

**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI**



**KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ**  
**GÖRÜNTÜLERİ İLE ALT İKİNCİ MOLAR DİŞLERİN KÖK**  
**PULPASININ RADYOGRAFİK GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜN YAŞ**  
**TAYİNİ AMACIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**SEMA SERİN**

**BOLU, MART - 2022**



**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI**



**KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ**  
**GÖRÜNTÜLERİ İLE ALT İKİNCİ MOLAR DİŞLERİN KÖK**  
**PULPASININ RADYOGRAFİK GÖRÜNÜRLÜĞÜNÜN YAŞ**  
**TAYİNİ AMACIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**SEMA SERİN**

**TEZ DANIŞMANI**  
**DOÇ. DR. SEVAL BAYRAK**

**BOLU, MART - 2022**

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim 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.

Teze ilişkin 15/03/2022 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %3 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' ndan 2021/143 sayılı kararı ile izin alınmıştır.

.....  
**DT. SEMA SERİN**

## TEŞEKKÜR

Tez dönemim boyunca kıymetli vaktini benden esirgemeyerek, sonsuz bir sabırla beni her zaman çalışmaya ve daha iyisini yapmaya teşvik eden, her konuda yol göstericiliği ve hoşgörüsüyle bana destek olan, lisans döneminde ve uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, kendisini her konuda örnek aldığım, benim için çok değerli olan, her zaman sonsuz bir sevgi ve minnetle hatırlayacağım değerli danışman hocam Doç. Dr. Seval BAYRAK'a,

Kıymetli değerlendirmeleri ile tezime katkıda bulunan, klinikte farklı bakış açısıyla her zaman ufkumu genişleten, değerli hocam ve jüri üyem Doç. Dr. Oğuzhan DEMİREL'e.

Uzmanlık eğitimim boyunca akademik bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, meslek hayatım boyunca her zaman örnek alacağım değerli hocam Doç. Dr. Duygu GÖLLER BULUT'a,

Tez konumun bulunması ve yazımı sırasında yardımlarını benden esirgemeyen, önemli yorumlarıyla tezime katkıda bulunan, değerli jüri üyem Dr. Öğr. Üyesi Dilara Nil GÜNAÇAR'a,

Tez dönemimde ve asistanlık süresince bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, sevgili kıdemlim Dt. Feyza AKALIN KUNUK'a ve tezimi yazarken bana klinikte yardımcı olan, beraber çalışmaktan keyif aldığım sevgili mesai arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen, maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan ve beni koşulsuz seven Canım Aileme,

Ve tabi ki,

Yaşadığım tüm zorlukları kendisiyle paylaştığımda beni hep sabırla dinleyen, bana umut ve güç veren, enerjisine ve hayal gücüne hayran olduğum, beni her zaman destekleyen, hayattaki en büyük şansım Onur CANPOLAT'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dt. Sema SERİN

## ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı, Türk subpopülasyonunda mandibular ikinci molar dişlerin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinde kök pulpası görünürlük yöntemini kullanarak kronolojik yaşı ve bireyin 18 yaş altı veya üzerinde olduğunu tahmin etmektir.

Çalışmaya, yaşları 15-75 arasında değişen 699 kişinin 1023 mandibular ikinci molar dişinin KIBT görüntüleri dahil edildi ve Olze'nin kök pulpası görünürlük yöntemi kullanılarak dört evrede değerlendirme yapıldı. Evrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve evreler ile kronolojik yaş arasındaki ilişki değerlendirildi. Evreler ve kronolojik yaş karşılaştırması One-Way ANOVA modeli ile yapıldı ve Post-Hoc Tukey testi ile farklı evreler belirlendi. Evrelerin 18 yaş eşğine göre dağılımı analiz edildi. Gözlemci içi güvenilirlik Kappa testi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi.

Her iki cinsiyet için de hem sağ hem de sol mandibular ikinci molar dişlerde evre arttıkça ortalama yaşta anlamlı bir artış gözlemlendi. Kadın ve erkeklerde Evre 0, Evre 1 ve Evre 2 yaş ortalamaları sırasıyla 27,21 ve 28,93; 33,68 ve 37,69; 40,9 ve 44,88 yıl olarak bulundu. Evre 0 ve Evre 1 hem 18 yaş altı hem de üstü bireylerde bulunurken, 18 yaş altı bireylerde Evre 2 ve Evre 3 görülmedi. Bilateral değerlendirme yapılan 323 kişiden 71'inde sağ ve sol taraf arasında farklı evreler görüldü.

Türk subpopülasyonunda Olze'nin kök pulpası radyografik görünürlük yöntemi kullanılarak mandibular ikinci molarların KIBT görüntülerinde yaş tahmini yapılabilir. Bu çalışmanın sonuçları Türk subpopülasyonuna özgüdür. Bu araştırmanın sonuçlarını desteklemek için homojen cinsiyet, yaş ve evre dağılımlarına sahip farklı popülasyonlarda daha fazla örneklem içeren yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Kök Pulpası Radyografik Görünürlük Metodu, Yaş Tayini, Konik Işınli BT, Alt İkinci Molar Diş

## ABSTRACT

The aim of this thesis study is to estimate the chronological age and determine whether the individual is below or above the age of 18, using the root pulp visibility method on cone-beam computed tomography (CBCT) images of mandibular second molars in the Turkish subpopulation.

The study included CBCT images of 1023 mandibular second molar teeth of 699 individuals aged between 15-75 years old and the evaluation was made using Olze's root pulp visibility method in four stages. Descriptive statistics of the stages and the relationship between the stages and the chronological age were assessed. Comparison between the stages and chronological age was made with the One-Way ANOVA model and the different stages were determined with the Post-Hoc Tukey test. The distribution of the stages according to the 18 years threshold was analyzed. Intra-observer reliability was evaluated with the Kappa test. Statistical significance level was accepted as  $p < 0.05$ .

For both genders, a significant increase in the mean age was observed as the stage of both right and left mandibular second molars increased. The mean ages of Stage 0, Stage 1, and Stage 2, for females and males were found 27.21 and 28.93, 33.68 and 37.69, 40.9 and 44.88 years, respectively. While Stage 0 and Stage 1 were found both in individuals below and above the age of 18, Stage 2 and Stage 3 were not observed in individuals below 18 years of age. Different stages were observed between the right and left sides in 71 of 323 individuals who had undergone bilateral evaluation.

Age estimation can be made on CBCT images of mandibular second molars using Olze's root pulp visibility method in the Turkish subpopulation. The results of this study are specific to the Turkish subpopulation. Further investigations with more samples in different populations, including homogenous gender, age, and stage distributions are required(needed) to support the results of this research.

**KEYWORDS:** Root Pulp Visibility Method, Age Determination, Cone Beam CT, Lower Second Molar Tooth

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
İÇİNDEKİLER .....	3
ŞEKİL LİSTESİ.....	5
TABLO LİSTESİ.....	6
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	7
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>8</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>10</b>
2.1 Tarihçe .....	10
2.2 Yaş Tayini.....	10
2.3 Yaş Tayin Yöntemleri.....	11
2.4 Yaş Tayininde Radyografilerin Kullanımı .....	12
2.4.1 Yaş Tayininde KIBT Kullanımı .....	13
2.5 Sekonder Dentin Birikiminin Yaş Tayinindeki Yeri .....	14
2.6 Kök Pulpası Radyografik Görünürlük Metodu ile Yaş Tayini.....	14
2.7 Daimi İkinci Molar Dişlerin Yaş Tayininde Kullanımı.....	16
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>18</b>
3.1 Etik Kurul Onayı.....	18
3.2 Çalışma Grubunun Oluşturulması .....	18
3.3 KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi.....	19

3.4 Görüntülerin İncelenmesi .....	20
3.5 Kök Pulpası Radyografik Görünürlük Evreleri .....	20
3.6 İstatistiksel Analiz .....	21
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>22</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>27</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>36</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>37</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 1:** Olze metoduna göre kök pulpası radyografik görünürlük sınıflaması (13).  
..... 16
- Şekil 2:** KIBT görüntüleri üzerinde Olze Metodu'na göre kök pulpası radyografik görünürlük evreleri.....21



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

- Tablo 1.** Çalışmaya dahil edilen 37 ve 47 numaralı dişlerin sayı ve yüzde (%) dağılımı..... 22
- Tablo 2.** 37 ve 47 numaralı dişlerin erkeklerde, kadınlarda ve tüm çalışma popülasyonunda dağılım sıklığı ..... 23
- Tablo 3.** 47 numaralı dişin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları ..... 23
- Tablo 4.** 37 numaralı dişin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları ..... 24
- Tablo 5.** Çalışmaya dahil edilen tüm dişlerin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları..... 25
- Tablo 6.** 37 ve 47 numaralı dişleri bilateral olarak bulunan bireylerde evre dağılımı ..... 25
- Tablo 7.** 37 ve 47 numaralı dişlerin kronolojik yaş ile kök pulpası radyografik görünürlük evreleri arasındaki ilişki ..... 26
- Tablo 8.** 18 yaş eşik değerine göre 37 ve 47 numaralı dişlerin evre dağılımı.. 26

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>AÇ</b>	: Alt Çeyrek
<b>BT</b>	: Bilgisayarlı Tomografi
<b>CBCT</b>	: Cone-Beam Computed Tomography
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>FOV</b>	: Field of View
<b>KIBT</b>	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
<b>kVp</b>	: Kilovolt Peak
<b>mA</b>	: Miliamper
<b>Mak</b>	: Maksimum
<b>Min</b>	: Minimum
<b>MRG</b>	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>n</b>	: Diş Sayısı
<b>N</b>	: Birey Sayısı
<b>PR</b>	: Panoramik Radyografi
<b>SD</b>	: Standart Deviasyon
<b>sn</b>	: Saniye
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for Social Sciences
<b>ÜÇ</b>	: Üst Çeyrek

# 1. GİRİŞ

Adli bilimlerin en önemli konularından biri olan yaş tayini, çeşitli nedenlerle kronolojik yaşı bilinmeyen bireylerde, bireye ait fiziksel veya biyokimyasal parametreler değerlendirilerek tahmini yaşı hesaplanmasıdır (1). Kimliği bilinmeyen veya şüpheli olan bireylerde, medeni, adli veya medikal durumlarda kronolojik yaşı tespiti için yaş tayinine ihtiyaç duyulmaktadır (1, 2).

Diş ve kemik dokuların, büyüme ve gelişiminin değerlendirilmesi kolay uygulanabilir ve tekrarlanabilir olması nedeniyle yaş tayininde sık kullanılmaktadır (3). Kemik gelişimi; sistemik hastalıklar, ırk, çevresel ve coğrafik faktörler gibi birçok faktörden etkilenirken; dişler mekanik, kimyasal, fiziksel etkenlere ve zamana karşı son derece dirençli olmaları nedeniyle yaş tayininde araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (4).

Dental dokuların kullanıldığı yaş tayin yöntemleri genel olarak histolojik, morfolojik ve radyografik olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Dişlerin histolojik özelliklerini temel alan yöntemlerin invaziv olması, komplike laboratuvar işlemler gerektirmesi ve fazla zaman harcanması nedeniyle uygulanması zor olan yöntemlerdir (5, 6). Ancak radyografik tekniklerin invaziv olmaması, hem yaşayan hem ölü bireylerde inceleme imkânı sunması, kolay ve hızlı uygulanabilir yöntem olması gibi birçok avantajları bulunmaktadır (7).

Çocuklarda dişlerin büyüme ve gelişim aşamaları ile sürme zamanları; yetişkinlerde ise daimi dişlerde meydana gelen biyokimyasal ve morfolojik değişimler incelenerek farklı metotlarla yaş tayin çalışmaları yapılmaktadır (8, 9). Dişler sürdükten sonra oluşmaya başlayan ve ömür boyu süren sekonder dentin birikiminin, yetişkinlerde farklı yöntemlerle yaş tayininde kullanıldığı çalışmalar literatürde mevcuttur (10-12).

Yapılan çalışmalar arasında sekonder dentin birikiminin, kron ve kök pulpasında neden olduğu daralmanın, uzunluk, alan ve hacim ölçümleriyle değerlendirilmesinin yanı sıra kök pulpasının radyografik görünürlüğü de yaş tayin çalışmalarında incelenmiştir (13-15). 2010 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, Olze ve arkadaşları, alt üçüncü molar dişleri, kök pulpası radyografik görünürlük

metoduna göre panoramik radyografi (PR) görüntüleri üzerinde değerlendirmiş ve dört evreden oluşan yeni bir sınıflandırma sistemi tarif etmişlerdir (13).

