



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**MANDİBULAR PREMOLAR BÖLGE KIBT
GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE LİNEER VE ALAN
ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNİN YAŞ TAYİNİ İÇİN
UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Barbaros ÖZEL

**AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Rana NALÇACI**

**ANKARA
2022**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MANDİBULAR PREMOLAR BÖLGE KİBT
GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE LİNEER VE ALAN
ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNİN YAŞ TAYİNİ İÇİN
UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Barbaros ÖZEL

**AĞIZ DIŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Rana NALÇACI**

ANKARA

2022

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Mandibular Premolar Bölge KIBT Görüntüleri Üzerinde Lineer ve Alan Ölçüm Yöntemlerinin Yaş Tayini İçin Uygulanabilirliğinin Araştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mehmet Barbaros ÖZEL

Tarih: 04.04.2022

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalında
Mehmet Barbaros ÖZEL tarafından hazırlanan
“Mandibular Premolar Bölge KIBT Görüntüleri Üzerinde Lineer ve Alan Ölçüm
Yöntemlerinin Yaş Tayini İçin Uygulanabilirliğinin Araştırılması” adlı tez çalışması
aşağıdaki jüri tarafından
DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez savunma tarihi: 04.04.2022

Prof. Dr. Candan S PAKSOY
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Rana NALÇACI
Ankara Üniversitesi
Raportör

Doç. Dr. Mehmet Hakan KURT
Ankara Üniversitesi
Üye

Doç. Dr. Melda MISIRLIOĞLU
Kırıkkale Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Serap YÖRÜBULUT
Kırıkkale Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Yaş Tanımları	6
2.1.1. Patolojik Yaş	6
2.1.2. Fizyolojik Yaş	6
2.1.3. Kronolojik Yaş	7
2.1.4. Kemik Yaşı	7
2.1.5. Diş Yaşı	7
2.2. Dişlerin Gelişimi (Dentinogenez)	8
2.3. Dişlerin Sürmesi ve Dökülmesi	9
2.4. Dental Dokuların Yapısı ve Yaşa Bağlı Değişiklikler	9
2.4.1. Mine	9
2.4.1.1. Atrizyon	10
2.4.1.2. Abrazyon	11
2.4.1.3. Erozyon	11
2.4.1.4. Abfraksiyon	11
2.4.1.5. Minede Yaş Değişimi	12
2.4.2. Dentin	13
2.4.2.1. Primer Dentin	14
2.4.2.2. Sekonder Dentin	14
2.4.2.3. Sklerotik Dentin	15
2.4.2.4. Tersiyer Dentin	15
2.4.2.5. Dentinde Yaş Değişimi	15
2.4.3. Pulpa	16
2.4.3.1. Pulpada Yaş Değişimi	17
2.4.4. Alveolar Kemik	18
2.4.4.1. Alveolar Kemikte Yaş değişimi	19
2.5. Mandibular Premolar Dişlerin Anatomisi	20
2.5.1. Mandibular Birinci Premolar	20
2.5.2. Mandibular İkinci Premolar	21
2.6. Dişler Kullanılarak Yapılan Yaş Tahmin Yöntemleri	21
2.6.1. Bebeklik/Çocukluk Dönemi (Prenatal, Neonatal, Postnatal) Yaş Tahmin Yöntemleri	23
2.6.2. Ergenlik Dönemi Yaş Tahmin Yöntemleri (Çocuklar ve Adölesanlar)	25
2.6.3. Erişkinlerde Yaş Tahmin Yöntemleri	26
2.6.3.1. Morfolojik Yöntemler	27
	iv

2.6.3.1.1. Gustafson Yöntemi (1950)	27
2.6.3.1.2. Dalitz Yöntemi (1962)	28
2.6.3.1.3. Moore Yöntemi (1970)	28
2.6.3.1.4. Bang ve Ramm Yöntemi (1970)	28
2.6.3.1.5. Johanson Yöntemi (1971)	29
2.6.3.1.6. Maples Yöntemi (1978)	29
2.6.3.1.7. Stoot, Sis, Levy Yöntemi (1982)	30
2.6.3.1.8. Lamendin Yöntemi (1992)	30
2.6.3.1.9. Solheim Yöntemi (1993)	30
2.6.3.1.10. Prince ve Ubelaker Yöntemi (2002)	31
2.6.3.2. Biyokimyasal Yöntemler	31
2.6.3.2.1. Aspartik Asit Rasemizasyonu (AAR)	31
2.6.3.2.2. Radyoaktif Karbon 14 (¹⁴ C) Yöntemi	32
2.6.3.3. Radyografik Yöntemler	33
2.6.3.3.1. Ikeda Yöntemi (1985)	34
2.6.3.3.2. Kvaal ve Solheim Yöntemi (1994)	35
2.6.3.3.3. Kvaal, Kolltveit, Thomsen, Solheim Yöntemi (1995)	35
2.6.3.3.4. Cameriere Yöntemi (2004)	35
2.6.3.3.5. Olze, Hertel, Schulz, Wierer, Schmeling Yöntemi (2012)	36
2.7. Dental Yaş Tahmininde Üç Boyutlu Görüntülemelerin Yeri	36
2.7.1. Vandevoort, Bergmans, Van Cleynenbreugel, Bielen, Lambrechts, Wevers, Peirs, Willems (2004)	39
2.7.2. Yang, Jacobs, Willems (2006)	39
2.7.3. Graham, O'Donnell, Craig, Walker, Hill, Cirillo, Clark, Gledhill, Schneider-Kolsky (2010)	40
2.7.4. Baumann, Widek, Merkens, Boldt, Petrovic, Urschler, Kirnbauer, Jakse, Scheurer (2015)	40
2.7.5. Pinchi, Pradella, Buti, Baldinotti, Focardi, Norelli (2015)	40
2.7.6. Nemsi, Salem, Bouanene, Jomaa, Belhadj, Mosrati, Aissaoui, Amor, Chadly (2017)	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	42
3.1. Gönüllülerin Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri	42
3.2. Gönüllülerin Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	42
4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	50
5. BULGULAR	52
5.1. Tahmin Edilen Yaşın Standart Değerleri ile Gerçek Yaş Değişkenine Ait Grafikler	63
6. TARTIŞMA	66
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	88
ÖZET	90
SUMMARY	91
KAYNAKLAR	92
EKLER	103
ÖZGEÇMİŞ	104

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamızda konik ışınli bilgisayarlı tomografik görüntülemeleri üzerinde üç farklı yöntemi ayrı ayrı ve birlikte kullanarak adli tıp, hukuk ve antropoloji alanlarında gerek görüldüğünde erişkin Türk popölasyonu için yaş tahmininde kullanılabilecek, cinsiyete özgü regresyon modelleri elde edilmiştir.

Doktora öğrenciliğimin ve tez çalışmamın her aşamasında ışığım olan, hep yanımda hissettiğim ve eğitimim boyunca kendisi ile kıvanç duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Rana NALÇACI'ya,

Doktora öğrenciliğim süresince samimi desteklerini her zaman hissettiren, akademik ve bilimsel tecrübelerini, yardım, zaman ve güler yüzlerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarıma,

Tez çalışmamızda, istatistiksel analizlerimizin elde edilmesi ve yorumlanmasında bize verdiği destekleri için Dr. Öğr. Üyesi Serap YÖRÜBULUT'a,

Ayrıca verdikleri samimi destekleri için Anabilim Dalı'mızın sekreteri Eylem KAYALI'ya ve birlikte yaşadığımız güzel anılarımı asla unutmayacağım, birbirinden değerli tüm personeline teker teker en içten şükranlarımı sunarım.

SİMGELER ve KISALTMALAR

AAR	Aspartik Asit Rasemizasyonu
ADA	The American Dental Association
AT	Atrizyon
BKK	Bukkal Kemik Kaybı
BT	Bilgisayarlı Tomografi
DKİ	Diş Koronal İndeksi
FOV	Görüntüleme Alanı
ICC	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
KP	Kök Pikselleri
kVp	Kilovolt Pik
LRA	Lineer Regresyon Analizi
mA	Miliamper
Micro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
MRA	Çoklu Regresyon Analizi
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
OPG	Ortopantomografi
p	Anlamlılık Değeri
PD	Primer Dentin
P/D AO	Pulpa/Dentin Alan Oranı
P/D HO	Pulpa/Diş Hacim Oranı
P/D O	Pulpa/Diş Oranı

PP	Pulpa Pikselleri
PK	Periodontal Kayıp
R	Pearson Korelasyon Katsayısı
R ²	Belirtme Katsayısı
s	Saniye
SD	Sekonder Dentin
SDO	Sekonder Dentin Oluşumu
SH	Standart Hata
TD	Tersiyer Dentin
VIF	Varyans Şişirme Faktörü
¹⁴ C	Radyoaktif Karbon-14 (Radyokarbon)
3D	Üç Boyutlu
µm	Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Planmeca ProMax 3DMax ProFace (Helsinki, Finlandiya) KIBT cihazı	43
Şekil 3.2. Koronal kesitte mine-sement hattından bukkal kemiğin en üst noktası arasındaki mesafenin lineer ölçümü	45
Şekil 3.3. Mine-sement hattında premolar dişe ait sagittal, koronal ve aksiyal kesit görüntüleri. P/D AO hesaplaması için aksiyal kesite ait ekran görüntüsü kullanılmıştır	46
Şekil 3.4. Adobe Photoshop CC 2018 yazılımı ile piksel sayısı hesabına göre P/D AO hesaplanmasında kullanılacak olan premolar dişe ait aksiyal kesit görüntüsü üzerinde program tarafından sağlanan atılmış kement görüntüsü	46
Şekil 3.5. Sagittal kesitlerde AT evrelerinin şematik gösterimi	47
Şekil 3.6. Sagittal kesitlerde SDO evrelerinin şematik gösterimi	48
Şekil 3.7. Sagittal kesitlerde PK evrelerinin şematik gösterimi	49
Şekil 5.1. 45 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği	63
Şekil 5.2. 44 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği	63
Şekil 5.3. 34 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği	64
Şekil 5.4. 35 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği	64
Şekil 5.5. Premolar dişlerin ortalama değerlerine ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği	65

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Örneklemimizin yaş ve cinsiyet dağılım tablosu	44
Çizelge 5.1. Yaş ve cinsiyet gruplarının istatistikleri dağılımı	52
Çizelge 5.2. AT için Tanımlayıcı İstatistikler	53
Çizelge 5.3. SDO için Tanımlayıcı İstatistikler	53
Çizelge 5.4. PK için Tanımlayıcı İstatistikler	54
Çizelge 5.5. BKK için Tanımlayıcı İstatistikler	54
Çizelge 5.6. P/D AO için Tanımlayıcı İstatistikler	55
Çizelge 5.7. Tek örnek Kolmogorov-Smirnov testi	56
Çizelge 5.8. Cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkisinin olup olmadığını gösteren bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları	56
Çizelge 5.9. Sağ ve sol premolar dişlerde AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO için bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları	57
Çizelge 5.10. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki AT skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları	58
Çizelge 5.11. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki SDO skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları	58
Çizelge 5.12. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki PK skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları	58
Çizelge 5.13. Mandibular premolarlara ait koronal kesitlerdeki BKK lineer ölçümleri için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları	58
Çizelge 5.14. Mandibular premolarlara ait aksiyal kesitlerdeki P/D AO için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları	58
Çizelge 5.15. Çoklu Regresyon modelleri	59

Çizelge 5.16. Alt sağ ikinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'na ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri	60
Çizelge 5.17. Alt sağ birinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'na ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri	60
Çizelge 5.18. Alt sol birinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'na ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri	60
Çizelge 5.19. Alt sol ikinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'na ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri	60
Çizelge 5.20. Her diş grubuna ait kullanılan yöntemler için ayrı ayrı Çoklu Regresyon modelleri	61
Çizelge 5.21. Tüm yöntemlerin birlikte kullanılması ile elde edilen Çoklu Regresyon Modelleri	62

1. GİRİŞ

Yaşayan veya ölü birinin tanımlanması ve diğer kişilerden ayırt edilmesini sağlayacak olan özelliklerin ortaya konulmasına kimlik tespiti ya da kimliklendirme (identifikasyon) denir (Kolusayın ve Koç, 1999). Adli tıp ve hukuk uygulamalarında iki tür kimlik tanımı yapılır. İlki bir kişiyle ilgili olarak nüfus kayıtlarındaki bilgilerden oluşan adli kimlik, ikincisi vücut özelliklerinin tamamının birlikte değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan bilgilerin bütününden oluşan tıbbi kimliktir. Boy, vücut ağırlığı, cinsiyet, renk (cilt, göz, saç), yüz özellikleri (kulak, burun, ağız, saç, sakal, bıyık, kaş, kirpik), dişler (sayı ve özellikleri); varsa ameliyat, yara, yanık izleri, skatrisler, benler, deri lekeleri, dövmeler, erkek ise sünnet, kadın ise kıklık zarı, doğum bulguları, ekstremitte özellikleri (kısalık, fazlalık, eksiklikler gibi) ve anomaliler tıbbi kimliğin tanımlanmasında ayrıntılı olarak incelenmesi gereken fiziksel özelliklerdir (Zeyfeoglu ve Hancı, 2001).

Mahkumların, suçluların, yasadışı göçmenlerin ve kazalardan geriye kalan insan vücudu kalıntılarının yaşını belirlemek adli tıbbın en önemli sorumluluklarından biridir (Cunha ve ark., 2009). Ayrıca yaş tahmini tanı, tedavi, prognoz, cezai prosedürler ve kimlik tespiti gibi tıbbi ve hukuki koşullar için önemli bir faktördür (De Souza ve ark., 2018). Özellikle hukuk ve arkeolojide yaşayan veya ölü bireylerin tanımlanmasını kolaylaştıran temel bir parametre olarak kabul edilmesi nedeniyle idari ve tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılır (Jain ve ark., 2017).

Yaşayan bireylerde koma, amnezi, yaşın küçük oluşu, akıl hastalıkları gibi nedenler kişinin kendisi hakkında bilgi vermesini engelleyebilir. Göç, miras olayları, adli olaylar, sporcu ve emeklilik gibi yaş sınırlaması gerektiren işlemler sırasında yaşın gizlenmesi ya da sahte kimlik kullanılması durumlarında çeşitli sorunlar yaşanabilmektedir. Ölümlerde ise ölenin hayattaki akrabaları açısından ölen kişinin kim olduğunun bilinmesi gibi etik ve insani nedenler; mülkiyet, alacak, borç, resmi işlemler, istatistik, hayat sigortası, miras gibi parasal sorunlar ve annelik-babalık davaları gibi yasal hak ve yükümlülüklerin düzenlenmesi gibi olaylarda kimlik tespiti

yapmak gerekli olmaktadır. Ayrıca kuşkulu ölümler, intihar ve cinayetler gibi kriminal olaylarda da kimlik tespitine başvurulmaktadır (Zeyfeoglu ve Hanci, 2001).

Güvenilir kimlik bilgileri olmayan bireylerde; cezai ve hukuki sorumluluk alma, işlediği suçun hukuki anlam ve sonuçlarını algılama ve davranışlarını yönlendirme yeteneğinin gelişip gelişmediği, ayrıca okul, iş, askere alınma ve emeklilik gibi yaş sınırlaması olan durumlarda yaş tayinine ihtiyaç duyulmaktadır (Baransel Isır 2009).

Savaş bölgelerinden gelen göçün artması nedeniyle yakın zamanda yaşayan bireylerde yaş tespiti vakaları artmıştır (Cunha ve ark., 2009). Her yıl binlerce reşit olmayan kişi resmi bir kimlik belgesi olmadan, tek başına bir sığınma yeri bulmayı ve vardığı ülkede korunmayı umarak tüm Avrupa ülkelerinin sınırlarını izinsiz olarak geçmektedir. Üstelik birçok kişi tarafından reşit olma yaşının altındaymış gibi davranılarak çeşitli suçlar işlenmektedir. Ayrıca reşit olmayan bireylere yasal vasi atanabilmesi ve sosyal yardım almaya hak kazanmaları için kronolojik yaşın doğrulanması gerekmektedir (Yang ve ark., 2006).

Hem yaşayanlar hem de ölümler için tahmin edilmeye çalışılan yaş, kronolojik yaştan oldukça farklı olabilen fizyolojik yaştır ve yaş ilerledikçe fizyolojik yaş ile kronolojik yaş arasındaki tutarsızlık artar. Bu nedenle ilerleyen yaş aralığında kullanılan yöntemlerin doğruluk oranı gitgide azalır (Cunha ve ark., 2009).

Diş ve kemik gelişiminin değerlendirilmesi, yaş tahmininde en sık kullanılan yöntemler arasındadır ancak kemik gelişiminin ırk, konjenital sendromlar, endokrin sistem bozuklukları, beslenme bozuklukları, sistemik hastalıklar, çevresel ve coğrafi faktörler gibi birçok değişkenden etkilendiği ifade edilmektedir (Koç ve ark., 2001 ve Schmeling ve ark., 2000). İskelet sisteminde en yaygın olarak kullanılan yaş tahminleri, farklı iskelet elementlerinin makroskopik analizine dayanmaktadır. Çalışmalarda pubik simfiz (Todd, 1921), kostaların sternal sonları (İşcan ve ark., 1984; İşcan ve ark., 1985), iliumun oriküler yüzeyi (Lovejoy ve ark., 1985), endo ve ekto kranial süturlardaki (Galera ve ark., 1998; Meindl ve Lovejoy, 1985) dejeneratif

değişiklikler ve proksimal femur ile klavikula radyolojisindeki değişiklikler (Gehring ve ark., 2002; Walker ve Lovejoy, 1985) gibi birçok araştırma yapılmıştır. Bununla birlikte bu spesifik iskelet yapıları, ölümden sonra organizma kalıntılarını genellikle olumsuz yönde etkileyen süreçlere maruz kalmakta ve tatmin edici osteolojik analizlere katkı aşamasına gelindiğinde çok hasar görmüş ya da tanımlanamayacak halde bulunmaktadır (Cameriere ve ark., 2012). Ayrıca bu teknikler iskelet gelişimi ve dejenerasyonunun görsel değerlendirmesine dayanmakta ve genellikle 50 yaşın üzerindeki bireyler için daha büyük ve kesin olmayan yaş aralıkları üretmektedirler. İskelet radyolojisi en yaygın olarak kullanılan metot olsa da doku ve kemiklerin dağılmasından sonra uzun süre korundukları ve daha az değişim gösterdikleri için dişleri kullanan yaş tahmin yöntemleri, diğer tüm metotlara göre daha doğru sonuçlar vermektedir (Martrille ve ark., 2007).

Diş gelişiminin, boydaki büyümenin en hızlı yaşandığı dönem olan ergenlik veya iskelet olgunluğu göstergeleri ile arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır (Demirjian ve ark., 1985). Bu sonuçlar, dental büyüme ve gelişimini kontrol eden mekanizmaların genel büyüme mekanizmalarından bağımsız olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca diş oluşumu diğer dokulara göre yetersiz beslenme, endokrinopatiler ve diğer patolojik travmalardan daha az etkilenmektedir (Meinl, 2007). Perulu okul çocuklarında yetersiz ve iyi beslenmiş iki alt örnek ile yapılan bir çalışmada beslenmenin diş gelişim sürecini etkilemediği gösterilmektedir (Cameriere ve ark., 2007a). Ayrıca büyüme geriliği olan ve iyi beslenen çocuklar arasında iskelet yaşı ile kronolojik yaş ve vücut büyüklüğü arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada da beslenme durumunun kemik yaşını etkilediği bildirilmektedir (Little ve Malina, 2007). Kararlı oluşum mekanizmalarının yanı sıra diş sert dokularının aşırı sertliği ve dayanıklılığı dişleri ölüm anındaki yaş tahmin yöntemleri için değerli bir bilgi kaynağı haline getirir. Bazen cesetten geriye kalanların sadece dişler ya da tek bir diş olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yumuşak doku ve kemiğe göre dişlerin leşçil hayvanlar, nem, mikrobiyal aktiviteler, mekanik kuvvetler ve yüksek sıcaklık gibi faktörlerden daha az etkilenmesidir (Meinl, 2007).

İskelete ait yöntemler yaş tahmininde kullanılabilmesine rağmen, kemik maturasyonu çeşitli çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Dişlerin gelişimi ise diğer gelişim özelliklerine göre daha az değişkenlik göstermekte ve buna bağlı olarak kronolojik yaşla ilişkide daha doğru sonuçlar vermektedir (Cameriere ve ark., 2006). Ayrıca dental dokular termal, kimyasal ve mekanik uyarılara karşı daha dirençlidir ve diğer dokulara kıyasla endokrin hastalıklardan veya beslenme değişikliklerinden daha az etkilenmektedir. Bu nedenle dişler yaş tahmini için özgün ve uygun bir parametre oluştururlar (Cameriere ve ark., 2007b). Diş gelişimi ve morfolojisi, insanlara özgü katı bir genetik program tarafından kontrol edilir (Smith ve ark., 1997) ve diş boyutlarındaki popülasyonlar arası farklılık, vücut şekli ve boyutunda bulunanlardan daha azdır ve bu durum yetişkin yaş tahminlerini araştırmak için dişleri ideal bir doku haline getirir (Ruff, 2002). Tüm bunlara ek olarak dişler, vücudun diğer organlarıyla karşılaştırıldığında çevresel, genetik ve beslenme gibi gelişimde etkili faktörlerden daha az etkilenmektedirler. Bu özellikleri nedeniyle yaş tayininde dişler, adli tıpta ve antropolojide kullanışlı bir materyal olmaktadır (Panchbhai, 2011).

