge 4.11'de gösterilmiştir. Oluşturulan doğrusal regresyon modellerinde en yüksek açıklayıcılık değerini alt çene ikinci premolar diş ($R^2= 0,860$) ve üst çene ikinci premolar (0,831) dişlerinde oluşturulan modellerde elde edildi. Standart hatalar en düşük üst çene lateral dişteki modelde 5,37 yıl, en yüksek ise tüm premolar dişlerin ve tüm dişlerin kullanıldığı genel modellerde 10,31 yıl olarak hesaplandı.



Şekil 4.1. Tüm dişler için diş/hacim oranları ve yaş arasındaki ilişki



Şekil 4.2. Tüm dişlerde kadın ve erkekler için diş/hacim oranları ve yaş arasındaki ilişki

Çizelge 4.10. Pulpa hacmi/diş hacmi oranları kullanılarak oluşturulan regresyon modelleri, açıklayıcılık katsayısı ve standart hataları

Diş grubu	Modeller	R²	Standart hata(yıl)
11/21	Yaş=60,23-464,01(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,246	8,10
12/22	Yaş=58,35-423,08(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,197	6,72
15/25	Yaş=76,87-1195,95(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,521	11,38
31/41	Yaş=63,97-535,46(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,294	10,18
32/42	Yaş=65,33-605,00(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,256	8,03
33/43	Yaş=76,65-858,33(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,349	7,67
34/44	Yaş=68,32-1017,17(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,326	15,93
35/45	Yaş=83,34-1418,09(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,491	14,09
Tüm üst çene dişleri	Yaş=67,39-828,87(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,407	9,78
Tüm kesici dişler	Yaş=62,36-515,52(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,260	8,43
Tüm kanin dişler	Yaş=71,10-756,00(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,213	9,57
Tüm premolar dişler	Yaş=74,61-1165,94(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,413	14,01
Genel	Yaş=70,67-937,14(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,390	11,09
Genel (Erkek)	Yaş=70,15-927,11(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,425	10,80
Genel (Kadın)	Yaş=71,44-956,09(Pulpa hacmi/diş hacmi)	R ² = 0,353	12,87

Regresyon modellerinden elde ettiğimiz yaş kestirimi (tahmini yaş) ile gerçek yaş değerlerimiz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını Wilcoxon Signed Rank Test ile analiz ettik. Anlamlı bir fark çıkmaması tahmini değerlerimizin gerçek yaş değerleri ile benzer olduğu anlamına geldiğini göstermiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Oluşturulan doğrusal regresyon modelleri açıklayıcılık katsayısı ve standart hataları

Diş grubu	Oluşturulan Modeller	R ²	Standart hata(yıl)
11/21	Yaş= 60-0,96 (Pulpa Hacmi)	0,167	7,53
12/22	Yaş=71,48-134,84(B)	0,446	5,37
15/25	Yaş=596,09-228,13(T)+547,04(P)+ 120,83(A)-179,72(C)-856,70(L)-0,04(diş hacmi)	0,831	6,23
31/41	Yaş=217,94-27,46(T)-113,40(R)-250,57 (C)-1,36(pulpa hacmi)	0,542	8,15
32/42	Yaş=156,69-53,78(T)+389,81(B)+312,19 (C)-932,35(W)	0,648	5,38
33/43	Yaş=73,53-136,52(A)	0,427	6,96
34/44	Yaş=-578,58+426,76(T)-652,68(P)+ 1038,36(R)+ 677,38(B)+787,75(C)- 1631,57(W)-0,06 (diş hacmi)-1,30(pulpa hacmi)	0,750	9,48
35/45	Yaş=-48,56+224,38(A)-248,04(B) +427,30(W) +561,58(L)-969,39(M)- 2,94(pulpa hacmi)	0,860	7,23
Tüm Premolar dişler	Yaş=94,01-100,54(P)+127,54(R)- 121,82(B)-1,38(pulpa hacmi)	0,667	10,31
Tüm üst çene dişleri	Yaş=103,45+165,92(R) + 151,41(A) +128,35(W)-449,44(M)-1,10(pulpa hacmi)	0,543	8,17
Tüm alt çene dişleri	Yaş=56,88-50,38(P)+99,44(R)+93,82 (C)-290,90(W) + 0,04(diş hacmi)- 1,51(pulpa hacmi)	0,630	10,14
Genel	Yaş=61,41-41,34(P)+65,90(R)+23,10(A)- 126,13(W)+0,03(diş hacmi)-1,70(pulpa hacmi)	0,531	10,31
Genel (Erkek)	Yaş=41,11-76,15(P)-53,61(B)-92,48(C) +114,29(L)+0,05(diş hacmi)-1,45(pulpa hacmi)	0,489	9,95
Genel (Kadın)	Yaş=124,38+95,79(R)-189,42(W)- 208,37(L)+194,42(M)-1,64(pulpa hacmi)	0,499	10,07

Çizelge 4.12. Kurulan doğrusal regresyon eşitlikleri temel alınarak gerçek yaşlar ile tahmini yaşların karşılaştırılması

Diş ve Diş grupları	Yaş	Ort.	SS	Medyan	Min.	Mak.	p
11/21	Gerçek yaş	49,45	9,17	49,00	34,00	71,00	0,754
	Tahmini yaş	48,78	4,23	47,43	43,33	57,90	
12/22	Gerçek yaş	48,07	7,21	48,00	34,00	61,00	0,925
	Tahmini yaş	48,07	5,03	46,53	40,46	57,99	
15/25	Gerçek yaş	38,46	15,16	42,00	14,00	71,00	0,949
	Tahmini yaş	38,46	14,16	39,57	17,54	59,77	
31/41	Gerçek yaş	51,41	11,89	51,00	15,00	70,00	0,705
	Tahmini yaş	52,33	10,98	53,43	22,57	77,32	
32/42	Gerçek yaş	51,21	9,11	50,50	32,00	69,00	0,775
	Tahmini yaş	50,83	7,49	51,70	31,59	64,01	
33/43	Gerçek yaş	55,19	9,19	57,00	37,00	67,00	0,877
	Tahmini yaş	55,19	6,27	55,10	53,50	65,34	
34/44	Gerçek yaş	36,70	19,13	40,00	14,00	68,00	0,815
	Tahmini yaş	36,08	16,79	39,83	3,62	60,68	
35/45	Observed	40,21	19,32	46,00	14,00	67,00	0,627
	Tahmini yaş	40,21	18,29	42,41	8,27	70,21	
Tüm Premolar dişler	Gerçek yaş	38,57	18,18	52,00	14,00	71,00	0,937
	Tahmini yaş	38,39	14,94	41,86	4,38	67,03	
Tüm üst çene dişler	Gerçek yaş	44,91	12,08	47,00	14,00	71,00	0,724
	Tahmini yaş	44,91	9,15	46,89	17,26	58,10	
Tüm alt çene dişler	Observed	45,58	16,64	50,00	14,00	70,00	0,921
	Tahmini yaş	45,34	13,37	47,76	8,51	69,75	
Genel	Observed	44,94	15,05	49,00	14,00	71,00	0,761
	Tahmini yaş	44,94	11,12	46,96	8,94	76,74	

SS: Standart sapma, Min: Minimum, Mak: Maksimum, Ort: Ortalama



5. TARTIŞMA

Yaş tayini adli bilimlerde, antropolojide, arkeolojide, pediatrik endokrinolojide ve diş hekimliğinde önemli rol oynamaktadır. Sadece insan cesetlerinin kimliklendirilmesinde değil aynı zamanda yaşayan bireylerde de yaş belirleme önemli bir konudur. Yaş tayininde kullanılan yöntemler genel olarak radyolojik, histolojik, biyokimyasal ve morfolojik yöntemlerdir. Histolojik ve biyokimyasal yöntemlerin uygulanabilmesi için incelenek olan dokunun çıkarılması ya da mikroskobik bölümlere ayrılmasının gerekmesi, pahalı yöntemler olması, bazı gelişmiş laboratuvar ekipmanlarına ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları vardır. Radyolojik yöntemlerin ise uygulamanın kolay olması, hızlı, ekonomik ve non-invaziv yöntemler olması gibi avantajları vardır [13]. Yaşayan bireylerde sıklıkla kullanılan metotlar kemik gelişiminin radyolojik olarak incelenmesi ve mevcut atlaslara göre bunların uyarlanmasıdır. Bu hazırlanan atlasların oluşturulan toplumlara özgü olması ve farklı popülasyon uygulamalarında hatalı sonuçlara neden olması ise önemli bir problemdir [6,45,178].

Yaş belirleme çalışmalarında dişlerin kullanılması önemli bir yer tutar. Erişkin olmayan bireylerde dental dokuların erüpsiyonu ve kalsifikasyon derecelerinin değerlendirilmesi ile yaş tayini yapılmaktadır [23,24,94]. Erişkin bireylerde ise yaş tayini yöntemlerinin sınırlı olması ve yeterli güvenilirlikte olmaması nedeniyle problemler yaşanmaktadır. Yaş tahmininde dişlerdeki yapısal değişikliklerden yararlanılabileceği ilk olarak detaylı şekilde Gustafson tarafından açıklanmıştır. Yöntemde dişlerden mikroskobik kesitler alınmasıyla atrizyon, periodontitis, sekonder dentin, sement apozisyonu, kök rezorpsiyonu ve kök transparanlığını değerlendirdiği parametrelerle yaş tayini yapılmıştır. Gerçek yaş ile tahmin edilen yaş arasında fark $\pm 3,63$ yaş olarak hesaplanmıştır. Altı kriterden bahsettiği çalışmada kök transparanlığından sonra en çok kullanılan ve güvenilir yöntemin sekonder dentin birikimi gösterilmiştir [16].

İlerleyen yaşla birlikte sekonder dentin birikimi ile pulpa odasının daralması yaşın iyi bir göstergesidir. Sonraki yıllarda araştırmacılar radyolojik yöntemler kullanarak pulpa odasındaki bu daralmayı analiz etmiş ve farklı ölçüm teknikleri geliştirmişlerdir [20-22]. Çalışmamızda konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile dişlerde sekonder dentin birikimi ve buna bağlı olarak pulpa odasının daralmasının üç boyutlu görüntüler üzerinde incelenmesi ve yaşla korelasyonu değerlendirilmiştir.