Yapılan yaş tayin çalışmalarının çoğunda iki boyutlu görüntüleme yöntemi olan PR tekniği kullanılmıştır (14, 16, 17). İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinde, süperpozisyon, magnifikasyon ve distorsiyon bozulmaları nedeniyle incelenen yapıların gerçeğe yakın ölçümleri yapılamamasından kaynaklı limitasyonlar üç boyutlu görüntüleme yöntemleriyle ortadan kaldırılmıştır (18). Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) teknolojisindeki gelişmeler ve KIBT kullanımının diş hekimliği pratiğinde yaygınlaşması, adli odontoloji alanında KIBT görüntüleri üzerinde de çalışmalar yapılmasına olanak sağlamıştır (19).

Alt ikinci molar dişlerin, 12-15 yaş aralığında ağıza sürmeleri, büyüme ve gelişim evrelerini birinci molar, premolar ve anterior dişlere nazaran daha geç tamamlamaları, kron ve kök morfolojisinin üçüncü molar dişlere nazaran konjenital dental anomalilerden, birinci molar dişlere nazaran da çürük vb. edinsel lezyonlardan daha az etkilenmesi ve üçüncü molar dişlere göre agenezine nadir rastlanması gibi avantajlarından dolayı, alt ikinci molar dişler literatürde PR görüntüleri üzerinde kök pulpası radyografik görünürlük metoduna dayalı dental yaş tayin çalışmalarında kullanılmıştır (20, 21).

Bu tez çalışmasında, Türk subpopülasyonunda KIBT görüntüleri üzerinde, alt ikinci molar dişlerde kök pulpası radyografik görünürlük metodu ile bireyin kronolojik yaşının tahmini ile bireyin 18 yaş altı veya üzeri olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Tarihçe

Dental dokuların yaş tayininde kullanılmasına dair ilk çalışmalara 19. yüzyılda İngiltere'de başlanmıştır. Edwin Saunders 1837'de, 1049 çocuğun dişlerini ve boylarını inceledikten sonra İngiliz parlamentosuna “Teeth A Test Of Age” başlıklı bir yazı sunarak, dişlerin yaş tayininde kullanılabilirliği ve yaş tayini uygulamaları hakkında bilgi yayınlayan ilk araştırmacı olmuştur (22). Edwin Saunders bu çalışmasında ayrıca fiziksel parametre olan boy ile dişleri kıyaslamış ve dişlerin yaş tayini için boydan daha güvenilir bir parametre olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu çalışmada, henüz daimi ikinci molar dişi sürmeyen bir çocuğun yaşının fabrikada çalışmak için yeterli olmadığı beyan edilerek, fabrikada çalışması engellenmiştir (23).

### 2.2 Yaş Tayini

Kronolojik yaş, sosyal, kültürel ve adli durumlarda bireyin identifikasyonu için gerekli bir parametredir. Gerçek yaşı bilinmeyen bireylerde bireyin kronolojik yaşı hakkında bilgi veren göstergelere duyulan ihtiyaç nedeniyle günümüzde yaş tayininin önemi katlanarak artmaktadır (24).

Şüpheli ölümler ve doğal afetler nedeniyle kimliği belirlenemeyen cesetler, ülkemizde geçmiş yıllarda nüfus kayıtlarının düzenli tutulmaması veya zamanında yapılmaması nedeniyle gerçek yaşı bilinmeyen bireyler ve kimlik bilgileri şüpheli olan bireylerde cezai ve hukuki sorumluluk alma, işlediği suçun hukuki anlam ve sonuçlarını algılama gibi adli durumlarda; sporcuların yaşlarına uygun bir bantta yarışmasını sağlamayı amaçlayan rekabetçi sporlarda; okula başlama, memuriyete girme, askere alınma, evlilik, emeklilik gibi medeni durumlarda kronolojik yaşın tespiti için yaş tayinine ihtiyaç duyulmaktadır (2, 25). Son yıllarda, Orta Doğu'da yaşanan savaşlar nedeniyle ülkemizde sayısı artan yabancı uyrukluların kimlik bilgileri ya da doğum tarihleri hakkında kayıtların olmaması ya da şüpheli bilgilerin olması bu bireylerde cezai, hukuki ve iltica işlemlerinin seyri için yaş tayinini gerekli kılmaktadır (26). Bunların yanı sıra, ortodontik ve pediatrik diş hekimliğinde tedavi planlamasında, pediatrik tıp ve endokrinoloji gibi medikal alanlarda bazı hastalıkların seyrinin izlenmesi, tedavinin uygun zamanda

yapılabilmesi için bireyin kronolojik yaşının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır (27, 28). Yaşı bilinmeyen bir kişinin çocuk veya yetişkin olması, medeni ve yasal sorumlulukları değiştireceğinden yaş tayin yönteminin güvenilir ve kesin olması gerekmektedir (29). Tüm bu nedenlerden dolayı günümüzde pratik, kısa sürede uygulanabilen, tekrarlanabilir ve düşük maliyetli yeni yaş tayin yöntemleri geliştirilmeye çalışılırken, mevcut yöntemlerin de güvenilirliği araştırılmaktadır.

### **2.3 Yaş Tayin Yöntemleri**

Kronolojik yaş, bir bireyin doğumdan itibaren geçirdiği süre olarak tanımlanır (30). Büyüme ve gelişim süreci, genetik, epigenetik, hormonal, çevresel, ve beslenme gibi faktörlerden etkilendiğinden, kronolojik yaş bireyin büyüme ve gelişim sürecini değerlendirmede her zaman kesin sonuçlar vermemektedir (31). Aynı kronolojik yaşa sahip bireyler arasında görülen büyüme ve gelişim sürecindeki farklılıklar, biyolojik ya da fizyolojik yaş kavramının tanımlanmasını gerekli kılmıştır (32). Fizyolojik yaş, bireyin kronolojik yaşıyla orantılı olarak somatik, cinsel, dental ve iskeletsel olgunluk ile tahmin edilebilen büyüme ve gelişim sürecini ifade eder (33). Ancak somatik ve cinsel büyüme, gelişim aşamalarına dayalı yaş tayin metotlarının, kemik gelişimine dayalı yaş tayin yöntemleri kadar güvenilir olmadığı literatürde bildirilmiştir (34). Kemik gelişimiyle ilgili epifiz kapanması, kemik uzunluğu, kemikleşme merkezlerinin gelişimi gibi verilere dayalı yaş tayin çalışmaları yapılmakla beraber; bu parametrelerin ırk, konjenital sendromlar, endokrin hastalıklar, sistemik hastalıklar, beslenme bozuklukları ve çevresel faktörler gibi birçok değişkenden etkilendiği bilinmektedir (34, 35).

Dental gelişim ise iskeletsel büyüme ve gelişimin, potansiyel bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve bu konuyla ilgili literatürde çalışmalar devam etmektedir (36). Dişler, sert yapısal özellikleri nedeniyle, fiziksel, kimyasal, mekanik etkilere ve zamana karşı dirençli olup, morfolojik yapılarını uzun süre korumaktadır. Ayrıca dental dokular, çevresel faktörlerden çok genetik faktörler tarafından kontrol edildiğinden, vücudun diğer organlarına nazaran hormonal, beslenme ve patolojik değişikliklere karşı daha az duyarlıdır. Tüm bu üstünlükleri dental dokuların farklı yöntemlerle yaş tayini çalışmalarında tercih edilmesini sağlamaktadır (7, 29, 37).

Dental yaş tayin yöntemleri, dental dokuların morfolojik, biyokimyasal ve radyolojik yöntemlerle incelenmesi esasına dayanır. Morfolojik yöntemler, uzun zaman isteyen, karmaşık laboratuvar işlemler ve ilgili dişin çekilmesini gerektiren yöntemlerdir (5). Gustafson'un, 1950 yılında dişlerde yaşlanmaya bağlı meydana gelen atrizyon, periodontal doku kaybı, sekonder dentin birikimi, sement apozisyonu, kök transparanlığı ve kök rezorpsiyon miktarını değerlendirerek skorlama sistemini geliştirdiği çalışma, morfolojik yöntemlere örnek gösterilebilir (11). Ancak morfolojik yöntemler, bazı durumlarda incelenen dişin çekimini gerektirebileceğinden kültürel, dini, bilimsel veya etik nedenlerden dolayı yaşayan bireylerde her zaman uygulanamamaktadır (5).

Biyokimyasal yöntemler, amino asitlerin rasemizasyonuna dayanmaktadır. D-aspartik asit kalıntılarının, in situ rasemizasyonun bir sonucu olarak metabolik olarak stabil ve uzun ömürlü proteinlerde yaşla birlikte arttığı gözlenmiştir (38). Buna bağlı olarak dentin, mine ve sementte yaşa bağlı D-aspartik asit birikimi mevcuttur (38, 39). Helfman ve Bada tarafından 1975 yılında gerçekleştirilen çalışmada, diş minesindeki aspartik asit rasemizasyonunun yaşla birlikte arttığı bildirilmiştir (40). Ancak biyokimyasal yöntemler de, morfolojik yöntemler gibi dokunun ex-vivo ortamda incelenmesini gerektirdiğinden çok yaygın kullanılamamaktadır (40).

#### **2.4 Yaş Tayininde Radyografilerin Kullanımı**

Radyolojik yöntemler adli bilimlerde, X-ışınının keşfinden bir yıl sonra 1896 yılında, bir kurbanın kafasındaki mermilerin varlığını göstermek için kullanılmıştır (41). Diş hekimliğinin rutin klinik uygulamalarında vazgeçilmez olan radyografik yöntemler, yaş tayininde hem yaşayan hem ölü bireylerde kullanılabilen, basit, non-invaziv, tekrarlanabilir, arşivlenebilir ve dijitalleşme sayesinde güvenilirliği ve doğruluğu artmış yöntemlerdir (42, 43). Bu amaçla periapikal, okluzal, bitewing gibi intraoral radyografilerin yanı sıra lateral oblik, sefalometrik, panoramik gibi ekstraoral, iki boyutlu konvansiyonel ya da dijital radyografiler kullanılmaktadır (7, 44). Literatürde panoramik ve periapikal radyografilerin kullanıldığı yaş tayin çalışmaları geniş yer tutmaktadır (14, 45-48). Ancak bu radyografilerdeki imaj distorsiyonu ve magnifikasyon gibi boyutsal değişiklikler, incelenen yapılara diğer anatomik yapıların süperpozisyonu ve iki

boyutlu doğaları nedeniyle lineer ve alan ölçümlerinde sonuçların gerçeği yansıtmaması, hacimsel ölçümlerin yapılamaması gibi dezavantajlar bildirilmiştir (49). İki boyutlu radyografilerdeki bu limitasyonların önüne geçmek amacıyla, incelenen objelerin üç boyutlu olarak sagittal, aksiyal ve koronal düzlemlerde, cross-sectional kesitlerde; magnifikasyon, distorsiyon ve süperpozisyon olmaksızın incelenmesine imkan sağlayan manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), KIBT gibi ileri görüntüleme yöntemleri diş hekimliği pratiğinde kullanıma girmiştir (50).

#### **2.4.1 Yaş Tayininde KIBT Kullanımı**

KIBT, aksiyal, sagittal, koronal ve kesitsel düzlemlerde incelenen yapının görüntüsünü süperpozisyonsuz ve gerçek boyutlarıyla veren ileri görüntüleme yöntemidir (18). Geleneksel BT'ye kıyasla radyasyon dozunun düşük olması, rekonstrüksiyon süresinin kısa olması, izotropik voksel kullanımı sayesinde yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmesi, özel yazılım programlarıyla beraber hacim ve alan ölçümlerinin yapılabilmesi gibi avantajlara sahiptir (51). Ayrıca diğer üç boyutlu görüntüleme yöntemlerine göre maliyetinin daha az olması ve birçok merkezde bulunması hastalara ait KIBT arşivlerinin oluşmasını ve hekimlerin KIBT görüntülerine kolay ulaşabilmesini sağlamıştır (52).

KIBT, diş hekimliğinde maksillofasiyal bölgedeki kemik yapıları, paranasal sinüsleri, temporomandibuler eklem bölgesini, dişleri ve destek dokularının görüntülemeye sık tercih edilmektedir. Ayrıca ortodontik ve endodontik tedavilerde; implantolojide, ortognatik cerrahi planlamasında; maksillofasiyal bölgede yer alan deformite, travma, enfeksiyon ve neoplazi gibi patolojilerin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (18).

