

## DERLEME

# Adli diş hekimliğinde yaş tayininde kullanılan yöntemler

## Methods of age determination in forensic dentistry

### Dr. Öğr. Üyesi Mesude Çitir

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Radyolojisi AD, Tokat  
Orcid ID: 0000-0003-2015-8879

### Dr. Öğr. Üyesi Hazal Karslıoğlu

Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Radyolojisi AD, Ankara  
Orcid ID: 0000-0003-2910-2417

Geliş tarihi: 31 Ocak 2021

Kabul tarihi: 8 Eylül 2022

doi: 10.5505/yeditepe.2023.37167

### Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Mesude Çitir  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız Diş ve Çene Radyolojisi AD, Kaleardı Mahallesi  
Muhittin Fisunoğlu Caddesi Omcalık Sokak Ali Şevki  
EREK Yerleşkesi /TOKAT  
Tel: 0(356) 212 42 22-7410  
E-posta: mesudectr@hotmail.com

## ÖZET

Adli vakalarda bireyin yaşının belirlenmesi sosyal, hukuki ve tıbbi açıdan oldukça önemlidir. Adli tıpta yaş tayini için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler başlıca radyolojik, morfolojik ve histolojik yöntemler olarak sınıflandırılır. Yaş tayininde, öncelikle kemik gelişimi ve yapısını inceleyen yöntemlere alternatif olarak dişlerin yapısal ve sürme özelliklerini inceleyen yöntemler geliştirilmiştir. Dişlerin vücuttaki en sert ve dirençli doku olması, adli diş hekimliğini daha da önemli hale getirmektedir. Dişler kullanılarak erişkin ve erişkin olmayan dönemde yaş tayini yapılabilir. Erişkin olmayan dönemde daha çok radyolojik yöntemler kullanılırken, erişkin dönemde radyolojik, morfolojik ve histolojik yöntemler kullanılmaktadır. Bu derlemenin amacı; antemortem ve postmortem dönemde dişler üzerinde yapılan yaş tayini yöntemlerini incelemektir.

**Anahtar kelimeler:** Adli diş hekimliği, dental kayıt, dişlerden yaş tespiti.

## ABSTRACT

Age determining of the individual in forensic cases is very important in social, legal and medical terms. Many different methods are used for age determination in forensic medicine. These methods are classified as radiological, morphological and histological methods. As an alternative to the method that firstly examines bone development and structure in age determination, methods that examine the structural and eruption properties of teeth have been developed. The fact that teeth are the hardest and most resistant tissue in the body makes forensic dentistry even more important. Age determination can be made in adult and non-adult periods using teeth. While mostly radiological methods are used in the non-adult period, radiological, morphological and histological methods are used in adulthood. The aim of this review is to examine the age determination methods on teeth in antemortem and postmortem periods.

**Key words:** Age determination by teeth, dental record, forensic dentistry.

## GİRİŞ

Adli tıpta yaş tayini, Ceza ve Medeni Hukuk yönünden çok önemli bir konudur. Çocuğun ceza sorumluluk yaşına ulaşmış olmadığına tespiti, cinsel saldırı, evlilik, evlat edinme, memuriyete girme, emeklilik, yasadışı göç, askere alınma, doğum kayıtlarından şüphelenildiğinde ve doğum belgesi olmadığı durumlarda, kitlesel afet, kaza ve cinayet gibi ceza davası durumlarında yaş tayini yapılmaktadır.<sup>1,2</sup>

Dişler, insan vücudundaki en sert ve dirençli dokular olup, suda kalma, yanma, çürüme, travma gibi fiziksel faktörlerden çok etkilenmez ve uzun süre dayanıklılığını koruyabilir. Bu nedenle yaş ve cinsiyetin belirlenmesinde diğer vücut yapılarına göre daha güvenli bir şekilde kullanılabilir.<sup>3,4</sup>

Dental yaş tahmini antemortem (ölüm öncesi) veya postmortem (ölüm sonrası) dönemde çeşitli kayıtlar ve yöntemler kullanılarak yapılabilir. Çocuklarda ve ergenlerde diş gelişimi, yetişkinlerde ise biyokimyasal yöntemler (aspartik asit rasemizasyonu, radyoaktif karbon 14-14C) ve morfolojik değişiklikler (atrizyon, kök şeffaflığı vb) değerlendirilerek dental yaş tahmini yapılabilir.

Antemortem dental kayıtlar; dental radyografiler, yazılı kayıtlar, çene modelleri ve fotoğraflardan oluşur. Bu kayıtlar emniyet birimleri, sigorta şirketleri, diş hekimliği fakülteleri, ağız ve diş sağlığı merkezleri, sağlık hizmeti veren özel kuruluşlar, aile ve arkadaşlardan elde edilebilir.

Postmortem kayıtlar ise detaylı intraoral muayene sonrası bulguların kaydedilmesi ve yüksek çözünürlüğe sahip bir fotoğraf makinesi ile oral kavitenin ve dişlerin ayrıntılı olarak görüntülenmesi ile elde edilir. Ayrıca anatomik dental çizelgeler, radyografiler, modeller, teyp kayıtları ve/veya öyküsel tarifler de postmortem kayıt olarak kullanılır. Postmortem dönemde elde edilen verilerin karşılaştırılabilir olması oldukça önemlidir.<sup>5</sup>

Postmortem radyografik kayıtlar elde edilirken radyografi cihazının olmadığı veya kitlesel afetler nedeniyle var olan cihazların yeterli olmadığı morglarda, mobil röntgen cihazları kullanılabilir. Mobil cihazların kullanımı sayesinde rigor mortis gibi durumlar ortaya çıkmadan hızlı bir şekilde görüntü elde edilebilir fakat bu cihazların kullanıldığı alanda radyografi çekimi yapan personel dışındaki kişiler de radyasyona maruz kalabilmektedir. Bu nedenle, ilgili alanda mutlaka kurşun kaplı bariyerler veya alçıdan yapılmış paneller kullanılarak radyasyon güvenliği sağlanmalıdır. Çok sayıda vakanın incelenmesi gerektiğinde ise oklüzal radyografiler veya panoramik radyografiler tercih edilebilir.<sup>6,7</sup>

Postmortem dönemde yapılan dental yaş tahmini sayesinde şüphelilerin sayısı sadece belirli yaş aralığına indirgenerek, daha az sayıda kişinin antemortem dosyası incelenerek kimliklendirme yapılması sağlanabilmektedir.

Bu derleme, antemortem ve postmortem dönemde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemlerini değerlendirmektedir.

## ERİŞKİN OLMAYAN BİREYLERDE DENTAL YAŞ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

### 1.Fetal dental yaş tahmini

Mine prizmaları, minenin farklı tabakalar halinde lineer birikimi sonucu oluşur. Bu mineralizasyon farklılıkları "inkremental retzius striaları-çizgileri" olarak adlandırılır. Retzius striaları büyüme çizgileri olarak kabul edilebilir, histolojik ve radyolojik olarak gösterilebilir.<sup>8</sup> Minedeki mineralizasyon sistemik ve fizyolojik faktörlerden etkilenmektedir. Sistemik bir hastalığa bağlı, mineralizasyon süreci kesintiye uğrar ve gelişmekte olan strialar daha koyu olur. Doğumda maruz kalınan fizyolojik stres de mineralizasyonu

etkileyerek süt dişlerinde yeni doğan çizgisi olarak adlandırılan daha koyu-kalın inkremental büyüme çizgilerinin oluşmasına neden olur.<sup>9</sup> Yenidoğan çizgisinin varlığı, bebeğin doğumdan sonra yaşadığını gösterir.