Ölüm anındaki yaşın doğru tahmini, adli teşhis ve paleoantropolojik çalışmalar için bir ön koşuldur (Ritz-Timme ve ark., 2000). Adli soruşturmada, yaş değerlendirmesi kimliği belirsiz insan kalıntılarının biyolojik profilini oluşturmanın bir parçasıdır (Baccino ve Schmitt, 2006).

Adli olgularda kullanılan yaş tahmini yöntemlerinin doğru ve güvenilir olmasının yanı sıra, vücudun erişimi ve toplanması kolay olan küçük bölümleri üzerinde ayrıntılara girerek yapılabilir olması gerekir. Ayrıca adli bilimler zaman faktörü ile de uğraşmak zorundadır ve soruşturmanın ihtiyaç duyduğu durumlarda, yaş tahminine günler veya saatler içinde hızlı bir şekilde erişilebilmelidir (Baccino ve Schmitt, 2006).

Yaşlanma ile belirtileri arasındaki ilişkinin altında yatan biyolojik kökenin popülasyonlar arasında değişmez olduğu varsayımı yanlıştır ve adli bakış açısından, yaşa bağlı değişikliklerin popülasyonlar arasında aynı olmadığını dikkate almak

gerekir (Katz ve Suchey, 1989). Bu nedenle adli bağlamda, aynı nüfus içinde bireyler arasındaki değişkenliği de göz önünde bulundurarak nüfusa özgü standart yöntemleri kullanmak çok önemlidir (Schmitt ve ark., 2002).

Hangi yöntemler kullanılırsa kullanılsın, ölüm yaşı değerlendirmesinin en büyük sınırlaması, yaşlılarda bir kimlik belirleme yönteminin bulunmamasıdır ve 65 yaşından sonra ölüm anındaki yaşı doğru olarak belirlemek zordur (Baccino ve Schmitt, 2006).



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yaş Tanımları

Genel olarak diş ve/veya iskelet yaşı, fizyolojik yaşı bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Beslenme durumu ve farklı derecelerde fonksiyonel aktivitenin geliştirilmesi gibi faktörleri içeren çevre, sonuçta birey olgunluğa ulaşıp yaşam boyunca ilerledikçe ortaya çıkan fizyopatolojik yaş değişikliklerinin yapısı, oranı ve derecesi üzerinde baskın bir etki yapar. Adli odontologlar normalde ölüm anında kronolojik yaşı değerlendirilmesinde en yakın tahmine varmak için bir kişinin patolojik ve fizyolojik yaş tahminlerini dikkate alır (Karjodkar, 2009, p: 938).

2.1.1. Patolojik Yaş

Zamanla birçok dokunun bozulmasına neden olan çeşitli koşullar ve hastalık süreçleriyle ilgili olarak tanımlanan yaştır. Patolojik yaş temporomandibular eklemlerdeki artritik değişiklikler, dişlerin yıpranması, aşınması ve kök dentin transparanlığı gibi çeşitli faktörlerin incelenmesiyle tahmin edilebilir (Karjodkar, 2009, p: 938).

2.1.2. Fizyolojik Yaş

Biyolojik veya gelişimsel yaş olarak da adlandırılan fizyolojik yaş, büyüme ve gelişme ile meydana gelen doğal ve beklenen değişikliklere göre belirlenen yaştır. Örneğin fizyolojik yaş tahmini, kök gelişiminin incelenmesi (apikal kapanma) ve yaşla beraber gelişim miktarlarını kaydeden yaş tablolarının karşılaştırılmasıyla belirlenebilir (Karjodkar, 2009, p: 938).

2.1.3. Kronolojik Yaş

Gerçek yaş veya takvim yaşı olarak da adlandırılan kronolojik yaş intrauterin gelişme döneminin ya da bilinen bir doğum tarihinden itibaren hesaplanan yılların takvim tarafından ölçüldüğü yaşıdır (Karjodkar, 2009, p: 938). Aynı ırk, cinsiyet veya yaştaki bireyler arasında fizyolojik farklılıklar izlenebildiği için kronolojik yaşı her bireyde biyolojik yaş ile paralellik göstermediği bilinmektedir. Buna bağlı olarak bir bireyin gelişimi, kronolojik yaşına göre geride veya ileride olabilmektedir (Fishman, 1982).

2.1.4. Kemik Yaşı

Kemik yaşı terimi kemiklerde izlenen boyut, şekil ve mineralizasyonun genel olgunlaşmaya yakınlık derecesi anlamında kullanılmaktadır. Kemiklerdeki büyümeler ile gelişim süreci boyunca oluşan değişikliklerden bireylerin yaş tahmini yapılabilmektedir (Kasımoğlu ve Tuna-İnce, 2016).

2.1.5. Diş Yaşı

Süt ve daimî dişlerin gelişim aşamalarının veya yaşlanmaya bağlı olarak dişlerde meydana gelen bazı değişikliklerin incelenmesi ile belirlenen yaşıdır.

Diş yaşı, diş gelişiminin evreleri süresince tüberküllerin ilk oluşumundan kökte apikalin kapanmasına kadar olan kalsifikasyon yaşı ile fonksiyonel okluzyona gelinceye kadar dişin alveolünden sürme zamanı ve süresine karşılık gelen erüpsiyon yaşı olmak üzere iki ana kategori altında tanımlanır.

Diş yaşı, dişin oluşumu veya erüpsiyonunun radyografik analizleri ile belirlenebilir. Erüpsiyon aşaması çevresel faktörlerden belirgin şekilde

etkilendiğinden dolayı, yaş tahmininde dişin oluşum evreleri daha değerlidir (Karjodkar, 2009, p: 938).

2.2. Dişlerin Gelişimi (Dentinogenez)

Diş, ektoderm ve ektomezenşimden oluşur. Mine, stomodeumu (ilkel ağız boşluğu) kaplayan ilkel oral epitelden ayrılan mine organından türetilir. Ektomezenşimal hücrelerden mine organının iç sınırlarına yakın olanlar dental papillalara ayrılırken dış kenarlarına yakın olanlar dental folikülü oluşturur. Dentin ve pulpa dental papillalarının türevleri iken destekleyici dokular olan sement, periodontal ligament ve alveolar kemik dental folikülünün türevleridir. Bu dokuları oluşturan hücrelerin isimleri blast eki alır. Dokuları rezorbe eden hücrelerin isimleri ise klast eki ile biter.

Dentin, dişin oluşumdaki ilk sert dokudur. Mine oluşumu, ilk dentin tabakası oluşuktan sonra dentin dokusunun dış tarafı ile birleşim yerlerinden başlar ve öncelikle insizal kenarlar veya tüberküller en son servikal bölgeler oluşur. Dentin oluşumu da benzer şekildedir ancak mine-dentin birleşiminden pulpa boşluğuna doğru gelişir. Sement oluşumu epitelyal kök kılıfı tarafından kök formunun, ebadının, şeklinin ve kök sayısının ana hatlarıyla belirlenmesinden ve bu bölgelerde dentinin tamamlanmasından sonra meydana gelir. Mine, dentin ve sement oluşumları fazlar veya artışlar şeklinde günlük periyotlar halinde gerçekleşir ve dolayısıyla inkremental çizgiler gösterirler. Dentin ve sement oluşumunda ilk önce kalsifiye olmayan bir matris tabakası oluşur ve ardından kalsifiye olur. Mine oluşumunda ise mine matrisi kalsifiye edilmesine rağmen maturasyonu veya mineralizasyonun tamamlanması sekonder bir olay olarak ortaya çıkar (Kumar, 2015, Chapter 1).

2.3. Dişlerin Sürmesi ve Dökülmesi

Dişlerin erüpsiyonu oldukça programlanmış bir olaydır. Başlangıçta kemik kriptası içerisinde birbirlerinden ayrı fiziksel hareketlerle gelişen dişler son olarak aksiyal hareketle ağız boşluğunda görünmeye başlarlar. Bu dönemde köklerin yaklaşık üçte ikisi tamamlanmıştır. Ağız boşluğu içinde görünmeden hemen önce diş kaplayan epitel oral epitel ile birleşir. Daha sonra diş birleştiği dejenere olmuş epiteli keser böylece dişlerin erüpsiyonu kanamasız olarak gerçekleşir. Erüpsiyon mekanizmasında kök gelişiminin, erüpsiyona uğrayan dişlerin apeksindeki sıvı basıncının ve dental folikül hücrelerinin kasılma kuvvetinin yer aldığı gösterilmiştir. Diş germelerinin büyümesine ve daha sonra erüpsiyon hareketlerine uyum sağlamak için, kemik kriptası uygun şekilde biçimlendirilir ve rezorbe edilir. Çenelerin büyümesine adaptasyon olarak ve dökülme sürecinde çiğneme kaslarının artan çiğneme kuvveti nedeniyle, süt dişleri daimî dişlerle değiştirilir. Daimî dişler erüpsiyonları sırasında, süt dişlerinin kökleri üzerinde baskıya neden olur ve böylece süt dişlerinin köklerinin rezorpsiyonunu gerçekleştirirler (Kumar, 2015, Chapter 1).

2.4. Dental Dokuların Yapısı ve Yaşa Bağlı Değişiklikler

2.4.1. Mine

Minenin temel inorganik bileşeni kalsiyum hidroksiapatit $[Ca_{10} (PO_4)_6 (OH)_2]$ 'dir. Bu mineral doku ağırlığının yaklaşık olarak %88-90'ını oluşturur, dokunun geri kalanı organik madde ve sudur.

Minenin en kalın olduğu yer insizal kenarlar ve tüberkül tepeleri, en ince olduğu yer ise servikal sınırdır. Mine kalınlığı birinci molardan üçüncü molara giderek artar. Bununla beraber bu kalınlık bireyler ve dişler arasında değişiklik gösterir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 7). Mine yüksek mineral tuzları içermesi ve kristallerin düzeni sayesinde, 2.8 olan özgül ağırlığı ile insan vücudundaki en sert dokudur (Kumar, 2015, Chapter 4).

Minenin özellikleri, içindeki farklı bölgelere göre değişir. Mine yüzeyi altındaki mineden daha sert, yoğun, az gözenekli, pürüzsüz, parlak, az çözünür ve radyoopaktır. Sertlik ve yoğunluk yüzeyden iç kısma doğru ve tüberkül tepesi / insizal kenardan servikal marjin seviyesine doğru gittikçe azalır. Mine translüsensinin yaşla birlikte azalmasına bağlı olarak alttaki dentin renginin bir kısmı yansır ve bu da daha sarı bir görünüme neden olur (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 7).

Mine, organik matrisinde kollagen bulunmayan tek sert dokudur. Oluşumunu tamamlamış olan mine, kendisini oluşturan hücreler gibi, canlı hücrelere sahip değildir. Çünkü ameloblastlar mine oluşumu sona erdiğinde dejenere olur. Bu nedenle tüm mineler erüpsiyondan önce oluşur. Diş sürdükten sonra dört farklı mekanizma ile minede doku kaybı gerçekleşebilir: Atrizyon, abrazyon, erozyon ve abfraksiyon. Bu nedenlerle veya çürüğe bağlı mine kaybı olduğunda, tekrar oluşumu mümkün değildir (Kumar, 2015, Chapter 4).

Minede doku kaybı dört farklı mekanizma ile gerçekleşebilir: Atrizyon, abrazyon, erozyon ve abfraksiyon.

2.4.1.1. Atrizyon

Dişin dişe teması sonucu gerçekleşen doku kaybıdır. Atrizyon hem okluzal hem de interproksimal olarak gerçekleşir. Atrizyon en sık olarak maksiller anterior dişlerin palatinal ve mandibular anterior dişlerin labiyal yüzeylerini, devamında da tüm insizal ve okluzal yüzeyleri etkiler. Okluzal atrizyon en sık maksiller molarların palatinal, mandibular molarların bukkal tüberküllerinde görülür. Dişlerin kontak noktaları önceleri çok küçük bir yüzeyken, yaşla beraber interproksimal atrizyon nedeniyle artarak genişler.

2.4.1.2. Abrazyon

Diş ile yabancı cisim arasındaki sürtünmeyle gerçekleşen doku kaybıdır. Yaygın bir neden, labial ve bukkal yüzeylerde görülen diş fırçasına bağlı aşınmadır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 7). Diş fırçasına bağlı abrazyon tipik olarak fırça travmasına daha çok maruz kalan radiküler sement ve dentinin bukkal yüzeyinde yatay servikal çentikler şeklinde görülür. Ortamda asit de mevcut olduğunda lezyonlar daha yuvarlak ve daha sık izlenir. Kayıp derecesi en fazla ark dışındaki dişlerde gelişir ve bazen baskın elin karşısındaki ark tarafında daha da ilerler. İplik ısırılması veya sürekli dişlerle yabancı cisim ısırılması genellikle ön dişlerin insizal kenarlarında yuvarlak veya V şeklinde çentikler oluşturur. Diş ipi veya kürdanın uygun olmayan şekilde kullanılması interproksimal bölgelerde radiküler sement ve dentin kaybına neden olur (Neville ve ark., 2016, Chapter 2).

2.4.1.3. Erozyon

Ekstresek veya intrensek asitli maddelerle temas sonucunda gelişen doku kaybıdır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 7). En sık olarak maksiller anterior dişlerin labial ve palatinal yüzeyleri ile mandibular posterior dişlerin bukkal ve okluzal yüzeyleri etkilenir. Muhtemelen submandibular seröz tükürüğün koruyucu tamponlama kapasitesi nedeniyle mandibular dişlerin lingual yüzeylerinde görülmesi nadirdir. Abrazyonun aksine, erozyon genellikle maksiller anteriorların labial yüzeylerini etkiler ve kronun servikal kısmında kaşık şeklinde sık çöküntüler olarak izlenir (Neville ve ark., 2016, Chapter 2).

2.4.1.4. Abfraksiyon

Çürüksüz servikal mine kayıplarının bir başka sebebi de okluzal kuvvetlerin sonucunda dişin esnemesi ve materyal yorgunluğu sebebiyle servikal bölgede gelişebilecek mine çatlaklarına bağlı abfraksiyondur (Berkovitz ve ark., 2009,

Chapter 7). Abfraksiyon dişlerin servikal alanı ile sınırlı kama defektler olarak izlenir. Servikal abrazyon veya erozyondan ayırıcı teşhisine ilişkin ipuçları; lezyonların derin, dar, V şeklinde olması, komşu dişlerin etkilenmemesi, diş fırçasının defektin tabanına temas etmemesi ve sadece tek bir dişe tesir etmesidir. Ayrıca bu lezyonlar genellikle abrazyon ve erozyondan korunan subgingival bölgelerde izlenirler (Neville ve ark., 2016, Chapter 2).

2.4.1.5. Minede Yaş Değişimi

Yaşlanma bir organizmada doğumdan itibaren istikrarlı bir şekilde gerçekleşen, yıkıma neden olan ve ölüme kadar devam eden bir süreçtir.

Mine yüzeyi ile çevresi arasındaki iyon alışverişi sürekli olarak dengededir ve bu sebeple erüpsiyondan hemen sonra yüzey değişiklikleri görülmeye başlar. Hem mineraller hem de organik materyaller mine yüzeyinden absorbe edilebilir. Yaşla birlikte, büyük ölçüde yüzeyde gelişen biyofilmin (plak) içinde yaşayan bakterilerin özellikleri ile belirlenecek olan birtakım değişimler meydana gelir. Pigmentli veya lekeli bir organik materyal, mine yüzeyinde yer almaya başlar. Ayrıca alttaki dentin kalınlığının artması da mine translusensini azaltır ve yaşla beraber diş renginin koyulaşmasında rol alır. Başta florür olmak üzere tükürük ile mine arasındaki iyon alışverişi ortamın pH'ı, tükürüğün bileşenleri ve plak mikroorganizmalarının faaliyetlerine bağlı olarak yaşam boyunca devam eder. Beslenme alışkanlıklarına ve okluziyona bağlı olarak değişmekle birlikte, zaman içerisinde hem okluzal yüzeylerde hem de proksimal kontak noktalarındaki atrizyon sebebi ile mine kalınlığı azalır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 27). Bu durum kromda dikey boyutun kaybı ve proksimal konturların düzleşmesi ile sonuçlanır. En erken klinik değişiklik tüberkül tepelerinin kaybıdır (Kumar, 2015, Chapter 17). Yaşla birlikte diş fırçası veya farklı sebebe dayalı abrazyon ve erozyon nedeniyle de mine kaybı devam eder. Bu durumda ilk olarak perikimati kaybolur, ancak bazıları interproksimal gibi korunan alanlarda kalabilir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 27). Minenin dış yüzeyleri bu makroskopik değişikliklere ek olarak mikroskobik seviyede de yapısal değişiklikler

geçirir. Bunlar çevresel etkenlerden kaynaklanır ve yaşla ilgili olabilecek bir düzenlilik gösterir. Henüz sürmemiş ve yeni çıkmış dişlerde mine yüzeyi daha pürüzlü ve düzensizdir. Mine dokusunun kaybedilme hızı, diş yüzeyinin konumuna ve dişin ağız içindeki konumuna bağlıdır. Mine kaybı fasiyal ve lingual yüzeylerde proksimal yüzeylerden; anterior dişlerde de posterior dişlerden çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşir (Kumar, 2015, Chapter 17).

2.4.2. Dentin

Dentinin bileşimi ağırlıkça yaklaşık olarak %70 inorganik, %20 organik ve %10 sudan oluşur. İnorganik mineral bileşen kalsiyum hidroksiapatit kristalleri formundadır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 9). Kristaller plaka şeklindedir ve mine içindeki hidroksiapatit kristallerinden çok daha küçüktür. Dentin ayrıca az miktarda fosfat, karbonat ve sülfat içerir. Mine ile karşılaştırıldığında kristaller kalsiyum bakımından fakir, fakat karbon bakımından zengindir (Kumar, 2015, Chapter 5). Kristalitlerin içine gömüldüğü organik dentin matrisi kemiğe benzer bir bileşime sahiptir. Organik matris, zemine amorf bir şekilde gömülmüş fibrillerden oluşur. Fibriller kollajendir ve organik matrisin %90'ından fazlasını oluşturur. Dentindeki kollagen fibriller, tendonlar veya periodontal ligament gibi pek çok mineralize olmayan bağ dokusunda görülenin aksine demetler halinde değildir.

Dentin, pulpal yüzeyden mine-dentin ve sement-dentin birleşimine kadar uzanan ve pulpadan dışa doğru gittikçe birbirlerinden uzaklaşan tübüllere sahiptir.

Dentin, dişin kütlesini oluşturan mineralize, sert fakat elastik bir dokudur. Krona mine ile kökte ise sement ile kaplanır. Dentin duyarlı bir dokudur ve yaşam boyunca oluşumunun devam etmesine bağlı olarak kalınlığının artması sonucunda pulpa dokusunda kayıp yaşanır. Genç dentinin rengi soluk sarı renktedir ve transparan mine ile birlikte dişin estetik görünümünde etkisi vardır. Dentin kemik ve sementten daha serttir, fakat mineden daha yumuşaktır. Organik matrisi ve tübüler

yapısı mineye kıyasla basınç, gerilme ve bükülmeye karşı daha fazla dayanıklılık sağlar (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 9).

Dentin yaşam boyunca herhangi bir stimülasyon veya iritasyona reaksiyon olmadan da oluşur. Dentin oluşturan hücreler olan odontoblastlar, pulpada dentin sınırına yakın yerlerde bulunur. Böylece dentin pulpayı korur, pulpa da dentini besler. Dentin ve pulpa farklı dokular olsalar da bir birlik olarak işlev görürler (Kumar, 2015, Chapter 5).

2.4.2.1. Primer Dentin

Kök oluşumu tamamlamadan önce oluşan dentin, primer dentin (PD) olarak bilinir. Manto dentin ve sirkumpulpal dentin olmak üzere iki tipi vardır. Manto dentin, kron kısmındaki mine-dentin bağlantısının hemen altında oluşan ilk dentinin adıdır. Bu bölge PD'in en periferik kısmıdır ve yaklaşık 20 µm kalınlığındadır. Sirkumpulpal dentin geriye kalan PD'dir ve dişin kütesini oluşturur.

2.4.2.2. Sekonder Dentin

Sekonder dentin (SD), kök oluşumunun tamamlanmasından sonra oluşan ve pulpayı çevreleyen dar bir dentin bandıdır. Bu dentin, PD'den daha az sayıda tübül içerir ve SDO herhangi bir dış uyarana cevap değildir. SD, PD'den çok daha yavaş oluşur ve homojen yapıya sahip değildir. Yaşlı dişlerde pulpayı iritasyonlardan korumasına bağlı olarak koronal pulpa odasının çatısında ve zeminde daha büyük miktarlarda birikir (Kumar, 2015, Chapter 5).

2.4.2.3. Sklerotik Dentin

Transparan dentin olarak da bilinen sklerotik dentin, pulpal dolaşımdaki kalsiyum tuzlarının dentin tübüllerine yerleşmeleri sonucunda gelişir. Bu dentin PD'in hipermineralize bir şeklidir (Morse, 1991). Yaşa bağlı bu transparan dentin birikimi diş kökünde izlenir ve yaşamın üçüncü dekatında belirgindir. Oluşum kök apeksinde başlar ve yaşla beraber yavaş yavaş krona doğru ilerler (Ketterl, 1983).