KIBT teknolojisindeki gelişmeler ve KIBT kullanımının diş hekimliği pratiğinde yaygınlaşması, dental dokularda meydana gelen değişikliklerin kronolojik yaşla ilişkisini araştıran adli odontolojik yöntemlerin, KIBT görüntüleri üzerinde de çalışılmasına olanak sağlamıştır. Bu çalışmalarda dişlerin germ gelişimi ve mineralizasyon aşamaları, açık kök apekslerinin ölçümü, bukkal alveol kemik yüksekliği, pulpa, kron ve kökün meziodistal, bukkolingual/palatal, superioinferior boyutları, pulpa kron ve kökün alan ve hacim ölçümleri ile bu ölçümlerin birbirlerine oranının yanı sıra kök pulpası radyografik görünürlüğü,

periodontal ligament radyografik görünürlük metotları kullanılmıştır (13-15, 53-59).

## **2.5 Sekonder Dentin Birikiminin Yaş Tayinindeki Yeri**

Dişler mine, dentin, sement ve pulpa olmak üzere dört ana bileşenden oluşur. Dentin, vücudun kalsifiye dokusudur ve ağırlıkça %70'i inorganik yapıdan, %20'si organik yapıdan ve %10'u sudan oluşmaktadır. Tüm pulpayı çevreleyen dentin dokusu, krona mine, kökte sement ile kaplıdır (12). Diş gelişiminde, diş henüz işlevsel hale gelmeden önce pulpanın etrafında bulunan, odontoblastlar tarafından yapılan dentine primer dentin; diş kökünün apikali kapandıktan sonra, diş erüpte olup fonksiyona girmeye başlayınca yapılan dentine ise sekonder dentin denir (5). Pulpanın etrafında biriken sekonder dentin, primer dentinin pulpal yüzeyinde yer alır ve yapımı yaşam boyu devam eder. Sekonder dentin birikimi pulpa boşluğunun boyutlarında sürekli bir azalmaya veya obliterasyona neden olur (60). Sekonder dentinin bu özelliğinden faydalanılarak, gerek histolojik gerek radyolojik yöntemlerle sekonder dentin miktarının değerlendirildiği çalışmaların birinde, pulpa boşluğundaki daralma radyolojik yöntemlerle incelenmiş, dişler üzerinde üç farklı seviyede uzunluk ölçümü yapılarak, pulpa boşluğu genişlik oranları ile kronolojik yaş arasındaki ilişki araştırılmıştır (61). Diğer bir çalışmada ise çekilmiş 100 diş üzerinde histolojik olarak sekonder dentin kalınlığı ile kronolojik yaş arasındaki korelasyona bakılmış ve sekonder dentin kalınlığına göre hesaplanan tahmini yaş ile kronolojik yaş arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir (62).

## **2.6 Kök Pulpası Radyografik Görünürlük Metodu ile Yaş Tayini**

Çocuklarda dental yaş tayini için sıklıkla diş gelişim aşamaları değerlendirilmektedir (63). Klinik olarak daimi dişlerin gelişimi 17-21 yaşlarında üçüncü molar dişlerin sürmesi ile tamamlandıktan sonra dişlerin büyüme ve gelişim evrelerine göre yaş tayini yapılması zor olmaktadır (64). Bundan dolayı, erişkinlerde dişlerin büyüme ve gelişim evreleri tamamlandıktan sonra, dental dokularda meydana gelen değişiklikleri değerlendiren yaş tayin metotları geliştirilmiştir (53, 56, 65). Bu metotlarda atrizyon, sement apozisyonu, sekonder dentin birikimi, kök transparanlığı gibi çeşitli parametreler değerlendirilmiştir (61, 66-68). Ancak bu çalışmalarda çevresel faktörler, diyet, ilaç kullanımı, diş sıkma,

diş gıcırdatma, okluzal travma ve yabancı cisim ısırma gibi faktörler atrizyona ve sement apozisyonuna sebep olduğu için, çalışmalarda limitasyonlara ve çalışma sonuçlarında farklılıklara neden olabilmektedir (69, 70). Bununla birlikte sekonder dentin birikiminin ömür boyu devam etmesi, çevresel faktörlerden çok etkilenmemesi nedeniyle, özellikle yetişkinlerde sekonder dentin birikimine bağlı yaş tayin çalışmalarının sıkça yapıldığı ve bu yöntemlerin güvenilir olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (71-73).

Sekonder dentin birikimine bağlı olarak bazı araştırmacılar pulpa uzunluğunun, diş ve kök uzunluğuna oranı gibi lineer ölçümler kullanarak, bazı araştırmacılar ise pulpa boyutları ile diş boyutlarını kıyaslayan üç boyutlu alan ve hacim ölçümlerini kullanarak farklı yaş tayin çalışmaları gerçekleştirmişlerdir (49, 56, 60). Bu çalışmalarda Molina ve ark. (56), KIBT görüntüleri üzerinde dişlerin pulpa/diş hacim oranını ölçerek bu parametrenin kronolojik yaşla ilişkisine bakmıştır. Başka bir çalışmada ise Cameriere ve ark. (60), periapikal radyografi görüntüleri üzerinde maksiller, mandibular santral ve lateral dişlerin pulpa/diş alan oranının kronolojik yaşla ilişkisini değerlendirmiş ve kesici dişlerdeki pulpa/diş alan oranının diğer yaş tayin yöntemleriyle birlikte kullanılabileceğini bildirmiştir.

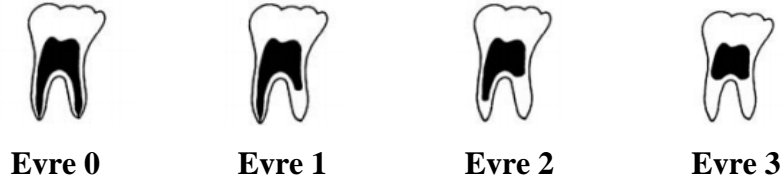
Olze ve ark. ise 2010 yılında sekonder dentin birikimine bağlı pulpa dokusunda meydana gelen azalmayı esas alarak tamamen pulpanın radyografik görünürlüğü üzerine bir metot geliştirmişler ve bu metodu üçüncü molar dişler üzerinde değerlendirmişlerdir (13). Bu metoda göre kök pulpası radyografik görünürlüğü dört aşamada sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre (13);

**Evre 0:** Her iki kök pulpası, furkasyon bölgesinden apikale kadar uzanır.

**Evre 1:** Köklerden birinde kök pulpası, furkasyon bölgesinden apikale kadar uzanır, diğer kök pulpası apikale ulaşmamak koşuluyla furkasyon bölgesi ile apikal arasında herhangi bir yerde sonlanabilir.

**Evre 2:** Kök pulpası her iki kökte de furkasyon bölgesinin altında ve apikale ulaşmamak koşuluyla, kökün herhangi bir yerinde sonlanabilir.

**Evre 3:** Kök pulpası her iki kökün tamamında furkasyon bölgesinden itibaren görülmez (Şekil 1).



**Şekil 1:** Olze metoduna göre kök pulpası radyografik görünürlük sınıflaması (13).

## 2.7 Daimi İkinci Molar Dişlerin Yaş Tayininde Kullanımı

Literatürde birinci, ikinci ve üçüncü molar dişler kullanılarak yapılan, kök pulpası radyografik görünürlüğünün değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur (74). Birinci molar dişler 6 yaşında oral kaviteye süren, oral hijyen eksikliği ve hipoplaziye bağlı çürük ve endodontik nedenlerle erken yaşta çekimine sık rastlanılan dişlerdir (75, 76).

Üçüncü molar dişler, 8-10 yaşlarında kalsifikasyonu başlayan, 17-21 yaşlarında oral kaviteye süren, apikal kapanması 18-25 yaşlarında tamamlanan ve ağıza en son süren dişlerdir (77). Ancak, üçüncü molar dişlerin agenezi prevalansının %17-28 arasında olması, kök anomalilerinin sık görülmesi, gömülü kalma oranlarının fazla olması, perikoronit nedeniyle çekilmiş olması gibi dezavantajları vardır (78).

Alt ikinci molar dişler ise 12-13 yaşları arasında sürer ve yaklaşık 14-15 yaşlarında kök apikali kapanır (79). İkinci molar dişlerin birinci molar dişlere nazaran çürükten daha az etkilenmesi nedeniyle ağızda uzun süreli retansiyonunun olması; çürük, okluzal travma vb. faktörlere bağlı tersiyer dentin birikiminin ikinci molar dişlerde daha az görülmesi; kron ve kök morfolojisinin üçüncü molar dişlere nazaran dental anomalilerden daha az etkilenmesi gibi avantajlara sahiptir. Bu avantajlarından dolayı, kök pulpası radyografik görünürlük metoduna dayalı dental yaş tayin çalışmalarında alt ikinci molar dişlerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (20, 21). Bu çalışmaların sayısının henüz yeterli olmaması ile birlikte, ikinci molar dişlerin değerlendirildiği çalışmalarda araştırmacılar bu yöntemlerin farklı popülasyonlarla ve farklı tekniklerle gerçekleştirilmesini önermektedir (80, 81).

Bu tez çalışmasında, Olze metoduna göre Türk subpopülasyonunda 15-75 yaş arası bireylerde KIBT görüntüleri üzerinde, alt ikinci molar dişlerin kök pulpası

radyografik görünürlük evreleri ile kronolojik yaş arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'dan oluru alındı (Karar No: 2021/143) (Ek 1: Etik Kurul Onayı)

#### 3.2 Çalışma Grubunun Oluşturulması

Bu çalışmada, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı radyoloji arşivinde Ocak 2015 ve Mayıs 2021 tarihleri arasında herhangi bir nedenle (kist, tümör, ortodontik tedavi, implant cerrahisi vb.) çekilmiş KIBT görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 15 yaşından büyük bireyler,
- Sistemik olarak sağlıklı, büyüme ve gelişmeyi etkileyebilecek ilaç kullanımını bulunmayan, radyoterapi ve kemoterapi hikayesi olmayan bireyler,
- Kök gelişimini tamamlamış ve apikali kapanmış, en az bir mandibular ikinci molar dişe sahip olan bireyler,
- Periodontal açıdan sağlıklı ve çürük lezyonu bulunmayan mandibular ikinci molar dişler,
- Köklerinde herhangi bir gelişimsel ya da kazanılmış anomalisi bulunmayan, furkasyon bölgesi ve kökleri net olarak izlenen mandibular ikinci molar dişler,
- Yeterli diagnostik kaliteye sahip, incelenen bölgede artefakt, kist, tümör vb. edinsel ya da kazanılmış lezyonların bulunmadığı KIBT görüntüleri, çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışma dışı tutulma kriterleri:

- Anamnezinde büyüme ve gelişimi etkileyebilecek sistemik hastalığı bulunan bireyler,

- Dental öyküsünde, diş sıkma, diş gıcırdatma gibi tersiyer dentin birikimine neden olabilecek parafonksiyonel alışkanlıkları bulunan bireyler,
- Büyüme, gelişim ve erüpsiyonunu tamamlamamış veya gömülü kalmış mandibular ikinci molar dişler,
- Konkresens, dilaserasyon gibi kök anomalisi bulunan, tek, üç veya daha fazla köklü, C şekilli kanallara sahip mandibular ikinci molar dişler,
- Çürük veya enfekte kökü bulunan mandibular ikinci molar dişler,
- Dolgu, kanal tedavisi, veneer kron gibi dental restorasyonu bulunan mandibular ikinci molar dişler,
- Kökünde rezorpsiyon, fraktür veya apikalinde lezyonu bulunan mandibular ikinci molar dişler,
- Orofasiyal travma, kemik grefti için alıcı veya donör bölge, cerrahi operasyon bölgesi, kist-tümör vb. oluşumlarla iştirakli mandibular ikinci molar dişler,
- Radyografik açıdan yeterli görüntüleme kalitesine sahip olmayan, artefaktı bulunan ve mandibular ikinci molar dişin tamamen görüntülenemediği KIBT görüntüleri, çalışmaya dahil edilmemiştir.

### **3.3 KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi**

Çalışmada kullanılan radyografiler i-CAT 3D (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) dental tomografi cihazı ile elde edildi. Görüntüler, 16x6-13 cm görüntüleme alanı (FOV=field of view); 0.3 mm<sup>3</sup> voksel boyutu; 120 kVp, 7 mA, 4,8 sn ışınlama parametreleri ile elde edildi.

Hasta konumlandırılırken üretici firmanın önerdiği şekliyle çene desteği ve baş sabitleyici bant kullanıldı. Hasta dik oturma pozisyonunda, sırt ve başının arkası desteklere tam degecek şekilde ayarlandı. Baş, okluzal düzlem yere paralel, sagittal düzlem yere dik olacak şekilde cihaza ait rehber çizgilere göre konumlandırıldı.