### 2.Demirjian Yöntemi

Bu yöntem ilk kez Demirjian ve ark. tarafından yayımlanmıştır.<sup>3</sup> Panoramik radyografide sol alt çenede 3. azı dişi hariç yedi daimi diş değerlendirilmiştir. İncelenen dişlerin mineralizasyon aşaması sekiz safhada (A-H) tanımlanmış ve her bir dişteki gelişim aşamasına istatistiksel bir modele göre puan verilmiştir. Yedi dişin skorlarının toplamına göre iki cinsiyet için ayrı ayrı oluşturulan skalada yaş tahmini yapılmıştır. 1976 yılında Demirjian ve Goldstein tarafından yaş grubu ve örnek sayısı genişletilerek yapılan çalışma ile yöntem dört dişten yaş tayini yapılmasını mümkün kılacak şekilde modifiye edilmiştir.<sup>10</sup> (Tablo 1)

**Tablo 1.** Diş Gelişim Skorlarını Dental Yaşa Çevrim Tablosu (Demirjian & Goldstein 1976).

Yaş	Skor		Yaş	Skor		Yaş	Skor		Yaş	Skor	
	Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız
4,0	23,5	24,0	7,0	53,0	60,7	10,0	88,7	91,2	13,0	97,5	98,3
,1	24,7	25,1	,1	54,9	62,8	,1	89,0	91,8	,1	97,6	98,4
,2	25,3	25,9	,2	56,2	65,3	,2	89,5	92,1	,2	97,8	98,5
,3	26,1	26,6	,3	57,8	66,9	,3	90,0	92,6	,3	97,9	98,7
,4	27,0	27,3	,4	59,3	68,9	,4	90,4	93,0	,4	98,0	98,8
,5	28,0	28,1	,5	61,1	70,4	,5	90,8	93,3	,5	98,1	98,8
,6	29,2	29,5	,6	63,3	72,0	,6	91,5	93,7	,6	98,2	98,9
,7	29,9	30,1	,7	65,5	73,5	,7	91,9	94,1	,7	98,3	98,9
,8	30,8	31,0	,8	67,5	74,9	,8	92,2	94,4	,8	98,4	99,0
,9	31,4	31,9	,9	69,4	75,9	,9	92,6	94,8	,9	98,5	99,0
5,0	32,1	32,7	8,0	71,3	77,1	11,0	92,9	94,9	14,0	98,6	99,1
,1	33,2	33,9	,1	73,0	78,2	,1	93,2	95,2	,1	98,7	99,1
,2	34,3	34,9	,2	74,5	79,2	,2	93,6	95,5	,2	98,8	99,2
,3	35,4	35,9	,3	76,0	80,0	,3	94,0	95,8	,3	98,9	99,3
,4	35,9	37,0	,4	77,1	81,2	,4	94,2	96,0	,4	99,0	99,4
,5	36,8	38,1	,5	78,2	81,9	,5	94,5	96,2	,5	99,1	99,4
,6	37,9	39,4	,6	79,3	82,6	,6	94,8	96,3	,6	99,2	99,5
,7	38,9	40,6	,7	80,1	83,2	,7	95,0	96,6	,7	99,2	99,5
,8	39,8	42,0	,8	81,0	84,2	,8	95,2	96,8	,8	99,3	99,6
,9	40,7	43,2	,9	81,8	84,8	,9	95,5	96,9	,9	99,3	99,7
6,0	41,7	44,5	9,0	82,7	85,4	12,0	95,7	97,0	15,0	99,4	99,7
,1	43,0	46,2	,1	83,4	86,2	,1	96,0	97,1	,1	99,4	99,8
,2	44,1	47,7	,2	84,0	86,9	,2	96,2	97,3	,2	99,5	99,8
,3	45,2	49,1	,3	84,7	87,5	,3	96,4	97,4	,3	99,6	99,8
,4	46,1	50,3	,4	85,2	88,0	,4	96,6	97,6	,4	99,7	99,9
,5	47,4	52,1	,5	85,9	88,6	,5	96,7	97,8	,5	99,8	99,9
,6	48,7	53,7	,6	86,6	89,2	,6	96,9	97,8	,6	99,8	100
,7	49,9	55,3	,7	87,0	89,7	,7	97,0	98,0	,7	99,9	
,8	51,0	57,2	,8	87,6	90,1	,8	97,1	98,1	,8	99,9	
,9	52,1	59,0	,9	88,2	90,7	,9	97,3	98,2	,9	100	

### Mineralizasyon aşamaları:

- Kripta evresi (kusp tepeleri kalsifiye ama birleşmemiş) = 1
- Kripta oluşumunun tamamlanması = 2
- Kronun yaklaşık yarısının oluşması = 3
- Kron oluşumunun tamamlanması = 4
- Diş kökünün 1/2 'sinin oluşması = 5
- Diş kökünün 2/3'ünün oluşması = 6
- Diş kökünün tamamlanması = 7
- Apeksin kapanması = 8 şeklinde sınıflanmaktadır.

Demirjian yönteminde yapılan yaş tahminleri kronolojik yaşa göre fazla sonuç vermektedir. Bu nedenle farklı popülasyonlarda da o popülasyona spesifik standartlar geliştirilmiştir.<sup>11-14</sup> Bu Ayrıca Demirjian yöntemi ile 3. molar dişin maturasyon aşamaları ile bireyin tıbbi ve yasal açıdan önem taşıyan 18 yaşına ulaşmış olup olmadığı tespit edilebilmektedir.<sup>15,16</sup>

### 3. Nolla yöntemi

Nolla yönteminde panoramik radyografide maksilla ve mandibuladaki daimi dişlerin (3. molar dişler hariç) mineralizasyon ve gelişimi incelenmiştir. Her dişin mineralizasyon ve gelişimi 0-10 arasında skorlama sistemine sahip bir skalaya göre puanlanmıştır. Yöntemde kız ve erkekler için ayrı tablolar hazırlanmış ve yaş tahmini yapılırken elde edilen toplam puanın bu tablodan karşılığı bulunarak yaş hesaplanmıştır.<sup>17</sup> (Tablo 2)