Dişlerin radyografik yöntemlerle yaş tahmininde kullanılması ile dişin bütünlüğüne zarar verilmemekte ve yaşayan bireylerde de inceleme imkânı sunmaktadır. Kvaal ve arkadaşları [20] Norveçli bireylerin paralel teknikle alınmış periapikal radyografları üzerinde altı diş grubunu kullandıkları çalışmalarında dişlerin farklı bölgelerinden uzunluk ve genişlik ölçümlerini stereomikroskop altında manuel olarak ölçmüşlerdir. Elde ettikleri değerlerle bir regresyon eşitliği geliştirmişlerdir. Araştırmacılar kendi formüllerinin farklı popülasyonlarda da uygulanabilir olduğuna ve popülasyona özgü çalışmalarla kendi metodlarının geçerliliğinin araştırılabileceğini vurgulamışlardır. Drusini ve arkadaşları [21] İtalyan popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmalarında dental radyografilerde mandibular premolar ve molar dişlerin koronal indeks ölçümlerine göre regresyon modelleri elde etmişlerdir. Koronal indeks ile oluşturulan regresyon modellerinde premolarlar için standart hatayı 8,89 yıl, molar dişler için standart hatayı 9,46 yıl olarak hesaplamışlardır. Cameriere ve arkadaşları İtalyan popülasyonunda, sekonder dentin birikiminin yaş tayininde kullanılabilirliği için panoramik radyograflar üzerinde üst çene kanin dişlerine ait pulpa/diş alan oranını kullandığı bir çalışma yayınlamışlardır. Araştırmacılar gerçek yaş ile tahmini yaş arasındaki mutlak standart hata ortalamasının dört yıldan az olduğu sonucuna varmışlardır [22].

Kvaal ve arkadaşlarının geliştirdiği metodu araştırmacılar farklı toplumlar üzerinde incelemişler ve çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir. Willems ve arkadaşları [179] Belçikalı bireylerden elde edilen radyograflar üzerinde orijinal tekniğe uygun stereomikroskop altında, farklı olarak da büyüteçle ve çıplak gözle ölçümleri değerlendirmişlerdir. Sonuçların güvenilir ve doğru bir yaş tayininde kullanılabilmesi için, ölçümlerin stereomikroskop altında yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Bosman ve arkadaşları [145] Belçika'da 198 hasta üzerinde orijinal teknikteki periapikal radyograflar yerine panoramik radyografları kullandıkları çalışmalarında özellikle tüm altı diş ve mandibular dişler için kullanılan modellerden Kvaal ve arkadaşlarına [20] benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Paewinsky ve arkadaşları [135] yöntemi Almanya'da 168 bireyin dijitalize edilen panoramik radyograflar üzerinde uyguladıkları çalışmalarında yöntemi modifiye ederek genişlik oranları ile bir regresyon formülü geliştirmişlerdir. Bu çalışmaların aksine Landa ve arkadaşlarının [146] panoramik radyografları kullandıkları çalışmalarında ise tahmini yaş ile kronolojik yaş arasında farkın fazla olduğu ve yöntemin uygulanamayacağını bildirmişlerdir. Meinel ve arkadaşları [144] Avusturyalı genç erişkinlerde yaptıkları çalışmada bu grup üzerinde modelin uygulanabilir olmadığını

savunmuşlardır. Çalışmamızın amaçlarından biri erişkin bireylerde Kvaal ve arkadaşlarının çalışmalarındaki parametreleri kullanarak konik ışınlı bilgisayarlı görüntüleri üzerinde yaş tayininde popülasyona özgü uygulanabilir bir regresyon modeli oluşturmaktır.

Kvaal çalışmasında en yüksek açıklayıcılık katsayısını ($R^2= 0,76$), tüm dişlerin oran ortalamalarının dâhil edildiği regresyon modelinden elde etmiş ve bu model için 8,6 yıl standart hata bildirmiştir [20]. Paewinsky ve arkadaşları oluşturdukları regresyon modelinde en yüksek açıklayıcılık katsayısını maksiller lateral dişin A seviyesindeki genişlik oranını kullandıkları modelden elde etmişlerdir ($R^2= 0,839$, standart sapma= 6,68 yıl). Prapanpoch ve arkadaşları [97] ısırtma radyograflarında pulpa odası ölçümleri ile yaş arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ve yaş tahmininde güvenilir bir metod olarak bu ölçümlerin kullanılamayacağını savunmuşlardır (açıklayıcılık katsayılarını uzunluk oranı için $R^2= 0,123$ ve genişlik oranı için $R^2= 0,058$).

Patil ve arkadaşları Hindistan'da yaptıkları çalışmalarında üst santral kesici dişlerin dijital periapikal radyograf görüntüleri ile elde ettikleri ölçümlerle orijinal ve modifiye Kvaal'ın regresyon formüllerini karşılaştırmışlardır. Kvaal'ın orijinal formülüne göre hesaplanan standart hata 12,3 yıl iken modifiye ettikleri formülde ise standart hatayı 6,5 yıl olarak bulmuşlardır. Sekonder dentin birikimi ırksal, etnik, diyet ve yaşam koşulları gibi birçok faktörden etkilendiğinden daha doğru sonuçlar için popülasyona spesifik formüllerin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir [180]. Hint popülasyonu üzerinde dijital OPG'nın kullanıldığı diğer bir çalışmada ise modifiye ettikleri Kvaal'ın regresyon formülünden en güçlü açıklayıcılık katsayısını ($R^2 = 0,385$) üst çene ikinci premolar dişten elde etmişlerdir [181].

Ülkemizde Kvaal ve arkadaşlarının [20] geliştirdiği yöntemi uygulayan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [143,147]. Erbudak ve arkadaşları [147] 123 panoramik radyograf üzerinde yaptıkları ölçümlerde Kvaal ve arkadaşlarının [20] orijinal regresyon modelleri ile birlikte Paewinsky ve arkadaşlarının [135] modifiye regresyon modellerini çalışmalarında uygulamışlardır. Orijinal ve modifiye regresyon modelleriyle belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkı yüksek bulmuşlar ve Türk popülasyonunda yaş tespiti için uygulanabilir bir yöntem olmadığını rapor etmişlerdir (orijinal regresyon modelleri kullanıldığında 12,17 ile 25,10 yıl; modifiye regresyon modelleri kullanıldığında 15,71 ile 27,63 yıl arasında değişen standart hata). Mısırlıoğlu ve arkadaşları [143] dijital panoramik

radıyografılarda mandıbular üç dışın ölçümlerını kullandıkları çalışmalarında orıjinal çalışmaya benzer sonuçlar elde ettiklerini ve pulpa derinliğinin pulpa uzunluğundan daha iyi bir yaş göstergesi olduğunu rapor etmişlerdir. Alt çene üç dışın dahil olduğu modelde en iyi sonuca ulaştıklarını bildirmişlerdir (standart hata 5,9 yıl).

Bizim çalışmamızda geliştirirdiğimiz regresyon modellerinde açıklayıcılık katsayısı 0,162 ile 0,550 arasında değişmekle birlikte, tüm dışlerin dahil edildiği regresyon modelinde açıklayıcılık katsayısı (R^2) 0,296 ve standart hata 12,75 yıl olarak bulunmuştur. Kvaal ve arkadaşları [20] ve Bosman ve arkadaşlarının [145] çalışmaları ile karşılaştırdığımızda bizim modellerimizde daha düşük açıklayıcılık değerleri elde edildi. Kvaal'ın orıjinal modeline göre oluşturduğumuz regresyon modellerinde belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki fark yüksek bulunmuştur. Ancak Erbudak ve arkadaşlarının [147] çalışmalarındaki değerlerine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir ($R^2=$ 0,035 ile 0,345). Çalışmamızda çekilmiş dışlerin kullanılması nedeniyle 16-24 ve 25-36 yaş grubundaki bireylerden özellikle kesici ve kanin dış gruplarından yeterli düzeyde materyal elde edilememiştir. Hasta seçim kriterlerindeki farklılıklar ve çalışma için genç bireylerden yeterli düzeyde örneklem elde edilememesi nedeniyle değerlerin daha yüksek standart hatalar gösterdiği düşünölmektedir. Diğer yandan çekilmiş dışler üzerinde yapılan bir çalışmada çekim sonucu çıkarılan dışlerin tüm ağız radyografisi mevcut olanlara göre normal popölyasyonu temsil etmediğini ve sonuçların korelasyon katsayılarının daha düşük bulunduğunu bildiren bir literatür bilgisi de mevcuttur [20].

Çalışmamızda Kvaal ve arkadaşlarının [20] yöntemiyle belirlenen yaşlarda hataların yüksek olmasının diğer bir nedenin de popölyasyon farklılıkları yüzünden kaynaklanmış olabileceğidir. Bang [182], Wood ve arkadaşlarının [134] sekonder dentin birikiminin çevresel ve genetik faktörlerden etkilendiğini, bu yüzden yaş tahmininde ırksal ve kültürel farklılıkların önemli bir rol oynadığını vurgulamışlardır. Literatürde erişkin Türk bireyler üzerinde yapılan dışten yaş tayini çalışması sınırlı sayıdadır. Bizim çalışmamızda dar örneklem grubu nedeniyle Türk popölyasyonun genelini temsil etmemekle birlikte ileriki çalışmalar için değerli bir bilgi sunabilir. Ayrıca güvenilir sonuçlar için daha fazla dış ve örneklem grupları kullanılarak çalışmamızın sonuçlarının geliştirilebileceğini düşünmekteyiz.

İki boyutlu çalışmalardaki uyumsuzlukların nedenlerinden biri de ölçüm metotlarındaki farklılık ya da referans noktalarının belirlenmesindeki zorluklardan ölçümlerin etkilenmiş olması düşünülmektedir. Orijinal yöntemde periapikal radyograflar ile stereomikroskop altında ölçümler manuel olarak yapılmıştır. İki boyutlu radyograf ölçümlerinde ölçüm yapan kişilerin referans noktalarını belirlemesindeki farklılıklar sonuçları olumsuz etkilemektedir [183]. Schulze ve arkadaşları [183] dijital panoramik radyograflar üzerinde yaptıkları çalışmada vertikal ölçümlerin horizontal ölçümlere göre tekrarlanabilirliğini ve doğruluğunu daha az bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise tekrarlanan ölçümlerde iki gözlem arasındaki uyum incelendiğinde tüm değişkenler için oldukça yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca vertikal ve horizontal ölçümlerde gözlemci içi uyumun son derece yüksek çıkması ölçümlerin tekrarlanabilirliğinin de iyi bir göstergesidir. Çalışmamızda iki gözlem arasındaki sınıf-içi korelasyon katsayısında en zayıf uyum C bölgesindeki pulpa genişliği ölçümlerinde bulundu. Diş hacmi değişkeninde ise en yüksek sınıf-içi korelasyon katsayısı gözlemlendi (0,987).