### **3.4 Görüntülerin İncelenmesi**

Bireylerin demografik bilgileri (isim, soy isim, cinsiyet, doğum tarihi) ve KIBT çekim tarihi bir Excel (Office 2016) dosyasına kaydedildi. KIBT çekim tarihinden bireyin doğum tarihi çıkarılarak kronolojik yaş tam sayı olarak hesaplanıp Excel dosyasına kaydedildikten sonra farklı bir gözlemci tarafından (S.B.) her bir bireye numara verildi. Çalışmaya dahil edilen bireylere ait KIBT görüntüleri aynı gözlemci (S.B.) tarafından bir hard diske (WD Elements 1 Tb USB 3.0) aktarıldı. Aktarma esnasında bireylere ait demografik veriler kullanılmayıp bireylere karşılık gelen sayılarla kaydetme işlemi yapıldı. Böylelikle KIBT görüntülerini inceleyen araştırmacının (S.S.), bireylerin demografik bilgilerini görmesi önlendi.

Bireylere ait görüntüler, i-CAT Vision (ver.1.9) yazılım programıyla beraber, 1920x1080 piksel, 15,6 İnç, 5. nesil Intel® Core™i5-3230M modelinde işlemciye sahip dizüstü bilgisayar (Lenovo Ideapad Z500) kullanılarak doğal ışıkta incelendi. Görüntüler 0.3 mm kesit kalınlığında aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerin yanı sıra panoramik rekonstrüksiyondan elde edilen 0.3 mm kalınlığındaki kesitsel düzlemlerde incelendi. Bu değerlendirmelerin tamamı tek bir gözlemci (S.S.) tarafından gerçekleştirildi.

Çalışmaya dahil edilen KIBT görüntüleri üzerinde önce 37 numaralı dış değerlendirildi. Tüm görüntülerde 37 numaralı dışın değerlendirilmesi tamamlandıktan sonra 47 numaralı dışın değerlendirilmesi yapıldı. Çalışma kriterlerine uyan hem 37 hem de 47 numaralı dışın bulunduğu KIBT görüntülerinde aynı anda değerlendirme yapılmadı. Değerlendirme esnasında elde edilen verileri kaydetmek için yeni bir Excel dosyası gözlemci tarafından (S.S.) oluşturuldu.

Tüm görüntülerin değerlendirilmesi tamamlandıktan sonra gözlemci içi güvenilirliği test etmek amacıyla aynı gözlemci tarafından görüntülerin %10'u tekrar değerlendirildi.

### **3.5 Kök Pulpası Radyografik Görünürlük Evreleri**

Bu tez çalışmasında, yaş tayini amacıyla kök pulpasının radyografik görünürlük yöntemi, Olze'nin (13) yaptığı sınıflandırma esas alınarak kullanıldı. Bu sınıflandırmaya göre;

**Evre 0:** Her iki kök pulpası, furkasyon bölgesinden apikale kadar uzanır.

**Evre 1:** Köklerden birinde kök pulpası, furkasyon bölgesinden apikale kadar uzanır, diğer kök pulpası apikale ulaşmamak koşuluyla furkasyon bölgesi ile apikal arasında herhangi bir yerde sonlanabilir.

**Evre 2:** Kök pulpası her iki kökte de furkasyon bölgesinin altında ve apikale ulaşmamak koşuluyla, kökün herhangi bir yerinde sonlanabilir.

**Evre 3:** Kök pulpası her iki kökün tamamında furkasyon bölgesinden itibaren görülmez (Şekil 2).



**Evre 0**

**Evre 1**

**Evre 2**

**Evre 3**

**Şekil 2:** KIBT görüntüleri üzerinde Olze Metodu'na göre kök pulpası radyografik görünürlük evreleri.

### 3.6 İstatistiksel Analiz

Gözlemci içi güvenilirlik Kappa istatistiği ile değerlendirildi. Cinsiyet, dişlerin kök pulpası radyografik görünürlük evreleri gibi kategorik özelliklerin dağılımı, sayı ve % frekans olarak hesaplandı. Kronolojik yaş açısından cinsiyetlerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-test kullanıldı. Ayrıca kronolojik yaş bakımından evrelerin karşılaştırılmasında One-Way ANOVA modeli kullanıldı ve farklı olan evreler Post-Hoc Tukey testi ile belirlendi. 37 ve 47 numaralı dişlerin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerine göre kronolojik yaşlara ait tanımlayıcı istatistikler; ortalama, standart sapma (SD), medyan, birinci (25th) ve üçüncü (75th) katrıl, minimum ve maksimum değerler hesaplandı. Kronolojik yaş ile dişin kök pulpası radyografik görünürlük evreleri arasındaki ilişki Spearman rank korelasyon analizi ile incelendi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi ve analizlerde SPSS® (Statistical Package for Social Sciences 8 ver.23) programı kullanıldı.

## 4. BULGULAR

Çalışmada, 322'si (%46,1) erkek ve 377'si (%53,9) kadın hastaya ait olmak üzere toplam 699 bireyin KIBT görüntüleri incelendi. Çalışmaya dahil edilen erkeklerin, kadınların ve çalışma popülasyonunun yaş ortalaması sırasıyla 34,31; 31,49; 32,79 yıl olarak bulundu.

Gözlemci içi güvenilirliği değerlendirmek amacıyla bir ay sonra rastgele seçilen 101 dişin tekrar değerlendirilmesi sonucunda gözlemci içi uyumun oldukça yüksek olduğu görüldü (Kappa = 0,917,  $p < 0,001$ ).

Çalışmaya dahil edilen 37 ve 47 numaralı dişlerin; erkeklerde, kadınlarda ve tüm çalışma popülasyonundaki sayı ve yüzde (%) dağılımı Tablo 1'de verildi. Çalışmaya dahil edilen 37 ve 47 numaralı diş sayısı ile toplam diş sayısı açısından cinsiyetler arası anlamlı farklılık görülmedi ( $p$  değeri sırasıyla 0,722; 0,403; 0,665).

**Tablo 1.** Çalışmaya dahil edilen 37 ve 47 numaralı dişlerin sayı ve yüzde (%) dağılımı

	N	37 n (%)	47 n (%)	p
<b>Erkek</b>	322	231 (%71,7)	243 (%75,5)	0,665
<b>Kadın</b>	377	275 (%72,9)	274 (%72,7)	
<b>Toplam</b>	699	506 (%72,4)	517 (%73,9)	
<b>p</b>		0,722	0,403	

N:Birey Sayısı, n:Diş Sayısı

Tablo 2'de, çalışmada incelenen 37 ve 47 numaralı dişlerin tek veya çift taraflı bulunmasına göre dağılımı verilmiş olup, çalışmaya dahil edilen bireylerin 182 (%26) tanesinde yalnızca 37 numaralı diş değerlendirilirken; 194 (%27,8) tanesinde yalnızca 47 numaralı diş; 323 (%46,2) tanesinde ise 37 ve 47 numaralı diş bilateral olarak değerlendirildi.

**Tablo 2.** 37 ve 47 numaralı dişlerin erkeklerde, kadınlarda ve tüm çalışma popülasyonunda dağılım sıklığı

	N	Yalnız 37 n (%)	Yalnız 47 n (%)	37 ve 47 n (%)
<b>Erkek</b>	322	79 (%24,5)	91 (%28,3)	152 (%47,2)
<b>Kadın</b>	377	103 (%27,3)	103 (%27,3)	171 (%45,4)
<b>Toplam</b>	<b>699</b>	<b>182 (%26,0)</b>	<b>194 (%27,8)</b>	<b>323 (%46,2)</b>

N: Birey Sayısı, n: Diş Sayısı

Tablo 3'te, bireylerin 47 numaralı diş için kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaş açısından tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları verilmiş olup, erkeklerde, kadınlarda ve cinsiyet ayrımı gözetmeksizin tüm çalışma popülasyonunda, Evre 0, 1 ve 2 arasında kronolojik yaş açısından anlamlı fark olduğu ve 0'dan 2'ye doğru evre arttıkça yaş ortalamasının anlamlı düzeyde arttığı görüldü ( $p < 0,001$ ). Ayrıca cinsiyetler arası kronolojik yaş açısından her bir evre ayrı ayrı kıyaslandığında Evre 0 ve Evre 2'de kadın ve erkekler arasında anlamlı fark görülmezken, Evre 1'de erkeklerin yaş ortalaması kadınların yaş ortalamasından anlamlı düzeyde büyük bulundu (p değeri sırasıyla 0,229; 0,754; 0,013).

**Tablo 3.** 47 numaralı dişin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları

	Evre	N	Ort	SD	Min	Mak	AÇ	Medyan	ÜÇ	P
Erkek	0	126	28,33 <sup>a</sup>	11,298	15	61	19,00	24,00	36,00	<0,001
	1	87	36,67 <sup>b</sup>	12,412	15	75	27,00	35,00	45,00	
	2	30	45,07 <sup>c</sup>	9,443	29	66	37,00	44,00	52,00	
Kadın	0	157	26,76 <sup>a</sup>	10,638	15	59	18,00	24,00	33,00	<0,001
	1	86	32,28 <sup>b</sup>	10,429	15	64	26,00	30,00	38,25	
	2	31	44,03 <sup>c</sup>	15,411	20	71	31,00	46,00	55,00	
Toplam	0	283	27,46 <sup>a</sup>	10,945	15	61	19,0	24,00	34,00	<0,001
	1	173	34,49 <sup>b</sup>	11,646	15	75	26,50	32,00	41,50	
	2	61	44,54 <sup>c</sup>	12,733	20	71	35,50	46,00	52,50	

a,b,c: istatistiksel olarak farklılığı gösterir, N: Birey sayısı, Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon, Min: Minimum, Mak: Maksimum, ÜÇ: Üst Çeyrek, AÇ: Alt Çeyrek

Tablo 4'te, bireylerin 37 numaralı diş için kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaş açısından tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Evre 3, tüm çalışma popülasyonunda yalnızca bir kadın bireyde 37 numaralı dişte görüldüğü için tabloda yer verilmedi. 37 numaralı diş için erkeklerde, kadınlarda ve çalışma popülasyonunun tamamında kronolojik yaş açısından Evre 0, 1 ve 2 arasında anlamlı fark olduğu; Evre 0'ın görüldüğü bireylerin yaş ortalamasının hem erkeklerde hem kadınlarda hem de tüm çalışma popülasyonunda Evre 1 ve 2'den anlamlı düzeyde daha küçük olduğu görüldü. Ayrıca her bir evrenin görüldüğü kronolojik yaş, cinsiyetler arasında karşılaştırıldığında Evre 0'da cinsiyetler arasında fark yokken; Evre 1 ve Evre 2'de erkeklerin yaş ortalamasının kadınlardan anlamlı düzeyde büyük olduğu bulundu (p değeri sırasıyla 0,283; 0,032; 0,023).

**Tablo 4.** 37 numaralı dişin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları

	Evre	N	Ort	SD	Min	Mak	AÇ	Medyan	ÜÇ	p
Erkek	0	127	28,61 <sup>a</sup>	12,401	15	70	18,00	24,00	36,00	
	1	85	38,58 <sup>b</sup>	12,126	18	75	29,00	38,00	48,00	<0,001
	2	19	44,58 <sup>b</sup>	10,834	28	64	35,00	47,00	52,00	
Kadın	0	163	27,12 <sup>a</sup>	11,024	15	61	18,00	24,00	33,00	
	1	76	34,17 <sup>b</sup>	13,714	15	73	25,00	31,50	40,75	<0,001
	2	35	36,69 <sup>b</sup>	12,285	20	66	29,00	33,00	46,00	
Toplam	0	290	27,77 <sup>a</sup>	11,650	15	70	18,00	24,00	34,00	
	1	161	36,50 <sup>b</sup>	13,047	15	75	26,50	34,00	46,50	<0,001
	2	54	39,46 <sup>b</sup>	12,295	20	66	30,75	35,50	48,25	

a,b: istatistiksel olarak farklılığı gösterir, N: Birey sayısı, Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon, Min: Minimum, Mak: Maksimum, AÇ: Alt Çeyrek, ÜÇ: Üst Çeyrek

Tablo 5'te, çalışmaya dahil edilen tüm dişler için, kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaş açısından tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları verilmiş olup; erkeklerde, kadınlarda ve cinsiyet ayrımı gözetmeksizin tüm çalışma popülasyonunda, Evre 0, 1 ve 2 arasında kronolojik yaş açısından anlamlı fark olduğu ve 0'dan 2'ye doğru evre arttıkça yaş ortalamasının da anlamlı düzeyde arttığı görüldü (p<0,001). Ayrıca cinsiyetler arası kronolojik yaş açısından her bir evre ayrı ayrı kıyaslandığında Evre 0 ve Evre 2'de kadın ve

erkekler arasında anlamlı fark görülmezken, Evre 1’de erkeklerin yaş ortalaması kadınların yaş ortalamasından anlamlı düzeyde büyük bulundu (p değeri sırasıyla 0,165; 0,125; 0,012).