**Tablo 2.** Diş Gelişim Skorlarını Dental Yaşa Çevrim Tablosu (Nolla 1960).

Yaş	Skor		Yaş	Skor		Yaş	Skor		Yaş	Skor	
	Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız
4,0	56,4	62,3	7,0	94,2	101,9	10,0	121,0	127,7	13,0	135,1	138,1
,1	57,8	63,9	1,	95,2	102,9	1,	121,6	128,0	1,	135,3	138,2
,2	59,2	65,4	2,	96,2	103,9	2,	122,1	128,2	2,	135,6	138,3
,3	60,5	67,0	3,	97,2	105,0	3,	122,7	128,5	3,	135,8	138,4
,4	62,0	68,6	4,	98,3	106,0	4,	123,2	128,7	4,	136,1	138,5
,5	63,3	70,1	5,	99,3	107,0	5,	123,8	129,0	5,	136,3	138,6
,6	64,7	71,7	6,	100,3	108,1	6,	124,4	129,2	6,	136,6	138,7
,7	66,1	73,3	7,	101,4	109,1	7,	124,9	129,5	7,	136,8	138,8
,8	67,5	74,9	8,	102,4	110,2	8,	125,5	129,7	8,	137,1	138,9
,9	68,8	76,4	9,	103,4	111,2	9,	126,0	130,0	9,	137,3	139,0
5,0	70,2	78,0	8,0	104,5	112,3	11,0	126,6	130,3	14,0	137,5	139,1
,1	71,4	79,2	1,	105,4	112,9	1,	127,1	130,8	1,	137,7	139,2
,2	72,7	80,4	2,	106,3	113,4	2,	127,6	131,4	2,	137,8	139,2
,3	73,9	81,6	3,	107,2	114,0	3,	128,1	131,9	3,	137,9	139,3
,4	75,2	82,8	4,	108,1	114,6	4,	128,6	132,5	4,	138,1	139,3
,5	76,4	84,0	5,	109,9	115,2	5,	129,1	133,0	5,	138,2	139,4
,6	77,6	85,2	6,	109,9	115,7	6,	129,6	133,6	6,	138,4	139,4
,7	78,9	86,4	7,	110,8	116,3	7,	130,1	134,1	7,	138,5	139,5
,8	80,1	87,6	8,	111,7	116,9	8,	130,6	134,6	8,	138,7	139,5
,9	81,4	88,8	9,	112,6	117,4	9,	131,1	135,2	9,	138,8	139,6
6,0	82,6	90,0	9,0	113,4	118,0	12,0	131,6	135,7	15,0	139,0	139,6
,1	83,8	91,2	1,	114,2	119,0	1,	131,9	135,9	1,	139,1	139,6
,2	85,0	92,4	2,	114,9	120,0	2,	131,3	136,2	2,	139,2	139,7
,3	86,1	93,6	3,	115,7	121,0	3,	132,6	136,5	3,	139,3	139,7
,4	87,2	94,8	4,	116,4	121,9	4,	133,0	136,7	4,	139,4	139,8
,5	88,4	96,0	5,	117,2	122,9	5,	133,3	137,0	5,	139,5	139,8
,6	89,6	97,1	6,	118,0	123,9	6,	133,7	137,2	6,	139,6	139,8
,7	90,7	98,3	7,	118,8	124,8	7,	134,0	137,4	7,	139,7	139,9
,8	91,9	99,5	8,	119,5	125,8	8,	134,4	137,7	8,	139,8	139,9
,9	93,0	100,7	9,	120,2	126,8	9,	134,8	137,9	9,	139,9	140,0

### Skala;

#### 0. Kripta izlenmez

1. Kripta evresi
2. Kalsifikasyonun başlaması
3. Kronun 1/3'ünün oluşması
4. Kronun 2/3'ünün oluşması
5. Kronun hemen hemen tamamlanması
6. Kronun tamamının oluşması
7. Kökün 1/3'ünün oluşması
8. Kökün 2/3'ünün oluşması
9. Kökün oluşması – açık apeks
10. Apeksin kapanması şeklinde sıralanmaktadır.

Çevresel, iklimsel, genetik, hormonal ve beslenme faktörleri organların gelişimini etkilemektedir.<sup>18</sup> Dişlerin gelişimi de birçok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle aynı ülke içindeki coğrafi bölgeler veya şehirler arasında da nüfusa özgü çalışmaların yapılması daha doğru yaş tahmini yapabilmek için gereklidir.<sup>19</sup>

Farklı popülasyonlar üzerinde Nolla yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar, gözlemci içi uyumun % 90'ın üzerinde olduğunu<sup>20</sup> ve diğer yaş tayin yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmiştir.<sup>21</sup> Türk popülasyonunda yapılan çalışmalarda ise diş yaşı her iki cinsiyette de gerçek diş yaşından daha küçük bulunmuş<sup>22</sup> ve diğer yöntemlere göre güvenilirliğinin daha düşük olduğu belirtilmiştir.<sup>23</sup>

Bazı çalışmalar ise Demirjian ve Nolla yönteminin güvenilirliğini karşılaştırmış ve Demirjian yönteminin yaş tahmi-

ninde daha güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmiştir.<sup>24,25</sup>

### 4.Schour ve Massler Yöntemi

Schour ve Massler<sup>26</sup>, süt ve daimi dişlerin gelişimini, doğum öncesi [Intrauterin (IU) 4.5-5 ay], yenidoğan (doğumda), bebeklik (0-6), çocukluk (2-6 yaş), erken okul çağı (6-10 yaş), prepubertal dönem (10-12 yaş) ve erişkin (12-21 yaş) olmak üzere yedi aşamada incelemiştir. Her yaşta beklenen diş gelişim evrelerini radyografiler üzerinde karşılaştırarak bir diyagram geliştirmiştir. Diyagram IU yaşamdan yetişkin döneme kadar 21 çizimden oluşmaktadır. Her çizim, dişeti çizgisine ve karşılık gelen yaşa göre diş gelişimi ve sürme grafiklerinden oluşmaktadır. Yaş kategorileri 12 yaşa kadar ardışık olup 12 yaştan sonraki kategori 15 yaştır. Son iki çizim ise 21 ve 35 yaşlara ait olup dişlerin tamamen sürdüğünü gösterir. Çizimler hem erkekler hem de kadınlar için kullanılabilir.

Schour ve Massler<sup>26</sup> yaş tahmini yapılacak çocuğun radyografilerini, bu diyagramlarla karşılaştırarak yaşı belli bir hata oranıyla belirlenebileceğini ileri sürmüştür.

Yöntem başlangıçta diş hekimleri için bir rehber olarak tasarlanmış olsa da arkeolojide yaş tahmini için de yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>27</sup> Bu yöntem kullanılarak yapılan çalışmalarda kronolojik ve tahmini yaş arasındaki farkın 12 yaşındaki bireylerde fazla hesaplandığı<sup>28</sup>, bazı çalışmalarda ise 16 yaşın üzerindeki kişilerde yaş tahminlerinin daha düşük sonuç verdiği bildirilmiştir.<sup>29,30</sup>

### 5.Açık Apeks Yöntemi

Bu metotta panoramik veya periapikal radyografide sol alt yedi daimi dişin kök gelişimi değerlendirilerek yaş tahmini yapılmaktadır. Tek köklü dişler için açık apeks iç yüzeyi arasındaki mesafe, iki köklü dişler için iki açık apeks iç mesafesi toplamı ölçülmektedir. Açık apeks/ diş uzunluğu oranı, Cameriere tarafından regresyon analizi sonucunda geliştirilen formüle uyarlanarak diş yaşı hesaplanmaktadır.<sup>31</sup> Ölçümü yapılan tüm dişler için ortalama indeksler belirlenmiş ve erkekler ile kızlarda ortak kullanılabilir lineer regresyon formülü oluşturulmuştur.

Türk popülasyonunda açık apeks yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada 13, 14 ve 15 yaşlarında apeks daraldığı için daha küçük yaşlarda, daha doğru sonuçlar verdiğini bildirilmiştir.<sup>32</sup>

Demirjian yöntemi ile açık apeks yönteminin karşılaştırıldığı çalışmalarda ise Demirjian yöntemi kullanıldığında tahmini diş yaşının normalden daha büyük olduğu, açık apeks yönteminde ise normalden hafif küçük olduğu rapor edilmiştir.<sup>33,34</sup>

## ERİŞKİN BİREYLERDE DENTAL YAŞ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

### 1.Aspatik Asit Rasemizasyonu

Metabolik olarak proteinlerin içeriğinde bulunan L-aspar-

tik asit, yaşla birlikte dokularda rasemizasyon(kimyasal reaksiyon) ile D-aspartik asite dönüşür. Dentinden alınan transvers kesitlerde D/L aspartik asit oranı incelendiğinde her yıl ortalama %0.1 D-aspartik asitin biriktiği rapor edilmiştir.<sup>35</sup> Dentindeki oran minedekinden daha fazla olduğu için yaş tahmininde dentin daha güvenilir kabul edilmektedir.<sup>36</sup> Dentinde yapılan D/L aspartik asit oranı ile kronolojik yaşın pozitif korelasyonu birçok çalışmada gösterilmiştir.<sup>35,37</sup> Rasemizasyon analizi için en uygun dişler alt kesici veya premolarlar gibi tek köklü dişlerdir.<sup>37</sup> Ortam sıcaklığı, pH ve nem gibi çeşitli faktörler rasemizasyon sürecini etkilemektedir. Özellikle ateş, aspartik asitin L-formundan D-formuna dönüşümünü artırır, bu yüzden yanık vakalarında rasemizasyon oranı daha yüksek olur ve bu yöntem hatalı sonuç verebilir.