2.4.2.4. Tersiyer Dentin

Pulpa, PD ve SD'e ek olarak kalsifiye materyal üretmek için çürük, abrazyon, kavite preparasyonu, restorasyon çevresindeki mikro sızıntı ve travma gibi çeşitli dış uyaranlarla uyarılabilir. Tersiyer dentin (TD) olarak adlandırılan bu dentin uyarının şiddetine ve yaşa bağlı olarak birkaç düzensiz tübüllere sahip olabildiği gibi nispeten atübülerdir. Pulpa-dentin sınırında lokalize bu yanıt dokusuna irregüler SD, tamir dentini, reaktif dentin ve osteodentin olmak üzere çeşitli adlar verilmiştir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 9).

2.4.2.5. Dentinde Yaş Değişimi

Minerin aksine, dentin canlı bir dokudur ve pulpal yüzeyinde yaşam boyunca aktif olmaya devam eden bir hücre katmanına sahiptir. Dentindeki iki büyük değişiklik yaşla yakından ilgilidir. Bunlardan biri PD'in devamı olan SD oluşumu diğeri ise sklerotik dentin adı verilen translusensi artışıdır.

SD kök oluşumunun tamamlanması ile başlar, yaşam boyu birikmeye devam eder ve kalınlığı, bir dişin yaşını yaklaşık olarak belirlemek için kullanılabilir. Odontoblastların sayısı azaldıkça zamanla SD'deki tübüllerin sayısı da azalır. Yaşın ilerlemesi ile beraber pulpa haznesi tamamen tıkanabilir ve kök kanalları sadece mikroskop ile görülebilecek boyuta indirgenebilir. SD ilerleyen yaşla birlikte

fonksiyondaki dişlerde, dentin iç duvarları boyunca heterojen olarak birikir ve pulpa odası ve kanalların daralmasına sebep olur (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 27). Bu tip dentin, fizyolojik SD olarak adlandırılır ve hızı 35 ila 40 yaşları arasında artmakla beraber çok yavaş ve kademeli bir birikme gösterir. Gömülü dişlerde, SD miktarında belirgin bir azalma tanımlanmıştır, bu da fonksiyonel okluzal kuvvetlerinin birikmeyi arttırdığını gösterir (Neville ve ark., 2016, Chapter 3). SDO, farklı diş tipleri arasında farklı modellerde gerçekleşir. Maksiller anterior dişlerde, en büyük SD birikimi, pulpa odasının palatal duvarında, daha sonra insizal kenarında ve kalan duvarlardadır. Molarlarda ise en fazla dentin birikimi, pulpa odasının tabanında en az da okluzal ve lateral duvarlarda izlenir (Morse, 1991; Philippas ve Applebaum, 1967). Posterior dişlerde en büyük birikim pulpa odası tabanında, daha az bir oranda da tavanında gerçekleşirken en az oranda yan duvarlarda görülür. Bu nedenle, yaşla birlikte pulpa odasının yüksekliği önemli ölçüde azalırken genişliğindeki azalma yaygın değildir. Fizyolojik SDO erkeklerde daha ileri düzeyde izlenir ve kalsifikasyonla ilişkili hastalıklar (örneğin, artrit, gut, böbrek taşları, safra taşları, ateroskleroz ve hipertansiyon) ile pozitif olarak ilişkilendirilir (Neville ve ark., 2016, Chapter 3).

SD miktarında olduğu gibi, translüsens dentin derecesi de kronolojik yaş ile ilişkilidir. TD ise yaşa bağlı değil, dişte oluşan hasarlara verilen bir cevap olarak gelişir.

2.4.3. Pulpa

Dental pulpa, dentin oluşumundan sorumlu olan dental papilla kaynaklı dokudur. Ağırlıkça %75 su ve %25 organik madde içerir. Pulpa odası ve dişin kök kanallarında bulunur. En aktif olduğu dönem belirgin şekilde dişin gelişim ve erüpsiyon döneminde olmasına rağmen, yaşam boyunca fonksiyonu devam ederek SDO'nu gerçekleştirir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 10). Pulpanın birincil rolü erken odontogenezde dental lamina ve mine organı oluşumunun farklılaşmasına yol açan oral epitel hücreleri ile etkileşime girmektir. Pulpa hücreleri ayrıca kendisini

evreleyen ve koruyan dentini üretirken, pulpal odontoblastlar organik matrisin gelişim ve kalsifikasyonunda işlev görür; odontoblastlar ve vasküler sistem vasıtasıyla dentini besler; içerdği duyu sinirleri vasıtası ile sıcak, soğuk, basınç, preparasyon işlemleri ve kimyasal ajanlar gibi tüm uyaranlara ağrı ile cevap verir. Ayrıca pulpadaki dolaşımı kontrol eden refleksleri de başlatarak dişı korur; mekanik, termal, kimyasal veya bakteriyel iritasyonlara karşı tersiyer dentini üreterek ve etkilenen herhangi bir dentinal tübülü mineralize ederek tamir fonksiyonu görür (Kumar, 2015, Chapter 6).

2.4.3.1. Pulpada Yaş Değışimi

Yaşla beraber pulpadaki en belirgin değışiklik, SD'in birikmesi nedeniyle boyutunun giderek azalmasıdır. Odontoblast sayısının yaklaşık %50'si 20 ile 70 yaşları arasında apoptoz ile azalır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 27). Değışiklikler pulpanın hem hücresel hem de hücre dışı bileşenlerinde görülebilir. Hücrelerin sayısı, yapısı, özellikleri ve yetenekleri değışir. Yaşa bağlı değışikliklerin derecesi kron ve kökte aynı olmayabilir. Kron ile karşılaştırıldığında yaşla beraber pulpa hücrelerinin yoğunluğu kökte azalırken, köke kıyasla odontoblastların krondaki yoğunlukları her yaşta daha fazladır. Bununla birlikte, kökteki SDO oranı kron ile karşılaştırıldığında daha yüksektir. Yaşlanan pulpada daha az sayıda hücrenin görülmesine ek olarak, hücrelerin boyut ve sitoplazmik organellerinin sayısında da bir azalma meydana gelir. Yaşla beraber pulpada genellikle pulpa taşları şeklinde mineralizasyonlar izlenir. Pulpal kalsifikasyon insidansı yaşla birlikte artar ve genellikle patolojik olmaktan ziyade yaşa bağlı değışiklik olarak kabul edilir (Kumar, 2015, Chapter 17).

2.4.4. Alveolar Kemik

Alveolar kemik, maksilla ve mandibulada dişlerin soketini oluşturan ve onları destekleyen kısımdır ve dişlerin kök apeksleri seviyesinde gelişigüzel bir sınırla mandibular veya maksiller kemikten ayrılır (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 13). Alveolar bone proper ve destekleyici alveolar kemik olarak sınıflandırılır. Alveolar bone proper, lamelli ve lifli bir yapıda olup soketin kök yüzeyi ile komşu iç duvarını oluşturur. Alveolar kemiğin bu kısmına Sharpey lifleri yapışır. Birçok damar ve sinirin penetre olmasından dolayı kribriform kemik olarak adlandırılır ve ayrıca artmış kemik kalınlığı nedeniyle radyopak olarak izlenen bu bölge radyografik olarak lamina dura ismini alır. Destekleyici alveolar kemik ise kortikal tabakalar ve süngerimsi kemikten oluşur (Kumar, 2015, Chapter 9).

Alveolar kemiğin gelişimi ve korunması dişlerin varlığına bağlıdır ve hipodonti, anodonti gibi dişlerin konjenital olarak bulunmadığı veya çekildiği durumlarda alveolar kemiğin gelişimi yetersizdir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 13).

Dişlerin fizyolojik mezializasyonuna bağlı olarak, distal tarafta oluşum ve mezial tarafta rezorbsiyon sonucu alveolar kemikte sürekli olarak internal rekonstrüksiyon gelişir. Alveolar kemik periodontal hastalıklarda hem horizontal hem de vertikal tipte rezorbsiyona uğrar. Diş kaybından sonra gelişen rezorpsiyon mandibulada inferior ve bukkal yönde, maksillada ise süperior ve palatinal yönde gerçekleşir (Kumar, 2015, Chapter 9).

Alveolar kemiğin temel yapısı, kansellöz kemiği bukkal ve lingual tabakaları ile kuşatan kompakt kemikten oluşur. Kansellöz kemiğin düzeni ve yoğunluğu maksilla ve mandibulada değişir ve ayrıca dişe gelen okluzal kuvvetler ile de ilişkilidir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 13).

Köklerin gelişimi ve dişlerin sürmesi ile alveolar proçesin yüksekliği artar. Aynı zamanda dental foliküldeki bazı hücreler osteoblastlara farklılaşır ve alveolar bone properi oluşturur. Bu nedenle alveolar proçes sadece dişlerin sürmesi sırasında gelişir ve diş kaybından sonra yüksekliği yavaş yavaş azalır. Büyüme sırasında alveolar proçes serbest sınırlarında oldukça hızlı bir oranda büyürken, bir kısmı kademeli olarak maksiller veya mandibular kemikle birleşir. Hızlı büyüme döneminde alveolar krette kıkırdak ve kemiğin özelliklerini birleştiren bir doku gelişebilir ve buna kondroid kemik denir.

Alveolar kemiğin işlevleri şunlardır:

- Diş köklerine ev sahipliği yapar.
- Sharpey liflerinin alveolar kemiğe uygun şekilde tutunmasıyla diş köklerini alveollere bağlar.
- Daha iyi okluzyon için dişlerde hareketlenmelere yardımcı olur.
- Dişlerin temasında oluşan okluzal kuvvetleri absorbe etmeye ve dağıtmaya yardımcı olur.
- Periodontal ligamente damarları ve sinirleri ulaştırır.
- Süt dişlerini desteklerken gelişmekte olan daimî dişlere ev sahipliği yapar ve korur.
- Süt ve daimî dişlerin erüpsiyonunu organize eder (Kumar, 2015, Chapter 9).

2.4.4.1. Alveolar Kemikte Yaş değişimi

Osteoblastların proliferatif öncüllerinde veya esansiyel kemik matriks proteinlerinin sentez ve sekresyonundaki azalmaya bağlı olarak, yaşla birlikte kemik oluşumunda kademeli bir azalma görülür ve kemik kütlesinde belirgin bir düşüş ortaya çıkar (Kumar, 2015, Chapter 17).

Yaşla birlikte klinik olarak kemiklerde gelişen en önemli değişiklikler osteoporoz, kalçadaki spongioz kemik kaybı ve vertebralarda kırılmaya yatkınlıktır.

Çenelerde kansellöz kemiğin önemli miktardaki eksikliği, bu bölgelerde osteoporotik değişikliklere izin vermez. Alveolar kemik devamlılığını dişlerin varlığı ile sağladığı için, alveolar kemiğin atrofisi diş kaybından sonra gerçekleşir (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 27). Dental ark genişliği kalıcı dişlerin erüpsiyonu sırasında maksimum düzeye ulaşırken, alveolar kemiğin kret tepesi ile mine-sement hattı arasındaki mesafe yaşla birlikte yaklaşık olarak 2,81 mm artar (Kumar, 2015, Chapter 17). Alveolar kemik kaybının şiddeti artan yaşla beraber genellikle sigara kullanımı, cinsiyet, hijyen alışkanlıkları ve bakteri plağı kolonizasyonu ile ilişkilidir. Küresel periodontal hastalık epidemiyolojisi göz önüne alındığında, 50 yaşın üzerindeki bireylerin %56'sında ≥ 4 mm cep derinliği bildirilmiştir (Dye, 2012).

2.5. Mandibular Premolar Dişlerin Anatomisi

2.5.1. Mandibular Birinci Premolar

Bu diş ağızdaki en küçük premolardır. Baskın bir bukkal tüberkül ve bir singulumdan farklı görünmeyen çok küçük bir lingual tüberkülü vardır. Ana hatları tüberküller ve marjinal sırtlar ile belirlenen okluzal tablonun şekli üçgendir. Bukkal tüberkül geniş bir alanı kaplarken lingual tüberkül bukkal tüberkülün yarısından daha küçüktür. Mesial fossa, genellikle distal fossadan daha küçüktür. Mesial profil distalden daha kavisli olmasına rağmen bukkal yüzeyden bakıldığında kron neredeyse simetriktir. Lingualden bakıldığında tüm bukkal profil ve okluzal yüzey görülebilir. Okluzal düzlemin dişin uzun eksenine dik değil lingual yönde eğimli olmasından dolayı mandibular birinci premolarlar diğer premolarlardan farklıdır. Servikal çizgi diş çevresinde neredeyse düz bir seyir izler. Kroseksiyonal kesitte kök tek, neredeyse yuvarlak, konik ve ovaldir. Kök hem mesialde hem de distalde longitudinal olarak olukludur ve mesial oluk daha belirgindir. Mandibular birinci premolardaki pulpa odası, bukkolingual yönde mesiodistalden daha geniştir. Genellikle bukkal tüberkülün içine uzanan tek bir pulpa boynuzu ve kökün apikal üçte birine doğru daralan tek bir kök kanalı vardır. İki kanalı olan dişlerin çoğunda iki adet apikal foramen bulunur (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 2).

2.5.2. Mandibular İkinci Premolar

Mandibular ikinci premolarlar birçok açıdan mandibular birinci premolarlardan farklıdır. Kronları genellikle daha büyüktür. Lingual tüberkül bukkal tüberkül kadar büyük olmasa da daha iyi gelişmiştir. Okluzal açıdan bakıldığında, dış hatları yuvarlak ya da kare şeklinde görünür, mesial ve distal profiller düz ve paraleldir. Tüberküller arasındaki mesiodistal okluzal fissür iyi tanımlanmıştır. Genellikle distal fossa mesialden daha büyüktür. Hem bukkal hem de lingual tüberküllerde aksesuar tüberkülümalar yaygındır. Lingual tüberkül genellikle mesiolingual ve distolingual tüberküllere bölünür, mesiolingual tüberkül distolingualdan daha geniş ve yüksektir. Bukkal yönden bakılınca, ikinci premoların kronu simetrik ve bukkal tüberkül genellikle mandibular birinci premolardan daha kısa ve daha yuvarlak görünür. Lingualden bakılınca eğer izlenebilirse okluzal yüzey ve bukkal profillerden herhangi biri çok az görünür. Mandibular birinci premolardan farklı olarak mesial ve distal yönlerden okluzal yüzey, dişin uzun eksenine göre horizontal olarak izlenir. Kron bukkolingual olarak birinci premolardan daha geniştir. Servikal hat diş çevresinde neredeyse düz bir seyir izler. Kök tektir ve kroksiyonal kesitte yuvarlağa yakın konik şeklindedir. Mandibular ikinci premoların pulpa morfolojisi, birinci premolar için tarif edilenden çok az farklıdır. Bununla birlikte daha yüksek bir oranda (%85) tekli kanallara sahiptir ve genellikle iyi gelişmiş iki tane pulpa boynuzu tüberküllere doğru çıkıntı yapar (Berkovitz ve ark., 2009, Chapter 2).

2.6. Dişler Kullanılarak Yapılan Yaş Tahmin Yöntemleri

Diş yaşı değerlendirmesi; dişin oluşumu boyunca görülen gelişimsel değişiklikler, oluşum sonrası meydana gelen değişiklikler ve biyokimyasal değişiklikler olmak üzere üç kategori altında sınıflandırılmıştır (Lewis ve Kasper 2018). Dişlerin histolojik gelişiminin intrauterin hayatın 6. haftasında başladığı ve histolojik gelişimden yaklaşık 12 hafta sonra süt dişlerinin tüberkül tepelerindeki mineralizasyon başlangıcından itibaren radyografik olarak izlenebildiği bildirilmiştir (AlQahtani, 2014). Mineralizasyonun başlangıcından önce diş germi radyografide

radylolusens bölgeler olarak izlenebilmiş ve daha sonraki rafyografilerde de fetusun her bir prenatal dönemine karşılık süt dişlerindeki mineralizasyon aşamaları gözlemlenebilmiştir (Panchbhai, 2011).

Dişin oluşumu ve büyümesi süresince görülen gelişimsel değişikliklerin, herhangi bir dişin kron, kök ve apeksindeki progresif morfolojik gelişimin yanı sıra zamanlaması belli erüpsiyon sekansları sonucunda meydana gelen değişiklikler olduğu tespit edilmiştir (Lewis ve Senn, 2013). Bu kriterler, birçok yöntemde bebekler, çocuklar ve ergenlerin yaşını tahmin etmek için kullanılır. Ayrıca bu kriterlerin insan diş ve iskelet sisteminin gelişimi sırasında, dişlerdeki morfolojik gelişim kriterlerini kullanan tekniklerin, büyüme ve gelişmeyi gerçek kronolojik yaş ile ilişkilendirmelerinde tercih edilen en doğru ve güvenilir yol olduğu ifade edilmiştir (Taylor ve Blenkin, 2010).

Erişkinlerde diş yaşı tahmin tekniklerinin, oluşum sonrasındaki maturasyon değişikliklerinin değerlendirilmesine dayandığı ve bu maturasyon değişikliklerinin anatomik veya histolojik değişiklikler olarak sınıflandırılabilceğı düşünölmüştür. Geleneksel anatomik değişikliklerin okluzal veya insizal atrizyonu, dişin periodontal durumunu, apikal kök rezorpsiyonunu ve pulpa / diş hacim oranını; histolojik değişikliklerin ise SD apozisyonu, sement apozisyonu, dentin transparanlığı ve sement halkalarını içerdığı belirtilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018).

Biyokimyasal diş tekniklerinin ise dentin içindeki amino asit rasemizasyonunu ve minedeki karbon 14 (¹⁴C) miktarını kullandığı; bu tekniklerin avantajının tüm yaş gruplarında kullanılabilmeleri olurken, dezavantajlarının dişin çekilmesi ve sonuç elde etmek için önemli bir zaman gerektiren pahalı laboratuvar prosedürlerini içermesi olduğu dile getirilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018).

Diş yaşı değerlendirmesi yapılan herhangi bir bilimsel araştırmada dikkate alınması gereken ek kriterler olarak:

1. Genetiğin dişlerin morfolojik gelişimini etkileyen önemli bir faktör olduğu ve oluşum sonrası bazı maturasyon tekniklerin cinsiyete ve soylara özgü veri setlerine sahip olduğundan dolayı bireyin cinsiyetinin ve ırkının dikkate alınması gerektiği; geleneksel olarak bir bireyin ırkının Avrupa, Asya veya Afrika olmak üzere üç antropolojik sınıflamaya ayrıldığı kabul edilmiştir.

2. Diş ve iskelete ait anomalilerinin yanı sıra hastalıklar, tıbbi / dental tedaviler, iklim, beslenme, bağımlılıklar, alışkanlıklar, meslek ve ikamet edilen yer gibi çevresel faktörlerin de diş gelişimi ve oluşum sonrası değişiklikleri üzerinde bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018). Genel olarak çevresel stresin diş gelişiminin gecikmesinde beklenen bir etkisi olduğu; endokrin sistem hastalıkları ve bozukluklarının iskeletsel, dental ve cinsel gelişmeyi geciktirme veya hızlandırma potansiyeline sahip olduğu; ayrıca istisnalar olmasına rağmen bireyi etkileyen çevresel faktörlerin aşırı olmadığı sürece, adli diş yaşı değerlendirmesini önemli ölçüde etkilemeyeceği bildirilmiştir (Garn ve ark., 1965; Ryman, 1975).

2.6.1. Bebeklik / Çocukluk Dönemi (Prenatal, Neonatal, Postnatal) Yaş Tahmin Yöntemleri

Yaş tahmininin, postnatal evreye kıyasla prenatal ve neonatal evrelerde nispeten daha zor olduğu, diş germelerinin histolojik incelemesinin prenatal evrede yaş tahmin doğruluğunu artırsa da invaziv ve zaman alıcı bir prosedür olduğu rapor edilmiştir (Ciapparelli, 1992). Birçok araştırmada dişlerin prenatal dönemdeki gelişiminden postnatal dönemde ağız boşluğuna ilk defa sürmesine kadar olan süreçte, gelişmekte olan diş germelerinin radyografik muayenesinin yaş değerlendirmesinin temel dayanağı olduğu gösterilmiştir (Ciapparelli, 1992; Masthan, 2009, Rajendran ve Sivapathasundharam, 2009; Vandervoort ve ark., 2004). Benzer şekilde postnatal dönemde yaşı belirlemek için daimî ilk molar dişin sürme zamanına kadar elimizde klinik olarak bir bulgu olmadığından, dental gelişimin değerlendirilmesinde radyografik muayenenin önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir (Ciapparelli, 1992; Masthan, 2009; Whittakar ve McDonald, 1989). Yaklaşık 15

yaşına kadar yaş tahmini yöntemlerinin arasında en doğru tahminlerin dişlerin kullanıldığı yöntemler olduğu, çünkü diş gelişiminin beslenme, hastalık veya diğer dış faktörlerden en az şekilde etkilendiği ve bu yaştan sonra dişlerin çoğunun gelişimini tamamladığı için yaş tahmininin gittikçe zorlaştığı bildirilmiştir (Elamin ve Liversidge, 2013; Ritz-Timme ve ark., 2000).

Bebeklik çağında dişler kullanılarak yapılan yaş tahmini için yaygın olarak tercih edilen yöntemlerden ilki erüpsiyon analizini içerirken (Haavikko, 1970), ikincisi diş kronlarının ve köklerinin mineralizasyonunu incelemektedir. (Alqahtani ve ark., 2010; Demirjian ve Goldstein, 1976; Moorrees ve ark., 1963).