Paewinsky ve arkadaşları [135] gözlemciler arasındaki farklılıkların radyolojik görüntülerde ölçümlerin uygulanmasında kullanılan referans noktalarının belirlenmesindeki zorluklar nedeniyle olduğunu vurgulamışlardır. Aynı zamanda panoramik radyografların kalitesinin ölçüm doğruluğunda önemli bir rolü olduğunu da bildirmişlerdir. Üç boyutlu pulpanın iki boyutlu radyograflar ile görüntülerinin kopyalanmasından kaynaklanan bulanık köşeler oluşturması, gözlemciler arası farka neden olabileceği de savunulmaktadır [28]. Panoramik radyografilerde hasta pozisyonunun doğru olarak ayarlanmaması görüntülerin netliğinin azalmasına ve distorsiyona neden olur ki bu durumda ölçüm doğruluğunu etkiler [145]. Cameriere ve arkadaşları periapikal radyografların panoramiklere göre detay açısından daha üstün olduklarını, ölçüm sonuçlarında oluşan hatanın ise radyograflardaki yetersizliğe bağlı olduğunu bildirmişlerdir [184]. İki boyutlu görüntülerde magnifikasyon ve distorsiyon gibi sorunlar yaşanmaktadır. Radyografide dişte küçük bir rotasyonun olması film üzerinde ana hatları belirlemek, üst üste gelen dişler sebebiyle ayırımında zorluklar yaşanabilir ve diş üzerindeki ölçümlerde yanlışlıklara neden olabilir [145]. Kvaal ve arkadaşlarının çalışmasındaki parametreleri kullandığımız çalışmamızda diş ve pulpa boyutu ölçümleri konik ışınli bilgisayarlı tomografi üzerinde gerçekleştirildi. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinde distorsiyon ve magnifikasyon gibi problem olmaması referans noktalarının tespitini kolaylaştırmış ve gerçek değerlerde ölçümler yapılmasına olanak sağlamıştır. Bizim

bilgilerimize göre Şu ana kadar yapılan çalışmalarda ölçümler hep iki boyutlu görüntüler üzerinde yapılmıştır. Çalışmamızda üç boyutlu görüntülemenin kullanılması ölçüm parametrelerinin belirlenmesi sırasında iki boyutlu radyografilere göre daha az zorlukla karşılaşılmıştır.

Sekonder dentin apozisyonu pulpa kavitesinin bütün duvarlarında homojen olarak dağılmamakta, hatta incelenen diş tipleri ile ilişkili farklılıklar göstermekte, hem bukkolingual ve mezio-distal pulpa genişliği hem de pulpa kavitesinin yüksekliği yaşla birlikte azalmaktadır [30,148,149]. Bu yüzden iki boyutlu görüntüleme sistemleri ile elde edilen görüntülerde sadece pulpanın iki boyutundaki daralma izlenebilmektedir. Şu ana kadar bahsedilen bütün çalışmalarda sekonder dentin miktarının değerlendirilmesi panoramik ve periapikal radyograflar gibi iki boyutlu görüntüler üzerinden yapılmıştır. Bizim alışmamızda ise tüm ölçümler üç boyutlu görüntüler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Kvaal'ın orijinal çalışmasında hasta seçimi tıbbi hikyeler dikkate alınmadan oluşturulmuştur. Bizim alışmamızda da hastaların sistemik hastalıkları göz önünde bulundurulmadı. Literatür bilgisine göre bazı sistemik hastalıkların pulpa kalsifikasyonlarına neden olmasına rağmen [153], pulpa hacmi üzerindeki diğer etkileri tam olarak onaylanmamıştır [148,185]. Ancak sekonder dentin hem yaşlanma belirtisi hem de patolojik süreçlere karşı bir reaksiyon sonrası oluştuğu için seçilen materyalde çalışmamızın güvenilirliği açısından daha fazla dikkat gösterildi. Periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilen dişlerin kullanıldığı çalışmamızda dâhil edilme kriterlerinde özellikle şiddetli abrazyon, erozyon, atrizyon mevcudiyeti, pulpa kalsifikasyonu ya da rk gibi problemi olan dişler çalışma dışı bırakıldı.

Radyografik yöntemlerin kullanıldığı dişlerden yaş tahmini çalışmalarının büyük çoğunluğunu tek köklü dişler oluşturmaktadır. Porto ve arkadaşları st çene santral kesici dişi kullandıkları çalışmalarında, kesici dişlerin kanin dişlerine göre daha kısa olmaları, alt çene kesici dişlerine göre geniş pulpa kavitesine sahip olmaları ve premolar ve molar dişlere göre basit kök yapıları nedeniyle çalışmalarında kullandıklarından bahsetmişlerdir [150]. Patil ve arkadaşları çalışmalarında st santral kesici dişi kullanma nedenleri olarak geniş pulpa boyutları, mandibular kesici dişlere göre daha az atrizyon izlenmesi ve kaninlerden daha fazla sekonder dentin içermeleri nedeniyle kullandıklarını bildirmişlerdir [180]. Mandibular premolar dişlerin kullanıldığı başka bir çalışmada ise dişin seçim

kriterinde, kanin ve kesici dişleri ile karşılaştırıldığında bozulmaya daha dirençli olmaları, ağız içinde daha uzun süre kalmaları ve molar dişlere göre daha stabil ve basit kök morfolojisi sebebiyle olduğunu ifade etmişlerdir [151]. Tardivo ve arkadaşları kanin dişleri kullandıkları çalışmalarında anterior ve posterior dişlere göre daha az aşınma izlenmesi, en geniş pulpa hacmine sahip olmaları ve yaşla birlikte ağızda uzun süre dayanıklı şekilde kalmaları nedeniyle çalışmada kullandıklarını bildirmişlerdir [32]. Bizim çalışmamızda da çok köklü dişlerde (molar dişler ve üst çene ikinci premolar diş) kök kanal morfolojisindeki varyasyonların ölçümleri zorlaştırması nedeniyle molar dişlere göre daha basit ve daha stabil kök yapıları düşünülerek tek köklü dişler kullanılmıştır.

İki boyutlu ölçümler sekonder dentin birikiminin pulpa yüzeyinde uniform olmaması nedeniyle pulpa odasının azalan hacminin belirlenmesi konusunda gerçek bir izlenim vermeyebilir. Mikro-BT ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi gibi üç boyutlu görüntüleme teknolojisinin gelişmesiyle birlikte pulpa kavitesindeki morfolojik değişimi tüm alanları ile izleme imkanı sunmuştur. Özellikle son yıllarda mikro-BT ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde pulpanın ve dişin hacim ölçümleri yapılarak dental yaşın belirlenmesi amaçlı çalışmalar da yayınlanmıştır [14,27,29-33,151,185].

Vandevoort ve arkadaşları [29] volumetrik analiz yazılımı olan bir mikro-BT kullanarak çekilmiş tek köklü dişlerin üç boyutlu görüntülerinden pulpa/diş hacmini hesaplamışlar ve yaş tahmininde kullanılması ile ilgili ilk pilot çalışmayı yayınlamışlardır. Pulpa/diş hacminin yaşla korelasyonunun açıklayıcılık katsayısını $R^2 = 0,31$ olarak bulmuşlardır. Someda ve arkadaşları [27] ise mikro-BT kullandıkları çalışmalarında alt çene santral kesici dişlerin mine-dentin-pulpa hacimlerini hesapladılar ve yaptıkları ölçümlerde en yüksek korelasyonun mine hariç dişin hacminin pulpa hacmi ile oranlanmasıyla elde ettikleri modellerde ulaştılar. Bu oranda R^2 değeri kadınlarda daha yüksek bulundu (erkeklerde, $R^2 = 0,66$; kadınlarda $R^2 = 0,78$). Aboshi ve arkadaşları [151] 2010 yılındaki yayınladıkları çalışmalarında, alt çene premolar dişlerin mikro-BT görüntülerini kullandılar. Kuron alanı, kökün 1/3'lük koronal kısmı, kökün orta bölgesi ve kökün 1/3'lük apikal bölgesi olmak üzere dört seviyede pulpa/diş hacimleri ile çoklu regresyon analizi elde etmişlerdir. En yüksek korelasyonu kökün koronal 1/3' lük kısmında ulaştılar (alt çene birinci premolarlar için $r = -0,79$, ikinci premolarlar için $r = -0,81$). Araştırmacılar mikro-BT ile alt çene premolar dişlerin pulpa/diş hacim oranlarının yaş tayininde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Mikro-BT'nin günlük klinik kullanımı mevcut değildir, ancak üç boyutlu dental araştırmalarda standart referans olarak dikkate alınmaktadır. Maret ve arkadaşları standart referans mikro-BT kullanılarak konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin dişlerin üç boyutlu volumetrik ölçümlerinin doğruluğunu değerlendirdikleri çalışmalarında istatistiksel olarak benzer hacimsel veriler elde ettiklerini bildirmişlerdir [162]. Mikro-BT ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinin prosüdü ve uygulanma süreleri karşılaştırıldığında mikro-BT'nin konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye göre çok yavaş bir süreçte işlemi gerçekleştirmesi en önemli dezavantajdır (mikro-BT diş başına ortalama 5 saat, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ise hasta başına bir saatten daha az). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi dental kullanımı ile yaşayan bireylerde tek bir tarama ile dişlerin 3 boyutlu hacim bilgileri hakkında detaylı ve doğru bilgi sağlar [31]. Çalışmamızda konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerini kullanmamızdaki amaç; konik ışınlı bilgisayarlı tomografi voksellerinin (3D piksel verilerini içeren) izotropik olması ile doğru geometrik ölçümlerin yapılabilmesi, kök-kanal morfolojisinin ve pulpa odasının anatomisini değerlendirmek için doğru bir görüntüleme tekniği olmasıdır [33,186]. Ayrıca daha önce rapor edilen mikro-BT ile yapılan çalışmalara [29] göre konik ışınlı bilgisayarlı tomografide toplam prosüdü süresinin de (imaj rekonstrüksiyonu ve tüm hesaplamaların) daha kısa olması, yaşayan bireylerde uygulanabilmesi, düşük radyasyon dozu ve daha az maliyetli veri elde edilmesi [4] kullanmamızdaki diğer önemli nedenlerdendir.