## 2.Sement Apozisyonu

Yaşla birlikte sement miktarında ölçülebilir bir artış meydana gelmektedir. 16-70 yaşlarında sementin kalınlığı yaklaşık üç kat artar. Diş kökünden alınan ince kesitlerin histolojik olarak incelenmesi ile sement kalınlığı ya da sementin inkremental çizgilerinin sayıldığı yöntemler geliştirilmiştir. Sürmüş dişlerde sert dokularda meydana gelen değişiklikler yaş, çevresel faktörler (sıcaklık, nem, UV ışık, diş fırçalama vb.), beslenme ve hormonal değişikliklerden etkilenir. Gömülü dişlerde ise sert doku değişiklikleri sadece yaşlanma sürecinden etkilendiği için yaş tahmini çalışmalarının gömülü dişler üzerinde yapılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.<sup>38</sup> Gömülü dişlerde yaş ile sementin koronal yer değiştirmesi arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bildirilmiştir.<sup>39</sup> Yaş arttıkça yaş tahmininin güvenilirliği azalmaktadır.

Sement çizgileri farklı ışıklar altında incelenebilmektedir. Faz kontrast mikroskobu ile yapılan sement ölçümü 1 yıl hata ile diğer yöntemlere göre daha güvenilirdir. Son çalışmalar, sement apozisyon yönteminin, yaş tahmini için yetişkin iskeletini kullanan herhangi bir morfolojik veya histolojik yöntemden daha güvenilir bir şekilde kullanılabilirliğini göstermektedir.<sup>40</sup>

## 3.Gustafson Yöntemi

1950'de Gustafson<sup>41</sup> dişlerin fizyolojik değişikliklerini değerlendirerek yaş tahmini yapmıştır. Teknik atrizyon, periodontal ligament retraksiyonu, sekonder dentin apozisyonu, kök şeffaflığı ve kök rezorpsiyonu gibi yaşa bağlı değişikliklerin varlığı ve miktarı için 0-3 arasındaki puanların ilişkilendirilmesinden oluşur. Skorlar toplanarak elde edilen puanlara uygun yaş, önceden belirlenmiş tablolara bakılarak belirlenir. Bu yöntemin standart sapması  $\pm 3$  yıl bulunmuştur.<sup>3</sup>

## Sement apozisyonu

0. Normal sement

1. Sement kalınlığı normalden fazla
2. Kök apeksine yakın anormal sement kalınlığı
3. Kök apeski boyunca generalize anormal sement kalınlığı<sup>41</sup>

## Atrizyon

0. Atrizyon yok

1. Atrizyon mine seviyesiyle sınırlı
2. Atrizyon dentin seviyesiyle sınırlı
3. Pulpa kavitesine ulaşan atrizyon

## Periodontal hastalık

0. Belirgin bir periodontal hastalık yok

1. Kemik kaybının olmadığı periodontal hastalık
2. Kökün 1/3'ünden fazlasını içeren periodontal hastalık
3. Kökün 2/3'ünden fazlasını etkileyen periodontal hastalık

## Sekonder dentin

0. Sekonder dentin formasyonu yok.

1. Pulpa kavitesinin üst kısmına kadar sekonder dentin
2. Pulpa kavitesinin 2/3'üne kadar sekonder dentin
3. Tüm pulpa kavitesinin diffüz kalsifikasyonu

## Kök şeffaflığı

0. Şeffaflık yok

1. Şeffaflığın başlaması
2. Şeffaflık apikal kökün 1/3 ünden fazla
3. Şeffaflık apikal kökün 2/3 ünden fazla

## Kök rezorpsiyonu

0. Rezorpsiyon yok

1. Düzensiz –Benekli rezorpsiyon
2. Sementle sınırlı rezorpsiyon
3. Sement ve dentini içeren yaygın rezorpsiyon

Gustafon'un yönteminin invaziv bir yöntem olması önemli bir dezavantajdır.<sup>41</sup> Bu nedenle Matsikidis<sup>42</sup>, Gustafson'un çekilmiş dişler üzerinde incelediği fizyolojik değişiklikleri (atrizyon, sekonder dentin oluşumu, periodontal ligament retraksiyonu, sement apozisyonu ve kök rezorpsiyonu) radyografi üzerinde incelemiş ve uygulanabilir olduğunu bildirmiştir.

Olze ve ark.<sup>43</sup> ise panoramik radyografide kök rezorpsiyonu ve kök şeffaflığı değerlendirilemediği için Gustafson'un yöntemindeki 4 özelliği alt premolar dişlerde değerlendirerek modifiye bir yöntem geliştirmiştir. Fakat modifiye tekniğin kullanıldığı çalışmalarda, yaşlılarda yaş tahmininin daha az güvenilir olduğu bildirilmiştir.<sup>44,45</sup>

## 4.Radyoaktif Karbon-14 (14C)

<sup>14</sup>C minenin oluşum döneminde yapısına katılır ve mine dokusunda "turnover" olmadığı için minedeki miktarı sabit kalır. Minedeki <sup>14</sup>C konsantrasyonu ölçülür ve farklı

yıllarda atmosferdeki miktarı ile karşılaştırılarak minenin olduğu yıl tespit edilebilir.<sup>46</sup> Bu yöntemle kişinin ne zaman ya da hangi yaşta öldüğüne bakılmaksızın doğum yılı tespit edilebilir<sup>46</sup>, coğrafi kökene ilişkin ipucu elde edilebilir ve cinsiyet belirlenebilir.<sup>47</sup>

Mine oluşum zamanları her diş için farklıdır ve aynı diş tipi arasında da varyasyonlar söz konusudur. Özellikle üçüncü azı dişlerinde daha fazla varyasyon görülür.<sup>17,26</sup> Bu farklılıklara rağmen aynı bireyin üçüncü azı dişleri de dahil olmak üzere iki veya daha fazla dişinde yapılan analizler bireyin doğum tarihi hakkında benzer sonuçlar vermektedir. Bireye ait tek diş kullanılsa bile güvenilir sonuçlar elde edilebilir.<sup>47</sup>

14C analizi, soğuk savaş döneminde (1955-1963) nükleer silahların test patlamasının neden olduğu atmosferik ve biyosferik 14C düzeylerindeki sert artıştan<sup>48</sup> kaynaklı 14C ölçümüne dayandığı için 1940'ların başından sonra doğan kişiler üzerinde yapılabilmektedir. Daha yaşlı kişilerde ise üçüncü azı dişlerin (varsa) analizi gerekebilir.

Ölüm tarihinin bilinmesi durumunda kronolojik yaş belirlenebilir fakat ölüm tarihi bilinmiyorsa, aspartik asit rasemiyasyon analizi ile birlikte kullanılarak ölüm yılı ve kronojik yaş elde edilebilir.