Bebeklik ve çocukluk yaş aralığının, karışık ve daimî dişlenme dönemlerini içeren, süt dişlerinin gelişim ve rezorpsiyonu ile ilgili postnatal oluşumların izlendiği aralık olduğu; bu dönem boyunca kullanılan yaş değerlendirme tekniklerinin, süt ve daimî dişlerin gelişim ve maturasyonunun değerlendirilmesine dayandığı; bebeklerde ve çocuklarda yaş değerlendirmesi yapmak için gelişen dişlerin evrelendirilmesine dayanan atlaslar ve tablolar olmak üzere iki teknik kategorinin kullanıldığı ifade edilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018).

Atlaslar, diş yapılarının erüpsiyon paternleri ile ilişkili morfolojik gelişiminin şematik gösterimlerini kullanır. Erüpsiyon bir dişin kemik kriptası içindeki ilk konumundan karşıt dişlenme ile okluzyonu tesis edinceye kadar olan göç süreci olarak tanımlanmıştır (Harris ve ark., 2010). Atlas tekniklerinin cinsiyete özgü olmadığı, özellikle ergenlik dönemindeki adölesanlarda daha fazla değişkenlikle sonuçlanan ve genellikle karışık etnik verilerden elde edilen sınırlı sayıda popülasyona özgü veri setlerine sahip oldukları rapor edilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018).

Bu yöntemlerin diğer yaş tahmin tekniklerindeki gibi erken çocukluk dönemlerinde doğruluk oranlarının oldukça yüksek iken adölesan dönemlerde daha düşük çıktığı (Karadayı ve ark., 2013) buna rağmen diş gelişim atlaslarının insan dişlenmesinin tümünü kapsayan periyotlarda yapılacak yaş tahminlerinde pratik ve

etkili yöntemler olduğu kabul edilmiştir (Özaslan ve ark., 2012 ve Pretty ve Sweet, 2001).

2.6.2. Ergenlik Dönemi Yaş Tahmin Yöntemleri (Çocuklar ve Adölesanlar)

Adli yaş değerlendirmesinde yaklaşık 12-20 yaş aralığına denk gelen ergenlikte diş ve iskelet yapılarının morfolojik gelişime devam ettiği, bu nedenle kronolojik yaşı tahmin etmek için büyümedeki bu değişiklikleri değerlendirirken çocuklarda hâlâ kullanılan tekniklere benzer metodolojilerin kullanılmakta olduğu dile getirilmiştir. Ancak ergenliğin başlangıcından itibaren cinsel dimorfizm daha belirgin hale geldiği için kullanılan metodolojide bireyin cinsiyet ve ırkının dikkate alınmasının ve popülasyona özgü yöntemlerin kullanılmasının gerektiği buna bağlı olarak cinsiyete özgü bilgi sağlamadıkları gerekçesiyle atlas tekniklerinin erken ve geç ergenlik döneminde bireylerin yaşını değerlendirmek için değerlendirme konusunda kullanımlarının tartışmalı olduğu ileri sürülmüştür (Lewis ve Kasper, 2018).

Morfolojik gelişim açısından üçüncü molarların en değişken dişler olması nedeni ile diş yaşı değerlendirme tablolarının ergenliği erken ve ileri ergenlik olmak üzere iki kategoriye ayırdığı rapor edilmiştir. Üçüncü molarların dışındaki dişlerin gelişiminin ise devam ettiği dönemde yaş değerlendirmesi yapılırken, diğer dişlere üçüncü molar dişlerden daha fazla güvenilmesi gerektiği belirtilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018).

Adli bağlamda diş yaşı tahmini yapılırken, ileri ergenlik döneminin morfolojik gelişimine devam eden üçüncü molarlarla birlikte başladığı ve normal olarak bu dönemin 14 yaş civarına denk geldiği bildirilmiştir. İleri ergenlik döneminde el ve bilek, klavikula, kostalar ve servikal vertebralar gibi kronolojik yaşı değerlendirilmesinde yardımcı olabilecek antropolojik büyüme merkezlerinin olduğu ancak ergenlik dönemindeki en güvenilir yaş göstergesinin üçüncü molar dişler olduğu kabul edilmiştir (Hackman ve ark., 2010). Buna aykırı olarak da gelişimleri

aşamasında üçüncü molar dişlerinin oldukça değişken olduğu ve eğer mevcut değillerse ya da kök oluşumunu tamamlamışlarsa, yaş tahminini gerçekleştirmek için başka yöntemlerin uygulanmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür (Anderson ve ark., 1976).

Adölesanlar için yaş tahmin tekniği olarak üçüncü molar dişleri kullanan radyografik yöntemlerin çoğunun dişin tüm oluşum değişikliklerini evrelemeye (Kasper ve ark., 2009; Mincer ve ark.,1993) dayandığı, bir kısmının da pulpa veya periodontal ligamentin gelişimine odaklandığı ifade edilmiştir (Draft ve Kasper, 2019).

2.6.3. Erişkinlerde Yaş Tahmin Yöntemleri

Dental gelişimin bitmesi ile birlikte, tüm dişlerin kron/kök gelişimini tamamladıkları ve bireyin dental olarak matur kabul edildiği yaş aralığı erişkin yaş olarak tanımlanmıştır. Dental gelişimin durduğu ve oluşumun tamamlandığı erişkin yaş döneminde, değerlendirilebilen tek parametrenin de maturasyon değişiklikleri olduğu bildirilmiştir (Lewis ve Senn, 2015). Dişlerde morfolojik gelişimin sona ermesiyle beraber yetişkinlerde kullanılan yaş tahmin yöntemlerinin radyografik veya morfolojik değerlendirmeleri ya da meydana gelen oluşum sonrası değişikliklerinin makro ve mikroskobik gözlemlerini içerdiği ileri sürülmüştür (Lewis ve Kasper, 2018).

Erişkinlerde oluşum sonrası dönem kronolojik yaş değerlendirmesinde şu altı değişken kullanılır: Kök translüsensi, SD birikimi, periodontal ataçman kaybı, sement apozisyonu, atrizyon ve kök rezorpsiyonu. Bu değişkenler arasında yaş tahmini için yararlılık açısından kök translüsensi ve SD birikiminin en fazla, kök rezorpsiyonunun ise en düşük kriter olduğu belirtilmiştir (Maples, 1978). Kök translüsensi ve SD birikiminin ırk ve cinsiyetten minimal olarak etkilendiği bunun yanı sıra kök translüsensi haricinde dişlerde görülen tüm oluşum sonrası değişkenlerin çürük, restorasyon, malokluzyon, travmatik okluzyon ve endodontik

tedaviden bir dereceye kadar etkilenebilmesinden dolayı yaş değerlendirmesinde değişken olarak daha doğru olma eğilimindeki kök translüsensi ve SDO ile beraber normal okluzyonda ve restore edilmemiş dişlerin değerlendirilmesine dayanan tekniklere güvenilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Lewis ve Senn, 2013).

Genel olarak dental yapılarda gözlenen ve dejeneratif süreçlere dayanan tahmin yöntemleri morfolojik, biyokimyasal ve radyolojik olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır (Solheim ve Vonen, 2006).

2.6.3.1. Morfolojik Yöntemler

2.6.3.1.1. Gustafson Yöntemi (1950)

Dişlerin gelişimi tamamlandıktan sonra yaş ve fonksiyon ile birlikte dental yapıların değişime uğradığı bildirilmiştir. Bu teknik, dişlerdeki bazı regresif değişikliklerin değerlendirilmesine dayanan yaş tahmini için, 1947 ve 1950 yıllarında oluşturularak sistematik ve istatistiksel bir yaklaşıma dayandırılmıştır. Alanında ilk olan teknik, morfohistolojik bir yöntemdir. Ayrıca tek köklü dişlerde uygulanabildiği ve yaşa bağlı gelişen altı değişikliğin şematik olarak tasarlandığı bildirilmiştir. En doğru yaş tahmini elde etmek için, kullanılan bu altı değişkenden kök translüsensi ve SD birikiminin en iyi korelasyon gösteren dental özellikler olduğu kabul edilmiştir.

Yaşa bağlı morfolojik değişiklikler aşağıdaki gibi tarif edilmiştir:

- Fonksiyona bağlı insizal veya okluzal yüzeylerin atrizyonu
- PK
- SD birikimi
- Sement apozisyonu
- Kök rezorpsiyonu
- Kök translüsensi

Önerilen yöntemde morfolojik değişikliklerin gelişme derecesine göre sıralanarak 0-3 arasında puanlandığı, puan artışının yaş artışıyla uyum gösterdiği, tüm değişikliklerden elde edilen skorların toplamı ile yaş arasında doğrusal bir regresyon modeli elde etmenin mümkün olduğu ve yaş tahminindeki hatanın $\pm 3,6$ yıl olarak hesaplandığı dile getirilmiştir (Gustafson, 1950).

2.6.3.1.2. Dalitz Yöntemi (1962)

Gustafson'un 4 puanlı yönteminin 1962 yılında doğruluk oranını biraz daha artırmak amacıyla 0-4 arasında 5 puanlık bir sistem ile yeniden uygulandığı bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan kök rezorpsiyonu ve sement apozisyonunun göz ardı edilebileceği gösterilmiş, diğer kriterlerin ise anterior dişlerin on ikisinde de benzer derecede yaşla ilişkili olduğu bulunmuştur (Dalitz, 1962).

2.6.3.1.3. Moore Yöntemi (1970)

Yaşın belirlenmesi amacıyla pulpa odasının boyutunda azalmaya neden olan SD birikiminin incelendiği bu çalışmada, üst kesici dişlerin kron kök birleşim seviyesinde elde edilen kroksiyonal kesitlerde kalibre edilmiş bir mercek yardımı ile mikroskopik bir inceleme ile Pulpa çapı / Diş çapı hesaplanmıştır. Yöntemin sonuçlarına göre yaş ve pulpa boyutu arasında negatif korelasyonun bulunduğu ancak doğruluk oranının 50 yaş üstünde azaldığı rapor edilmiştir (Moore, 1970).

2.6.3.1.4. Bang ve Ramm Yöntemi (1970)

Üçüncü dekat boyunca diş kökü transparanlığının apeksten başlayıp yaşla birlikte koronal yönde ilerleyerek arttığı bulunmuş ve bu değişim kullanılarak yaş tahmininde tamamen yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Bu yöntemde çekilmiş ve labiolingual yönde uzunlamasına kesitlerine ayrılmış dişlerin labial kök yüzeyinde

apeksten mine-sement hattına kadar kök boyunun ve transparanlığının lineer ölçümleri kullanılmıştır (Bang ve Ramm 1970).

Bu yöntemde seçilen dişlerin restorasyonlu veya restorasyonsuz olabileceği, sadece köklerin bile kullanılabileceği ve dişlerle ilişkili patoloji veya travma bulunmasının bile önemli olmadığı ifade edilmiştir. Kök translusensi kayda değer ırk ve cinsiyet farklılığı göstermediğinden ve diğer dış etkenlerden en az düzeyde etkilendiğinden, yöntemim iskelet kalıntılarının küçük boyutlarda olduğu ve/veya cinsiyet ve ırkın bilinmediği durumlarda yaygın olarak uygulanabildiği belirtilmiştir (Lewis ve Senn, 2013).

2.6.3.1.5. Johanson Yöntemi (1971)

İlk olarak Dalitz (1962) tarafından geliştirilen Gustafson (1950) yönteminin çekilmiş ve kesitlerine ayrılmış dişlerin analizini içeren 1971'deki çalışmada tekrar geliştirildiği bildirilmiş ve her bir değişkenin derecelendirmesi için Gustafson'un yönteminde değişiklik yapılması önerilerek yedi aşamalı bir sistem uygulanmıştır (Johanson, 1971).

2.6.3.1.6. Maples Yöntemi (1978)

Johanson (1971)'da kullanılan aynı altı morfolojik değişkenin değerlendirildiği çalışmada diş yaşının en iyi göstergesinin kök translusensi olduğu ve bunu SD birikiminin takip ettiği, bu nedenle bu yöntem için regresyon formülleri belirlenirken yalnızca bu ikisine ait değerler kullanılmıştır. Bu durumun kronu kırık, periodontal ataçmanı olmayan, seiment tabakası kayıp dişlerde bile doğru yaş tahminlerinin elde edilebileceği anlamına geldiği açıklanmıştır (Maples, 1978).

2.6.3.1.7. Stoot, Sis, Levy Yöntemi (1982)

İnsanlarda sement annüasyonlarının net ve keskin bir şekilde mevcut olduğu, sağlam sement dokularının doğru işleme yöntemi ve ışık mikroskobu altında alınan fotoğraflar ile annüasyon sayılarının yaş belirleme aracı olabileceği bildirilmiştir. Semental annulasyonların genellikle kökün labial veya bukkal yönünde en belirgin olarak izlendiğinin belirtildiği çalışmada toplam annulasyon sayısına dişin erüpsiyon yaşı eklenerek yaş tahmini yapılmıştır (Stoot ve ark., 1982).

2.6.3.1.8. Lamendin Yöntemi (1992)

Tek köklü dişlerde PK ve kök transparanlığına ait lineer ölçümlerin kök boyuna oranlarının kullanılarak bir yaş tahmin tekniğinin geliştirildiği bu yöntemde, sonuçların cinsiyete özel olmadığı ve ağırlıklı olarak 40-80 yaşları arasındaki beyaz ırk popülasyonlarında kullanılmasının doğru olacağı sunulmuştur (Lamendin ve ark., 1992).

2.6.3.1.9. Solheim Yöntemi (1993)

Yaş tahmini için farklı bir yöntem olarak Gustafson (1950)' un önerdiği değişikliklerden atrizyon, SD birikimi, PK, sement apozisyonu ve kök translusensiliği olmak üzere beş tanesinin üzerine, farklı diş türlerinde anlamlı korelasyon gösteren yüzey pürüzlülüğü, renk değişikliği ve cinsiyet olmak üzere üç yeni değişiklik eklenmiştir. Molarlar hariç her bir diş tipi için elde edilen formüllerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiş ve ölülerde kimlik tespiti ile arkeolojide kullanılması önerilmiştir (Solheim, 1993).

2.6.3.1.10. Prince ve Ubelaker Yöntemi (2002)

Bu yöntemde de Lamendin ve ark. (1992)'nin yöntemi gibi, ölümlerde yaş tahmini için iki morfolojik değişken olan PK ve kök translusensi kullanılmıştır. Çalışmada Lamendin (1992) formülü kullanılarak soy ve cinsiyetin ölüm yaşını tahmin etme üzerindeki önemi ile etkilerinin test edildiği, yalnızca cinsiyetin yaş tahmini üzerinde bir etkisi olduğu ve yöntemin 30-69 yaş aralığında faydasının görüldüğü saptanmıştır (Prince ve Ubelaker 2002).

2.6.3.2. Biyokimyasal Yöntemler

Biyokimyasal ve histolojik diş yaşı değerlendirme yöntemlerinin, herhangi bir yaş grubunda kullanılabildiği ve yüksek derecede doğruluk sağladığı, ancak aşırı zaman gerektirmeleri, pahalı olmaları, özel ekipmana ihtiyaç duymaları ve diş tahrip etmeleri gibi dezavantajlarının olduğu ve sonuç olarak bu tekniklerin kullanımının etik olarak yalnızca ölen kişilere veya tıbbi nedenlerden dolayı diş çekimi yapılmış olan canlı bireylere uygulanabildiği sunulmuştur (Lewis ve Kasper, 2018).

2.6.3.2.1. Aspartik Asit Rasemizasyonu (AAR)

Stereoizomerler olarak da bilinen enantiyomerler, aynı molekülün iki asimetric geometrik ayna görüntüsüdür. Bir bileşiğin enantiyomerlerinin, polarize ışığı kıran optik özelliklerine göre “L” veya “D” formları olarak adlandırıldıkları rasemizasyon, bir bileşiğin bir enantiyomerinin diğer enantiyomere dönüştüğü spontan bir süreçtir. Formlar arasındaki bu sürecin nihayetinde enantiyomerik karışımın eşit (1:1) çözeltisiyle sonuçlanana kadar sürdüğü tespit edilmiştir (Lewis ve Kasper, 2018). Doğada tüm amino asitlerin L formunun, biyolojik olarak molekülün aktif formu olduğu ve doğumdan itibaren mevcut bulunduğu bildirilmiştir (Arany ve Ohtani, 2010). İnsan organizmasının, özellikle protein sentezinde L-amino asitleri kullandığı ve yaşam süresi boyunca, L-amino asitlerin D-formlarına spontane dönüşümünün gerçekleştiği belirtilmiştir. Aspartik asitler, diğer amino katkı maddelerine kıyasla

nispeten yüksek bir rasemizasyon oranına sahiptir. Bununla birlikte metabolik olarak aktif yani hızlı protein döngüsü gerçekleşen dokularda ölçülebilir miktarda D-aspartik asitin bulunmadığı, tam tersine insan hayatında erken sentezlenen ve yerini almayan proteinlerde nispeten yüksek konsantrasyonlar mevcut olduğu ve bu proteinlerin de birincil olarak dentinde bulunduğu saptanmıştır (Ritz ve ark., 1990). Ayrıca yavaş metabolizmalarına bağlı olarak vertebral disklerin, göz merceğinin, beynin bazı kısımlarının, mine ve sementin aspartik asit yönünden zengin dokular olduğu ifade edilmiştir (Riz-Timme ve Collins, 2002).

2.6.3.2.2. Radyoaktif Karbon 14 (^{14}C) Yöntemi

Bu yöntemin 1900'lerin ortalarından bu yana arkeolojik bir araç olarak kullanılmasına rağmen, adli uygulama olarak kullanımı ancak yakın zamanda gerçekleştirilmiştir. ^{14}C , atmosferik azotla etkileşime giren kozmik ışınlar tarafından doğal olarak meydana getirilmiş ve atmosferdeki konsantrasyonu binlerce yıldır sabit kalmıştır. 1955-1963 yılları arasında yeryüzünde yapılan nükleer deneylerin, atmosferdeki ^{14}C konsantrasyonunun iki katına çıkmasına neden olduğu, 1963 Test Yasağı Anlaşması ile birlikte atmosferik ^{14}C oranının, radyoaktif bozunmayla değil çoğunlukla deniz ve karadaki karbon rezervlerine karışmasının sonucunda düştüğü anlaşılmıştır. Yapay olarak yüksek atmosferik radyokarbon seviyelerine ait varyasyonlarının zaman içerisinde dünya çapında organik materyallerce yakalandığı ve böylece 1950'lerin ortalarından günümüze, tüm biyomoleküllerin sentez tarihini belirleme fırsatı sunduğu belirlenmiştir (Buchholz, 2012). ^{14}C 'un serbest bırakılması sırasındaki ölçülen atmosfer seviyelerinin bilinmesinin ve bozunma oranının hesaplanmasıyla, biyolojik olarak inaktif olan dokulardan doğum tarihinin tahmin edilebileceği ifade edilmiştir. Metabolik olarak aktif olmayan diş minesinin karbon bakımından zengin bir kaynak olduğu görülmüş ve radyokarbon mine analizi kullanılarak insanlarda doğum tarihinin değerlendirmelerinde $\pm 1,6$ yıllık bir belirsizlik oranı hesaplanmıştır. Ancak bu tekniğin, 1955 yılı veya sonrasında diş gelişimi geçiren bireylerin yaş değerlendirmesiyle sınırlı kaldığı, bu nedenle morfolojik gelişime uğrayan son dişin üçüncü molar olduğu ve bu dişin kron

oluşumunun yaklaşık 12 yaşında tamamladığı göz önüne alındığında tahmin edilebilecek en erken doğum tarihinin 1943 yılına karşılık geldiği ifade edilmiştir (Spalding ve ark., 2005).

AAR analiz teknikleri ve ^{14}C mine analizinin kombine kullanılmasının, iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırarak ölen kişinin doğum tarihinin (^{14}C), ölüm anındaki yaşının (AAR) ve ölüm tarihinin tahmin edilmesini sağladığı, böylece kimliği belirsiz cesetlerdeki yaş tahminlerinde önemli ölçüde avantaj sağlayacağı dile getirilmiştir (Lewis ve Senn, 2013).

Son araştırmaların insan dişlerinden elde edilmiş yeni bilgi olanakları sağlayan tekniklerin kombinasyonunu açıkladığı ileri sürülmüştür. AAR, ^{14}C , ^{13}C , ^{18}O ve DNA analiz tekniklerinin kombinasyon halinde kullanılmasının, bireyin cinsiyetini, tahmini doğum ve ölüm yılını, DNA profilini ve bireyin yaşadığı coğrafi bölgeyle ilgili bilgileri içeren genetik ve coğrafi bir profili ortaya çıkaracağı, böylelikle olası eşleşmelerin sayısını önemli ölçüde sınırlandırabileceği ve kişi tanımlama çalışmalarını kolaylaştırabileceği sunulmuştur (Alkass ve ark., 2013).

2.6.3.3. Radyografik Yöntemler

Radyoloji adli bilimlerle, x ışınlarının Roentgen tarafından keşfinden sadece 1 yıl sonra 1896'da bir kurbanın kafasındaki mermilerinin varlığını göstermek için kullanılmasıyla tanışmıştır (Eckert ve Garland 1984). Saunders insanlarda radyografiler ve dentisyonu kullanarak yaş tahmini hakkında bilgi yayınlayan ilk diş hekimiyken (Saunders 1837) Philippas yaşın dentin oluşumundaki etkisini doğrulamak için radyografik yöntemi kullanan ilk araştırmacıdır (Philippas ve Applebaum 1966). Dişhekimliğinde günlük olarak yararlanılan dental radyografilerin, 1955'te mandibular sağ birinci molar dişlerin kalsifikasyon ve erüpsiyonunun araştırıldığı çalışmadan beri yaş tahmini yöntemlerinde kullanılmakta olduğu belirtilmiştir (Gleiser ve Hunt 1955).