**Tablo 5.** Çalışmaya dahil edilen tüm dişlerin kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin kronolojik yaşa göre tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları

	Evre	N	Ort	SD	Min	Maks	AÇ	Medyan	ÜÇ	p
Erkek	0	158	28,93 <sup>a</sup>	12,193	15	70	19,00	24,50	37,00	<0,001
	1	123	37,69 <sup>b</sup>	12,187	15	75	28,00	37,00	48,00	
	2	41	44,88 <sup>c</sup>	10,100	28	66	36,50	44,00	52,00	
Kadın	0	195	27,21 <sup>a</sup>	11,056	15	61	18,00	24,00	34,00	<0,001
	1	123	33,68 <sup>b</sup>	12,642	15	73	25,00	31,00	40,00	
	2	58	40,90 <sup>c</sup>	14,101	20	71	30,50	37,50	50,50	
Toplam	0	353	27,98 <sup>a</sup>	11,593	15	70	18,00	24,00	35,00	<0,001
	1	246	35,69 <sup>b</sup>	12,553	15	75	26,00	34,00	44,25	
	2	99	42,55 <sup>c</sup>	12,695	20	71	32,00	41,00	52,00	

a,b,c: istatistiksel olarak farklılığı gösterir, N: Birey sayısı, Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon, Min: Minimum, Maks: Maksimum, AÇ: Alt Çeyrek, ÜÇ: Üst Çeyrek

Çalışmamızda 323 bireyde, 37 ve 47 numaralı dişler bilateral olarak değerlendirildi ve bu bireylerin 252 tanesinde hem 37 hem de 47 numaralı dişte aynı evre görülürken, 71 tanesinde farklı evreler görüldü (Tablo 6).

**Tablo 6.** 37 ve 47 numaralı dişleri bilateral olarak bulunan bireylerde evre dağılımı

			37			Toplam
			0	1	2	
Erkek	0		76	11	0	87
	47	1	7	38	2	47
		2	1	9	8	18
		<b>Toplam</b>	84	58	10	152
Kadın	0		97	10	0	107
	47	1	17	25	7	49
		2	1	6	8	15
		<b>Toplam</b>	115	41	15	171
Tüm Çalışma Popülasyonu	0		173	21	0	194
	47	1	24	63	9	96
		2	2	15	16	33
		<b>Toplam</b>	199	99	25	323

Erkeklerde, kadınlarda ve çalışma popülasyonunun tamamında kök pulpası radyografik görünürlük evreleri ile kronolojik yaş arasındaki ilişki Tablo 7’de verilmiş olup, evreler ile kronolojik yaş arasında pozitif anlamlı doğrusal korelasyon olduğu ve kök pulpası radyografik görünürlük evreleri ile kronolojik yaş arasındaki ilişki derecesinin orta büyüklükte olduğu görüldü.

**Tablo 7.** 37 ve 47 numaralı dişlerin kronolojik yaş ile kök pulpası radyografik görünürlük evreleri arasındaki ilişki

Cinsiyet	Diş	Yaş		
		N	r	p
Erkek	47	243	0,461	<0,001
	37	231	0,457	
Kadın	47	274	0,396	
	37	274	0,330	
Toplam	47	517	0,432	
	37	505	0,388	

N: Birey sayısı, r: Korelasyon Katsayısı

Çalışmada 18 yaş eşik değer olarak kabul edilmiş ve çalışma popülasyonuna dahil edilen bireyler 18 yaş altı ile 18 yaş ve üstü olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 18 yaş altı ile 18 yaş ve üstü bireylerde, 37 ve 47 numaralı dişlere ait kök pulpası radyografik görünürlük evrelerinin dağılımı Tablo 8’de verilmiştir. Hem 37 hem de 47 numaralı dişlerde, kadınlarda ve erkeklerde, 18 yaş altındaki bireylerde Evre 0 ve 1 görülürken, 18 yaş ve üzerindeki bireylerde ise Evre 0, 1 ve 2 görüldü. 18 yaş altı bireylerde Evre 2 ve Evre 3’e rastlanmadı. Evre 3, 18 yaş üstü bireylerde yalnızca bir kadın bireyde tek taraflı görülmüş ancak sayı yetersiz olduğundan istatistiksel olarak analiz edilememiştir.

**Tablo 8.** 18 yaş eşik değerine göre 37 ve 47 numaralı dişlerin evre dağılımı

Cinsiyet	E	K	E		K		E		K	
			0	1	2	3	0	1	2	3
<18 yaş	n	22	35	0	8	0	0	0	0	0
37 ≥18 yaş	n	105	128	85	68	19	35	0	1	
Toplam	n	127	163	85	76	19	35	0	1	
<18 yaş	n	19	36	3	5	0	0	0	0	
47 ≥18 yaş	n	107	121	84	81	30	31	0	0	
Toplam	n	126	157	87	86	30	31	0	0	

n: Diş sayısı, E:Erkek, K:Kadın

## 5. TARTIŞMA

Son yıllarda, uluslararası göçün artması nedeniyle kimlik bilgileri eksik bireyler ile farklı nedenlerle doğum kaydı eksik, şüpheli ya da doğum kaydı olmayan bireylerde, bazı sosyal ve hukuki süreçler kronolojik yaşın hesaplanmasını yasal zorunluluk haline getirmektedir (26). Bu amaçla çocuklarda ve yetişkinlerde dental dokuların farklı özelliklerinden faydalanılarak çeşitli yaş tayin yöntemleri geliştirilmiştir (82-84).

Literatürde, çocuklarda ve genç bireylerde dişlerin büyüme ve gelişim aşamalarını çeşitli yöntemlerle değerlendiren çalışmalar mevcut olup, bu yöntemlerin kronolojik yaşla uyumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (85, 86). Güngör ve ark. (82), 10 ila 18 yaş aralığındaki, 535 hastanın PR görüntülerinde, üçüncü molar dişler hariç sol mandibular 7 dişin kron ve kök gelişimini Demirjian metoduyla değerlendirmiş ve Türk popülasyonunda Demirjian metodunun kronolojik yaş hesaplamalarında doğru sonuçlar verdiğini ve yaş tayininde kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Gülşahı ve ark. (83) ise Türk popülasyonunda yaşları 8 ila 15 yıl arasında değişen, 573 hastanın PR görüntülerinde, üçüncü molar diş hariç henüz apikali kapanmamış sol mandibular 7 dişin kök gelişimini Cameriere metoduna göre değerlendirmişler ve diş yaşının kronolojik yaştan ortalama 0,35 yıl daha az olduğunu ve bu metodun kadınlarda, erkeklere göre daha doğru sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Tomas ve ark. (87), yaşları 4 ila 34 yıl arasında değişen 821 hastayı Demirjian yöntemi için 4-8 yaş, 9-14 yaş, 15-18 yaş ve 19-34 yaş olacak şekilde ve Nolla yöntemi için ise 4-10 yaş, 11-15 yaş, 16-19 yaş ve 20-34 yaş olarak gruplandırmış ve PR görüntülerinde üçüncü molar diş hariç sol mandibular 7 dişin gelişimini Demirjian ve Nolla yöntemine göre değerlendirmişlerdir. Her iki yöntemin doğruluğunun cinsiyet ve yaş grupları arasında farklılık gösterdiğini, grupların yaşı arttıkça yöntemin tahmin kapasitesinin azaldığını ve Demirjian yönteminin 19-34 yaş arası yetişkinlerde, Nolla yönteminin ise 20-34 yaş arası yetişkinlerde yaş tayininde kullanılmayacağını bildirmişlerdir. Olze ve ark. (88), 12-25 yaş aralığındaki 420 Alman kadın bireyin PR görüntülerinde mandibular üçüncü molar diş mineralizasyonunu, Demirjian yöntemi, Gleiser ve Hunt yöntemi, Gustafson ve Koch yöntemi, Harris ve Nortje yöntemi, Kullman ve ark. yöntemlerine göre değerlendirerek kıyaslamışlar ve Demirjian yönteminin diğer yöntemlere göre daha

doğru sonuçlar verdiğini, Demirjian yönteminde diş yaşı ile kronolojik yaş arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Daimi dişlenme, yaklaşık 17-21 yaşlarında üçüncü molar dişlerin sürmesi ile tamamlanır ve üçüncü molar dişlerin gelişimi 24 yaşına kadar devam eder (29). Bu yaştan sonra yetişkinlerde diş gelişimine dayalı yaş tayin yöntemlerinin kullanımını sınırlıdır (7). Bu nedenle, büyüme ve gelişim evrelerinin tamamlandığı yetişkin bireylerde, dişlerin farklı özelliklerinden faydalanılarak yaş tayin çalışmaları yapılmaktadır (7, 23, 57). Hou ve ark. (89), dejeneratif diş değişikliklerinin yaş tayininde kullanılabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada; 14-40 yaşları arasındaki, 1300 kişinin PR görüntülerinde mandibular premolar dişlerde sekonder dentin oluşumu, periodontal kayıp, atrizyon ve sement apozisyonunu değerlendirilmiş ve bu parametreler arasında atrizyona bağlı hesaplanan yaş ile kronolojik yaş arasındaki uyumunun daha iyi olduğu ancak 18 yaşından büyük bireylerde atrizyona dayalı yaş tayininin mümkün olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca literatürde çığneme alışkanlıkları, diyet ve brüksizm gibi faktörlerin atrizyon miktarını, dolayısıyla tahmin edilen yaşı etkileyebileceğini rapor eden çalışmalar da mevcuttur (90, 91).

Yaşla birlikte, sement kalınlığı kök yüzeyinde farklı miktarlarda artış gösterir ve biriken sement dokusu içerisinde semental çizgiler oluşur (92). Gupta ve ark. (62), semental çizgiler ve sekonder dentin birikimi ile yaş arasındaki ilişkiyi incelemek için 25-60 yaş arasındaki hastalardan çeşitli nedenlerle çekilmiş 100 diş üzerinde yaptıkları ex-vivo çalışmada, semental çizgileri incelemiş ve buna dayalı hesaplanan yaş, sekonder dentin kalınlığı ve kronolojik yaş arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmekle beraber semental çizgilerin yaş tayininde orta derecede güvenilir bir yöntem olduğunu da belirtmişlerdir. Ayrıca yaş ilerledikçe sekonder dentin kalınlığının arttığını, bu nedenle sekonder dentin miktarının bireyin kronolojik yaşının bir göstergesi olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ancak Gupta ve ark. çalışmalarında örneklem büyüklüğünün küçük olması, çekilen dişlerde cinsiyet, diş pozisyonu ve periodontal hastalık varlığı gibi sekonder dentin birikimini etkileyebilecek bireysel parametrelerin eksikliği nedeniyle sement ve dentin değişikliklerini, kronolojik yaş ile ilişkilendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu rapor etmiştir (62). Raju ve ark. (67) benzer şekilde, çekilmiş 100 diş üzerinde sement apozisyonunu değerlendirmiş ve dişin farklı bölgelerindeki

sement kalınlığının yaş tayininde kullanılabileceğini ancak bu yöntemde diş çekimi gerektiğinden yaşayan bireylerde uygulanmasının her zaman mümkün ve etik olmayacağını da belirtmiştir (67).

Indira Gandhi Devlet Tıp Koleji, Adli Tıp ve Toksikoloji Departmanı'na, Kasım 2008 ile Kasım 2010 yılları arasında otopsi için getirilen cesetlerden çekilen, 26-70 yaş grubundaki seksen yetişkinin maksiller birinci premolar dişleri üzerinde ex-vivo ortamda yapılan çalışmada; atrizyon, periodontal kayıp, sekonder dentin birikimi, kök saydamlığı, sement apozisyonu ve kök rezorpsiyon parametrelerinin kronolojik yaşla ilişkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, kök rezorpsiyonuyla kronolojik yaş arasında korelasyon en az bulunurken, sekonder dentin ve kök saydamlığının kronolojik yaşla önemli ölçüde ilişkili olduğu görülmüştür (93).