## 5. Atrizyon

Atrizyon, oklüzal ve aproksimal yüzeylerde dişin dişe teması sonucu oluşan diş sert doku kaybıdır. Atrizyon miktarı ırk, genetik faktörler, sosyoekonomik durum ve diyet gibi farklı özelliklerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle atrizyon kullanılarak yapılacak yaş tahmininde popülasyona özgü bir yol izlenmelidir.<sup>49</sup>

Atrizyon miktarının hesaplanmasında Boldsen<sup>50</sup> ilk olarak Murphy'nin<sup>51</sup> tanımladığı puanlamayı modifiye etmiştir:

0. Diş sürmüştü ama gözle görülür bir atrizyon yok

E. Mine ile sınırlı atrizyon (civalı yüzeyler).

1. Dentin sadece bir kaspta ekspoz

2. Dentin iki kaspta ekspoz

3. Dentin üç kaspta ekspoz

4. Dentin dört kaspta ekspoz

5. İki veya daha fazla dentin bölgesi birleşmiştir ancak oklüzal yüzeyde bir miktar mine mevcut

6. Oklüzal yüzeyin dentin bölgesini tamamen veya kısmen çevreleyen mine

7. Dişte mine bulunmaz

Tüm daimi dişler incelendiğinde üst 1. ve 2. molar dişler alt çeneye göre daha anlamlıdır.<sup>52</sup> Dental atrizyon miktarının skorlanması amacıyla farklı sistemler geliştirilmiştir<sup>49,51</sup>, fakat güvenilir yaş tahmini için puanlama tek başına yeterli olmamaktadır.

## 6. Kök Şeffaflığı

Kök şeffaflığı atrizyon, sekonder dentin apozisyonu, sement apozisyonu ve kök rezorpsiyonu gibi yaş tahminin-

de kullanılan parametreler içinde çevresel ve patolojik değişikliklerden en az etkilenen<sup>41,53-55</sup>, çenelerin her iki tarafında simetrik dağılım gösteren<sup>56</sup> ve bu yüzden yaş tahmininde önemli olan bir parametredir. Dentinin yarı saydamlığına neden olan durumlar; yağlı dejenerasyon, dentin tübüllerinin konsolidasyonu, tübüllerin ve kalsifiye dentin matriksinin normalde farklı olan kırılma indekslerinin eşitlenmesi<sup>55</sup>, intratübüler kalsifikasyonun artmasına bağlı dentin tübül çapının daralması ve intratübüler organik ve ekstratübüler inorganik madde arasındaki kırılma indeksinin dengelenmesidir.<sup>57</sup> Bang ve Ramm<sup>55</sup>, kök şeffaflığını yaş tahmininde ilk kez kullanmış ve yaşla birlikte kök şeffaflığında önemli bir artış bildirmiştir. Şeffaflık kök apikal kısmında başlar ve koronal yönde artar.<sup>55</sup> Bu durum yansıyan ışıktaki karanlık, iletilen ışıktaki transparan görünür.<sup>58</sup>

Kök şeffaflığı geleneksel olarak Vernier kaliperleri ile<sup>55,59,60</sup> ya da dijital kameralar ile dişlerin görüntülenmesi, özel yazılım programları kullanılarak görüntülerin işlenmesi ile değerlendirilebilir.<sup>60</sup> Tek köklü dişlerde kök şeffaflığının doğru sonuç veren tek teknik olduğunu ileri süren çalışmalar<sup>59,61</sup> olmasına rağmen, çift köklü dişlerin, tek köklü dişlere göre daha doğru yaş tahmini sağladığı bildirilmiştir.<sup>62</sup> 20 yaşından sonra kök apeksinde skleroz başlar. Bu nedenle 20 yaşından küçük bireylerde yanlış sonuç verilebileceği için bu yöntemin kullanımı önerilmemektedir.<sup>63</sup>

## 7. Telomer Kısalması

İnsan kromozomlarının terminal ucu telomer olarak adlandırılır. Doğumda, yaklaşık 15-20 bin baz çifti uzunluğunda olan telomer yaşla birlikte kademeli olarak kısalır.<sup>64</sup> Bu nedenle bazı araştırmacılar pulpa DNA'sında telomer kısalmasına dayalı yaş tayini yapmışlardır.<sup>65,66</sup> Adli yaş tahmininde 10 yıla kadar eksik veya fazla sonuçlar kabul edilebilir. Bu tekniğin ortalama hatasının yaklaşık 10 yıl yani üst sınırdaki olması diğer tekniklere göre önemli bir dezavantajdır.

## 8. Kvaal Yöntemi

1995 yılında Kvaal ve ark.<sup>67</sup> tarafından geliştirilen yöntemde yaş tahmini için periapikal radyografilerde ölçümler yapılmıştır. Aynı bireyin 6 farklı dişinde çeşitli uzunluk ve genişlik ölçümleri yapılmış ve yaşla en yüksek korelasyonu gösteren üst santral ve lateral kesiciler, 2. premolar ve alt lateral kesiciler, kaninler ve 1. premolarlar kullanılmıştır. Radyografilerdeki magnifikasyon ve açılama farklılıklarını gidermek için, ölçümlerin çeşitli oranları elde edilerek regresyon formülleri geliştirilmiştir. İlerleyen yıllarda aynı yöntem panoramik radyografide ve KIBT'de de kullanılmıştır.<sup>68,69</sup>

Kvaal yönteminde yapılan ölçümler:

1. Diş uzunluğu

2. Kök uzunluğu

### 3. Pulpa uzunluğu

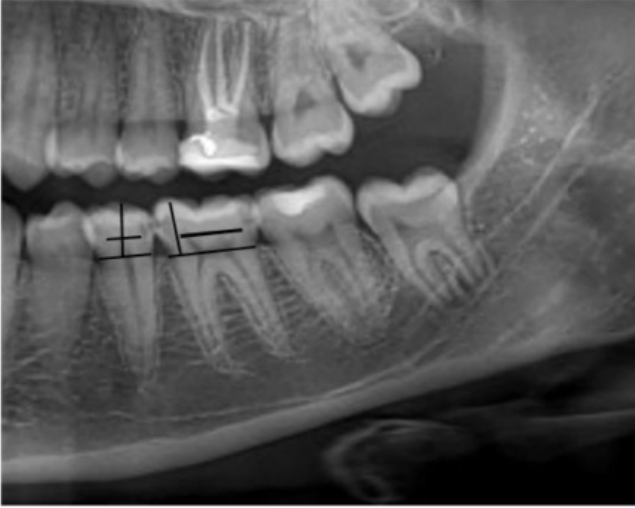
#### 4. Üç farklı seviyede pulpa ve kök genişliği:

- Mine-sement sınırında
- Mine-sement sınırı ile kök orta seviyesinin ortası
- Kök orta seviyesinde şeklindedir.

Kvaal yöntemiyle yapılan yaş analizinde mandibular kanin diş daha anlamlı sonuçlar vermektedir<sup>69</sup> fakat hata oranı 15-20 yıl aralığında olup yeterince güvenilir değildir.<sup>70</sup> KIBT üzerinde yapılan bir çalışmada ise kronolojik yaşın 5-6 yıl fazla hesaplandığı, yaşın artmasıyla birlikte daha küçük ölçümlerin arttığı belirtilmiştir.<sup>71</sup>

### 9. Drusini Yöntemi

Drusini ve ark.<sup>72</sup> panoramik radyografide premolar ve molar dişlerde kron ve kron pulpasının uzunluğunu ölçmüştür ve elde edilen ölçümlerden bir koronal indeks geliştirmiştir (Resim 1).