Bireylerde yaş tayini için kullanılan çeşitli yöntemler arasında histolojik ve biyokimyasal yöntemlerde en az bir dişin ekstraksiyonunun ya da mikroskopik kesitlerinin hazırlanmasının gerektiği, bu nedenle bu yöntemlerin canlı bireylerde ve diş çekiminin kabul edilemediği durumlarda kullanılamamalarının yanı sıra oldukça pahalı ve bazı karmaşık laboratuvar ekipmanlarına ihtiyaç duydukları kabul edilmiştir. Buna karşın radyografik yöntemlerin basit, hızlı, ekonomik, invaziv olmayan, tekrarlanabilir yöntemler olduğu ve canlı bireylerdeki gibi ölülerde de kullanılabilir oldukları tespit edilmiştir (Rajendran ve Sivapathasundharam, 2009; Vandevoort ve ark., 2004).

Yaş tahmininde intraoral periapikal radyografiler, lateral radyografiler, sefalometrik radyografiler, panoramik radyografiler, dijital görüntüleme ve ileri görüntüleme tekniklerinden yararlanılmaktadır (Panchbhai, 2011).

Üçüncü molarların erüpsiyonunun tamamlanmasıyla birlikte 17-21 yaşları arasında daimî dişlerin gelişiminin sona erdiği dönemden itibaren, radyografik yöntemlerle yaş tahmininin zorlaştığı ve bu aşamadan sonra yetişkinlerde kullanılan radyografik yöntemlerin yaygın olarak üçüncü molarların gelişimi ve bireyin yaşı ile orantılı olarak biriken SD'den kaynaklanan pulpa boşluğu hacmindeki azalmanın hesaplanmasına dayandığı bildirilmiştir (Drusini, 2008; Kvaal ve ark., 1995; Masthan, 2009; Rajendran ve Sivapathasundharam, 2009; Vandevoort ve ark., 2004).

2.6.3.3.1. Ikeda Yöntemi (1985)

SDO'nun dişe oranına dayanan bu çalışmada diş koronal indeksi (DKİ) adı verilen yeni bir indeks geliştirilmiştir. DKİ periapikal radyografiler üzerinde, çekilmiş insan dişlerinin servikal hattın en yüksek tüberkülün tepesine kadar olan kron yüksekliği ve en yüksek pulpa boynuzunun ucuna kadar olan koronal pulpa odası yüksekliği olmak üzere iki lineer ölçüm ve oranlarına dayandırılmıştır (Ikeda ve ark., 1985).

2.6.3.3.2. Kvaal ve Solheim Yöntemi (1994)

Bu araştırmanın amacının, yaş tahmini için radyografik ve morfolojik ölçümlerin birleştirildiği formüller elde etmek olduğu bildirilmiştir. Ekstrakte dişlerin incelendiği çalışmada, morfolojik yöntem olarak dişlerdeki apikal translusensi ve periodontal retraksiyon boyutu ölçülmüş; radyografik yöntemde ise kök ile pulpaya ait uzunluk ve genişlik ölçümleri arasındaki oranlar hesaplanmıştır. Bu çalışmada SD'in pulpa boşluğunun tavanına göre mesial ve distal duvarlarda birikme oranının, yaşla daha yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Kvaal ve Solheim, 1994).

2.6.3.3.3. Kvaal, Kolltveit, Thomsen, Solheim Yöntemi (1995)

Bu araştırmada full-mouth radyografilerde pulpa büyüklüğü ile yetişkin bir bireyin kronolojik yaşı arasındaki ilişki incelenerek, yaş tahmini için diş çekimi ve tahribatı olmayan bir yöntemin bulunması amaçlanmıştır. Stereomikroskop altında kumpas ile maksimum diş uzunluğu, pulpa uzunluğu ve mine-sement hattından kök apeksine kadar kök uzunluğu ölçümlerinin yapılarak, radyografilerdeki magnifikasyon ve açılama farklarını telafi etmek için uzunluk ve genişlik oranlarının hesaplandığı belirtilmiştir (Kvaal ve ark., 1995).

2.6.3.3.4. Cameriere Yöntemi (2004)

Bu çalışmanın amacı, ikinci molar dişlerde yaş ile pulpa / diş alan oranı arasındaki ilişkiye göre erişkin yaş tahmini için bir yöntem tanımlamaktır. Yaş tahminlerinin hassasiyet ve güvenilirliğini artırmak için Demirijian ve ark. (1973; 1976) tarafından geliştirilen sınıflandırmaya uygun olarak üçüncü molarların gelişim aşamaları skorlandırılmıştır (Cameriere ve ark., 2004).

2.6.3.3.5. Olze, Hertel, Schulz, Wierer, Schmeling Yöntemi (2012)

Gustafson (1950)'un çekilmiş ve kesitlerine ayrılmış dişler üzerinde tanımladığı atrizyon, SDO, PK, sement apozisyonu ve kök rezorpsiyonundan oluşan regresif değişikliklerin bir bireyin kronolojik yaşını tahmin etmek için konvansiyonel radyografilerde de uygulanabilirliği bu yöntem ile kanıtlanmıştır (Matsikidis ve Schulz 1981). Aynı kriterlerin 2012 yılında OPG'leri kullanarak mandibular premolar dişlerde değerlendirildiği çalışmada incelenen dişlerle ilgili olarak kök rezorpsiyonu haricindeki parametrelerin, kronolojik yaş ile anlamlı derecede bağlantılı olduğu ancak OPG ile elde edilen tahminlerin, doğrudan preparasyona dayalı sınıflandırmaya göre daha düşük bulunduğu rapor edilmiştir (Olze ve ark., 2012).

2.7. Dental Yaş Tahmininde Üç Boyutlu Görüntülemelerin Yeri

Dental amaçlı kullanılan periapikal, lateral ve panoramik radyografi görüntülemeleri iki boyutlu konvansiyonel radyografik yöntemler olup, 1972'de Bilgisayarlı Tomografi (BT), 1980'lerin başında Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT), 1985'de de x ışını içermeyen Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ve 1996'da da Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) gibi görüntüleme teknikleri kullanılmaya başlanmış ve 1990'ların sonlarından bu yana dişhekimliği alanında üç boyutlu görüntüleme yöntemleri geliştirilmiştir. (Björk ve Kvaal 2018).

Yaşın artmasıyla birlikte SD'in pulpa boşluğunun duvarlarına biriktiği ve pulpa boşluğunun boyutunu azalttığı ilkesine göre, yaş tahmininde panoramik veya periapikal gibi iki boyutlu radyografik görüntüler kullanılarak pulpa boşluğu boyutu ile kronolojik yaşı ilişkilendirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalardaki tüm olumlu sonuçlarına rağmen, pulpa boşluğunun üç boyutlu morfolojik değişimini temsil etmediği için, iki boyutlu radyografik görüntülerin kullanımının tartışmalı olduğu düşünülmüştür (Ge ve ark., 2006). Ayrıca iki boyutlu radyografik

yöntemlerde karşılaşılan magnifikasyon, distorsiyon ve süperpozisyona bağlı dezavantajların üç boyutlu (3D) radyograflerin kullanılmasıyla ortadan kalktığı ve bu tekniklerin kullanılmasıyla daha tutarlı ve doğru sonuçların elde edildiği belirlenmiştir. Ancak bireylerin iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmasının hem klinik hem de adli bilimlerce tartışmalı bir konu olduğu ve bu nedenle bireyler için ekspozür dozunun dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Pinchi ve ark., 2015).

BT görüntülerinin çocuklarda ve gençlerde diş yaşının doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesinde klinik olarak faydalı bulunduğu ve ayrıca non-invaziv ve pratik bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Uygulanmasında geometrik bozulmaya bağlı magnifikasyon hataları ile açılama hatalarına ya da süperpozisyonlara bağlı artefaktlar meydana gelmeden objelerin 3D görüntülerinin sunulduğu gösterilmiştir (Cantekin ve ark., 2013). Dezavantajlarının ise özellikle molar bölgedeki dolgu, implant ve protez gibi metal malzemelerden kaynaklanan artefaktlar, yüksek radyasyon dozu ve yine yüksek maliyetler olduğu bildirilmiştir (Tardivo ve ark., 2013). Adli tıp laboratuvarlarında BT kullanımının giderek arttığı (Ciaffi ve ark., 2011 ve O'Donnell ve Woodford 2008) ve adli tıpta dünya çapında yaygın olarak kullanılan postmortem görüntüleme yaklaşımı haline gelmesi göz önüne alındığında, BT'nin adli tıp uygulamaları için mikro-BT ve KIBT'den daha gerçekçi bir yaklaşım olduğu ifade edilmiştir (Sakuma ve ark., 2013).

Mikro-BT'nin gelişimi ile diş alanında özellikle mine, dentin ve pulpa boşluğu olmak üzere her bir bileşenin, üç boyutlu perspektiften ayrıntılı kantitatif değerlendirmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte bu yöntemlerde bugüne kadar çekilmiş dişler kullanılmış ve numunelerin çekilmiş dişler veya iskelet kalıntıları ile sınırlı olması sebebi ile mikro-BT'den günlük diş kliniği ortamında yararlanılamamıştır. Ayrıca yapılan çalışmaların sınırlı örnek sayısına bağlı olarak şüpheli bir güvenilirlik arz ettiği gözlemlenmiştir (Someda ve ark., 2009 ve Vandervoort ve ark., 2004).

Günümüzde dental dokuların kantitatif çalışması için önemli bilgiler elde edilen KIBT incelemelerinin yaygın olarak kullanılmakta olduğu ve asıl maksadının klinik tanı veya prognostik değerlendirme olmasına rağmen, diş hacimlerinin ve oranlarının ölçümü için yapılacak retrospektif çalışmalarda veri tabanı olarak kullanılabilecekleri tavsiye edilmiştir. KIBT verilerinin dental gelişim aşamalarında yeni parametrelerin tanımlanmasında ve kron ile kök bölümlerinin kantitatif tarifinde yararlı olabildiği, ayrıca geniş örneklem imkanları sayesinde dişlerin ve çenelerin çeşitli yönlerine yönelik yeni araştırma olanakları sunabildiği saptanmıştır (Maret ve ark., 2011). Hastaların klinik yönetiminde KIBT teknolojisinin sunulmasının, hızlı tarama süresi, ekspozür sınırlaması ve izotropik voksel çözünürlüklerde geliştirilmiş metrik doğruluğu nedeniyle önem kazandığı ve bu teknolojinin, yetişkinler arasında daha güvenilir diş yaşı tahmin yöntemleri ile sonuçlanan pulpa / diş oranının hacimsel analizinde bile daha değerli olduğu kanıtlanmıştır (Agematsu ve ark., 2010; Sakuma ve ark., 2013 ve Tardivo ve ark., 2013). Bir bölgenin tamamının hacimsel olarak yeniden yapılandırılmasının koni ışını rekonstrüksiyon algoritmaları ile mümkün olmasına bağlı olarak, anatomik ayrıntılarının hayal edilebilen herhangi bir düzlemde yeniden biçimlendirilebileceği ileri sürülmüştür (Rai ve ark., 2016). BT ile kıyaslandığında artefaktların daha az, daha ucuz ve daha düşük radyasyon dozuna sahip bir teknoloji olmasına karşın adli tıpta rutin olarak kullanılmadığı bildirilirken (Agematsu ve ark., 2010), daha düşük hasta radyasyon dozu ve daha yüksek görüntü çözünürlüğünün yanı sıra diş ve pulpa boyutlarının hem meziodistal hem de bukkolingual olarak ölçülmesine olanak sağladığı göz önüne alındığında, yaş tahminine yönelik son çalışmalarda çoğunlukla KIBT görüntülerinin kullanıldığı belirtilmiştir (Maret ve ark., 2011; Salemi ve ark., 2018). Ayrıca mikro-BT ile karşılaştırıldığında KIBT görüntülerinin diğer avantajlarının, anatomik yapılarda süperpozisyon ve distorsiyon olmaması, daha büyük FOV ve 3D analiz imkânı olduğu ileri sürülmüştür (Haghanifar ve ark., 2019).

MRG'nin, KIBT ile karşılaştırıldığında maliyetinin önemli ölçüde yüksek olmasına bağlı olarak yaş tahmini vakalarında çoğu zaman yaygın bir teknik bakımdan uygun olamadığı dile getirilmiştir. Bununla birlikte, geleneksel dental radyografiler ve KIBT ile kıyaslandığında potansiyel olarak konuyu zararlı

radasyona maruz bırakmadığı ve hukuki sonuçlarına göre, tıbbi bir tanı için radyasyona ihtiyaç duyulmadığı ya da konunun radyasyona gereksiz maruz kalması endişesinin var olduğu durumlarda, MRG'nin yaş değerlendirme vakalarında güvenli ve başarılı bir şekilde kullanılabildiği bildirilmiştir (Draft ve Kasper, 2019).

Yaş tahmininde yararlı araçlar olup olmadığını görmek için, eşit yaş dağılımı ile çok sayıda diş ve test popülasyonu içeren BT ve MRG çalışmalarının, geleneksel radyografiler kullanılarak en yüksek korelasyon katsayılarının elde edildiği araştırmalarla karşılaştırılmasına odaklanmak gerektiği, böylece yöntemin iki boyutlu görüntülemeye alternatif olup olmadığının görülebileceği düşünülmüştür (Björk ve Kvaal, 2018).

2.7.1. Vandevoort, Bergmans, Van Cleynenbreugel, Bielen, Lambrechts, Wevers, Peirs, Willems (2004)

Çekilmiş dişlerden mikro BT taraması görüntülerinde, özel bir yazılım Visualization Tool Kit (VTK) kullanılarak kök kanal sistemlerinin üç boyutlu yapısının analizi ile elde edilen voksel içeriğine göre pulpa / diş hacmi oranının (P/D HO) yaş ile ilişkisi ilk kez hesaplanmıştır (Vandevoort ve ark., 2004).

2.7.2. Yang, Jacobs, Willems (2006)

Canlı bireylerde tek köklü dişlerin KIBT taramalarından elde edilen görüntülerde özel yapım bir yazılım olan 'iDixel' (J. Morita corporation, Kyoto, Japan) ile yaş tahmini için yeni bir tekniğin geliştirildiği çalışmanın, KIBT'den yararlanılarak P/D HO'nın kullanıldığı ilk yöntem olduğu ifade edilmiştir. Araştırmada görüntülerden segmente edilen pulpa ve diş hacimlerinin çekilmiş iki dişin Arşimet prensibiyle laboratuvar ortamında ölçülen pulpa ve diş hacimleriyle kıyaslandığında elde edilen eşik değer ile segmentasyonun doğruluğu ve güvenilirliğinin ortaya konulduğu rapor edilmiştir (Yang ve ark., 2006).

2.7.3. Graham, O'Donnell, Craig, Walker, Hill, Cirillo, Clark, Gledhill, Schneider-Kolsky (2010)

Moorrees ve ark. (1963) tarafından ölen Avustralyalı çocuk ve ergenlerin kronolojik yaş tahmininde klinik olarak yararlı olup olmadığının belirlenmesi amacı ile yapılan bu araştırma, ölen çocukların yaşını tahmin etmek için BT görüntülerini kullanan ilk çalışmadır (Graham ve ark., 2010).

2.7.4. Baumann, Widek, Merkens, Boldt, Petrovic, Urschler, Kirnbauer, Jakse, Scheurer (2015)

Yaş tahmini değerlendirilmesinde dental MRG ile OPG'nin karşılaştırıldığı çalışmada molar dişlerin mineralizasyon aşamalarının Demirjian ve ark. (1973) ile Mincer ve ark. (1993) tarafından, erüpsiyon aşamalarının ise Olze ve ark. (2008) tarafından belirlenen evreleme sistemine göre her iki görüntüleme üzerinde bağımsız olarak analiz edildiği belirtilmiştir. Sonuçlara göre MRG'nin OPG'ye kıyasla daha yakın aşamalar verme eğiliminde olduğu gösterilmiş; MRG uygulamasının adli yaş tahmini için iyonlaştırıcı radyasyon kullanımının kısıtlı olduğu ülkelerde yasal olarak uygulanabilir olmasının büyük avantaj sağladığı savunulmuştur (Baumann ve ark., 2015).

2.7.5. Pinchi, Pradella, Buti, Baldinotti, Focardi, Norelli (2015)

Bu çalışmada, sol maksiller santral dişlerin KIBT görüntülerinde P/D HO analizine dayalı olarak, yetişkinlerin yaşını tahmin etmek için yeni bir yöntemin doğruluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Kök ve pulpanın eliptik esaslı konilere; kronun da eliptik esaslı kesik bir koniye asimile edilerek pulpa hacmi ile sert doku hacmi arasındaki oranların hesaplandığı vurgulanmıştır (Pinchi ve ark., 2015).

2.7.6. Nemsı, Salem, Bouanene, Jomaa, Belhadj, Mosrati, Aissaoui, Amor, Chadly (2017)

KIBT görüntülerinde servikal bölgenin aksiyal kesitleri üzerinde P/D AO ile kronolojik yaş arasındaki ilişkinin araştırılmasında bu yöntemin ilk kez kullanıldığı çalışmada, KIBT görüntülerinin dışa aktarıldıktan sonra pulpa ve dişin sınırlarının otomatik olarak seçilmesini sağlayan Adobe Photoshop CC görüntü düzenleme yazılımı (Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, ABD) aracılığı ile piksel sayılarının belirlenerek P/D AO'nın hesaplandığı, alan hesaplaması yapılırken yazılım programının kullanılmasının çalışma süresini en aza indirdiği ve alan seçimini yaparken gözlemciyle ilgili hatayı azalttığı belirlenmiştir (Nemsı ve ark., 2017).

Bu tez çalışmasında mandibular premolar dişlerin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülemeleri üzerinde sagittal kesitlerde Gustafson (1950) kriterlerinden radyografik yöntemle belirlenebilen atrizyon (AT), sekonder dentin oluşumu (SDO) ve periodontal kayıp (PK) olmak üzere 3 tanesinin skorlamalarını; koronal kesitlerde Koh ve ark. (2017) tarafından kullanılan bukkal kemik kaybının (BKK) lineer ölçümlerini; aksiyal kesitlerde ise Nemsı ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmadaki yöntemle uygun pulpa/dentin alan oranlarını (P/D AO) kullanarak, üç ayrı yaş tahmin yöntemi sonuçları ile regresyon modelleri elde edip bu modellerin ayrı ayrı ve/veya birlikte kullanılmasının, Türk popülasyonu için adli odontolojide cinsiyet ve yaş tahmini için kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için 30/01/2018 tarihinde Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 36290600/09 sayılı kararı ile onay alındıktan sonra, retrospektif tarama sonucunda 2012-2018 yılları arasında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na başvurmuş ve diagnostik amaçlarla KIBT görüntülemesi yapılmış olan hastalara ait görüntülerden sağ ve sol mandibular premolar dişleri içeren görüntüler taranarak dahil edilme kriterlerimize uyanlar seçilmiştir.

3.1. Görüntülerin Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

Mandibular premolar dişlerin görüntüleme alanına girdiği KIBT görüntüleri

Hastaların yaş gruplarının 20 yaş ve üstü olması

Mandibular premolar dişlerin tam sürmüş olması

Mandibular premolar dişlerin en az bir tanesinin ağızda bulunması

Mandibular premolar dişlerin köklerinin tam oluşmuş olması

3.2. Görüntülerin araştırmaya dahil edilmeme kriterleri:

Yetersiz ekspozür ile düşük kaliteli ve artefaktlı görüntüler

Mandibular premolar dişlerde çürük, erozyon, fraktür veya gömülülük olması

Mandibular premolar dişlerde restorasyon veya kanal dolgusu olması

Mandibular premolar dişlerde malokluzyon veya rotasyon olması

Mandibular premolar dişlerde pulpa taşı veya kalsifiye kanal gibi gelişimsel ve morfolojik anomali olması

Sağ ya da sol taraftaki dişlerin kullanımının yaş tayinine etkisi olmadığını belirten çalışmalara (Baumann ve ark., 2015; Cantekin ve ark., 2013; Jagannathan ve ark., 2011; Karkhanis ve ark., 2015; Kvaal, ve ark.,1995 ve Tardivo ve ark., 2011) dayanarak, yaş ilerlemesi ile birlikte madibulada dahil edilme kriterlerimize uygun dört adet premolar dişin birarada bulunmasının zor olması nedeniyle hastalara ait KIBT görüntülerinde dahil edilme kriterlerine uygun en az bir premolar dişi olanlar çalışmamıza dahil edilmiştir.

Hastaların doğum tarihinin KIBT'nin çekim tarihinden çıkarılmasıyla kronolojik (gerçek) yaşları kaydedilmiştir.

KIBT görüntüleri Planmeca ProMax 3DMax ProFace (Helsinki, Finlandiya) cihazı kullanılarak alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Planmeca ProMax 3DMax ProFace (Helsinki, Finlandiya) KIBT cihazı.

Tüm görüntülerde ekspozür parametre ayarlarını standart hale getirmek amacı ile 90–96 kVp, 5-11 mA, ortalama 12 s süre, 200 µm voksel boyutu, 100x59 mm ile 130x130 mm arasında görüntüleme alan boyutlarının (FOV) kullanıldığı bir protokol izlenmiştir.