Sekonder dentin birikimi, yıllar boyu devam eden bir süreç olduğu için, bu özelliğinden faydalanılarak literatürde farklı metotlarla çok sayıda yaş tayini çalışması yapılmıştır (61, 71, 73). Kvaal ve ark. (47), yaş ve pulpa boyutları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, yaşları 20 ila 87 yıl arasında değişen, 100 bireye ait paralel teknikte çekilmiş periapikal radyografilerde, maksiller santral, lateral, ikinci premolar ile mandibular lateral, kanin ve birinci premolar dişleri değerlendirmişlerdir. Çalışmada her diş için pulpa/kök uzunluğu, pulpa/diş uzunluğu, diş/kök uzunluğu ve pulpa/kök genişliği oranları hesaplanmış ve çalışmanın sonucunda maksiller santral dişler hariç, diğer tüm dişlerde pulpa/kök genişlik oranının, yaş tayini hesaplamalarında diğer üç uzunluk ölçümünden daha iyi bir gösterge olduğunu rapor edilmiştir. Ancak çalışmanın bir limitasyonu olarak, sekonder dentin ile reparatif dentin ayrımının radyografi üzerinde yapılamayacağını bu nedenle çalışmanın dolgusuz ve çürüksüz dişler üzerinde gerçekleştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (47).

Cameriere ve ark. (8) tarafından, yaşları 18 ila 72 yıl arasında değişen 100 hastanın PR görüntülerinde maksiller sağ kanin dişler incelenmiştir. Bu dişlerde, diş uzunluğu, pulpa/kök uzunluk oranı, pulpa/diş uzunluk oranı, pulpa/diş alan oranı, pulpa/kök genişlik oranı parametreleri, mine-sement seviyesi, kök orta seviyesi ve mine-sement seviyesi ile kök orta seviyesi arasındaki orta nokta olacak şekilde üç farklı düzeyde hesaplanmıştır. Araştırmacılar bu oranlar arasında

pulpa/diş alan oranının, kronolojik yaş ile en iyi korelasyonu gösterdiğini, uzunluk ölçümleri oranlarının ise kronolojik yaşla ilişkisinin zayıf olduğunu, yaş tayini için genişlik ölçümünün, uzunluk ölçümünden daha iyi bir parametre olduğunu ve bu çalışma için cinsiyetin yaş tayininde anlamlı bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Molina ve ark. (56) ise sekonder dentin birikiminin pulpa hacminde neden olduğu azalmaya bağlı olarak pulpa/diş hacim oranı ile kronolojik yaş arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada 14-70 yaşları arasındaki 107 hastanın KIBT görüntüleri incelenmiş, 313 sağlıklı diş (maksiller santral, lateral, kanin; mandibular santral, lateral, kanin ve premolar) çalışmaya dahil edilmiş ve her diş grubu için pulpa/diş hacim oranı ile kronolojik yaş arasındaki ilişkiye dair lineer regresyon modeli oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda, korelasyonun en kuvvetli maksiller santral dişlerde görüldüğünü, bunu mandibular santral dişlerin takip ettiğini; maksiller ve mandibular kanin dişlerde ise korelasyon olmadığını söylemişlerdir. Maksiller santral dişlerin tamamında kronolojik yaşla tahmini yaş arasındaki farkın 8 yıl, ancak %31,3'ünde ise 5 yıldan az olduğunu; bu değer mandibular santral dişlerde 9,6 yıl; mandibular premolar dişlerde ise 12,6 yıl olduğunu ve çalışmanın sonucunda pulpa/diş hacim oranının yaş tayini için güvenilir bir yöntem olduğunu rapor etmişlerdir.

Olze ve ark. (26), Alman popülasyonunda 15-40 yaşları arasındaki bireylerde gerçekleştirdikleri çalışmada 1198 hastanın PR görüntülerinde periodontal ligamentin radyografik görünürlüğünü; “Evre 0: periodontal ligament her iki kökün tüm uzunluğu boyunca görülür; Evre 1: köklerden yalnızca birinde apekten neredeyse furkasyona kadar periodontal ligament izlenmez; Evre 2: periodontal ligament bir kökün neredeyse tamamında veya her iki kökün bir kısmında izlenmez; Evre 3: periodontal ligament neredeyse iki kökün tamamında izlenmez” olacak şekilde dört evrede sınıflandırarak değerlendirmiş ve evre arttıkça kronolojik yaşın arttığını, ayrıca Evre 1'deki hastaların 18 yaşından büyük olduğunu bildirmiştir. Timme ve ark. (94) da periodontal ligamentin radyografik görünürlüğünü Olze metoduna göre dört evrede sınıflandırarak 15-70 yaşları arasında 1541 hastanın PR görüntülerinde mandibular üçüncü molar dişleri incelemiştir. Çalışmada, evre arttıkça kronolojik yaşın arttığını ve Evre 1'deki kadın ve erkeklerin tamamının 18 yaşından, Evre 2'deki kadın ve erkeklerin ise tamamının 21 yaşından büyük olduğunu rapor etmiştir. Lucas ve ark. (95) ise 16 ila

26 yaş aralığındaki 50 kadın ile 50 erkek hastadan oluşan çalışma popülasyonunun PR görüntülerinde, mandibular üçüncü molar dişlerde periodontal ligamentin radyografik görünürlüğünü değerlendirmiş, Olze ve ark. (26) tarafından Evre 0, 1, 2, 3 olarak önerilen sınıflandırmayı PLV-A, PLV-B, PLV-C, PLV-D olarak yeniden adlandırmış ve çalışmanın sonucunda PLV-C ve PLV-D kategorisindeki bireylerin 18 yaşından büyük olduğunu belirtmişlerdir. Guo ve ark. (96) benzer şekilde periodontal ligamentin radyografik görünürlüğü ile kronolojik yaş arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, Evre 0 ve 1 görülen bireylerin 18 yaşından küçük olduğunu söylemiştir.

Olze ve ark. (13), 2010 yılında yaptıkları bir çalışmada yetişkinlerde dental yaş tayini için pulpanın radyografik görünürlüğünü esas alan yeni bir sınıflandırma geliştirmiş ve bu sınıflandırmada kök pulpası radyografik görünürlüğünü “Evre 0, 1, 2 ve 3” olarak 4 evrede incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, kök pulpası radyografik görünürlük evreleri ile kronolojik yaş arasında iyi bir korelasyon olduğu, evre arttıkça kronolojik yaşın da arttığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Perez-Mongioli ve ark. (97), Suvarna ve ark. (98), Balla ve ark.(99)’da yaptıkları çalışmalarda, kök pulpası radyografik görünürlük evreleri ile kronolojik yaş arasında pozitif korelasyon olduğunu ve evre arttıkça kronolojik yaşın arttığını rapor etmişlerdir.

Kök pulpası radyografik görünürlük metodu ile yapılan çalışmaların çoğunda üçüncü molar diş değerlendirilmiştir (16, 17, 97, 100). Bu çalışmaların bazılarında, üçüncü molar dişin tercih edilme sebebi, 18 yaşından sonra gelişimine devam eden tek diş olması şeklinde açıklanmıştır (97, 100). Olze ve arkadaşları da (13), kök pulpası radyografik görünürlük metodunun yaş tayininde kullanımını değerlendirdikleri çalışmalarında mandibular üçüncü molar dişleri incelemiştir. Ancak Al-Qattan ve ark. (16), 16-30 yaşları arasındaki bireylerde yaptıkları çalışmada incelenen radyografilerin %34,2’sini çalışmaya dahil edemediklerini, dahil edilememesi sebebini ise incelenen mandibular üçüncü molar dişlerin kök gelişimini tamamlamamış olması şeklinde açıklamışlardır. Benzer şekilde Timme ve ark. (94), 2346 PR’yi inceledikleri çalışmalarında ancak 1541 PR’yi çalışmaya dahil edebildiklerini, çalışmaya dahil edilemeyen radyografilerde ise üçüncü molar dişlerin eksik olduğunu rapor etmişlerdir. Bunların dışında literatürde üçüncü molar dişlerde görülen morfolojik ve pozisyon anomalilerinin çalışmanın örneklem

büyükliğini sınırlandırdığını bildiren araştırmalar mevcuttur (101). Guo ve ark. (17), yaptıkları çalışmada 15-40 yaşları arasındaki bireylerde üçüncü molar dişleri incelemiş ancak Evre 0'ın kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla minimum 18,76 ve 17,05 yaşlarında görüldüğünü belirtmiştir. Bu yaş altındaki bireylerde Evre 0'a rastlanmamasını ise üçüncü molar dişlerde henüz kök gelişiminin tamamlanmamış olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yukarıdaki çalışmalarda belirtildiği gibi üçüncü molar dişlerin konjenital olarak eksik ya da çekilmiş olması veya gömülü kalma insidansının fazla olması gibi nedenlerden dolayı literatürde farklı grup dişlerin yaş tayini çalışmalarında kullanılması gerektiğini bildiren yayınlar mevcuttur (99, 102).

Balla ve ark. (99), kök pulpası radyografik görünürlüğüne kronolojik yaşla ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, mandibular birinci molar dişleri değerlendirmiş ve çalışmanın sonucunda 18 yaş eşik değerini tahmin etmede, yöntem doğruluğunun orta ile yüksek derece arasında değiştiğini rapor etmiştir. Ancak çalışmalarına çürük, eksik, dolgu, kök kanal dolgu restorasyonları ve kök anomalisinden dolayı tüm birinci molar dişleri dahil edemediklerini ve bu yöntemin kök gelişimini ve sürmesini 14-15 yaş civarında tamamlayıp okluzal düzleme ulaşan, ikinci molar dişler üzerinde araştırılmasını önermişlerdir (99). Suvarna ve ark. (98)'da çalışmalarında, 14-22 yaşları arasındaki 936 bireyin PR görüntülerinde ikinci molar dişleri kök pulpası radyografik görünürlük metoduna göre değerlendirmiş ve bu yöntemle ikinci molar dişlerin yaş tayininde kullanılabilir olduğunu bildirmiştir.

Timme ve ark. (94), periodontal ligament radyografik görünürlüğü ve kök pulpası radyografik görünürlüğüne yaş tayininde kullanımını araştırdıkları çalışmada, 15-70 yaş aralığındaki 1541 hastanın PR görüntülerinde mandibular üçüncü molar dişleri Olze metoduna göre değerlendirmiş, çalışmanın sonucunda bu yöntemlerin yaşayan bireylerde yaş tayininde kullanılabileceğini belirterek, bu yöntemlerin farklı radyografik teknikler üzerinde denenmesini önermişlerdir. Günaçar ve ark. (55), 290 hastanın 429 mandibular üçüncü molar dişini, kök pulpası radyografik görünürlük metoduna göre PR ve KIBT görüntüleri üzerinde değerlendirdikleri ve her iki görüntüleme yöntemini kıyasladıkları çalışmalarında, her iki yöntemde de evreler ile kronolojik yaş arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmiştir. Ancak OPG ve KIBT görüntüleri üzerinde 149 dişte farklı evrelerin

görüldüğünü, bu nedenle kök pulpası radyografik görünürlük metoduyla yapılan yaş tayini çalışmalarının KIBT ile değerlendirilmesini önermiştir (55).

Suvarna ve ark. (98), 14-22 yaşları arasında, mandibular ikinci molar dişleri kullanarak kök pulpası radyografik görünürlüğünü PR'de değerlendirdikleri çalışmalarında Evre 0'ın hem 37 numaralı hem de 47 numaralı dişlerde, kadınlarda ve erkeklerde en erken 14 yaşında görüldüğünü rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise Evre 0 her iki dişte de, hem kadınlarda hem erkeklerde en erken 15 yaşında görülmüştür. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın bizim çalışma grubumuzdaki en küçük yaşın 15 olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bizim çalışmamızda, 15 yaş altı bireylerde incelenen KIBT görüntülerinde, 37 ve 47 numaralı dişler, dahil edilme kriterlerini taşımadığından dolayı çalışma dışı tutulmuştur.

Suvarna ve ark. (98), çalışmalarında hem 37 hem de 47 numaralı dişler için Evre 0'ın kadınlarda maksimum 21,99; erkeklerde maksimum 21,94 yaşlarında görüldüğünü söylemiştir. Bizim çalışmamızda ise Evre 0, 37 numaralı dişte kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla maksimum 61 ve 70 yaşlarında, 47 numaralı dişte ise kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla maksimum 59 ve 61 yaşlarındaki bireylerde görülmüştür. Bu farklılığın, diğer çalışmanın 22 yaş üstü bireyleri kapsamamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Suvarna ve ark. (98), Evre 1'in 37 numaralı dişte her iki cinsiyet için minimum 14,74; 47 numaralı dişte ise kadınlarda minimum 14,26; erkeklerde minimum 14,74 yaşlarındaki bireylerde görüldüğünü rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda 47 numaralı dişte hem kadınlarda hem de erkeklerde, 37 numaralı dişte ise sadece kadınlarda Evre 1'in görüldüğü minimum yaş 15 olup, bu bulgu diğer çalışmayla uyumludur. Ancak çalışmamızda erkek bireylerde 37 numaralı dişte Evre 1, en erken 18 yaşında görülmüştür.