**Resim 1.** Kırılmış panoramik radyografide Drusini yöntemi kullanılarak yapılan ölçümler.

Koronal indeks kullanılarak regresyon modelleri elde edilerek yaş tahmini yapılmıştır.

Türk popülasyonunda Drusini ve Cameriere yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada, Cameriere yönteminin güvenilir sonuçlar verdiği fakat Drusini yönteminin Türk popülasyonunda yaş tahmini için uygun olmadığı bildirilmiştir.<sup>73</sup>

### 10. Diş Pulpa Hacmine Göre Yöntemler

Sekonder dentin oluşumu yaşam boyu devam eder ve buna bağlı olarak da pulpa odasının boyutu yaşla birlikte azalır.<sup>74</sup> Bir dişin çekilmesi, kesilmesi veya sekonder dentin apozisyonuna bağlı değişiklik gösteren pulpa boyutu radyografi üzerinde değerlendirilerek yaş tahmini yapılabilir.<sup>74,75</sup> Panoramik ve periapikal gibi 2 boyutlu radyografilerde meydana gelen magnifikasyon ve distorsiyondan dolayı<sup>74,76</sup> güvenilir yaş tahmini için pulpa/diş hacmi oranı kullanılmıştır.<sup>67,77</sup> Periapikal radyografide üst-alt kanin dişlerde yapılan ölçümlerde hata oranı yaklaşık 3 yıl olup ırksal farklılık bulunmamaktadır.<sup>78</sup>

Olumlu sonuçlara rağmen, iki boyutlu radyografilerde

pulpa odasının üç boyutlu morfolojisi tam olarak izlenemediği için 3 boyutlu radyografileri kullanmak daha doğru sonuçlar vermektedir.

Son zamanlarda, üç boyutlu görüntüler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve mikro BT'de elde edilen üç boyutlu görüntülerde, tek köklü dişler kullanılarak pulpa/diş hacmi oranının yaş tayini için yararlı bir gösterge olduğu sonucuna varılmıştır.<sup>75,79</sup>

Ge ve ark.<sup>80</sup> ise KIBT'de 13 diş tipini (üst santral-lateral-kanin-2.premolar-1.molar-2.molar, alt santral-lateral-kanin-1.premolar-2.premolar-1.molar-2.molar) kullanarak pulpa/diş hacmi ile yaş arası ilişkiyi değerlendirmiştir. Üst 2.moların yaş tahmini için en uygun diş tipi olduğunu ve molar dişlerin pulpa odasının diğer dişlerden daha geniş olduğu için 3 boyutlu görüntülerde daha kolay tanımlandığını bildirmiştir.<sup>80</sup> Ayrıca birden fazla diş tipinin kullanılmasının, tek bir diş tipine kıyasla yaş tahmininin doğruluğunu artırdığını, özellikle cinsiyetin bilinmediği durumlarda yaş tahmini yapılırken çoklu diş tiplerinin kombinasyonunun kullanılmasını önermiştir.<sup>80</sup>

Türk popülasyonunda<sup>82</sup> KIBT ile yapılan bir çalışmada ise üst santral dişin birçok çalışmayla uyumlu olarak en güvenilir dişler olduğu bildirilmiştir.<sup>74,75</sup>

### 11. Cameriere Yöntemi

Cameriere ve ark.<sup>82</sup> panoramik radyografide maksiller kaninde diş, pulpa ve kök uzunluğu ile üç farklı seviyede kök ve pulpa genişliğini ölçmüştür. Radyografideki magnifikasyon ve angulasyon miktarı dikkate alınarak pulpa hacmi ile diş hacmi arasında oran elde edilmiştir (Resim 2).



**Resim 2.** Kırılmış panoramik radyografide Cameriere yöntemi kullanılarak yapılan ölçümler.

Yöntemde elde edilen hacim oranı ile doğrusal regresyon modeli oluşturularak yaş tahmini yapılabilmektedir. Türk popülasyonunda Kvaal ve Cameriere yönteminin karşılaştırıldığı bir çalışmada Cameriere yönteminin daha güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir.<sup>83</sup>

### SONUÇ

Dişler vücuttaki en sert ve dirençli dokular oldukları için olumsuz çevre koşullarından çok az etkilenirler. Bu özelliklerinden dolayı adli tıpta yaş tayininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyolojik, biyokimyasal ve histolojik

yöntemlerle dental yaş tayini yapılabilmektedir. Dişlerin gelişim evreleri ve gelişim sonrası meydana gelen çeşitli değişiklikler yaş tahmininde kullanılabilir kriterleri oluşturmaktadır. Bu yöntemlerden özellikle diş gelişimi değerlendirilerek radyografi üzerinde yapılanlarının popülasyona özgü olarak modifiye edilmesi güvenilir sonuçlar elde edebilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

#### KAYNAKLAR

- 1.Arslan MM, Çekin N, Akçan R, Saylak E. Examination of age determination cases reflected in Hatay Assize and Civil Courts. *Adli Tıp Derg* 2008;22(2):8-13.
- 2.Baransel Isır A. Age Determination in Forensic Medicine]. *Klinik Gelişim Dergisi Adli Tıp Özel Sayısı* 2009; 22:114-121.
- 3.Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol* 1973;45(2):211-27.
- 4.Karadayi B, Kaya A, Kolusayın MO, Karadayi S, Afsin H, et. al. Radiological Age Estimation: Based on Third Molar Mineralization and Eruption in Turkish Children and Young Adults. *Int J Legal Med*.2012; 126(6): 933-42. doi: 10.1007/s00414-012-0773-8.
- 5.Canger EM, Arslan S. Adli Diş Hekimliğinde Radyolojinin Kullanımı. *Atatürk Üniv.Diş Hek. Fac. Derg.* 2013; 23(1):252-260
- 6.Pittayapat P, Thevissen P, Fieuws S, Jacobs R, Willems G. Forensic oral imaging quality of handheld dental X-ray devices: comparison of two image receptors and two devices. *Forensic Sci Int* 2010; 194: 20-7. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.09.024.
- 7.Forrest AS. Collection and recording of radiological information for forensic purposes. *Aust Dent J* 2012; 57: 24-32. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01658.x.
- 8.Copenhaver WM, Kelly DE, Wood RL. The digestive systemBailey's textbook of histology 17th ed. Baltimore MD: Williams & Wilkins; 1978.p. 455-551.
- 9.Bath-Balogh M, Fehrenbach MJ. EnamelDental embryology, histology, and anatomy. 2nd ed. St. Louis, MO: Elsevier Saunders; 2006.p. 179-189.
- 10.Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol* 1976;3(5):411-21. doi: 10.1080/03014467600001671.
- 11.Bagherian A, Sadeghi M. Assessment of dental maturity of children aged 3.5 to 13.5 years using the Demirjian method in an Iranian population. *J Oral Sci* 2011; 53:37-42. doi: 10.2334/josnusd.53.37
12. Pandey M, Hamdani S, Ali SM, Goswami S, Rajpara. Dental age assessment of 7 to 15 years-old children of Rajasthan using Demirjian's method. *Indian J Dent Res Rev* 2012;8-10.
13. Karataş OH, Öztürk F, Dedeoğlu N, Çolak C, Altun O. Dental age assessment: The applicability of Demirjian method in southwestern of eastern Anatolia region Tur-