Üç boyutlu hacim ölçümlerinin yapıldığı çalışmalarda segmentasyon amacıyla çeşitli yazılım programları kullanılmıştır. Görüntülerde diş ve pulpanın eşik değerlerine (thresholding) göre segmentasyon yapılarak yapıların hacimleri hesaplanmaktadır. Ge ve arkadaşları ITK-SNAP programını kullandıkları çalışmalarında, segmentasyonun ve hacim ölçümlerinin doğruluğunu değerlendirmek için standart referans olarak mikro-BT'yi kullanmışlardır. Pulpa hacim ölçümlerinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile mikro-BT arasında anlamlı farklılıklar (%2,3) olduğunu tespit etmişlerdir [14]. Ancak onların çalışmaları Pinchi [187] ve Star'ın [30] çalışmalarıyla karşılaştırıldığında ortalama farklılıkların daha düşük değerlerde olduğu gözlemlendi. Altın standart olarak Arşimed kurallarını kullanan Star ve arkadaşlarının [30] çalışmalarında gerçek hacim ile hesaplanan hacim arasındaki fark yüksek olarak bulunmuştur (maksimum %21). Bizim çalışmamızda da Ge ve arkadaşlarının [14,185] çalışmalarında kullandığı ITK-SNAP programı kullanılmıştır. Yazılım programına erişim kolaylığı ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi

ile yapılan çalışmalardaki hacim ölçümlerindeki doğruluk oranları nedeniyle bu seçim yapılmıştır.

Literatürde konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile yapılan çalışmalarda çekilmiş dişlerle birlikte belli diş gruplarının hacim ölçümlerinin değerlendirildiği yayınlar mevcuttur. Yang ve arkadaşları [31] konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde derin çürüksüz ve dolgusuz normal anatomik yapıya sahip 28 tek köklü dişin pulpa-diş hacmi oranlarını kullanarak bir pilot çalışma yayınladılar. Elde ettikleri pulpa/diş hacmi oranlarının biyolojik yaş ile lineer bir regresyon gösterdiğini, açıklayıcılık katsayısını (R^2) 0,29 ve standart sapma ise 8,3 yıl olarak hesaplamışlardır. Star ve arkadaşları [30] çalışmalarında pulpa/diş hacmi oranını diş gruplarına (kesiciler, kanin ve premolar dişler) ayırarak değerlendirdikleri çalışmalarında yaş ile hacim oranları arasındaki açıklayıcılık katsayısı en yüksek kesici dişlerde ($R^2= 0,41$) bulmuşlardır. Tüm örneklerde ise zayıf bir ilişki gözlemlenildi ($R^2= 0,34$). Bizim çalışmamızda ise diş grupları arasında oluşturulan modellerde en yüksek değer premolar diş grubundan elde edildi ($R^2 = 0,41$). Kesici dişler için oluşturulan modellerde ise Star ve arkadaşlarının [30] çalışmalarına göre daha düşük açıklayıcılık değerleri elde edildi ($R^2 = 0,26$).

Jagannathan ve arkadaşları 2011 yılında Hindistan popülasyonunda çekilmiş mandibular kanin dişin konik ışınli bilgisayarlı tomografide pulpa/diş hacmi oranları ile yaş tahmini yapılması amaçladıkları çalışmalarında yaş ile hacim oranları arasında orta düzeyde negatif bir korelasyona ulaştılar (pearson korelasyon katsayısı, $r= -0,63$). Pulpa/diş hacmi oranlarının yaş için faydalı bir gösterge olduğunu ve farklı toplumlarda korelasyonun değişkenlik gösterebileceğini ifade etmişlerdir [33].

2011 yılında Tardivo ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarında konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile çenelerde mevcut kanin dişlerin hacim ölçümlerinin yaş ve cinsiyet tayininde kullanımını değerlendirmişlerdir. Pulpa hacmi/diş hacmi oranları ile oluşturdukları regresyon eşitliğinde tüm bireyler için açıklayıcılık katsayısını $R^2= 0,38$ olarak hesaplamışlardır [32]. Porto ve arkadaşları Brezilya popülasyonunda üst çene santral kesici dişin konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak yaptıkları çalışmalarında dişlerin pulpa kavitesi hacmi, sert dokusunun hacmi, total diş hacmi ve pulpa hacmi/diş hacmi oranlarının yaş ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Araştırmacılar çalışmada pulpa hacmi ve pulpa hacmi/diş hacmi oranları ile yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı

farklılıklar olduğunu, ancak pulpa hacmi/diş hacmi oranları ile oluşturulan regresyon modelinde zayıf bir ilişki ($R^2=0,21$) elde etmişlerdir [150]. Ge ve arkadaşları Çin’de konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile alt ve üst çene birinci molar dişlerin pulpa odası hacimlerini hesaplayarak bir regresyon modeli oluşturmuşlardır [14]. Alt ve üst çene birinci molar dişlerin tümünü içeren modelde açıklayıcılık katsayısı $R^2= 0,564$ olarak bulunmuşlardır.

Bizim çalışmamızda yaş grupları ile pulpa hacmi ve pulpa hacmi/diş hacmi oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi ($p<0,001$). Bulgularımız yaşlanma ile birlikte pulpa hacmindeki azalmayı gösteren önceki çalışmaları destekler niteliktedir [27,29,31, 151]. Pulpa hacmi ile yaş arasında negatif bir korelasyon ($r= -0,627$) belirlenmiş olup pulpa/diş hacim oranlarını kullandığımız regresyon modellerinde en yüksek açıklayıcılık katsayısını üst ikinci premolar dişten elde ettik ($R^2= 0,521$). Tüm dişlerin dahil edildiği modelde ise $R^2= 0,39$ olarak hesaplanmıştır. Sonuçlarımız Vandervoort ve arkadaşlarının [29] çalışması dışında mikro-BT ile yapılan diğer çalışmalara göre açıklayıcılık katsayıları daha düşük değerlerde elde edilmiştir. Bunun nedenleri arasında mikro-BT’nin yüksek radyasyon dozuyla konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye göre daha fazla uzaysal çözünürlüklerinin olması [14] ile daha doğru sonuçlara ulaşılmış olabilir. Diğer bir nedeni de çalışmalarda farklı diş ve diş gruplarının kullanılması, bölgesel ölçümlerin yapılmış olması sonuçlarda farklılıklar oluşturduğunu düşünmekteyiz. Ancak konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile yapılan Yang [31] ve Star’ın [30] çalışmalarıyla karşılaştırdığımızda ise bizim bulgularımıza benzer sonuçlara ulaşıldığını gözlemledik.

Someda ve arkadaşları kadın ve erkek arasında istatistiksel olarak farklılıklar izlendiğini, kadınlarda daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşıldığını ve cinsiyetler arasında farklı formüller oluşturulması gerektiği sonucuna varmışlardır [27]. Ge ve arkadaşları diş pulpa odası hacminin yaş ile ilişkisinde kadınlarda erkeklere göre daha güçlü bir korelasyon izlendiğini ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunduğunu bildirmişlerdir [14]. Bu çalışmaların aksine, Star ve arkadaşları [30] yaş ile pulpa/diş hacmi oranları arasındaki korelasyonun kadınlarda erkeklere göre daha güçlü gözlenmesine rağmen bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir (kadınlar için 0,38, erkekler için 0,31). Pulpa hacmi/diş hacmi oranları ile oluşturdukları regresyon eşitliğinde Tardivo ve arkadaşları R^2 değerlerini kadınlar için 0,32, erkekler için 0,47 olarak hesapladılar [32]. Sakuma ve arkadaşları ise multidedektör bilgisayarlı tomografi ile mandibular birinci

premolar dişleri kullandıkları çalışmalarında kadın ve erkekler arasında pulpa/diş hacmi oranları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenemediler (kadınlarda $R^2= 0,186$, erkeklerde $R^2= 0,596$) [15]. Bizim çalışmamızda yaş ile pulpa/diş hacmi oranları arasındaki korelasyonda bulgularımız Tardivo ve arkadaşları [32] ve Sakuma ve arkadaşlarının [15] çalışmalarına benzer şekilde erkeklerde kadınlara göre daha güçlü bir korelasyon izlendi (kadınlarda $R^2= 0,353$, erkeklerde $R^2= 0,425$), ancak cinsiyetler arasında fark belirlenemedi.

Daha önceki çalışmalarda diş ve pulpa ölçümlerinde dişlerdeki morfolojik değişkenlikler nedeniyle doğruluk oranlarının azaldığı rapor edilmiştir [20,27,30]. Kvaal maksiller kanin dişlerde yaş ile korelasyonu daha düşük bulmuştur [20]. Someda ve arkadaşları çekilmiş mandibular santral kesici dişleri kullandıkları çalışmalarında kalıcı dişler arasında en düşük morfolojik değişkenlik göstermesi nedeniyle, yaş ile korelasyonunda yüksek doğruluk oranlarının ulaşılmasında katkı sağladığını vurguladılar [27]. Star ve arkadaşları kesici, kanin ve premolar dişler olarak ayırdıkları gruplar içinde en güçlü korelasyon değerlerini kesici diş grubunda elde ettiklerini söylemişlerdir [30]. Bizim çalışmamızda ise dişler içinde en yüksek korelasyon değerleri üst çene ikinci premolar ve alt çene ikinci premolar dişlerden elde edilmiştir. Bu diş gruplarının, çalışmada daha fazla örneklem içermesi ve yaş gruplarında yakın sayılarda dağılım göstermesinin bu sonucu etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Daha homojen diş grupları ve yaş dağılımı, daha büyük veri örnekleri ile çalışmamızın sonuçları değerlendirilebilir.