Suvarna ve ark. (98), çalışmalarında 37 ve 47 numaralı dişlerin her ikisinde Evre 1'in görüldüğü maksimum yaş değerini kadınlarda 21,98; erkeklerde ise 21,94 yaş olarak bulduklarını rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise Evre 1'in görüldüğü maksimum yaş değeri kadınlarda 37 numaralı diş için 73, 47 numaralı diş için 64 yaş; erkeklerde ise 37 ve 47 numaralı dişlerin her ikisi içinde 75 yaş olarak bulunmuştur. Bu farklılığın diğer çalışma popülasyonunun 22 yaş üstü bireyleri kapsamamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Suvarna ve ark. (98), Evre 2'nin görüldüğü minimum yaş değerini kadınlarda 37 numaralı diş için 16,19; 47 numaralı diş için 15,29 yaş olarak, erkeklerde ise bu değeri 37 numaralı diş için 18,6; 47 numaralı diş için 19,17 yaş olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise bu değerler, kadınlarda hem 37 hem de 47 numaralı diş için 20 yaş, erkeklerde 37 ve 47 numaralı dişler için sırasıyla 28 ve 29 yaş olarak görülmüştür. Bizim çalışma popülasyonumuzda üst yaş sınırı 75 yaş olduğundan, diğer çalışmada yer alan yaş gruplarını da içermektedir. Ancak 37 numaralı dişte her iki cinsiyette, 47 numaralı dişte ise erkeklerde Evre 2'nin görüldüğü minimum yaşların, çalışmalar arasında farklı olmasında bizim çalışmamızda üç boyutlu radyografik teknik olan KIBT'in kullanılmasının etkisi olduğunu düşünmekteyiz.

Suvarna ve ark. (98), Evre 2'nin görüldüğü maksimum yaş değerini kadınlarda 37 ve 47 numaralı dişler için 21,84; erkeklerde 37 numaralı diş için 20,95; 47 numaralı diş için 20,27 yaş olarak bulduklarını rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise Evre 2, 37 numaralı dişte kadınlarda maksimum 66, erkeklerde maksimum 64 yaşında; 47 numaralı dişte kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla maksimum 71 ve 66 yaşında görüldü. Diğer çalışmaya 22 yaş üstü bireylerin dahil edilmemesinin bu iki çalışma arasında Evre 2'nin görüldüğü maksimum yaşlardaki farklılığa neden olduğunu düşünmekteyiz.

Suvarna ve ark. (98), çalışmalarında değerlendirdikleri dişler arasında Evre 3 görülmediğini bildirmiştir. Bu çalışmaya dahil edilen bireylerin gerek yaş ortalaması gerekse çalışma popülasyonunun üst sınırı, bizim çalışmamızdan oldukça düşük olmasına rağmen, bizde çalışmamızda sadece 53 yaşındaki kadın bireyin 37 numaralı dişinde Evre 3'e rastladık.

Suvarna ve ark. (98), 18 yaş eşik değer olarak aldıklarında, kadınlarda hem 37 hem de 47 numaralı dişlerde, 18 yaş altı ve üzeri bireylerde Evre 0, 1 ve 2'nin görüldüğünü bildirmiştir. Ancak biz çalışmamızda, kadınlarda 18 yaş altı ve üzeri bireylerde Evre 0 ve 1'i görürken, 18 yaş altı bireylerin hiçbirinde Evre 2'ye rastlamadık.

Suvarna ve arkadaşlarının çalışmasıyla benzer şekilde bizim de çalışmamızda, erkeklerde 18 yaş altı bireylerde Evre 0 ve 1 görülürken, 18 yaş ve üzeri bireylerde Evre 0, 1 ve 2 görülmüştür.

Literatürde yaş tayin çalışmalarında aynı dişi sağ-sol, mandibular-maksiller olarak değerlendiren ve yaş tayininde başarılarını kıyaslayan çalışmalar mevcuttur (103). Ancak yaptığımız detaylı literatür araştırmasında henüz, kök pulpası radyografik görünürlüğü metoduyla yapılan yaş tayini çalışmalarında dişleri bilateral olarak değerlendirip, kıyaslayan herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bu çalışmaya dahil edilen 699 bireyden, 323 bireyde 37 ve 47 numaralı dişler bilateral olarak değerlendirilmiş ve bu bireylerin 71 tanesinde 37 ve 47 numaralı dişlerde farklı evreler görülmüştür.

Bizim çalışmamızdaki bu bulguya göre gerek bireyin tahmini yaşı, gerekse 18 yaş altı veya üstü olup olmadığı belirlenmeye çalışılırken sonucun sosyal ve hukuki süreçleri önemli ölçüde etkileyeceği düşünüldüğünde, kök pulpası radyografik görünürlük metodu ile yapılan yaş tayin çalışmalarında tek bir dişin değil aynı gruptaki tüm dişlerin değerlendirilmesinin uygun olacağını düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türk popülasyonunda, 15-75 yaş aralığındaki bireylerin KIBT görüntülerinde, mandibular ikinci molar dişlerin, kök pulpası radyografik görünürlük metoduna göre retrospektif olarak incelendiği bu yaş tayin çalışmasında;

37 ve 47 numaralı dişlerin her ikisinde, hem kadınlarda hem de erkeklerde, evre arttıkça yaş ortalamasının da anlamlı düzeyde arttığı,

Evre 0'ın, kadınlarda en geç 61, erkeklerde en geç 70 yaşında görüldüğü,

Evre 1'in her iki cinsiyette de en erken 15 yaşında görüldüğü,

Evre 2'nin, kadınlarda ve erkeklerde en erken sırasıyla 20 ve 28 yaşlarında görüldüğü,

Evre 3'ün, sadece 53 yaşında kadın bireyin 37 numaralı dişinde görüldüğü,

Evre 0 ve Evre 1'in, hem 18 yaş altı hem de 18 yaş ve üzeri bireylerde bulunduğu,

Evre 2 ve Evre 3'ün 18 yaş altı bireylerde bulunmadığı,

Evre 1'in, erkeklerde 47 numaralı dişte 18 yaş altı ve üstü bireylerde görülürken, 37 numaralı dişte sadece 18 yaşından büyük bireylerde görüldüğü,

37 ve 47 numaralı dişleri, bilateral olarak değerlendirilen 323 bireyin 71 tanesinde, dişlerde farklı evre görüldüğü, sonuçlarına ulaşılmıştır.

Geniş yaş aralığındaki bireylerin değerlendirildiği bu tez çalışmasının sonuçlarının Bolu ve çevresinde yaşayan Türk subpopülasyonuna özgü olması ve çalışmada değerlendirilen aynı yaştaki birey sayısının farklı olması çalışmanın limitasyonlarıdır. Bu çalışmanın sonuçlarını desteklemek için farklı popülasyonlarda, daha fazla örneklem sayısına sahip, yaş dağılımının homojen olduğu bireylerde yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Baransel Isir A, Dulger H. Assessing the age determination cases which have been analyzed at forensic medicine department of gaziantep university between 1998-2005 years. *Turkiye Klinikleri J Foren Med.*2007;4(1):1-6.
2. Cologlu AS. The factors affecting the development of bones and teeth, and importance in age determination. *J Forensic Med.* 1987;3(1-4):117-22.
3. Pinar Erdem A, Yamac E, Erdem MA, Sepet E, Aytepe Z. A new method to estimate dental age. *Acta Odontol Scan.* 2013;71(3-4):590-8.
4. Kringsholm B, Jakobsen J, Sejrsen B, Gregersen M. Unidentified bodies/skulls found in Danish waters in the period 1992–1996. *Forensic Sci Int.* 2001;123(2-3):150-8.
5. Ge ZP, Ma RH, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Sci Int.* 2015;253:133.e1-7.
6. Sakuma A, Saitoh H, Suzuki Y, Makino Y, Inokuchi G, Hayakawa M, et al. Age estimation based on pulp cavity to tooth volume ratio using postmortem computed tomography images. *J Forensic Sci.* 2013;58(6):1531-5.
7. Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(4):199-212.
8. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *J Forensic Sci.* 2004;49(2):317-9.
9. Brkic H, Milicevic M, Petroveckii M. Age estimation methods using anthropological parameters on human teeth–(A0736). *Forensic Sci Int.* 2006;162(1-3):13-6.
10. Panchbhai A. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(4):199-212.
11. Gustafson G. Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc.* 1950;41(1):45-54.
12. Bajpai M, Rahman F, Girish K. Estimation of age by secondary dentin deposition, root translucency and cementum apposition—a unique modification of Gustafson’s method. *Eur J Forensic Sci.* 2015;2(3):8-13.

13. Olze A, Solheim T, Schulz R, Kupfer M, Schmeling A. Evaluation of the radiographic visibility of the root pulp in the lower third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. *Int J Legal Med.* 2010;124(3):183-6.
14. Juneja M, Devi YB, Rakesh N, Juneja S. Age estimation using pulp/tooth area ratio in maxillary canines-A digital image analysis. *J Forensic Dent Sci.* 2014;6(3):160-5.
15. Kazmi S, Mânica S, Revie G, Shepherd S, Hector M. Age estimation using canine pulp volumes in adults: a CBCT image analysis. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1967-76.
16. Al Qattan F, Alzoubi EE, Lucas V, Roberts G, McDonald F, Camilleri S. Root Pulp Visibility as a mandibular maturity marker at the 18-year threshold in the Maltese population. *Int J Legal Med.* 2020;134(1):363-8.
17. Guo YC, Chu G, Olze A, Schmidt S, Schulz R, Ottow C, et al. Application of age assessment based on the radiographic visibility of the root pulp of lower third molars in a northern Chinese population. *Int J Legal Med.* 2018;132(3):825-9.
18. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30, v.
19. Sarment DP, Christensen AM. The use of cone beam computed tomography in forensic radiology. *J Forensic Radiol Imag.* 2014;2(4):173-81.
20. Bass WM. *Human osteology: a laboratory and field manual.* Missouri Archaeological Society. 1987.
21. Kumar NN, Panchaksharappa MG, Annigeri RG. Digitized morphometric analysis of dental pulp of permanent mandibular second molar for age estimation of Davangere population. *J Forensic Leg Med.* 2016;39:85-90.
22. Stavrianos C, Mastagas D, Stavrianou I, Karaiskou O. Dental age estimation of adults: A review of methods and principals. *Res J Med Sci.* 2008;2(5):258-68.
23. Verma M, Verma N, Sharma R, Sharma A. Dental age estimation methods in adult dentitions: An overview. *J Forensic Dent Sci.* 2019;11(2):57-63.
24. Schmeling A, Black S. An introduction to the history of age estimation in the living. *Age estimation in the living.* 2010:1-18.
25. Isır Baransel A. *Adli Hekimlikte Yaş Tayini.* Ed. Koç S, Can M. Birinci Basamakta Yaş Tayini. 2. Baskı. 2009. 224-234.
26. Olze A, Solheim T, Schulz R, Kupfer M, Pfeiffer H, Schmeling A. Assessment of the radiographic visibility of the periodontal ligament in the lower

third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. *Int J Legal Med.* 2010;124(5):445-8.

27. Pinchi V, Vitale G, Pradella F, Farese L, Focardi M. Dental age estimation in children with chromosomal syndromes. *J Forensic Odontostomatol.* 2018;36(1):44-52.

28. Bala M, Pathak A, Jain RL. Assessment of skeletal age using MP3 and hand-wrist radiographs and its correlation with dental and chronological ages in children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2010;28(2):95-9.

29. Ganganagar S, Sunam S. Age estimation of adolescents and young adults based on development of mandibular third molars: A panoramic study. *J Indian Acad Oral Med Radiol.* 2011;23(1):9-13.

30. Patel PS, Chaudhary AR, Dudhia BB, Bhatia PV, Soni NC, Jani YV. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation methods in 6-16 year old Gujarati children. *J Forensic Dent Sci.* 2015;7(1):18-27.

31. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1980;77(1):79-91.

32. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod.* 2002;72(2):155-66.

33. Różyło-Kalinowska I, Kolasa--Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod.* 2011;33(1):75-83.

34. Nougapolis F, Mokrane FZ, Sans N, Rousseau H, Dedouit F, Telmon N. Bone age estimation based on multislice computed tomography study of the scapula. *Int J Legal Med.* 2017;131(2):547-58.

35. Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *Int J Legal Med.* 2000;113(5):253-8.

36. Yadav V, Loomba A, Autar R. A comparative evaluation of dental calcification stages and skeletal maturity indicators in North-Indian children. *Natl J Maxillofac Surg.* 2017;8(1):26-33.

37. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci.* 1993;38(2):379-90.

38. Helfman PM, Bada JL. Aspartic acid racemisation in dentine as a measure of ageing. *Nature*. 1976;262(5566):279-81.
39. Griffin RC, Moody H, Penkman KE, Collins MJ. The application of amino acid racemization in the acid soluble fraction of enamel to the estimation of the age of human teeth. *Forensic Sci Int*. 2008;175(1):11-6.
40. Helfman PM, Bada JL. Aspartic acid racemization in tooth enamel from living humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1975;72(8):2891-4.
41. Eckert WG, Garland N. The history of the forensic applications in radiology. *Am J Forensic Med Pathol*. 1984;5(1):53-6.
42. Priyadarshini C, Puranik MP, Uma S. Dental Age Estimation Methods-A Review: *Int J Adv Health Sci* 2015; 1(12): 19-24.
43. van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc*. 2005;136(10):1379-87.
44. Limdiwala PG, Shah JS. Age estimation by using dental radiographs. *J Forensic Dent Sci*. 2013;5(2):118-22.
45. El-Bakary AA, Hammad SM, Mohammed F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. *J Forensic Leg Med*. 2010;17(7):363-7.
46. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by peri-apical X-rays. *J Forensic Sci*. 2007;52(1):166-70.
47. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int*. 1995;74(3):175-85.
48. Drusini AG. Age estimation from teeth using soft X-ray findings. *Anthropol Anz*. 1993;51(1):41-6.
49. Jagannathan N, Neelakantan P, Thiruvengadam C, Ramani P, Premkumar P, Natesan A, et al. Age estimation in an Indian population using pulp/tooth volume ratio of mandibular canines obtained from cone beam computed tomography. *J Forensic Odontostomatol*. 2011;29(1):1-6.
50. Uğur Aydın Z, Bayrak S. Relationship Between Pulp Tooth Area Ratio and Chronological Age Using Cone-beam Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*. 2019;64(4):1096-9.
51. Asif MK, Nambiar P, Ibrahim N, Al-Amery SM, Khan IM. Three-dimensional image analysis of developing mandibular third molars apices for age

estimation: A study using CBCT data enhanced with Mimics & 3-Matics software. *Leg Med (Tokyo)*. 2019;39:9-14.

52. Drage N. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in General Dental Practice. *Prim Dent J*. 2018;7(1):26-30.

53. Si XQ, Chu G, Olze A, Schmidt S, Schulz R, Chen T, et al. Age assessment in the living using modified Gustafson's criteria in a northern Chinese population. *Int J Legal Med*. 2019;133(3):921-30.

54. Kelmendi J, Vodanović M, Koçani F, Bimbashi V, Mehmeti B, Galić I. Dental age estimation using four Demirjian's, Chaillet's and Willems' methods in Kosovar children. *Leg Med (Tokyo)*. 2018;33:23-31.

55. Gunacar DN, Bayrak S, Sinanoglu EA. Three-dimensional verification of the radiographic visibility of the root pulp used for forensic age estimation in mandibular third molars. *Dentomaxillofac Radiol*. 2021:20210368.

56. Molina A, Bravo M, Fonseca GM, Márquez-Grant N, Martín-de-Las-Heras S. Dental age estimation based on pulp chamber/crown volume ratio measured on CBCT images in a Spanish population. *Int J Legal Med*. 2021;135(1):359-64.

57. Star H, Thevissen P, Jacobs R, Fieuws S, Solheim T, Willems G. Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J Forensic Sci*. 2011;56 Suppl 1:S77-82.

58. Yang Z, Fan L, Kwon K, Pan J, Shen C, Tao J, et al. Age estimation for children and young adults by volumetric analysis of upper anterior teeth using cone-beam computed tomography data. *Folia Morphol (Warsz)*. 2020;79(4):851-9.

59. Pinchi V, Pradella F, Buti J, Baldinotti C, Focardi M, Norelli GA. A new age estimation procedure based on the 3D CBCT study of the pulp cavity and hard tissues of the teeth for forensic purposes: A pilot study. *J Forensic Leg Med*. 2015;36:150-7.

60. Cameriere R, Cunha E, Wasterlain SN, De Luca S, Sassaroli E, Pagliara F, et al. Age estimation by pulp/tooth ratio in lateral and central incisors by peri-apical X-ray. *J Forensic Leg Med*. 2013;20(5):530-6.

61. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms--a contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J Legal Med*. 2005;119(1):27-30.

62. Gupta P, Kaur H, Shankari GSM, Jawanda MK, Sahi N. Human age estimation from tooth cementum and dentin. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(4):Zc07-10.
63. De Luca S, De Giorgio S, Butti AC, Biagi R, Cingolani M, Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: Study of a Mexican sample. *Forensic Sci Int.* 2012;221(1-3):155.e1-7.
64. Gulsahi A, Kulah CK, Bakirarar B, Gulen O, Kamburoglu K. Age estimation based on pulp/tooth volume ratio measured on cone-beam CT images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018;47(1):20170239.
65. Drusini AG, Toso O, Ranzato C. The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *Am J Phys Anthropol.* 1997;103(3):353-63.
66. Subedi N, Mallik M, Chaudhary RK, Gurung G. Age Estimation from Attrition of Permanent Molars. *J Nepal Health Res Counc.* 2021;19(1):101-6.
67. Raju GS, Keerthi M, Nandan SR, Rao TM, Kulkarni PG, Reddy DS. Cementum as an age determinant: A forensic view. *J Forensic Dent Sci.* 2016;8(3):175.
68. Singh N, Grover N, Puri N, Singh S, Arora S. Age estimation from physiological changes of teeth: A reliable age marker? *J Forensic Dent Sci.* 2014;6(2):113-21.
69. Song HW, Jia JT. The estimation of tooth age from attrition of the occlusal surface. *Med Sci Law.* 1989;29(1):69-73.
70. Ball J. A critique of age estimation using attrition as the sole indicator. *J Forensic Odontostomatol.* 2002;20(2):38-42.
71. Arora J, Talwar I, Sahni D, Rattan V. Secondary dentine as a sole parameter for age estimation: Comparison and reliability of qualitative and quantitative methods among North Western adult Indians. *Egyptian Journal of Forensic Sciences.* 2016;6(2):170-8.
72. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scand J Dent Res.* 1992;100(4):193-9.
73. Meinel A, Tangl S, Pernicka E, Fenes C, Watzek G. On the applicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *J Forensic Sci.* 2007;52(2):438-41.
74. Manthapuri S, Bheemanapalli SR, Namburu LP, Kunchala S, Vankdoth D, Balla SB, et al. Can root pulp visibility in mandibular first molars be used as an alternative age marker at the 16 year threshold in the absence of mandibular third

molars: an orthopantomographic study in a South Indian sample. *J Forensic Odontostomatol.* 2021;2(39):21-31.

75. Yavuz I, Baydaş B, İkbāl A, Dağsuyu İM, Ceylan İ. Effects of early loss of permanent first molars on the development of third molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):634-8.

76. Halicioğlu K, Toptas O, Akkas İ, Celikoglu M. Permanent first molar extraction in adolescents and young adults and its effect on the development of third molar. *Clin Oral Investig.* 2014;18(5):1489-94.

77. Sisman Y, Uysal T, Yagmur F, Ramoglu SI. Third-molar development in relation to chronologic age in Turkish children and young adults. *The Angle Orthodontist.* 2007;77(6):1040-5.

78. Harris EF, Clark LL. Hypodontia: an epidemiologic study of American black and white people. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2008;134(6):761-7.

79. Nelson SJ. *Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2014.

80. Fins P, Pereira ML, Afonso A, Pérez-Mongiovi D, Caldas IM. Chronology of mineralization of the permanent mandibular second molar teeth and forensic age estimation. *Forensic Sci Med Pathol.* 2017;13(3):272-7.

81. Balaraj BM, Nithin MD. Determination of adolescent ages 14-16 years by radiological study of permanent mandibular second molars. *J Forensic Leg Med.* 2010;17(6):329-32.

82. Gungor OE, Kale B, Celikoglu M, Gungor AY, Sari Z. Validity of the Demirjian method for dental age estimation for Southern Turkish children. *Niger J Clin Pract.* 2015;18(5):616-9.

83. Gulsahi A, Tirali RE, Cehreli SB, De Luca S, Ferrante L, Cameriere R. The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. *Forensic Sci Int.* 2015;249:319.e1-5.

84. Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A. Combined determination of selected radiological and morphological variables relevant for dental age estimation of young adults. *Homo.* 2005;56(2):133-40.

85. Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magaña C. Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med.* 2005;119(6):349-54.

86. De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int.* 2004;146 Suppl:9-12.
87. Tomás LF, Mónico LS, Tomás I, Varela-Patiño P, Martín-Biedma B. The accuracy of estimating chronological age from Demirjian and Nolla methods in a Portuguese and Spanish sample. *BMC Oral Health.* 2014;14:160.
88. Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med.* 2005;119(1):22-6.
89. Hou Y-x, Li M-j, Olze A, Schmidt S, Schulz R, Pfeiffer H, et al. Dental age estimation using degenerative changes in lower premolars in a northern Chinese population. *Rechtsmedizin.* 2019;29(5):407-14.
90. Eisenburger M, Addy M. Erosion and attrition of human enamel in vitro part I: interaction effects. *J Dent.* 2002;30(7-8):341-7.
91. Eisenburger M, Addy M. Erosion and attrition of human enamel in vitro part II: influence of time and loading. *J Dent.* 2002;30(7-8):349-52.
92. Kagerer P, Grupe G. Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Sci Int.* 2001;118(1):75-82.
93. Shrigiriwar M, Jadhav V. Age estimation from physiological changes of teeth by Gustafson's method. *Med Sci Law.* 2013;53(2):67-71.
94. Timme M, Timme WH, Olze A, Ottow C, Ribbecke S, Pfeiffer H, et al. The chronology of the radiographic visibility of the periodontal ligament and the root pulp in the lower third molars. *Sci Justice.* 2017;57(4):257-61.
95. Lucas VS, McDonald F, Andiappan M, Roberts G. Dental age estimation: periodontal ligament visibility (PLV)-pattern recognition of a conclusive mandibular maturity marker related to the lower left third molar at the 18-year threshold. *Int J Legal Med.* 2017;131(3):797-801.
96. Guo YC, Wang YH, Olze A, Schmidt S, Schulz R, Pfeiffer H, et al. Dental age estimation based on the radiographic visibility of the periodontal ligament in the lower third molars: application of a new stage classification. *Int J Legal Med.* 2020;134(1):369-74.

97. Pérez-Mongiovi D, Teixeira A, Caldas IM. The radiographic visibility of the root pulp of the third lower molar as an age marker. *Forensic Sci Med Pathol.* 2015;11(3):339-44.
98. M S, Balla SB, Chinni SS, K SPR, Gopalaiah H, C P, et al. Examination of the radiographic visibility of the root pulp of the mandibular second molars as an age marker. *Int J Legal Med.* 2020;134(5):1869-73.
99. Balla SB, Ankiseti SA, Bushra A, Bolloju VB, Mujahed AM, Kanaparathi A, et al. Preliminary analysis testing the accuracy of radiographic visibility of root pulp in the mandibular first molars as a maturity marker at age threshold of 18 years. *Int J Legal Med.* 2020;134(2):769-74.
100. Lucas VS, McDonald F, Andiappan M, Roberts G. Dental Age Estimation-Root Pulp Visibility (RPV) patterns: A reliable Mandibular Maturity Marker at the 18 year threshold. *Forensic Sci Int.* 2017;270:98-102.
101. Akkaya N, Yılcı H, Boyacıoğlu H, Göksülük D, Özkan G. Accuracy of the use of radiographic visibility of root pulp in the mandibular third molar as a maturity marker at age thresholds of 18 and 21. *Int J Legal Med.* 2019;133(5):1507-15.
102. Hattab FN, Rawashdeh MA, Fahmy MS. Impaction status of third molars in Jordanian students. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;79(1):24-9.
103. Angelakopoulos N, Galić I, Balla SB, Kiş HC, Gómez Jiménez L, Zolotenkova G, et al. Comparison of the third molar maturity index (I(3M)) between left and right lower third molars to assess the age of majority: a multi-ethnic study sample. *Int J Legal Med.* 2021;135(6):2423-36.