- kish children. *Cumhuriyet Dent J* 2012; 15:130-7. doi: 10.7126/cdj.2012.1096
- 14.Sukhia RH, Fida M, Azam SI. Dental age table for a sample of Pakistani children. *Eur J Orthod* 2012; 34:77-82. doi:10.1093/ejo/cjq161.
15. Kanchan T, Chugh V, Chugh A, Meshram V, Shedge R, et al. Age estimation using third molar maturation based on Demirjian's criteria. *Leg Med (Tokyo)*. 2021 Nov;53: 101959. doi: 10.1016/j.legalmed.2021.101959.
- 16.Gaêta-Araujo H, Oliveira-Santos N, Nascimento EHL, Nogueira-Reis F, Oenning AC et al. A new model of classification of third molars development and its correlation with chronological age in a Brazilian subpopulation. *Int J Legal Med* 2021;135, 639-648. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02401-1>
- 17.Nolla CM. The development of permanent teeth. *J Dent Child* 1960; 27: 254-266.
- 18.Lewis AB, Garn SM. Relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthodont* 1960; 30:70-77.
- 19.Celikoglu M, Cantekin K, Ceylan I. Dental age assessment: the applicability of Demirjian method in eastern Turkish children. *J Forensic Sci* 2011;56 (1):220-2. doi:10.1111/j.1556-4029.2010.01598.x.
- 20.Legovic M, Sasso A, Legovic I, Brumini G, Cabov T, et al. The reliability of chronological age determination by means of mandibular third molar development in subjects in Croatia. *J Forensic Sci* 2010; 55:14-18. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01238.x>.
- 21.Caro AC, Contreras IC. Analisis y comparacion de cuatro metodos radiograficos para determinar la ede dental (maduracion dental) en dientes permanentes. *Int J Dent Anthropol* 2001; 2:9-15.
- 22.Nur B, Kusgoz A, Bayram M, Celikoglu M, Nur M, et al. Validity of Demirjian and Nolla methods for dental age estimation for Northeastern Turkish children aged 5-16 years old. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(5): e871-e877.
23. Koç, A., Özlek, E. & Öner Talmaç, A.G. Accuracy of the London atlas, Willems, and Nolla methods for dental age estimation: a cross-sectional study on Eastern Turkish children. *Clin Oral Invest* 25, 4833-4840 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03788-w>
- 24.Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int* 2006;159 Suppl 1: S68-73. doi:10.1016/j.forsciint.2006.02.019.
- 25.Sinha S, Umopathy D, Shashikanth MC, Misra N, Mehra A, et al. Dental age estimation by Demirjian's and Nolla's method: A comparative study among children attending a dental college in Lucknow (UP) . *J Indian Acad Oral Med Radiol* 2014; 26: 279-86. doi: 10.4103/0972-1363.145005.
- 26.Schour I, Massler M. The development of the human dentition. *J Am Dent Assoc* 1941; 28: 1153-116.

- 27.**Messer LB, Till MJ; A landmark report on understanding the human dentition. *J Am Dent Assoc.*, 2013; 144(4): 357-361. doi:10.14219/jada.archive.2013.0128.
- 28.**George G J, Chatra L, Shenoy P, Veena K M, Prabhu RV, et al. Age determination by schour and massler method: A forensic study. *Int J Forensic Odontol* 2018; 3:36-9. doi:10.4103/ijfo.ijfo\_5\_18.
- 29.**Dayal PK; Textbook of Forensic Odontology, 1st edition, Paras Medical Publishers, India, 1998.
- 30.**Ebrahim E, Rao Kumar P, Chatra L, Shenai P, Veena KM, et al. Dental Age Estimation Using Schour and Massler Method in South Indian Children Sch. *J. App. Med. Sci.*, 2014; 2(5C):1669-1674.
- 31.**Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med.* 2006;120(1):49-52. doi:10.1007/s00414-005-0047-9
- 32.**Apaydin B K, Yasar F. Accuracy of the demirjian, williams and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Niger J Clin Pract* 2018; 21: 257-63. doi: 10.4103/1119-3077.226966.
- 33.**Javadinejad S, Sekhavati H, Ghafari R. A comparison of the accuracy of four age estimation methods based on panoramic radiography of developing teeth. *J Dent Res Dent Clin Den Prospect* 2015; 9:72. doi: 10.15171/joddd.2015.015.
- 34.**Nair VV, Thomas S, Thomas J, Salim SF, Thomas D, et al. Comparison of Cameriere's and Demirjian's methods of age estimation among children in Kerala: a pilot study. *Clinics and Practice* 2018; 8(1):991. doi: 10.4081/cp.2018.991.
- 35.**Helfman PM, Bada JL. Aspartic acid racemisation in dentine as a measure of ageing. *Nature* 1976; 262:279-81. doi: 10.1038/262279b0.
- 36.**Yamamoto K, Ohtani S. Estimation of age from a tooth by means of raemization of an amino acid, especially aspartic acid- comparison of enamel and dentin, *Forensic Sci Int.* 1992;37(4):1061-7.
- 37.**Ohtani S, Yamamoto T. Age estimation by amino acid racemization in human teeth. *J Forensic Sci* 2010; 55(6):1630-3. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01472.x.
- 38.**Nitzan DW, Michaeli Y, Azaz B. The effect of aging on toothmorphology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986;61(1):54-60. doi: 10.1016/0030-4220(86)90203-3.
- 39.**Rai B. Coronal displacement of cementum in impacted teeth: as age marker. *J Forensic Leg Med* 2009; 16(1): 5- 6. doi: 10.1016/j.jflm.2008.05.009.
- 40.**Pradeep L, Kokila G, Gopinathan PA, Guruswamy S, Nazir SH, et al A. Age Estimation with Cemental Annulation Using Light, Phase Contrast and Polarized Microscopy. *J Microsc Ultrastruct.* 2021;9(2):55-60. doi:10.4103/JMAU.JMAU\_3\_20
- 41.**Gustafson G. Age determination of teeth. *J Am Dent Assoc* 1950; 41(1): 45- 54. doi: 10.14219/jada.archive.1950.0132.
- 42.**Matsikidis G. Altersbestimmung aus Zahnfilmen. *Med DissHeidelberg*, 1981.
- 43.**Olze A, Hertel J, Schulz R, Wierer T, Schmeling A. Radiographic evaluation of Gustafson's criteria for the purpose of forensic age diagnostics. *Int J Legal Med.* 2012;126(4):615-621. doi: 10.1007/s00414-012-0701-y.
- 44.**Timme M, Timme WH, Olze A, Ottow C, Ribbecke S, et al. Dental age estimation in the living after completion of third molar mineralization: new data for Gustafson's criteria. *Int J Leg Med.* 2017;131(2) :569-577. doi:10.1007/s00414-016-1492-3
- 45.**Lavez GP, Terada ASSD, Dezem TU, Galo R, da Silva RHA. Age estimation using Olze's method in an adult Brazilian population. *J Forensic Leg Med.*2017; 52: 241-244. doi:10.1016/j.jflm.2017.10.003
- 46.**Spalding KL, Buchholz BA, Bergman LE, Druid H, Friesen J. Forensics: age written in teeth by nuclear tests. *Nature.*2005; 437(7057): 333-334. doi:10.1038/437333a
- 47.**Alkass K, Saitoh H, Buchholz BA, Bernard S, Holmlund G, et al. Analysis of radiocarbon, stable isotopes and DNA in teeth to facilitate identification of unknown decedents. *PLoS One.* 2013;8(7):e69597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069597>
- 48.**Hua Q, Barbetti M. Review of tropospheric bomb <sup>14</sup>C data for carbon cycle modeling and age calibration purposes. *Radiocarbon.* 2004; 46:1273-129. doi: <https://doi.org/10.1018>.
- 49.**Lovejoy CO. Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology.* 1985 Sep;68(1):47-56. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680105>.
- 50.**Boldsen JL. Ageing and dental attrition in a medieval ruralDanish population. *Int J Anthropol.* 1991; 6:217-224. <https://doi.org/10.1007/BF024444057>.
- 51.**Murphy T. The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. *Am J Phys Anthropol.* 1959;17(3):167-178. doi: 10.1002/ajpa.1330170302.
- 52.**Subedi N, Mallik M, Chaudhary RK, Gurung G. Age Estimation from Attrition of Permanent Molars. *J Nepal Health Res Counc.* 2021 Apr 23;19(1):101-106. doi: 10.33314/jnhrc.v19i1.3397. PMID: 33934142.
- 53.**Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand.* 1970;28(1):3-35. doi: 10.3109/00016357009033130.
- 54.**Matska E, Stavrianos C, Vasiliadis L. Estimation of dental age using root dentine translucency. *Surg J.* 2009; 4:21-8.
- 55.**Vasiliadis L, Stavrianos C, Dagkalis P, Parisi KS, Stavrianou I, et al. Translucent root dentine in relationship to increasing age: Review of the literature. *Res J Biol Sci.*