Çalışmamızda yaş ile güçlü korelasyon gösteren hacim ve doğrusal ölçümlerden elde edilen değişkenlerin kullanılmasıyla yaş tahmininde en uygun yöntemi belirlemek için yeni regresyon modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Modellerde açıklayıcılık katsayısı 0,167 ile 0,86 (en yüksek alt çene ikinci premolar dişte), standart hataları 5,37 ile 10,31 yıl arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde ettiğimiz standart hatalar 10 yıldan daha az olmasına rağmen oluşturulan modellerdeki formüllerde birçok parametrenin kullanılması uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Ancak gelecekteki çalışmalarda belirlediğimiz regresyon modelleri farklı tekniklerle desteklenerek hem formülasyon güçlendirilebileceği hem de hata oranlarının daha da azaltılabileceği görüşündeyiz.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Erişkin bireylerde dişlerden yaş belirlemek için sekonder dentin birikimi önemli bir parametredir. Çalışmamızda üç boyutlu görüntüler üzerinde sekonder dentin birikimi değerlendirilmiş, belirlenen değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.
2. Kvaal metodundaki parametrelerin konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde değerlendirilmesi ile geliştirilen regresyon modelinin yetişkin Türk popülasyonunda yaş tayini için uygulanabilirliğini araştırdığımız çalışmamızda tahmini yaş ile kronolojik yaşlar arasındaki açıklayıcılık katsayıları düşük bulunmuştur. Ancak bu veriler Kvaal metodunun konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile değerlendirildiği ilk çalışma olması nedeniyle daha sonraki benzer çalışmalar için literatür bilgisine katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.
3. Dişlerin üç boyutlu görüntülerinde pulpa hacmi ve pulpa hacmi/diş hacmi oranları ile yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p < 0,001$). Ancak pulpa hacmi/diş hacmi değişkenleri kullanılarak oluşturulan modellerde açıklayıcılık katsayıları zayıf bulunmuştur.
4. Çalışmamızda sınırlı sayıdaki popülasyona özgü veriler kullanılarak elde edilen regresyon modelleri ile erişkinlerde dişlerden yaş tahmini belirlenmeye çalışılmıştır. Oluşturulan regresyon modellerinde standart hata 5,31 ile 10,31 yıl arasında bulundu ve literatürde kabul edilen hata oranı on yaş ve daha azıdır. Erişkinlerden dişlerden yaş tayini için daha büyük örneklem grupları ile yapılan çalışmalarla mevcut çalışmaların güvenilirliği geliştirilebilir. Elde edilen bulguların gelecek çalışmalar için faydalı olabileceği düşüncesindeyiz.
5. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi kullanımını çalışmada objektif ve hassas ölçüm imkanı sunması ve uygulanan yöntemin radyografik bir metot olması nedeniyle hem yaşayan bireylerde hem de cesetler üzerinde uygulanabilme gibi avantajlar sunmaktadır. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi teknolojisi daha iyi kontrast çözünürlüğü, küçük voksel boyutu, yüksek gri skala değerlerinin artırılması ile sürekli olarak gelişmektedir. Uygun segmentasyon ve seperasyon adaptasyonu olan yazılım programlarının kullanılması ile gelecek çalışmalarda dişlerin daha hızlı üç boyutlu analizi ve daha doğru ölçümleri sağlanabileceğini düşünmekteyiz.



KAYNAKLAR

1. Senn, D.R., Stimson, P.G. (2010). *Forensic Dentistry* Second Edition. New York. Taylor ve Francis Group.17,63-75.
2. Afşin, H. (2004). *Adli Diş Hekimliği*. Adli Tıp Kurumu Yayınları. Toprak ofset. İstanbul.
3. Erdem, A.P., Yamac, E., Erdem, M. A., Sepet, E. and Aytepe, Z. (2013). A new method to estimate dental age. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71,590–8.
4. Maret, D., Peters, O.A, Dedouit F., Telmon, N, Sixou, M. (2011). Cone-Beam Computed Tomography: A useful tool for dental age estimation? *Med Hypotheses*,76(5),700–702.
5. Koç, A., Karaoglanoglu, M., Erdogan, M., Kosecik, M. and Cesur, Y.(2001). Assessment of bone ages: Is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatric International*, 43(6), 662–5.
6. Schmeling, A., Reisinger, W., Loreck, D., Vendura, K., Markus, W. and Geserick,G. (2000). Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *International Journal of Legal Medicine*, 113, 253–8.
7. Bolanos, M.V., Manrique, M.C., Bolanos, M.J., Briones M.T. (2000). Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Science International*, 110, 97–106.
8. Braga, J., Heuze, Y., Chabadel, O., Sonan, N.K., Gueramy, A. (2005).Non-adult dental age assessment: correspondence analysis and linear regression versus Bayesian predictions. *International Journal of Legal Medicine*, 119, 260–274.
9. Shapiro, H.L. (1978). *Forensic Anthropology*. In: Annals New York Academy of Sciences. 3–9.
10. Liang ,XH., Tang YL., Luo E., Zhu, GQ., Zhou, H., Hu, J., Tang, XF. and Wang XY. (2009) Maxillofacial injuries caused by the 2008 Wenchuan earthquake in China. *Journal of Oral Maxillofacial Surgery, American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 67(7), 1442–1445.
11. Kringsholm, B., Jakobsen, J., Sejrsen, B., Gregersen, M. (2001). Unidentified bodies/skulls found in Danish waters in the period 1992-1996. *Forensic Science International*, 123(2–3),150–8.
12. Garn, S.M., Lewis, A.B., Kerewsky, R.S. (1965).Genetic, Nutritional, and Maturational Correlates of Dental Development. *Journal of Dental Research*, 44(1), 228–42.
13. Panchbhai, A.S.(2011). Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 40(4),199–212.
14. Ge, Z., Ma, R.H., Li, G., Zhang, J. Zong and Ma XC. (2015). Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Science International*, 253,133(e1-e7).

15. Sakuma, A., Saitoh, H., Suzuki, Y., Makino, Y., Inokuchi, G., Hayakawa, M., Yajima, D. and Iwase H. (2013). Age estimation based on pulp cavity to tooth volume ratio using postmortem computed tomography images. *Journal of Forensic Sciences*, 58(6), 1531–5.
16. Gustafson, G. (1950). Age determinations on teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 41(1), 45-54.
17. Bodecker, C.F. (1925). A consideration of some of the changes in the teeth from young to old age. *Dental Cosmos*, 67,543-549.
18. Maples, W.R. (1978). An improved technique using dental histology for estimation of adult age. *Journal of the Forensic Science*, 23(4), 764–770.
19. Solheim, T. (1992). Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 100(4), 193–199.
20. Kvaal, S.I., Kolltveit, K.,Thomsen, I.O., Solheim, T. (1995). Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Science International*, 74(3), 175-185.
21. Drusini, A.G., Toso, O. (1997). The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *American Journal of Physical Anthropology*, 103(3), 353-363.
22. Cameriere, R., Ferrante, L., Cingolani, M. (2004). Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *Journal of Forensic Sciences*, 49(2), 317-319.
23. Nolla, C.M. (1960). The Development of the Permanent Teeth. *Journal of Dental Children*, 27, 254–66.
24. Demirjian, A. and Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology*, 3(5), 411–421.
25. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. (2006). Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Science International*, 159,68-73.
26. Dayal, P.K. (1998). *Textbook of Forensic Odontology*, First edit. Paras Medical Publishers.
27. Someda, H., Saka, H., Matsunaga, S., Ide, Y., Nakahara, K., Hirata, S., Hashimoto, M. (2009). Age estimation based on three-dimensional measurement of mandibular central incisors in Japanese, *Forensic Science International*, 185(1-3),110-114.
28. Kolltveit, K.M., Solheim, T. And Kvaal, SI. (1998). Methods of measuring morphological parameters in dental radiographs. Comparison between image analysis and manual measurements. *Forensic Science International*, 94(1-2), 87-95.
29. Vandevort, F.M., Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Bielen, D.J., Lambrechts, P., Wevers, M., Peirs A, Willems G. (2004). Age calculation using x-ray microfocus computed tomographical scanning of teeth : A Pilot Study. *Journal of Forensic Sciences*, 49(4), 5–8.
30. Star, H., Thevissen, P., Jacobs, R., Fieuws, S., Solheim, T., Willems, G. (2011). Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on

- clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *Journal of Forensic Sciences*, 6(1), 77-82.
31. Yang, F., Jacobs, R., Willems, G. (2006). Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Science International*, 159(1), 78-83.
 32. Tardivo, D., Sastre, J., Ruquet, M., Thollon, L., Adalian, P., Leonetti, G., Foti, B. (2011). Three-dimensional modeling of the various volumes of canines to determine age and sex: A preliminary study. *Journal of Forensic Sciences*, 56(3),766–770.
 33. Jagannathan, N., Neelakantan, P., Thiruvengadam, C., Ramani, P., Premkumar, P., Natesan, A., Herald, J.S., Luder, H.U. (2011). Age estimation in an indian population using pulp/tooth volume ratio of mandibular canines obtained from cone beam computed tomography. *Journal .of Forensic Odonto-stomatology*, 29(1), 1–6.
 34. Luntz, L.L. (1977). History of forensic dentistry. *Dental Clinics of North America*. 21(1), 7-17.
 35. Harorli, A. (2006). *Adli Diş Hekimliği*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, ders kitapları serisi. 1. Baskı, Eser Ofset, Erzurum.
 36. Yaşar, F., Afşin, H., Hancı, İ.H. (2004). Adli diş hekimliği. *TBB Dergisi*. 54,351-354.
 37. Miles, A.E.W. (1963). Dentition in the estimation of age. *Journal of Dental Research*, 42(1),255-263.
 38. Eckert, N. (1984). The history of the forensic applications in radiology. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 5, 53–56.
 39. Afşin, H., Karadayı, B., and Büyük, Y. (2014). Role of forensic dentistry in forensic sciences - Chapter 1: Identification of mass fatality victims and dental age estimation in forensic cases. *Turkish Journal of Forensic Medicine*, 28(3), 275–86.
 40. Huda, T.F.and Bowman, J.E. (1995). Age determination from dental microstructure in juveniles. *American Journal of Physical Anthropology*. 97(2), 135-150.
 41. Noble, H.W. (1974). The Estimation of Age from the Dentition. *Journal of the Forensic Science Society*, 14(3), 215–221.
 42. Graham, E.A. (2005). Economic, racial, and cultural influences on the growth and maturation of children. *Pediatrics in Review*, 26(8), 290-294.
 43. Schmeling, A., Grundmann, C., Fuhrmann, A., Kaatsch, H.J., Knell, B., Ramsthaler F., Reisinger, W., Riepert, T., Ritz-Timme, S.F. W. Rösing, K. Rötzscher, and Geserick, G. (2008). Criteria for age estimation in living individuals. *International Journal of Legal Medicine*, 122(6), 457–460.
 44. Baransel A.I. (2009). Adli diş hekimlikte yaş tayini. *Klinik Gelişim Dergisi Adli Tıp Özel Sayısı*. 22, 114–121.
 45. Cunha, E., Baccino, E., Martrille, L., Ramsthaler, F., Prieto, J., Schuliar, Y., Lynnerup, N., Cattaneo, C. (2009). The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Science International*, 193(1-3), 1-13.