“Planmeca Romexis Viewer Launcher yazılımı 4.4.0.0 sürümü” kullanılarak gerçekleştirilen tarama sonrası dahil edilme kriterlerine uygun olan 20-82 yaş aralığında 200 kadın ve 189 erkek hastaya ait toplam 389 KIBT görüntüsü 10’lu yaş dekatlarında mümkün olduğunca eşit dağılımlarda olmasına dikkat edilerek DICOM formatında dışa aktarılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Örneklemimizin yaş ve cinsiyet dağılım tablosu.

Gruplar	Yaş aralığı	Kadın		Erkek	
		Adet	Yüzde	Adet	Yüzde
Grup 1	20-29	40	20,0%	40	21,2%
Grup 2	30-39	40	20,0%	40	21,2%
Grup 3	40-49	40	20,0%	40	21,2%
Grup 4	50-59	40	20,0%	38	20,1%
Grup 5	60 ve üstü	40	20,0%	31	16,4%
Toplam		200	100%	189	100%

Görüntüler düşük ışıklı odada, medikal bir monitör (NEC MD213MG) kullanılarak, Planmeca Romexis Viewer Launcher bilgisayar yazılımının 4.4.0.0 sürümünde açılmış ve tüm ölçümler aynı şartlarda gerçekleştirilmiştir.

KIBT görüntüleri kullanılarak sagittal kesitlerde Gustafson (1950) tarafından tarif edilen morfolojik değişikliklerden radyografik ortamda uygulanabilecek olan AT, SDO ve PK evreleri 0-3 arasında skorlanmış; koronal kesitlerde Koh ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmaya uygun şekilde BKK lineer ölçümleri

gerçekleştirilmiş; mine-sement seviyesindeki aksiyal kesitlerde ise Nemsi ve ark. (2017)'nın yöntemine uygun olarak P/D AO'ları elde edilmiştir.

AT, SDO ve PK evreleri KIBT görüntülerinde sagittal kesit üzerinde Gustafson (1950) tarafından tarif edilen aşamalara göre skorlanmış olup aşamalar şu şekildedir:

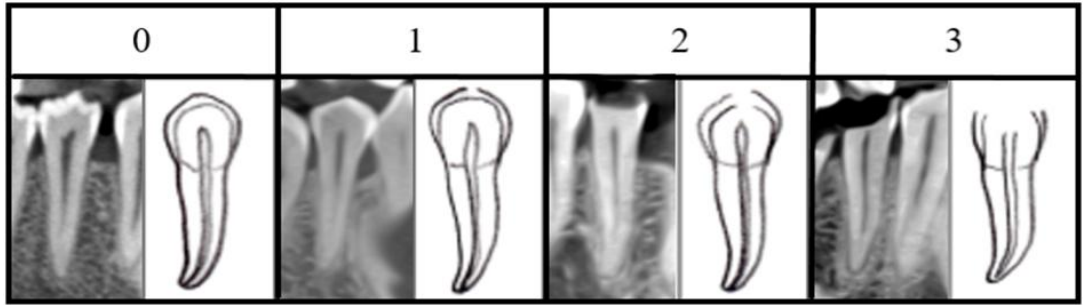
AT

Evre 0: AT yok

Evre 1: Tüberkül tepelerinde kayıpla başlayan AT

Evre 2: Dentine ulaşan AT

Evre 3: Pulpayı açığa çıkaracak şekilde dentine ulaşan AT (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sagittal kesitlerde AT evrelerinin şematik gösterimi.

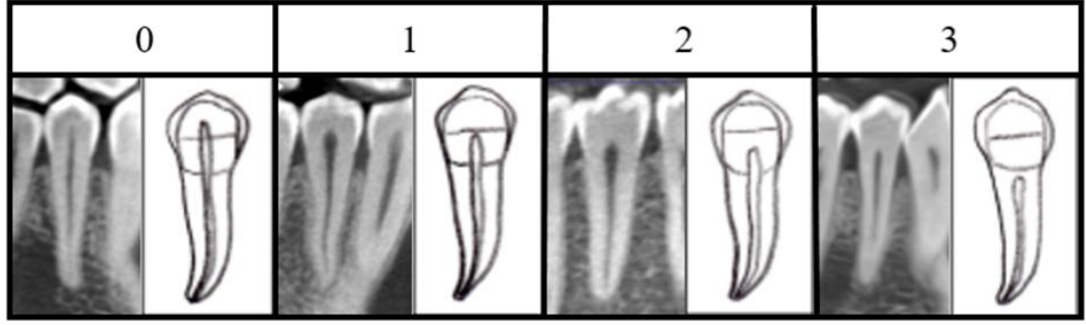
SDO

Evre 0: Pulpa boynuzu kron ekvatorunun üzerinde bulunur

Evre 1: Pulpa boynuzu kron ekvatoruna maksimum yaklaşır

Evre 2: Pulpa boynuzu mine-sement tabakası ile kron ekvatoru arasındadır

Evre 3: Pulpa boynuzu mine-sement tabakasına maksimum yaklaşır (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Sagittal kesitlerde SDO evrelerinin şematik gösterimi.

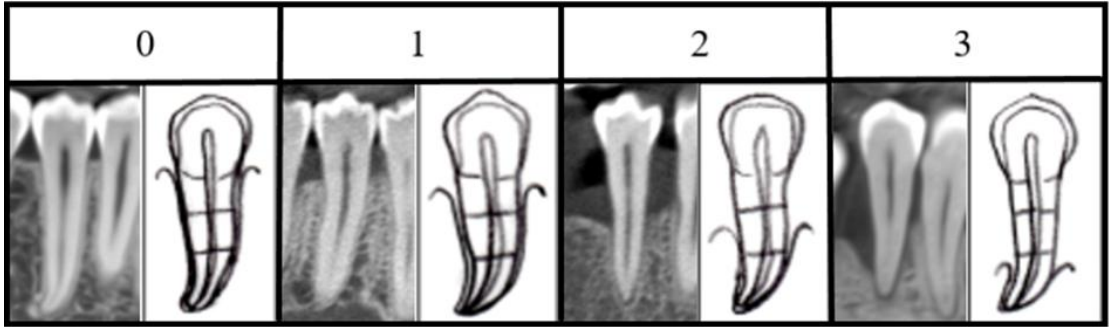
PK

Evre 0: PK yok

Evre 1: PK kökün 1/3 servikalinde

Evre 2: PK kökün 1/3 ortasında

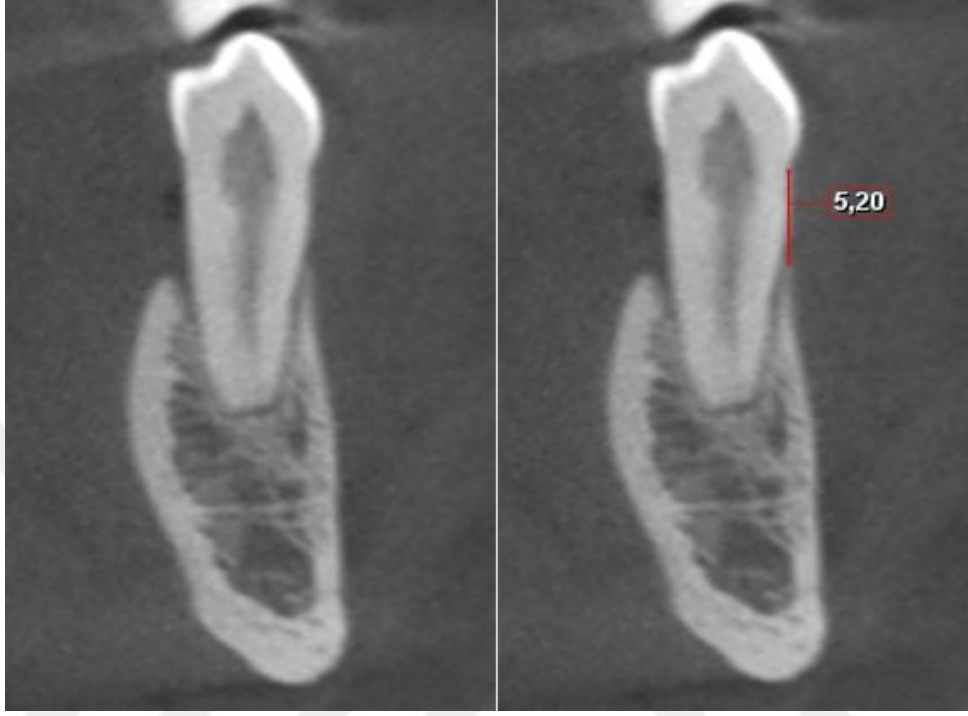
Evre 3: PK kökün 1/3 apikalinde (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Sagittal kesitlerde PK evrelerinin şematik gösterimi.

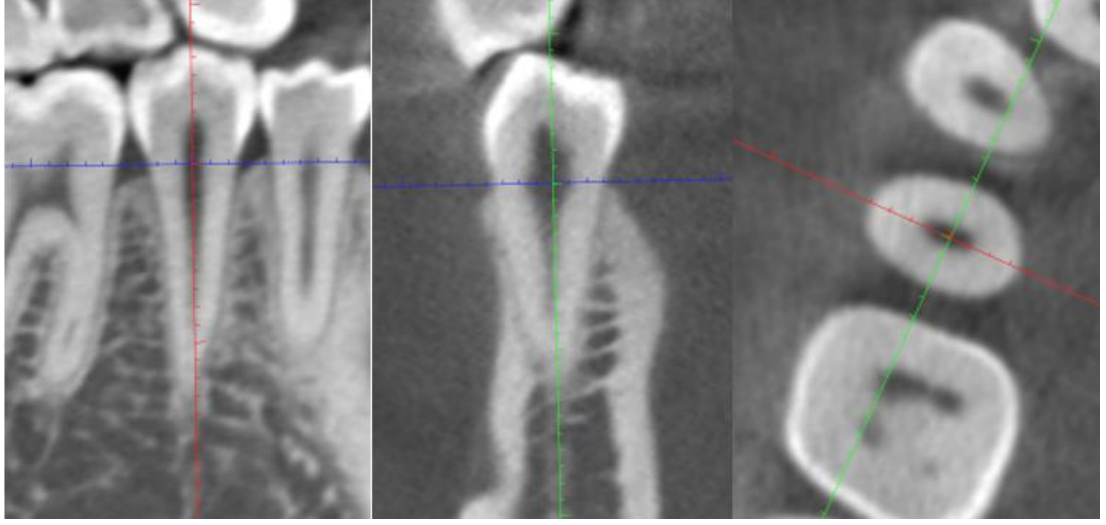
BKK seviyesinin lineer ölçümleri, görüntülerin koronal kesitleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler koronal kesitlerde dişin bukkal yüzeyinin vertikal orta hattı üzerinde, mine-sement birleşim hattından alveolar kemiğin en yüksek noktasına kadar olan mesafe arasında yapılmıştır. Ölçümler mevcut olan her bir premolar dişte en az üç kere tekrarlanarak ortalaması kaydedilmiş ve en sonunda da alt premolar

dişlerin tamamına ait ortalama ayrı bir değer olarak kaydedilmiştir. Şekil 3.5’de görüntülerden ölçümlerin nasıl kaydedildiği gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Koronal kasitte mine-sement hattından bukkal kemiğin en üst noktası arasındaki mesafenin lineer ölçümü.

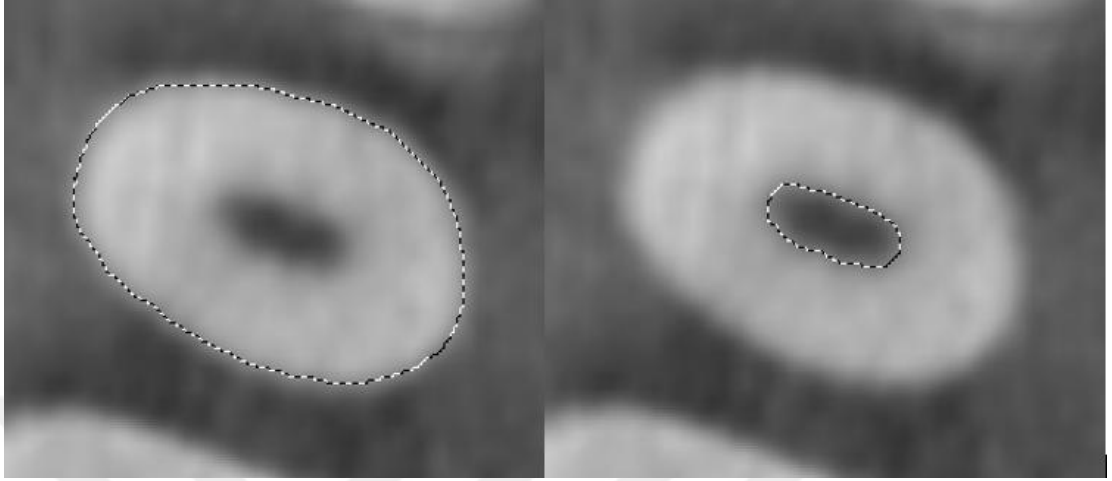
Çalışmamızın P/D AO hesaplanmasına dayanan bu bölümünde mevcut olan mandibular premolar dişlerin her birisinin ayrı ayrı uygun görüntüsü açıldıktan sonra aksiyal kesitleri seçilmiştir. Korono radiküler bir taramanın ardından, Nemsi ve ark., (2017) çalışmasına benzer şekilde mine içermeyen ilk aksiyal kesit seçilerek maksimum yakınlaştırmadan sonra ekran görüntüsü elde edilerek TIFF formatında kaydedilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Mine-sement hattında premolar dişe ait sagittal, koronal ve aksiyal kesit görüntüleri. P/D AO hesaplaması için aksiyal kesite ait ekran görüntüsü kullanılmıştır.

Aksiyal kesit görüntüsünde P/D AO hesaplanması için, görüntüleri oluşturan piksel sayılarının belirlenmesine dayanan yöntemi uygulamak amacıyla yüksek çözünürlüklü TIFF formatındaki görüntüler Adobe Photoshop CC 2018 görüntü düzenleme yazılım programına (Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, ABD) aktarılmıştır. Görüntü dosyası Adobe photoshop CC’de açılarak yakınlştırılmış, gerekli olduğunda parlaklık / kontrast ve netlik ayarlamaları yapılmıştır. Program tarafından sağlanan görüntü boyutu ayarlamalarında, tüm görüntüler için çözünürlük 600 DPI ile standardize edilmiştir. Bu program tarafından sağlanan araç çubuğundaki manyetik kement aracı seçilerek kökün dış hatları izlenmiştir (Şekil 3.7). Tekniğin basitleştirilmesi amacıyla piksel sayısı histogram paletinde doğrudan okunabildiği için, izlemeyi tamamladıktan sonra, tüm kökteki piksellerin sayısı histogram paletinde ve ayrıca rakamsal biçimde de gösterilmiştir. İlk gerekli değişken olarak kökün tamamında bulunan piksel sayısı, kök pikselleri (KP) olarak kaydedilmiştir. Daha sonra pulpa odasının ana hatları takip edilerek aynı işlemler tekrarlanmış ve gerekli olan ikinci değişken, pulpa pikselleri olarak (PP) kaydedilmiştir. Tüm numuneler için aynı prosedürler tekrarlanmıştır. Bundan sonra fizyolojik oran olarak da adlandırılan $P/D\ AO = \frac{PP}{KP-PP}$ formülü ile elde edilmiştir. Daha önceki çalışmada, bu ölçümler yapılırken yaşla beraber çok az değişiklik gösteren ve dentin etrafını saran

çok ince bir sement tabakasının varlığının göz ardı edilebileceği bildirilmiştir (Nemsi ve ark., 2017).



Şekil 3.7. Adobe Photoshop CC 2018 yazılımı ile piksel sayısı hesabına göre P/D AO hesaplanmasında kullanılacak olan premolar dişe ait aksiyal kesit görüntüsü üzerinde program tarafından sağlanan atılmış kement görüntüsü.

Ölçümlerin tamamlanmasının ardından KIBT görüntüleri gözlemciler arası uyum için de Ağız Diş ve Çene Radyolojisi uzmanı olan başka bir gözlemci tarafından; bir ay kadar sonra da yaklaşık %20'sine denk gelen ve rastgele seçilmiş olan 80 adedi, gözlemci içi uyumu için aynı gözlemci tarafından tekrar ölçülmüştür.

Ölçüm sonuçlarından elde edilen tüm veriler, Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, One Microsoft Way Redmond Washington 98052-6399 USA) uygulamasına girilmiştir. Excel tablolarındaki değerler istatistiksel analiz için kullanılmış ve elde edilen bulgularımıza göre üç ayrı yöntemde ve son kez de üç yöntemin birlikte kullanılması ile regresyon modelleri oluşturulmuştur.

4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin istatistiksel analizinde; SPSS 20 (IBM SPSS Incorporated, Chicago, IL, USA) paket programı kullanılmıştır. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde; sürekli ölçümlerse ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek puanlar olarak özetlenmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov–Smirnov testi ile test edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin miktarı ve yönü Pearson Korelasyon katsayısı ile ifade edilmiştir. Bağımlı değişken olarak biyolojik yaş, bağımsız değişkenler açısından da mandibular premolar dişlerde Gustafson kriterlerine göre yapılan AT, SDO ve PK skorlamaları, BKK'na ait lineer ölçümler, P/D AO oranları ve cinsiyet kullanılmıştır. Bağımlı değişken (Yaş) ile bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi belirlemek için Regresyon analizi kullanılmıştır.

Cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkili olup olmadığı bağımsız iki örneklem t-testi ile test edilmiştir ve Erkek=1, Kadın=0 ile kodlanmıştır. Yine aynı şekilde sol premolardan elde edilen değer ile sağ premolardan elde edilen değer ile karşılaştırılabilir olup olmadığını belirlemek için de iki örneklem t-testinden yararlanılmıştır.

İstatistiksel anlamlılık düzeyi bakımından p değerinin 0,05 veya daha düşük olması kabul edilmiştir.

Biyolojik yaş ile dişlerde meydana gelen değişiklikler arasındaki bağıntı, Çoklu Regresyon Analizi (MRA) ve Lineer Regresyon Analizi (LRA) yardımıyla incelenmiştir. LRA ve MRA hem Gustafson'un karakteristiklerini hem BKK'nı hem de P/D AO'larını analiz etmek için kullanılmıştır. MRA için modele sadece etkileyen değişkenlerin dahil edilmesini sağlamak amacıyla aşamalı yöntemle başvurulmuştur.

Kronolojik yaşın belirlenmesinde verilerin açıklayıcılığı ve doğruluğu, Pearson korelasyon katsayısı (R) ve belirtme katsayısı (R^2) ile araştırılmıştır. Bağımsız

değişkenler olan mandibular premolar dişlerde Gustafson kriterlerine göre yapılan skorlamalar, BKK'nın lineer ölçümleri, P/D AO ve cinsiyet'in bağımlı değişken “yaş”ı ne kadar açıkladığı R^2 ile ifade edilir. R^2 elde edilen regresyon çizgisinin veriyi ne kadar iyi temsil ettiğini izah ederken, R iki değişken arasındaki lineer ilişkinin gücünü ve yönünü ölçmektedir.

Ayrıca MRA'ndeki bağımsız değişkenler arasındaki potansiyel çoklu bağıntı Varyans Şişirme Faktörü (VIF) incelenerek belirlenmiştir. MRA'nde bir bağımsız değişkenin başka bir bağımsız değişkeni etkilemediğinden emin olunması önemlidir ve bu çalışma için VIF değerinin 4' den az olması, bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntının olmadığını göstermektedir ve bu da regresyon modelinin kurulması için sağlanması gereken bir varsayımdır.

Tüm ölçümler aynı gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir. Gözlemci içi tekrarlanabilirliği test etmek için, bir aylık bir aradan sonra rastgele seçilmiş 80 KIBT örneği yeniden incelenmiştir. Bundan sonra aynı kesit örnekleri gözlemciler arası değişkenliğin test edilmesi için başka bir Ağız Diş ve Çene Radyolojisi uzmanı tarafından incelenmiştir.

Gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği test etmek için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) hesaplanmıştır. 0,05 veya daha düşük bir p değeri anlamlı kabul edilmiştir.

5. BULGULAR

En düşük yaşı 20 ve en yüksek yaşı 82 olan 200 kadın ile en düşük yaşı 20 ve en yüksek yaşı 82 olan 189 erkekten oluşan toplam 389 adet örneklemimiz beş gruba ayrılmıştır. İlk dört gruptaki yaş dağılımları ~10 yıl arayla devam ederken son grubumuz 60 yaş ve üzerindeki bireylerden oluşturulmuştur. Çalışmamızda kullandığımız verilerimizden yaş ve cinsiyet gruplarının sıklık ve yüzdelerinin dağılımı Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Yaş ve cinsiyet gruplarının istatistiksel dağılımı.

Yaş aralığı	Cinsiyet				Toplam	
	Kadın		Erkek			
	Adet	Yüzde	Adet	Yüzde	Adet	Yüzde
20-29	40	20,0%	40	21,2%	80	20,6%
30-39	40	20,0%	40	21,2%	80	20,6%
40-49	40	20,0%	40	21,2%	80	20,6%
50-59	40	20,0%	38	20,1%	78	20,1%
60 ve üstü	40	20,0%	31	16,4%	71	18,3%
Toplam	200	100,0%	189	100,0%	389	100,0%

KIBT görüntüleri üzerinde yaptığımız çalışmamızda 359 adet (183 K, 176 E) 45 numaralı, 381 adet (199 K, 182 E) 44 numaralı, 379 adet (193 K, 186 E) 34 numaralı ve 355 adet (179 K, 176 E) 35 numaralı dişte AT, SDO, PK için skorlamalar; BKK için lineer ölçümler ve P/D AO değerlendirilmiştir. Dişlerin cinsiyetlere göre sıklığı, minimum (en küçük), maksimum (en büyük) ve ortalama değerleri ile standart hatalarına ait tanımlayıcı istatistikler sırasıyla Çizelge 5.2’den Çizelge 5.6’ya kadar gösterilmiştir.