2011;6(2):92-5. doi: 10.3923/rjbsci.2011.92.9.5

**56.**Solheim T. Dental root translucency as an indicator of age. *Scand J Dent Res.* 1989;97(3):189-97. doi: 10.1111/j.1600-0722.1989.tb01602.x.

**57.**Acharya AB, Sivapathasundharam B. Forensic odontology. In: Rajendran R, Sivapathasundharam B, editors. *Shafer's Textbook of Oral Pathology.* 6th ed. Noida, India: Elsevier; 2009. pp. 871-99.

**58.**Satish C, Shaleen C, Mithilesh C, Nidhee C. *Textbook of Dental and Oral Histology with Embryology.* New Delhi: Japjee Brothers Med Publishers Ltd; 2010.

**59.**Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM, et al. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci.* 1992;37(5):1373-9

**60.**Acharya AB. A new digital approach for measuring dentin translucency in forensic age estimation. *Am J Forensic Med Pathol.* 2010;31(2):133-7. doi: 10.1097/PAF.0b013e3181cf328d.

**61.**Meinl A, Huber CD, Tangl S, Gruber GM, Teschler M, et al. Comparison of the validity of three dental methods for the estimation of age at death. *Forensic Sci Int.* 2008;178(2-3):96-105. doi:10.1016/j.forsciint.2008.02.008.

**62.**Puneeth KH, Nandini DB, Praveen SB, Selvamani M, Mandana D. A comparative study of efficacy of single rooted and double rooted teeth in age estimation using dentin translucency. *J Forensic Odontostomatol.* 2016;34(2):1-10.

**63.**Shah JS, Ranghani AF, Limdiwala PG. Age estimation by assessment of dentin translucency in permanent teeth. *Indian J Dent Res* 2020; 31:31-6 doi:10.4103/ijdr.IJDR\_428\_18.

**64.**Shay JW, Wright WE. Hallmarks of telomeres in ageing research. *J. Pathol.*2007;211(2):114-123. doi:10.1002/path.2090.

**65.**Ren F, Li C, Xi H, Wen Y, Huang K. Estimation of human age according to telomere shortening in peripheral blood leukocytes of Tibetan. *The American journal of forensic medicine and pathology.* 2009;30(3): 252-255. doi:10.1097/PAF.0b013e318187df8e

**66.**Oeseburg H, de Boer RA, van Gilst WH, van der Harst P. Telomere biology in healthy aging and disease. *Pflügers Arch* 2010; 459(2): 259-68. doi: 10.1007/s00424-009-0728-1.

**67.**Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 1995; 74(3): 175-85. doi:10.1016/0379-0738(95)01760-g.

**68.**Limdiwala PG, Shah JS. Age estimation by using dental radiographs. *J Forensic Dent Sci.* 2013;5(2):118-122. doi:10.4103/0975-1475.119778.

**69.**Chandan PK, Arora KS, Das M, Kaur P, Mohaptra S, et al. Assessment of validity and reliability of Kvaal's method for age estimation among a population sample - A retros-

pective study. *Indian J Dent Res* 2020;31(2):186-90.

**70.**Ramli UIS, Muhd US, Mohd Yusof MYP. Accuracy of Kvaal's radiographic and translucent dentinal root techniques of extracted teeth in Malay adults for dental age estimation. *J Forensic Odontostomatol.* 2021 Aug 30;2(39):38-44. PMID: 34419944.

**71.**Vossoughi M, Movahhedian N, Ghafoori A. The impact of age mimicry bias on the accuracy of methods for age estimation based on Kvaal's pulp/tooth ratios: a bootstrap study. *Int J Legal Med* 2021. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02651-7>

**72.**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. doi:10.1002/(SICI)1096-8644(199707)103:3<353:AID-AJPA5>3.0.CO;2-R.

**73.**Hatice BD, Nihal A, Nursel A, Humeysra Ozge Y, Goksuluk D. Applicability of Cameriere's and Drusini's age estimation methods to a sample of Turkish adults. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017;46(7):20170026. doi:10.1259/dmfr.20170026.

**74.**Tardivo D, Sastre J, Ruquet M, Thollon L, Adalian P, et al. Three-dimensional modeling of the various volumes of canines to determine age and sex: a preliminary study. *J Forensic Sci* 2011; 56(3): 766-70. doi:10.1111/j.1556-4029.2011.01986.x.

**75.**Pinchi V, Pradella F, Buti J, Baldinotti C, Focardi M, et al. 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. doi:10.1016/j.jflm.2015.09.015.

**76.**Kamburoğlu K, Murat S, Kılıç C, Yüksel S, Avsever H, et al. Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: effect of field of view. *Dentomaxillofac Radiol* 2014; 43: 20130332. doi: 10.1259/dmfr.20130332.

**77.**Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int* 2012; 214(1-3): 105-12. doi:10.1016/j.forsciint.2011.07.028

**78.**Cameriere R, De Luca S, Soriano Vázquez I, Kiş HC, Pigolkin Y et al. A full Bayesian calibration model for assessing age in adults by means of pulp/tooth area ratio in periapical radiography. *Int J Legal Med.* 2021; 135: 677-685. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02438-2>

**79.**Tardivo D. Sastre J, Catherine JH, Leonetti G. Adalian P, Foti B. Age determination of adult individuals by three-dimensional modelling of canines. *Int. J. Legal Med.* 2014; 128(1):161-9. doi:10.1007/s00414-013-0863-2.

**80.**Ge ZP, Yang P, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images. *Int J Legal Med.*2016;130(4):1159-1167. doi:10.1007/s00414-

016-1384-6.

**81.**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. doi:10.1259/dmfr.20170239.

**82.**Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *Journal of Forensic Science.* 2004; 49(2):317-319.

**83.**Misirlioglu M, Nalcaci R, Adisen MZ, Yilmaz S, Yorulul S. Age estimation using maxillary canine pulp/tooth area ratio, with an application of Kvaal's methods on digital orthopantomographs in a Turkish sample. *Aust J Forensic Sci* 2014; 46: 27-38. <https://doi.org/10.1080/00450618.2013.784357>.