46. Greulich, W.W., Pyle, S.I. (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*, 2nd ed. Stanford University Pres, California: Stanford.
47. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Cameron, N., Marshall, W.A., Healy, M.J., Goldstein, H. (1983). *Assesment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*, 2nd ed. Academic Pres, London,UK.
48. Meinl, A., Huber, C.D., Tangl, S., Gruber, G. M., Teschler-Nicola, M.and Watzek, G. (2008). Comparison of the validity of three dental methods for the estimation of age at death. *Forensic Science International*, 178(2–3), 96–105.
49. Miletich, I. and Sharpe, P.T. (2003). Normal and abnormal dental development. *Human Molecular Genetics*, 12(1), 69-73.
50. Chiego, D.J. (2014). *Essentials of oral histology and embryology a clinical approach* (4th edt.) Elsevier Health Sciences, Mosby.
51. Sadler, T.W. (2012). *Langman's Medical embriology*. 12th edition, Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer, Philadelphia, 283-285.
52. Hand, A. R. ve. Frank M. E. (2014). *Fundamentals of Oral Histology and Physiology*. John Wiley & Sons, Inc. 44-147.
53. Pinkham, J.R. (1994). *Pediatric dentistry: infancy through adolescence*. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 166-656.
54. Almonaitiene, R., Balciuniene, I. and Tutkuviene, J. (2010). Factors influencing permanent teeth eruption. Part one – general factors. *Stomatologija*, 12(3), 67–72.
55. Molnar, S. (1971). Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *American Journal of Physical Anthropology*, 34(2), 175-189.
56. Bhussry, B.R. (1958). Chemical and physical studies of enamel from human teeth. II. Specific gravity, nitrogen content, and hardness rating of discolored enamel. *Journal of Dental Research*, 37(6), 1045-1053.
57. Kunin, A.A., Evdokimova, A.Y., and Moiseeva, N.S. (2015). Age-related differences of tooth enamel morphochemistry in health and dental caries. *Official journal of European Association for Predictive, Preventive and Personalised Medicine*, 6(1), 3.
58. Nanci, A. (2008). *In: Ten Cate's Oral Histology. Development, Structure, and Function*, 7th Ed. St. Louis, Missouri;Mosby.
59. Van Rensburg, B.G.J. (1995). *Oral Biology*. Quintessence Pub. Co,Chicago,USA.
60. Ketterl, W. (1983). Age-induced changes in the teeth and their attachment apparatus. *International Dental of Journal*, 33(3), 262-271.
61. Benzer, S. (1948). The development and morphology of physiological secondary dentin. *Journal of Dental Research*, 27(5), 640-646.
62. Zilberman, U. ve Smith, P. (2001). Sex-and Age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Advances in Dental Research*, 15, 42–45.

63. Costa, R.L. (1986). Determination of age at death: dentition analysis. in *Dating and age determination of biological materials*. In: Zimmerman MR, Angel JL, editors. London: Croom Helm, 248–269.
64. Rösing, F.W., Kvaal, S.I. (1998). Dental age in adults -a review of estimation methods. *Dental Anthropology. Fundamentals, Limits, and Prospects*. Wien, New York: Springer, 443–468.
65. Philippas G.G., Applebaum, E. (1966). Age factor in secondary dentin formation. *Journal of Dental Research*, 45(3), 778–789.
66. Philippas, G.G., Applebaum E. (1967). Age changes in the permanent upper lateral incisor. *Journal of Dental Research*, 46(5), 1002–1009.
67. Nalbandian, J., Gonzales, F., Sognnaes, RF. (1960). Sclerotic age changes in root dentin of human teeth as observed by optical, electron, and x-ray microscopy. *Journal of Dental Research*, 39(3), 598–607.
68. Cool, S.M., Forwood, M.R., Campbell, P., Bennett, M.B. (2002). Comparisons between bone and cementum compositions and the possible basis for their layered appearances. *Bone*, 30(2), 386–392.
69. Clayden, A.M., Young, W.G., Zhang, C.Z., Harbrow, D., Romaniuk, K., Waters, M.J. (1994). Ultrastructure of cementogenesis as affected by growth hormone in the molar periodontium of the hypophysectomized rat. *Journal Periodontal Research*, 29(4), 266–275.
70. Ren, F., Li, C., Xi, H., Wen, Y., Huang, K. (2009). Estimation of human age according to telomere shortening in peripheral blood leukocytes of Tibetan. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 30(3), 252–255.
71. Li, H., Bartold, P.M., Young, W.G., Xiao, Y., Waters, M.J. (2001). Growth Hormone Induces Bone Morphogenetic Proteins and Bone-Related Proteins in the Developing Rat Periodontium. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(6), 1068–1076.
72. Solheim, T. (1990). Dental cementum apposition as an indicator of age. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 98(6), 510–519.
73. Shahin, K.A., Chatra, L., Shenai, P. (2013). Journal of Forensic Radiology and Imaging Dental and craniofacial imaging in forensics. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1(2), 56–62.
74. Ciapparelli, L. (1992). The chronology of dental development and age assessment. in *Practical Forensic Odontology*, Clark D.H.(ed). Oxford: Boston, Wright, 22–42.
75. Schour, I., Massler, M. (1941). The development of the Human Dentition. *Journal of the American Dental Association*. 28, 1153–1160.
76. Gleiser, I. and Hunt, E.E. (1955). The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *American Journal of Physical Anthropology*, 13(2), 253–283.
77. Liversidge, H.M., Molleson, T.I. (1999) Developing permanent tooth length as an estimate of age. *Journal of Forensic Sciences*, 44(5), 917–920.

78. Karadayi, B. (2010). *Dişlerden erişkin ve erişkin olmayan bireylerden yaş belirlenmesi: dijital radyolojik teknik uygulamaları*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü.
79. Moorrees, C.F., Fanning, E.A. and Hunt, E.E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research*, 42,1490-1502.
80. Smith, B. (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. in *Advances in Dental Anthropology*, MA Kelly and CS Larsen,(ed). New York: Wiley-Liss, 143–168.
81. Anderson, DL., Thompson, G.W. and Popovich, F. (1976). Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *Journal of Forensic Sciences*, 21(1), 191-200.
82. Mörnstad, H., Staaf, V. and Welander, U. (1994). Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 102(3), 137-143.
83. Demirjian, A., Goldstein, H. and Tanner, J.M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 45(2), 211-227.
84. Liversidge, H.M., Speechly, T., Hector, M.P. (1999). Dental maturation in British children: are Demirjian's standards applicable? *International Journal of Paediatric Dentistry*, 9(4), 263-269.
85. Demirjian, A. (1986). Dentition. in *Human Growth, A Comprehensive Treatise* Falkner, F. and Tanner, JM.(ed.), Plenum Publishing, London, England, 269-295.
86. Frucht, S., Schnegelsberg, C., Schulte-Mönting, J., Rose, E. and Jonas, I. (2000). Dental age in southwest Germany. A radiographic study. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 61(5), 318-329.
87. Phillips, V.M., Van Wyk Kotze, T.J. (2009). Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three south African children samples. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 27(2), 20-28.
88. Tunc, E.S. and Koyuturk, A.E. (2008). Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Science International*, 175(1), 23-26.
89. Nur, B., Kuşgöz, A., Bayram, M., Çelikoğlu, M., Nur, M., Kayıpmaz, S., Yıldırım, S. (2012). Validity of demirjian and nolla methods for dental age estimation for Northeastern Turkish children aged 5–16 years old. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 117(5), 871–7.
90. Celik, S., Zeren, C., Çelikel, A., Yengil, E., Altan, A. (2014). Applicability of the Demirjian method for dental assessment of southern Turkish children. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 25, 1–5.
91. Celikoğlu, M., Cantekin, K., Ceylan, I. (2011). Dental Age Assessment: The Applicability of Demirjian Method in Eastern Turkish Children. *Journal of Forensic Science*, 56(1), 220–222.
92. Willems, G. (2001). A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *Journal of Forensic Odontostomatology*, 19(1), 9-17.

93. Altan, H.O., Altan, A., Bilgiç, F., Sözer Ö.A., Damlar, İ. (2016). The applicability of Willems' method for age estimation in southern Turkish children: A preliminary study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 38, 24–27.
94. Cameriere, R., Ferrante, L. and Cingolani, M. (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *International Journal of Legal Medicine*, 120(1), 49-52.
95. Cameriere, R., Ferrante, L., De Angelis, D., Scarpino, F., Galli, F. (2008). The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International Journal of Legal Medicine*, 122, 493–497.
96. Gulsahi, A., Tirali, R.E., Cehreli, B.S., De Luca, S., Ferrante, L. and Cameriere, R. (2015). Forensic anthropology population data the reliability of Cameriere's method in Turkish children: A preliminary report," *Forensic Science International*, 249, 319.e1-319.e5.
97. Prapanpoch, S., Dove, S.B. and Cottone, J.A. (1992). Morphometric analysis of the dental pulp chamber as a method of age determination in humans. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 13(1), 50-55.
98. Bang, G. ve Ramm, E. (1970). Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontologica Scandinavica*, 28(1), 3-35.
99. Solheim, T. (1993). A new method for dental age estimation in adults. *Forensic Science International*, 59(2), 137-147.
100. Maples, WR. ve Rice, PM. (1979). Some difficulties in the Gustafson dental age estimations. *Journal of Forensic Sciences*, 24(1), 168-172.
101. Dalitz, G.D. (1962). Age determination of adult human remains by teeth examination. *Journal of the Forensic Science Society*, 3(1), 11–21.
102. Johanson, G. (1971). Age determination from human teeth," *Odontologisk. Revy*, 22, 1–126.
103. Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J.F., Tavernier, J.C., Nossintchouk, R.M. ve Zerilli A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences*, 37(5), 1373-1379.
104. Scott, E.C. (1979). Dental wear scoring technique. *American Journal of Physical Anthropology*, 51(2), 213-218.
105. Kim, Y.K., Kho, H.S., Lee, K.H. (2000). Age estimation by occlusal tooth wear. *Journal of Forensic Sciences*, 45(2), 303-309.
106. Smith, BH. (1984). Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology*, 63(1), 39-56.
107. Tomenchuk, J. and Mayhall, JT. (1979). Correlation of tooth wear and age among modern igloolik eskimos. *American Journal of Physical Anthropology*, 51(1), 67-78.
108. Mays, S.A. (2002). The relationship between molar wear and age in an early 19th century AD archaeological human skeletal series of documented age at death. *Journal of Archaeological Science*, 29(8), 861–871.