Tanımlayıcı istatistik bulgularımıza göre, kadın ve erkeklerde en düşük AT skoru 0 en yüksek AT skoru 2; en düşük SDO skoru 0 en yüksek SDO skoru 3; en düşük PK skoru 0 en yüksek PK skoru 3 olarak bulunmuştur. Ortalama AT kadınlarda 0,69 erkeklerde 0,95; SDO kadınlarda 0,71 erkeklerde 0,88; PK kadınlarda 0,91 erkeklerde 1,02 olarak tespit edilmiştir. En düşük BKK kadınlarda 0,4 mm erkeklerde 0,69 mm en yüksek BKK kadınlarda 10,62 mm erkeklerde 8,47

mm olarak saptanmıştır. Ortalama BKK kadınlarda 2,56 mm erkeklerde 3,02 mm olarak belirlenmiştir. En düşük P/D AO kadınlarda 0,02 erkeklerde 0,01 en yüksek P/D AO kadınlarda 0,10 erkeklerde 0,12 oranında bulunmuştur. Ortalama P/D AO kadınlarda ve erkeklerde 0,06 oranında hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2. AT için Tanımlayıcı İstatistikler. AT: atrizyon 45: Alt sağ ikinci premolar, 44: Alt sağ birinci premolar, 34: Alt sol birinci premolar, 35: Alt sol ikinci premolar.

AT						
Dişler		45	44	34	35	Ort
Kadın	n	183	199	193	179	200
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	2	2	2	2	2
	Ortalama	0,67	0,68	0,67	0,63	0,69
	Std.Hata	0,54	0,52	0,51	0,50	0,51
Erkek	n	176	182	186	176	189
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	2	2	2	2	2
	Ortalama	0,90	0,92	0,95	0,92	0,95
	Std.Hata	0,50	0,53	0,56	0,52	0,52
Toplam	n	359	381	379	355	389
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	2	2	2	2	2
	Ortalama	0,78	0,80	0,80	0,77	0,82
	Std.Hata	0,53	0,54	0,55	0,53	0,53

Çizelge 5.3. SDO için Tanımlayıcı İstatistikler. SDO: Sekonder dentin oluşumu. 45: Alt sağ ikinci premolar, 44: Alt sağ birinci premolar, 34: Alt sol birinci premolar, 35: Alt sol ikinci premolar.

SDO						
Dişler		45	44	34	35	ort
Kadın	n	183	199	193	179	200
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	2	3	3	2	3
	Ortalama	0,82	0,51	0,53	0,85	0,71
	Std.Hata	0,61	0,60	0,62	0,61	0,54
Erkek	n	176	182	186	176	189
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	3	3	3	3	3
	Ortalama	0,96	0,69	0,73	1,01	0,88
	Std.Hata	0,66	0,63	0,72	0,60	0,61
Toplam	n	359	381	379	355	389
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	3	3	3	3	3
	Ortalama	0,89	0,60	0,63	0,93	0,79
	Std.Hata	0,64	0,62	0,68	0,61	0,58

Çizelge 5.4. PK için Tanımlayıcı İstatistikler. PK: Periodontal kayıp. 45: Alt sağ ikinci premolar, 44: Alt sağ birinci premolar, 34: Alt sol birinci premolar, 35: Alt sol ikinci premolar.

PK						
	Dişler	45	44	34	35	ort
Kadın	n	183	199	193	179	200
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	3	3	2	3	3
	Ortalama	0,91	0,88	0,85	0,90	0,91
	Std.Hata	0,60	0,60	0,56	0,58	0,56
Erkek	n	176	182	186	176	189
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	3	3	3	3	2,66
	Ortalama	0,99	0,98	0,98	1,03	1,02
	Std.Hata	0,59	0,63	0,63	0,58	0,56
Toplam	n	359	381	379	355	389
	Minimum	0	0	0	0	0
	Maksimum	3	3	3	3	3
	Ortalama	0,95	0,93	0,92	0,96	0,97
	Std.Hata	0,60	0,61	0,60	0,58	0,56

Çizelge 5.5. BKK için Tanımlayıcı İstatistikler. BKK: Bukkal kemik kaybı. 45: Alt sağ ikinci premolar, 44: Alt sağ birinci premolar, 34: Alt sol birinci premolar, 35: Alt sol ikinci premolar.

BKK						
	Dişler	45	44	34	35	Ort
Kadın	n	183	199	193	179	200
	Minimum	0,60	0,40	0,40	0,60	0,51
	Maksimum	10,62	9,06	8,22	8,64	9,35
	Ortalama	2,36	2,63	2,52	2,38	2,56
	Std. Hata	1,53	1,56	1,34	1,40	1,37
Erkek	n	176	182	186	176	189
	Minimum	0,69	0,69	0,81	0,70	0,75
	Maksimum	7,73	8,14	8,40	8,47	7,86
	Ortalama	2,73	3,08	3,09	2,81	3,02
	Std. Hata	1,42	1,59	1,63	1,61	1,49
Toplam	n	359	381	379	355	389
	Minimum	0,60	0,40	0,40	0,60	0,51
	Maksimum	10,62	9,06	8,40	8,64	9,35
	Ortalama	2,54	2,84	2,80	2,59	2,79
	Std. Hata	1,49	1,59	1,51	1,52	1,45

Çizelge 5.6. P/D AO için Tanımlayıcı İstatistikler. P/D AO: Pulpa/dentin alan oranı. 45: Alt sağ ikinci premolar, 44: Alt sağ birinci premolar, 34: Alt sol birinci premolar, 35: Alt sol ikinci premolar

P/D AO						
Dişler		45	44	34	35	Ort
Kadın	n	183	199	193	179	200
	Minimum	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
	Maksimum	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
	Ortalama	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06
	Std. Hata	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Erkek	n	176	182	186	176	189
	Minimum	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
	Maksimum	0,12	0,09	0,09	0,12	0,10
	Ortalama	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06
	Std. Hata	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Toplam	n	359	381	379	355	389
	Minimum	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
	Maksimum	0,12	0,09	0,10	0,12	0,10
	Ortalama	0,07	0,05	0,05	0,07	0,06
	Std. Hata	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

İki gözlemci arasındaki uyum ICC ile değerlendirmiştir. En yüksek uyum BKK için (%99,5) ve en düşük uyum PK için (%81,7) bulunmuştur. Tüm ölçümler için gözlemciler arası uyum sağlandığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

ICC ile değerlendirilen gözlemci içi uyum, iki ölçüm arası tüm değişkenlerde %90'ın üzerinde ve yüksek seviyede hesaplanmıştır ($p>0,05$).

Bu sonuçlara göre istatistiksel açıdan gözlemci içi ve gözlemciler arası fark bulunmamış ve ölçümlerin tekrarlanabilir olduğu sonucu elde edilmiştir.

AT, SDO, PK, BKK, P/D AO kullanılarak hastaların yaşının tahmin edilmesi için yaş değişkeninin normal dağılıma uygun olması varsayımının sağlanması en öncelikli şartlar arasındadır. Yaş değişkeninin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Bu teste göre anlamlılık düzeyini gösteren p değeri 0,05'ten büyük ise bağımlı değişkenin normal dağılıma uygunluk varsayımı sağlanmış olacaktır. Bizim incelediğimiz hastaların yaşının normal dağılıma uygunluğu Çizelge 5.7'de verilmiştir ($p=0,058>0,05$).

Çizelge 5.7. Tek örnek Kolmogorov-Smirnov testi.

		Yaş
N		389
Normal parametreler	Ortalama	44,2211
	Standart sapma	14,93534
En uç farklar	Mutlak değer	,069
	Pozitif	,069
	Negatif	-,052
Kolmogorov-Smirnov z		1,367
Anlamlılık düzeyi (p değeri)		,058

Cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkisinin olup olmadığını araştırmak için bağımsız iki örneklem t-testi kullanılmış ve p değeri <0,05 ise anlamlı kabul edilmiştir. Tüm parametrelerimiz için p değeri anlamlı bulunmuş ve bulgularımız üzerinde cinsiyetin istatistiksel bakımdan etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Verilerimize göre her bir diş grubuna ait ortalama AT, PH, SDO, BKK ve P/D AO değerleri, erkeklerde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkisinin olup olmadığını gösteren bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları. D: Diş, C: Cinsiyet, K: Kadın, E: Erkek, AT: Atrizyon, SDO: Sekonder dentin oluşumu, PK: Periodontal kayıp, BKK: Bukkal kemik kaybı, P/D AO: Pulpa/dentin alan oranı, p: Anlamlılık değeri.

D	C	AT	p AT	SDO	p SDO	PK	p PK	BKK	p BKK	P/D AO	p AO
45	K	0,67± 0,54	<0,001	0,82± 0,61	0,037	0,91± 0,60	0,027	2,36± 1,53	0,016	0,06± 0,01	<0,001
	E	0,90± 0,50		0,96± 0,66		0,99± 0,59		2,73± 1,42		0,07± 0,02	
44	K	0,68± 0,52	<0,001	0,51± 0,60	0,005	0,88± 0,60	0,037	2,63± 1,56	0,006	0,05± 0,01	0,001
	E	0,92± 0,53		0,69± 0,63		0,98± 0,63		3,08± 1,59		0,06± 0,02	
34	K	0,67± 0,51	<0,001	0,53± 0,62	0,004	0,85± 0,56	0,029	2,52± 1,34	<0,001	0,05± 0,01	0,029
	E	0,95± 0,56		0,73± 0,72		0,98± 0,63		3,09± 1,63		0,05± 0,02	
35	K	0,63± 0,50	<0,001	0,85± 0,61	0,013	0,90± 0,58	0,037	2,38± 1,40	0,008	0,06± 0,01	<0,001
	E	0,92± 0,52		1,01± 0,60		1,03± 0,58		2,81± 1,61		0,07± 0,02	

Sağ ve sol dişlerden simetrik olanlar arasındaki AT, SDO, PK skorlamaları, BKK lineer ölçümleri ve P/D AO'larında istatistiksel anlamda fark olup olmadığı bağımsız iki örneklem t-testi ile test edilmiştir. Sonuçlarımıza göre tüm değerler için sağ ve sol dişlerin arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu durum sağ ve sol diş ölçümlerinin ortalama değerlerini, yaş tahmini için oluşturulacak regresyon modelleri elde edilirken yeni modeller oluşturulmasında bağımsız değişken olarak kullanabilmemizi sağlamıştır. Çizelge 5.9'da 45 ve 35 numaralı dişler ile 44 ve 34 numaralı dişlere ait ölçümlerimizin ortalama ve standart hataları ile p değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. Sağ ve sol premolar dişlerde AT, SDO, PH, BKK ve P/D AO için bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları. AT: Atrizyon, SDO: Sekonder dentin oluşumu, PK: Periodontal kayıp, BKK: Bukkal kemik kaybı, P/D AO: Pulpa/dentin alan oranı, n: adet, Std. Hata: Standart sapma, p: Anlamlılık değeri.

	Ortalama	n	Std. Hata	p
45 (AT)	0,745455	330	0,524819	0,706
35 (AT)	0,742424	330	0,520422	
44 (AT)	0,789757	371	0,539271	0,763
34 (AT)	0,787062	371	0,540715	
45 (SDO)	0,858415	330	0,611900	0,256
35 (SDO)	0,887195	330	0,597717	
44 (SDO)	0,587601	371	0,627958	0,318
34 (SDO)	0,606469	371	0,666869	
45 (PK)	0,906061	330	0,573179	0,195
35 (PK)	0,930303	330	0,576639	
44 (PK)	0,910811	371	0,602741	0,602
34 (PK)	0,902703	371	0,594685	
45 (BKK)	2,418936	330	1,411840	0,172
35 (BKK)	2,493313	330	1,483686	
44 (BKK)	2,795472	371	1,552505	0,584
34 (BKK)	2,768113	371	1,498375	
45 (P/D AO)	0,066061	330	0,015138	0,299
35 (P/D AO)	0,069294	330	0,059680	
44 (P/D AO)	0,053318	371	0,013994	0,710
34 (P/D AO)	0,053385	371	0,014218	

Çizelge 5.10'dan 5.14'e kadar KIBT kesitlerinde elde edilen AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO değerlerinin yaş ile korelasyonları gösterilmiştir. Bulgularımıza göre kadınlarda yaş ile en yüksek korelasyon AT'da (0,732), en düşük korelasyon ise P/D AO'nda (-0,173); erkeklerde en yüksek korelasyon BKK'da (0,746), en düşük korelasyon ise SDO'da (0,564) elde edilmiştir. Tüm bulgularımız için yaş ile aralarında korelasyon olduğu sonucu bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 5.10. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki AT skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları. AT: Atrizyon, p: anlamlılık değeri.

Dışler	Yaş-kadın	p kadın	Yaş-erkek	p erkek	Yaş K-E	p K-E
45 (AT)	0,722	<0,001	0,656	<0,001	0,665	<0,001
44 (AT)	0,732	<0,001	0,666	<0,001	0,665	<0,001
34 (AT)	0,712	<0,001	0,735	<0,001	0,693	<0,001
35 (AT)	0,688	<0,001	0,697	<0,001	0,663	<0,001

Çizelge 5.11. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki SDO skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları. SDO: Sekonder dentin oluşumu, p: anlamlılık değeri.

Dışler	Yaş-kadın	p kadın	Yaş-erkek	p erkek	Yaş K-E	p K-E
45 (SDO)	0,455	<0,001	0,679	<0,001	0,559	<0,001
44 (SDO)	0,454	<0,001	0,629	<0,001	0,518	<0,001
34 (SDO)	0,451	<0,001	0,638	<0,001	0,538	<0,001
35 (SDO)	0,481	<0,001	0,564	<0,001	0,516	<0,001

Çizelge 5.12. Mandibular premolarlara ait sagittal kesitlerdeki PK skorlamaları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları. PK: Periodontal kayıp, p: anlamlılık değeri.

Dışler	Yaş-kadın	p kadın	Yaş-erkek	p erkek	Yaş K-E	p K-E
45 (PK)	0,641	<0,001	0,633	<0,001	0,633	<0,001
44 (PK)	0,644	<0,001	0,614	<0,001	0,619	<0,001
34 (PK)	0,651	<0,001	0,602	<0,001	0,618	<0,001
35 (PK)	0,632	<0,001	0,593	<0,001	0,608	<0,001

Çizelge 5.13. Mandibular premolarlara ait koronal kesitlerdeki BKK lineer ölçümleri için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları. BKK: Bukkal kemik kaybı, p: anlamlılık değeri.

Dışler	Yaş-kadın	p kadın	Yaş-erkek	p erkek	Yaş K-E	p K-E
45 (BKK)	0,607	<0,001	0,746	<0,001	0,661	<0,001
44 (BKK)	0,568	<0,001	0,683	<0,001	0,603	<0,001
34 (BKK)	0,653	<0,001	0,628	<0,001	0,620	<0,001
35 (BKK)	0,663	<0,001	0,652	<0,001	0,647	<0,001

Çizelge 5.14. Mandibular premolarlara ait aksiyal kesitlerdeki P/D AO'ları için cinsiyete göre yaş ile Pearson korelasyonları. P/D AO: Pulpa/dentin alan oranı, p: anlamlılık değeri.

Dışler	Yaş-kadın	p kadın	Yaş-erkek	p erkek	Yaş K-E	p K-E
45 (P/D AO)	-0,176	<0,017	-0,619	<0,001	-0,404	<0,001
44 (P/D AO)	-0,206	<0,003	-0,629	<0,001	-0,422	<0,001
34 (P/D AO)	-0,198	<0,006	-0,626	<0,001	-0,423	<0,001
35 (P/D AO)	-0,173	<0,021	-0,627	<0,001	-0,411	<0,001

Çizelge 5.15'te her bir mandibular premolar dişe ve ayrıca ortalamalarına ait AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'larının çoklu regresyon modelleri, korelasyon katsayısı (R), regresyon analizinde elde edilen modelin bağımlı (yaş) değişkenini açıklama gücü (R^2) ve anlamlılık değerleri (p) gösterilmektedir. p değeri < 0,05 olduğunda anlamlı kabul edilmiş ve bulduğumuz tüm değerler p < 0,001'den daha küçük çıktığı için istatistiksel açıdan yüksek düzeyde anlamlı olduğu sonucu elde edilmiştir. Korelasyon katsayısı (R) için AT ve PK'a ait verilerimiz 0,6-0,8 arasında seyrettiğinden yaş ile korelasyon iyi derecede; SDO'na ait verilerimiz 0,4-0,6 arasında tespit edildiği için ise yaş ile korelasyon orta derecede bulunmuştur. R^2 'ler ele alındığında her bir diş grubu adına bağımsız değişkenlerden cinsiyet ile ayrı ayrı AT, SDO ve PK için elde edilen modellerimizin açıklama güçleri (oranları) (R^2 en düşük 0,272 - en yüksek 0,529) düşük düzeyde tespit edilmiştir.

Çizelge 5.15. Çoklu Regresyon modelleri. AT: Atrizyon, SDO: Sekonder dentin oluşumu, PK: Periodontal kayıp, R: Korelasyon katsayısı, R^2 : Modelin açıklama gücü, p: anlamlılık değeri.

Diş-Parametre	Çoklu Regresyon Modeli	R	R^2	p
45 - AT	Yaş=24,898+5,561(cinsiyet)+19,131(AT)	0,692	0,478	<0,001
44 - AT	Yaş=24,568+6,797(cinsiyet)+19,540(AT)	0,702	0,493	<0,001
34 - AT	Yaş=24,507+6,271(cinsiyet)+19,890(AT)	0,723	0,523	<0,001
35 - AT	Yaş=24,326+5,951(cinsiyet)+19,579(AT)	0,692	0,479	<0,001
Ort. AT	Yaş=23,684+6,601(cinsiyet)+21,059(AT)	0,727	0,529	<0,001
45 - SDO	Yaş=29,877+2,832(cinsiyet)+12,814(SDO)	0,567	0,322	<0,001
44 - SDO	Yaş=33,833+4,391(cinsiyet)+12,669(SDO)	0,539	0,290	<0,001
34 - SDO	Yaş=34,584+3,122(cinsiyet)+12,047(SDO)	0,548	0,300	<0,001
35 - SDO	Yaş=29,902+2,320(cinsiyet)+12,265(SDO)	0,522	0,272	<0,001
Ort. SDO	Yaş=29,719+3,755(cinsiyet)+15,881(SDO)	0,611	0,374	<0,001
45 - PK	Yaş=26,992+2,200(cinsiyet)+15,364(PK)	0,638	0,407	<0,001
44 - PK	Yaş=27,947+3,517(cinsiyet)+14,987(PK)	0,631	0,398	<0,001
34 - PK	Yaş=28,112+2,819(cinsiyet)+15,465(PK)	0,625	0,391	<0,001
35 - PK	Yaş=26,775+2,278(cinsiyet)+15,103(PK)	0,613	0,375	<0,001
Ort. PK	Yaş=25,028+3,079(cinsiyet)+18,285(PK)	0,682	0,465	<0,001

MRA'daki bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı olup olmadığı Varyans Şişirme Faktörü (VIF) ile belirlenir. Kurulan regresyon modellerinde bağımsız değişkenler arasında ilişki istenmez ve ilişkinin olup olmadığı VIF değerleri ile kontrol edilir. Eğer VIF değeri 4'ten küçük ise ilişki olmadığı sonucuna varılır. Bizim modelimizde de VIF değerleri < 4 olarak bulunmuş ve bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı olmadığı sonucu elde edilmiştir (Çizelge 5.16-5.19).

Çizelge 5.16. Alt sağ ikinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'larına ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri.

45 için	Katsayı	t değeri	p değeri	VIF
Cinsiyet	4,373	4,805	<0,001	1,156
AT	9,586	9,387	<0,001	1,640
SDO	4,037	5,018	<0,001	1,465
PK	5,288	5,360	<0,001	1,924
BKK	2,328	5,635	<0,001	2,105
P/D AO	-118,328	-3,917	<0,001	1,246

Çizelge 5.17. Alt sağ birinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'larına ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri.

44 için	Katsayı	t değeri	p değeri	VIF
Cinsiyet	5,923	6,330	<0,001	1,151
AT	10,122	9,436	<0,001	1,742
SDO	4,392	5,248	<0,001	1,430
PK	5,691	5,577	<0,001	2,061
BKK	1,625	4,073	<0,001	2,108
P/D AO	-132,835	-3,883	<0,001	1,272

Çizelge 5.18. Alt sol birinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'larına ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri.

34 için	Katsayı	t değeri	p değeri	VIF
Cinsiyet	6,006	6,600	<0,001	1,141
AT	11,287	11,215	<0,001	1,703
SDO	3,516	4,498	<0,001	1,536
PK	4,897	4,752	<0,001	2,091
BKK	2,028	4,884	<0,001	2,176
P/D AO	-118,437	-3,547	<0,001	1,325

Çizelge 5.19. Alt sol ikinci premolar diş için katsayılar tablosundan elde edilen cinsiyet, AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO'larına ait regresyon katsayıları ve bu katsayıların anlamlılıkları için t değeri, p değeri ve VIF değerleri.