109. Song H. W. and Jia, J.T (1989). The estimation of tooth age from attrition of the occlusal surface. *Medicine, Science and the Law*, 29(1), 69–73.
110. Kambe, T., Yonemitsu, K., Kibayashi, K., Tsunenari, S. (1991). Application of a computer assisted image analyzer to the assessment of area and number of sites of dental attrition and its use for age estimation. *Forensic Science International*, 50(1), 97-109.
111. Ball, J. (2002). A critique of age estimation using attrition as the sole indicator. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 20(2), 38–42.
112. Whittaker, D.K. Ryan, S., Weeks, K. and Murphy, W.M (1987). Patterns of approximal wear in cheek teeth of a Romano-British population. *American Journal Of Physical Anthropology* 73,389-396.
113. İscan, M.Y. and Steyn, M. (2013). *The Human Skeleton in Forensic Medicine*, Third Edit. Charles C Thomas, Springfield, Illinois, USA.
114. Solheim, T. (1989). Dental root translucency as an indicator of age. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 97(3), 189-197.
115. Whittaker, D.K. and Bakri, M.M. (1996). Racial variations in the extent of tooth root translucency in ageing individuals. *Archives of Oral Biology*, 41(1), 15-19.
116. Afşin, H. (1999). *İskelet kalıntılarında dişlerden yaş tayininde dentin transparasyonu görüntü analizi yöntemi*. Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi / Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.
117. Stott, G.G., Sis, R.F., Levy, B.M. (1982). Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *Journal of Dental Research*, 61(6), 814-817.
118. Wittwer-Backofen, U., Gampe, J. ve Vaupel, JW. (2004). Tooth cementum annulation for age estimation: results from a large known-age validation study. *American Journal of Physical Anthropology*, 123(2), 119-129.
119. Aggarwal, P., Saxena, S., and Bansal, P. (2008). Incremental lines in root cementum of human teeth: an approach to their role in age estimation using polarizing microscopy. *Indian Journal of Dental Research*, 19(4), 326-330.
120. Renz, H. ve Radlanski, R.J. (2006). Incremental lines in root cementum of human teeth--a reliable age marker? *Homo—Journal of Comparative Human Biology*, 57(1), 29-50.
121. Miller, C.S., Dove, S.B. ve Cottone, J.A. (1988). Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. *Journal of Forensic Sciences*, 33(1), 137-143.
122. Helfman, P.M. and Bada, J.L. (1975). Aspartic acid racemization in tooth enamel from living humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 72(8), 2891-2894.
123. Ohtani, S. and Yamamoto, K. (1991). Age estimation using the racemization of amino acid in human dentin. *Journal of Forensic Sciences*, 36(3), 792-800.
124. Ritz, S., Schütz, H.W. and Peper, C. (1993). Postmortem estimation of age at death based on aspartic acid racemization in dentin: its applicability for root dentin. *International Journal of Legal Medicine*, 105(5), 289-293.

125. Mörnstad, H., Pfeiffer, H. and Teivens, A. (1994). Estimation of dental age using HPLC-technique to determine the degree of aspartic acid racemization. *Journal of Forensic Sciences*, 39(6), 1425–1431.
126. Sajdok, J., Pilin, A., Pudil, F., Zídková, J. and Káš, J. (2006). A new method of age estimation based on the changes in human non-collagenous proteins from dentin. 156, 245–249.
127. Benesova, T., Honzátko, A., Pilin, A., Votruba, J., Flieger, M. (2004). A modified HPLC method for the determination of aspartic acid racemization in collagen from human dentin and its comparison with GC. *Journal of Separation Science*, 27(4), 330–334.
128. Carolan, V.A., Gardner, M.L.G., Lucy, D., Pollard, A.M.L.(1997). Some considerations regarding the use of amino acid racemization in human dentine as an indicator of age at death. *Journal of Forensic Sciences*, 42(1), 10–16.
129. Waite, E.R., Collins, M.J., Ritz-Timme, S., Schutz, H.W., Cattaneo, C., Borrman H. (1999). A review of the methodological aspects of aspartic acid racemization analysis for use in forensic science. *Forensic Science International*, 103, 113–124.
130. Spalding, K.L., Buchholz, B.A., Bergman, L.E., Druid, H. and Frisén, J. (2005). Forensics: age written in teeth by nuclear tests. *Nature*, 437(7057), 333-334.
131. Johnson, F.B., Sinclair, D.A. and Guarente, L. (1999). Molecular Biology of Aging Review. *Cell*, 96(2) 291–302.
132. Takasaki, T., Tsuji, A., Ikeda, N. and Ohishi, M. (2003). Age estimation in dental pulp DNA based on human telomere shortening. *International Journal of Legal Medicine*, 117(4), 232-234.
133. Cameriere, R., Ferrante, L., Belcastro, M.G., Bonfiglioli, B., Rastelli, E. and Cingolani, M. (2007). Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by mesial and vestibular peri-apical X-rays. *Journal of Forensic Sciences*, 52(5), 1151-1155.
134. Woods, M.A., Robinson, Q.C., Harris, E.F. (1990). Age-progressive changes in pulp widths and root lengths during adulthood: a study of American blacks and whites. *Gerodontology*, 9(2), 41–50.
135. Paewinsky, E., Pfeiffer, H., Brinkmann, B. (2005). Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms-a contribution to forensic age estimation methods in adults. *International Journal of Legal Medicine*, 119(1), 27-30.
136. Martin-de las Heras, S., Valenzuela, A., Bellini, R., Salas, C., Rubiño, M., Garcia, J.A. (2003). Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry. *Forensic Science International*, 132(1), 57-62.
137. Lackovic, K.P. and Wood, R.E. (2000). Tooth root colour as a measure of chronological age. *Journal of Forensic Odontostomatology*, 18(2), 37–45.
138. Solheim, T. (1988). Dental color as an indicator of age. *Gerodontics*, 4, 114–118.
139. Kvaal, S. I., Koppang, H.S., and Solheim, T. (1994). Relationship between age and deposit of peritubular dentine. *Gerodontology*, 11(2), 93–8.

140. Amariti, M.L., Restori, M., De Ferrari, F., Paganelli, C., Faglia, R., Legnani, G. (2000). A histological procedure to determine dental age. *Journal of Forensic Odontostomatology*, 18(1), 1-5.
141. Drusini, A.G. (1993). Age estimation from teeth using soft X-ray findings. *Anthropologischer Anzeiger*, 51(1), 41-46.
142. Drusini, AG., Toso, O. and Ranzato C. (1997). The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *American Journal of Physical Anthropology*, 103(3), 353-363.
143. Mısırlıoğlu, M., Nalcaci, R., Adisen, M.Z., Yilmaz, S., Yorubulut, S. (2014). Age estimation using maxillary canine pulp/tooth area ratio, with an application of Kvaal's methods on digital orthopantomographs in a Turkish sample. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 46(1), 27-38.
144. Meinl, A., Tangl, S., Pernicka, E., Fenes, C. and Watzek, G. (2007). On the applicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *Journal of Forensic Science*, 52(2), 438-441.
145. Bosmans, N., Ann, P., Aly, M. and Willems, G. (2005). The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. *Forensic Science International*, 153(2-3), 208-212.
146. Landa, MI., Garamendi, PM., Botella, MC. And Alemán, I. (2009). Application of the method of Kvaal et al. to digital orthopantomograms. *International Journal of Legal Medicine*, 123(2), 123-128.
147. Erbudak, H.Ö., Özbek, M., Uysal, S., Karabulut, E. (2012). Application of Kvaal et al.'s age estimation method to panoramic radiographs from Turkish individuals. *Forensic Science. International*, 219, 141-146.
148. Morse, DR. (1991). Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 72(6), 721-745.
149. Philippas, GG. and Applebaum, E. (1968). Age change in the permanent upper canine teeth. *Journal of Dental Research*, 47(3), 411-417.
150. Porto, L.V., Celestino da Silva Neto, J., Anjos Pontual, A.D., Catunda, R.Q. (2015). Evaluation of volumetric changes of teeth in a Brazilian population by using cone beam computed tomography. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 36, 4-9.
151. Aboshi, H., Takahashi, T., and Komuro, T. (2010). Age estimation using microfocus x-ray computed tomography of lower premolars. *Forensic Science International* 200 (1-3), 35-40.
152. Harorlı, A. (2014). *Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri Tic. Ltd. Şti. 207-546.
153. Morse, D.R., Esposito, J.V., Kessler, H.P., Gorin, R. (1994). Age estimation using dental periapical radiographic parameters. A review and comparative study of clinically based and regression models with the Operation Desert Storm victims. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 15(4), 303-318.

154. Pasler, FA., Visser, H. (2007). *Pocket Atlas of Dental Radiology* (1st ed). Stuttgart: Thieme, 139.
155. Mallya, A., Lurie, SM. (2014). Panoramic Imaging. in *Oral Radiology: Principles and Interpretation*, 7th ed., White, M. Pharoah, SC. (ed.) St. Louis Missouri, Mosby, Elsevier, 166–184.
156. Akarslan, Z.Z., Erten, H., Güngör, K. and Celik, İ. (2003). Common errors on panoramic radiographs taken in a dental school. *The journal of contemporary dental practice*, 4(2), 24–34.
157. Celik, M., Beyaztas, F.Y., Bütün, C. (2012). The importance of virtopsy in the forensic autopsy. *Journal Forensic Medicine*, 26(2), 124-133.
158. Peters, O.A., Laib, A., Rügsegger, P., Barbakow, F. (2000). Three-dimensional analysis of root canal geometry by high- resolution computed tomography. *Journal of Dental Research*, 79(6), 1405–1409.
159. Rhodes, J.S., Ford, T.R., Lynch, J.A., Liepins, P.J. and Curtis, R.V. (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *International Endodontic Journal*, 32(3), 165–170.
160. Olejniczak AJ, Tafforeau, P., Smith, T.M., Temming, H., Hublin J.J. (2007). Technical note: compatibility of microtomographic imaging systems for dental measurements, *American Journal of Physical Anthropology*, 134, 130–134.
161. Acar, B., Kamburoğlu, K., Tatar, İ., Arıkan, V., Çelik, H.H., Yüksel, S., Özen, T. (2015). Comparison of micro-computerized tomography and cone-beam computerized tomography in the detection of accessory canals in primary molars. *Imaging Science in Dentistry*, 45, 205–211.
162. Maret, D., Molinier, F., Braga, J., Peters, O.A., Telmon, N., Treil, J., Inglessè, J.M., Cossie, A., Kahn, J.L., and Sixou, M. (2010). Accuracy of 3d reconstructions based on cone beam computed. *International & American Associations for Dental Research*, 89(12), 1465–1469.
163. Scarfe, WC., Farman, AG. (2009). Cone-beam computed tomography. In: White, SC., Pharoah, MJ. (Eds). *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (6th edition). St. Louis Missouri: Mosby Elsevier, 225-243.
164. Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Martini, P.T., and Andreis, I.A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, 8(9), 1558-1564.
165. Dugal, R., Gupta, AK., Musani, SI., Kheur, MG. (2011). Cone beam computed tomography: A review. *Universal Research Journal of Dentistry*, 1(1), 30-37.
166. Scarfe, W.C., and Farman, A.G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work?. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
167. Scarfe, W.C., Farman, A.G., and Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *The Journal of the Canadian Dental Association*, 72(1), 75-80.

168. Kau, C.H., Bozic, M., English, J., Lee, R., Bussa, H., Ellis, R.K. (2009). Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region – an update. *The International Journal of Medical Robotics and. Computer Assisted Surgery*, 5, 366–380.
169. Farman, AG., Scarfe, WC. (2009) The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Seminars in Orthodontics*, 15(1), 2–13.
170. Uysal, S. (2010). Konik ışınli bilgisayarlı tomografi. *Türkiye Klinikleri,Diş Hekimliği Bilimleri Özel Dergisi*, 1(29), 36–43.
171. Tyndall, D.A., Rathore, S. (2008). Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *The Dental Clinics of North America*, 52, 825–841.
172. Boyacıoğlu, H., Güneri, P. (2006). Basic statistical methods used in health research. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(3), 33–39.
173. Ferrante, L., Cameriere, R. (2009). Statistical methods to assess the reliability of measurements in the procedures for forensic age estimation. *International Journal of Legal Medicine*, 123, 277–283.
174. Köse, K.S. (2007). Korelasyon ve regresyon analizi. *Türk Toraks Derneği 8. yıllık kongresi mezuniyet sonrası eğitim kursları*. Türk Toraks Derneği 8. yıllık kongresi mezuniyet sonrası eğitim kursları.
175. Sümbüloğlu, K.ve Sümbüloğlu V. (2009). *Biyoistatistik*, 13. baskı. Ankara, Hatiboğlu Yayınevi.
176. Ateş, C., Öztuna, D., Genç, Y. (2009). Sağlık araştırmalarında sınıf içi korelasyon katsayısının kullanımı. *Türkiye Klinikleri*, 1(2),59–64.
177. Ercan İ., Kan, İ. (2004). Ölçeklerde güvenirlik ve geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 211–216.
178. Büken, B., Safak, A.A, Yazıcı, B., Büken, E., Mayda, A.S. (2007). Is the assessment of bone age by the Greulich–Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Science. International*, 173(2–3), 141-53.
179. Willems, G., Moulin-Romsee, C. and Solheim, T. (2002). Non-destructive dental-age calculation methods in adults: intra- and inter-observer effects. *Forensic Science International*, 126(3), 221-226.
180. Patil S. K., Mohankumar, K.P., Donoghue, M. (2014). Estimation of age by Kvaal’s technique in sample Indian population to establish the need for local Indian - based formulae. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 6(3), 166–170.
181. Chandramala, R., Sharma, R., Khan, M. and Srivastava, A. (2012) Application of Kvaal’ s technique of age estimation on digital panoramic. *Dentistry*, 2(6), 6–10.
182. Bang, G., (1989). Age changes in teeth: developmental and regressive. in *Age markers in the human skeleton*, İscan, M.Y., (Ed). Springfield (IL), CC Thomas, 211–235.
183. Schulze, R., Krummenauer, F., Schalldach, F., Hoedt, B. (2000). Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 29(1),52–56.


184. Cameriere, R., De Luca, S., Aleman, I., Ferrante, L., Cingolani, M. (2012). Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Science International*, 214(1–3), 105–112.
185. Ge, Z.P., Yang, P., Li, G., Zhang, J.Z., Ma, X.C. (2016). Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images, *International Journal of Legal Medicine*, 130(4) 1159–1167.
186. Neelakantan, P., Subbarao, C., Subbarao, C.V. (2010). Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root c. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1547–1551.
187. Pinchi, V., Pradella, F., Buti, J., Baldinotti, C., Focardi, M. ve Norelli, G.A. (2015). A new age estimation procedure based on the 3D CBCT study of the pulp cavity and hard tissues of the teeth for forensic purposes: A pilot study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 36, 150–157.







EK-1. Etik Kurulu Raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 15/09/2015-107091



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu**


* B E A C 3 J D Y L *



Sayı : 77082166-604.01.02-
Konu : Değerlendirme ve Onay

Sayın Doç. Dr. Kahraman GÜNGÖR
Ağız,Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Başkanlığı - Öğretim Üyesi

Tez danışmanı olduğunuz, Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Gülsün AKAY'ın tez çalışması olan "*Yetişkin Türk Populasyonu için Yaş ve Cinsiyet Tayininde Pulpa/Diş Hacim Oranı ve Kvaal Metodunun Uygulanabilirliklerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinde İncelenmesi*" başlıklı araştırma öneriniz incelenmiş ve Üniversitemiz Etik Komisyon ilkelerine uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-İmzalıdır
Prof. Dr. Aysu DUYAN ÇAMURDAN
Komisyon Başkanı


EK :
1 Liste

Ankara
Tel:0 (312) 202 69 58 Faks:0 (312) 202 46 73
İnternet Adresi :<http://etikkurul.gazi.edu.tr/>

Bilgi için :Şenay Seloğlu
Genel Evrak Sorumlusu

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2. Aydınlatılmış Onam Formu



GAZİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI
HASTA ONAM FORMU

Hasta Adı-Soyadı : _____ Tarih:/...../ 2012

Doğum Yılı : _____ Dosya No: **004900**

Sayın Hastamız/ Hasta Yakınımız,

Hastalığınız ve hastalığınızın tanı ve tedavisi için size önerilen işlem ve tedaviler hakkında bilgi sahibi olmak en doğal hakkınızdır. Tıbbi tedavinin yararlarını ve olası risklerini öğrendikten sonra yapılacak işleme rıza göstermek veya göstermemek yine kendi kararınıza bağlıdır. Arzu ettiğiniz takdirde ağız sağlığınız ile ilgili tüm bilgi ve dökümanlar size veya uygun göreceğiniz bir yakınınıza verilebilir. Yasal ve Tıbbi zorunluluk taşıyan durumlar dışında bilgilendirmeyi reddedebilirsiniz. İsteddiğiniz zaman verdiğiniz izni geri çekme hakkına sahipsiniz. Bu durum sizin bundan sonraki tedavinizi hiçbir şekilde aksatmayacaktır. Ancak yasal açıdan bu hakkınız 'tıbbi yönden bir sakınca bulunmaması' şartına bağlıdır. Bu durum gerçekleştiğinde, Aydınlatılmış Onamı Geri Çekme Tutanağı düzenlenerek bu belgenin arkasına eklenecektir.

- Diş hekimi/ sorumlu sağlık personeli tarafından ağız sağlığımın durumu hakkında bilgilendirildim.
- Ağız, diş ve çene hastalıklarının teşhisi için uygulanması gereken klinik ve radyolojik muayene yöntemleri konusunda bilgi aldım.
- Oluşabilecek komplikasyonlar ve olası riskler ayrıntıları ile anlatıldı.
- Bu tanı, tedavi işlemini reddettiğim zaman ağız sağlığımı tehdit edici başka hangi risklerin olabileceğini bu tanı/tedavi yerine uygulanabilecek başka bir uygulamanın bulunup bulunmadığı konusunda bilgilendirildim.
- Bu tanı/tedavi yöntemlerinin olasılığı ve ek tedavi yöntemi gerektirebilecek durumlar hakkında bilgilendirildim.
- Diş hekiminin tanı/tedavi esnasında gerekirse diğer hekimlerden konsültasyon isteyebileceği ve tedavi sürecine katılabileceği, eğitim amaçlı olarak öğretim üye ve elemanlarının yanı sıra diş hekimliği stajyer öğrencilerinin, öğretim üye ve elemanlarının denetiminde tedavi sürecinde yer alabileceği, eğitim ve bilimsel amaçlı olarak kimlik bilgileri gizli tutularak klinik fotoğraflarının çekilebileceği ve klinik verilerin, tanı, bilimsel, eğitim veya araştırma amaçlı kullanılabileceği bana açıklandı.
- Dr./Stj.Dt.'ın yetkisi, gözlemi ve yöntemi altında
- Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi kliniğinde klinik ve radyolojik muayene yöntemlerinin üzerinde/ vekil olduğum hasta üzerinde gerçekleştirilmesine izin veriyorum.
- Kronik hastalıklarım şunlardır:
- Bu hastalıklar için.....ilaçları kullanmaktayım.
- Bayan hastalar için: hamilelik durumumu ve ihtimalimi bildirdiğimi beyan ederim.

Not:

	Adı, Soyadı	İmza
Hasta veya Yasal Temsilcisi*		
Tanık		
Tercüman		
Sorumlu Sağlık Personeli		

*Yasal temsilci: Vesayet altındakiler için vasi, reşit olmayanlar için anne/baba bunların bulunmadığı durumlarda birinci derece kanuni mirasçılar. 1. nüsha (Kurumumuzda kalacaktır), 2. nüsha (Hastaya verilecektir)

ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, adı : AKAY, Gülsün
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 1978, Ankara
 e-mail : akay.gulsun@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniv. Diş Hekimliği Fak. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.D.	2017
Lisans	Gazi Üniv. Diş Hekimliği Fak.	2000
Lise	Ankara-Çankaya Kurtuluş Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2001-2014	SAĞLIK BAKANLIĞI Bala Ana Çocuk Sağlığı Merkezi-Ankara Çamlıca Sağlık Ocağı-Ankara Tepebaşı ADS Hastanesi-Ankara	Diş Tabibi
2014-Devam ediyor	Gazi Üniv. Diş Hekimliği Fak. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.D.	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Ozgur Bulut, Kahraman Gungor, Nicolle Thiemann, Ismail Hizliol, Safa Gurcan, Baki Hekimoglu, Elif Kaya, Melih Ozdede & Gulsun Akay Repeatability of facial soft tissue thickness measurements for forensic facial reconstruction using X-ray images. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 2016. Doi: 10.1080/00450618.2015.1137970.
2. Alkurt T. M., Peker İ., Demirel O., Akay G., Güngör K., Üçok C.Ö. (2016). The Prevalence Of Antral Exostoses In Maxillary Sinuses Evaluated By Cone-Beam Computed Tomography. *Journal of Dental Science*, 2016;11(3),225–230.
3. Gulsun Akay, Oguzhan Demirel, Ilkay Peker, Kahraman Gungor, Meryem Toraman Alkurt, Ozlem Uçok.(2016). Idiopathic antral exostoses: Two rare cases in maxillary sinus. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology* 2016; 2(4),40-43.



GAZİ GELECEKTİR..