35 için	Katsayı	t değeri	p değeri	VIF
Cinsiyet	4,881	5,168	<0,001	1,198
AT	10,800	10,385	<0,001	1,604
SDO	4,090	5,003	<0,001	1,348
PK	3,900	3,625	<0,001	2,112
BKK	2,530	6,017	<0,001	2,187
P/D AO	-130,411	-4,037	<0,001	1,246

KIBT’de üç farklı düzlemde üç ayrı yöntemle göre elde ettiğimiz çoklu regresyon modelleri Çizelge 5.20’de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde üç ayrı yöntemle göre elde edilen modellerde, R^2 Gustafson kriterleri kullanıldığında 0,69 ile en yüksek orana sahip olduğu, bunu 0,51 ile BKK’nın izlediği ve 0,23 ile P/D AO’nın en düşük orana sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.20. Her diş grubuna ait ayrı ayrı çoklu Regresyon modelleri. AT: Atrizyon, SDO: Sekonder dentin oluşumu, PK: Periodontal kayıp, BKK: Bukkal kemik kaybı, P/D AO: Pulpa/dentin alan oranı, R: Korelasyon katsayısı, R^2 : Modelin açıklama gücü, p: anlamlılık değeri.

Diş-Parametre	Çoklu Regresyon modeli	R	R^2	Std.Hata	p
45 AT,SDO,PK	Yaş=18,091+5,162 (cinsiyet) +11,334(AT)+5,730(SDO)+8,446 (PK)	0,806	0,650	8,532	<0,001
44 AT,SDO,PK	Yaş=19,987+6,678 (cinsiyet) +11,555(AT)+5,732(SDO)+8,163 (PK)	0,798	0,637	8,865	<0,001
34 AT,SDO,PK	Yaş=19,952+6,330 (cinsiyet) +12,885(AT)+4,893(SDO)+7,757 (PK)	0,810	0,656	8,678	<0,001
35 AT,SDO,PK	Yaş=16,765+5,911 (cinsiyet) +12,537(AT)+5,651(SDO)+8,058 (PK)	0,795	0,633	8,713	<0,001
Ort.AT,SDO,PK	Yaş=17,081+6,277 (cinsiyet) +11,667(AT)+6,699(SDO)+9,442 (PK)	0,831	0,690	8,351	<0,001
45 - BKK	Yaş=24,352+3,494 (cinsiyet) +6,521(BKK)	0,672	0,452	10,652	<0,001
44 - BKK	Yaş=24,863+4,690 (cinsiyet) +5,767(BKK)	0,623	0,389	11,470	<0,001
34 - BKK	Yaş=23,839+4,361 (cinsiyet) +6,299(BKK)	0,637	0,405	11,383	<0,001
34 - BKK	Yaş=24,810+2,986 (cinsiyet) +6,232(BKK)	0,656	0,430	10,826	<0,001
Ort. BKK	Yaş=21,105+4,578 (cinsiyet) +7,470(BKK)	0,716	0,513	10,450	<0,001
45 - P/D AO	Yaş=68,281-1,463 (cinsiyet) -380,257(AO)	0,407	0,166	13,138	<0,001
44 - P/D AO	Yaş=66,562-0,040 (cinsiyet) -430,013(AO)	0,422	0,178	13,297	<0,001
34 - P/D AO	Yaş=66,715-0,656 (cinsiyet) -426,050(AO)	0,423	0,179	13,375	<0,001
35 - P/D AO	Yaş=70,389-2,235 (cinsiyet) -409,184(AO)	0,418	0,175	13,027	<0,001
Ort. P/D AO	Yaş=74,056-1,160 (cinsiyet) -500,054(AO)	0,477	0,228	13,154	<0,001

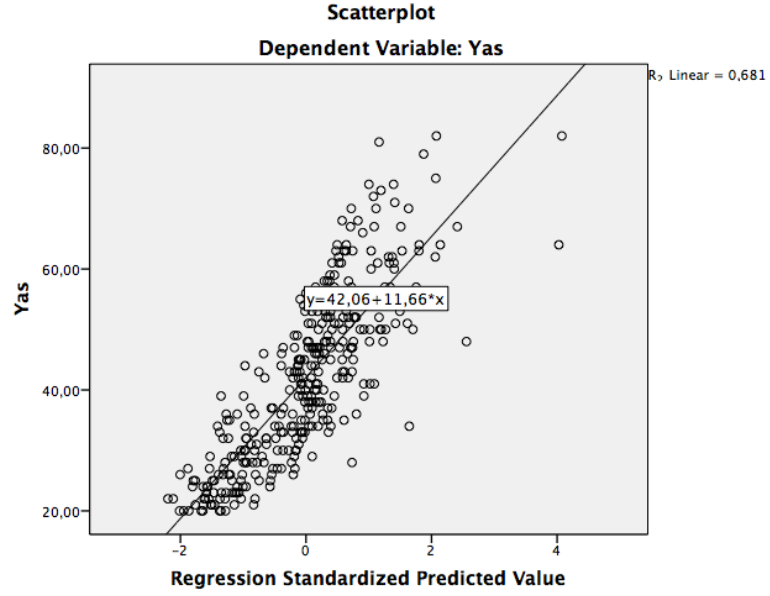
Regresyon analizinde elde edilen denklemde R^2 ne kadar yüksek ise elde edilen denklem de o kadar güçlüdür. Bağımlı değişken olan yaş için aşamalı regresyon yöntemi ile elde ettiğimiz denklemlerde bağımsız tüm değişkenler için modeller elde ettik (Çizelge 5.21). Çizelgede model özetinden R, tahminin standart hatası; ANOVA çizelgesinde elde edilen regresyon modelleri ve bu modellere ilişkin R^2 , F, p değerleri gösterilmiştir. Çizelgede tüm modeller incelendiğinde diğ için elde edilen AT, SDO, PK ve P/D AO ölçümleri ile hastaların yaşlarının tahmini için bu ölçümlerin ortalamaları kullanılarak oluşturulan modelin $R^2 = 0,727$ ile en yüksek açıklayıcılık oranına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.21. Tüm yöntemlerin birlikte kullanılması ile elde edilen Çoklu Regresyon Modelleri. R: Korelasyon katsayısı, R^2 : Modelin açıklama gücü, Std. Ht: Standart hata, p: anlamlılık değeri.

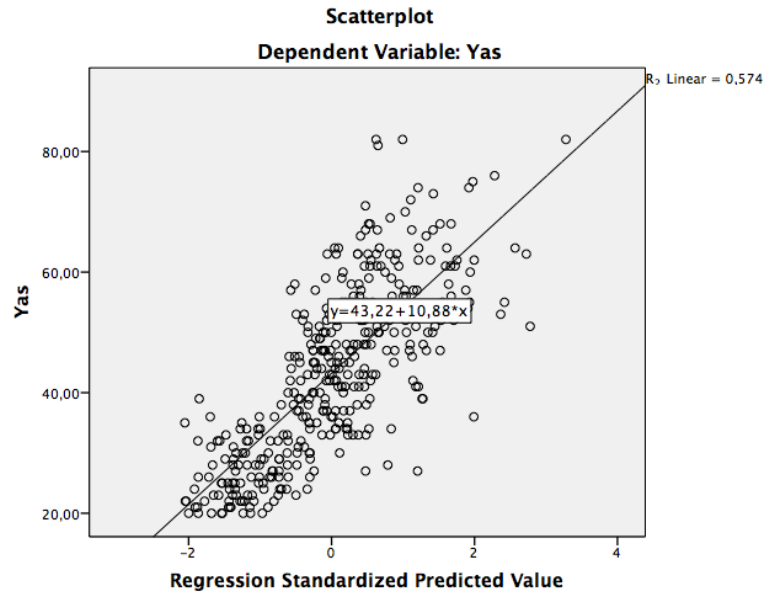
Diğ	Çoklu Regresyon modeli	R	R^2	Std.Ht.	p
45	Yaş=26,175+4,373(cinsiyet)+9,586(AT)+4,037 (SDO) +5,288(PK)+2,328(BKK)-118,318(P/D AO)	0,832	0,693	8,02	<0,001
44	Yaş=27,054+5,923(cinsiyet)+10,122(AT)+4,392 (SDO) +5,691(PK)+1,625(BKK)-132,835(P/D AO)	0,817	0,668	8,50	<0,001
34	Yaş=25,505+6,006(cinsiyet)+11,287(AT)+3,516 (SDO) +4,897(PK)+2,028(BKK)-118,437(P/D AO)	0,829	0,688	8,29	<0,001
35	Yaş=26,066+4,881(cinsiyet)+10,800(AT)+4,090 (SDO) +3,900(PK)+2,530(BKK)-130,411(P/D AO)	0,826	0,682	8,13	<0,001
Ort.	Yaş=24,783+5,624(cinsiyet)+9,725(AT)+4,763 (SDO) +5,286(PK)+2,600(BKK)-127,991(P/D AO)	0,853	0,727	7,87	<0,001

Bu modele göre elde ettiğimiz yaş tahminimize ait Standart Hata erkeklerde $\pm 8,92$ kadınlarda $\pm 9,86$ olarak bulunmuştur.

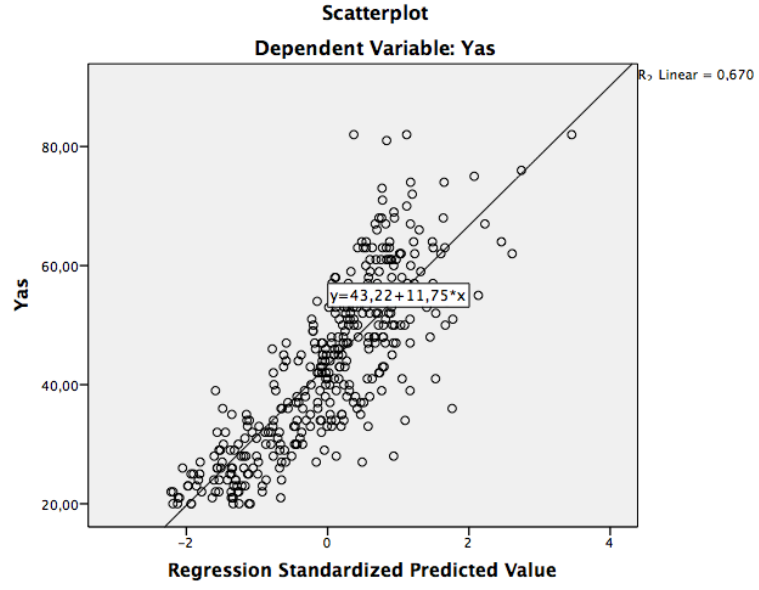
5.1. Tahmin Edilen Yaşın Standart Değerleri ile Gerçek Yaş Değişkenine Ait Grafikler



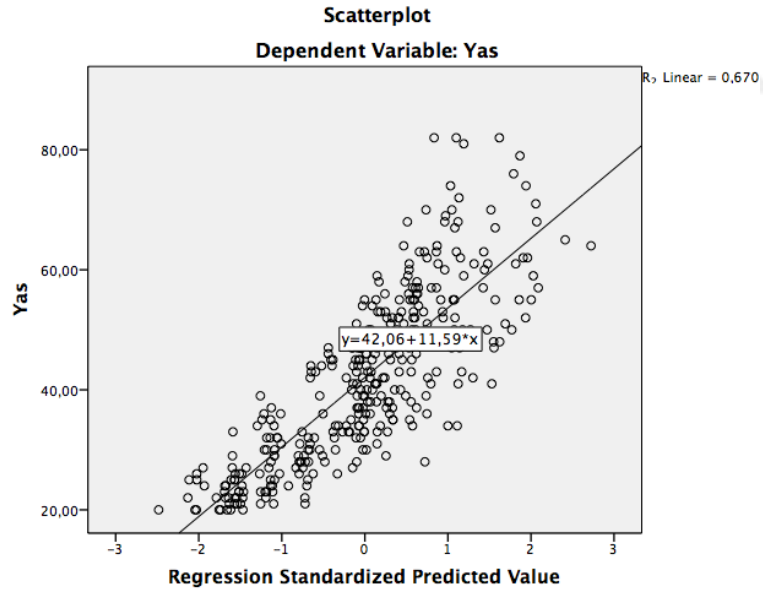
Şekil 5.1. 45 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği.



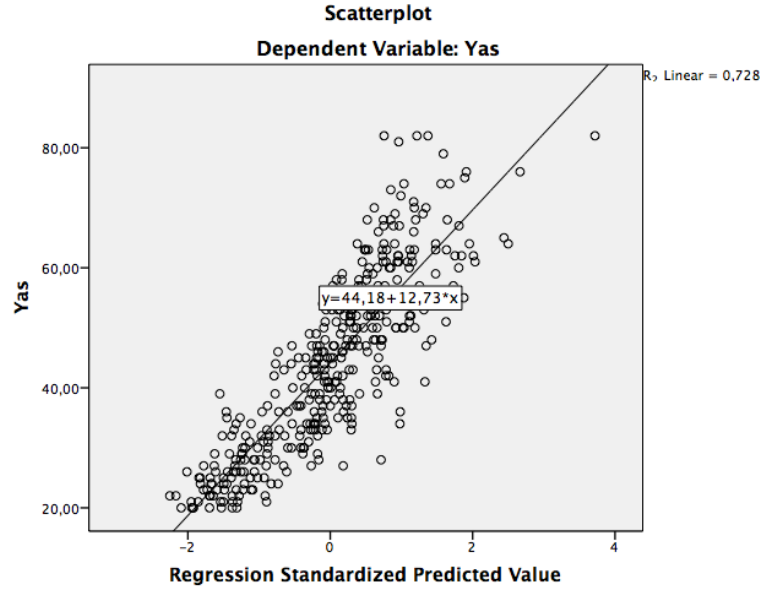
Şekil 5.2. 44 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği.



Şekil 5.3. 34 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği.



Şekil 5.4. 35 nolu dişe ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği.



Şekil 5.5. Premolar dişlerin ortalama değerlerine ait tahmin yaşının standart değerleri ile kronolojik yaş arasındaki dağılım grafiği.

6. TARTIŞMA

Adli yaş değerlendirmesi, iskelet ve diş gelişimi ve maturasyonunu değerlendirerek bireyin kronolojik yaşını tahmin eden bilimsel süreç olarak tanımlanmaktadır (Lewis ve Kasper 2018). Yaş değerlendirmesindeki amaç hem ölülerde hem de yaşayan bireylerde o bireyin gerçek kronolojik yaşına en yakın yaşı tespit etmektir. Ölüler için tahmin edilen yaş, kadavranın biyolojik profilinin hazırlanması için çok önemlidir. Böylece kayıp kişi aramalarında ve bazı durumlarda ölüm zamanının belirlenmesinde sürecin daraltılmasına katkıda bulunacağı ileri sürülmekle birlikte her yaş değerlendirme prosedürünün kısıtlamaları olduğu ve hangi yöntemin kullanılması gerektiğine dair standardizasyon ve fikir birliği olmayışının bu kısıtlamaları daha da artırdığı bildirilmektedir (Cunha ve ark., 2009). Adli uygulamada kimlik tanımlama için en yaygın olarak kanıtlanmış bilimsel yöntem DNA analizidir. Analizin etkinliğini en üst düzeye çıkarmak ve mali yükü en aza indirmek için de testin uygulanacağı varsayım çemberini daraltmak gerekmektedir. Kimliği belirsiz cesetlerde tahmin çemberini daraltmak için kullanılan bilimsel yöntemlerin çeşitliliğinin adli bilimciler için bir sorun teşkil ettiği ileri sürülmektedir. Her durumda cinsiyet, boy, ırk ve takvim yaşının belirlenmesinin zorunlu olduğu ve sadece şüpheli kimlikler için çember daraltıldıktan sonra, DNA analizi ile kimlik doğrulamasına geçmenin mümkün olduğu belirtilmektedir (Odzhakov ve Apostolov, 2019). Yaş tahmininin en azından tıbbi, dental ve radyolojik olacak şekilde farklı uzman görüşlerini dikkate alarak multidisipliner bir değerlendirme ile yapılması tavsiye edilmektedir (Azrak ve ark., 2007 ve Nuzzolese ve Di Vella, 2008). Kronolojik yaş tahmin yöntemlerinin hiçbiri ile doğru sonucun tam olarak elde edilememesinden dolayı, yasal ve insan hakları konularına uygun yöntem olarak yaşın bütüncül olarak incelenmesi önerilmektedir (Nuzzolese ve ark., 2011). Tüm vakalar için yaşam boyunca meydana gelen büyüme, gelişme ve postformasyon değişikliklerden oluşan dental yöntemler bilimsel, ucuz ve oldukça hızlı bir yaş değerlendirme yöntemi sunmaktadır (Adserias-Garriga, 2007).

Yaş ile dişlerdeki değişimlerin korelasyonuna dayanan araştırmalarda:

- Tedavide kullanılan metal restoratif materyaller incelemeye engel olabileceği için çürümeye eğilimli olan özellikle molar dişlerin uygun olmadığı,
- Adli otopsiye konu olan vücutlarda periodontal dokuların harabiyeti nedeniyle genellikle eksik olduğu, ayrıca yüksek sıcaklıklara veya dış etkenlere maruz kalmalarının sonucunda sıklıkla kronlarını kaybettikleri veya orijinal yapılarını koruyamadıkları için kesici dişlerin incelenmesinin uygun görülmediği,
- Genellikle uzun vadede korunmuş uzun kökleri ve gözlem için yeterli büyüklükte bir pulpa boşluğuna sahip olmasına rağmen, lateral hareketler sırasında diğer dişlerle teması nedeniyle okluzal aşınma derecesinin bireyler arasında büyük ölçüde değişmesine bağlı olarak, kanin dişlerin de postmortem yaş incelemesi için uygun materyal olarak kabul edilmediği,
- Genellikle basit yapıda ve tek köklü dişlerin tercih edildiği bildirilmektedir (Sakuma ve ark., 2013).

Diğer diş gruplarına kıyasla gerçek yaşla tahmin yaşı arasında daha iyi bir ilişki gösterdiği için, panoramik radyografi analizleri kullanarak sadece mandibular premolarların değerlendirilmesi ile Gustafson yönteminin modifiye edilmesi önerilmektedir (Olze ve ark., 2012).

Çalışmamızda Sakuma ve ark. (2013) ile uyumlu olarak basit ve tek köklü yapıda olması, çürük insidansının az olması, ağızda en az kaybedilen dişler olması sebebi ile mandibular premolar dişler kullanılmıştır.

Bir çalışmada elde edilen sonuçların güvenilir olması için test örneği büyüklüğünün her yaş grubu için eşit sayıda ve yaş tekrarlarını önlemek için geniş bir yaş aralığının dâhil edilmesinin önemi vurgulanmakta ve iki cinsiyetin eşit olarak

temsil edilmesi gerektiği (Björk ve Kvaal, 2018), ayrıca elde edilen çoklu regresyon analizinin uygulandığı popülasyonu temsil edebilmesi için de büyük bir örneklem oluşturulmasının, gerekli olduğu düşünülmektedir (Maret ve ark., 2011). Literatür derlemesinde, gözlemci doğruluğunun değerlendirilmesi ve nüfusa özgü denklemlerin oluşturulması koşullarının yerine getirilebilmesi için, yaş tahmini çalışmasında en az 120 kişi ve 14 yaşından büyüklerden oluşan bir örneklem gerektiği ileri sürülmektedir (Marroquin ve ark., 2017).

Rai ve ark. (2016) çalışmalarında KIBT görüntülerinde sagittal, koronal ve aksiyal kesitler kullanılarak maksiller kaninlerin pulpa-diş alanı oranına dayanan yaş tahmini araştırmasına 20-85 yaş arasında 30 erkek ve 30 kadın olmak üzere toplam 60 örneklem dahil edildiği belirtilmektedir.

Nemsi ve ark. (2017) sol maksiller kanin ve sol mandibular ikinci premolar dişe ait KIBT görüntüsü üzerinde yapmış oldukları yaş tahmini çalışmalarında 22-67 yaş arasında 55 kadın ve 65 erkekten oluşan 120 adet örneklem kullanıldığı belirtilmektedir.

Koh ve ark. (2017) KIBT görüntülerinde sağ ve sol mandibular birinci premolar dişlere ait BKK ve Guftafson kriterlerine göre AT, SDO ve PK'ın kullanıldığı çalışmalarında 20 yaş ve üzeri 150 kadın ve 134 erkek toplam 284 adet örneklem kullanıldığı bildirilmektedir.

Lee ve ark. (2017) KIBT görüntülerini kullanarak sağ maksiller kanin dişlerinin sagittal kesitleri ile mine-sement hattı ile ½ kök seviyesindeki aksiyal kesitlerinde P/D AO kullandıkları çalışmalarında, 20-77 yaş aralığında 115 kadın, 109 erkekten oluşan toplam 224 örneklem kullanıldığı bildirilmektedir.

Haghanifar ve ark. (2019) KIBT görüntülerinde maksiller ve mandibular kanin ve santral dişlerde P/D AO'na dayanan çalışmalarında, 20 ila 69 yaşları arasındaki

220 kadın ve 157 erkekten oluşan 377 hastadan toplam 649 KIBT görüntüsünün değerlendirildiği bildirilmektedir.

Afify ve ark. (2019) çalışmalarında 14-68 yaşları arasında değişen 85 erkek ve 65 kadın olmak üzere toplam yüz elli hastaya ait KIBT görüntülerini kullanarak, sagittal ve aksiyal düzlemlerde sağ ve sol maksiller ve mandibular kanin dişlerine ait mine-sement hattındaki P/D AO hesaplandığı bildirilmektedir.

Uğur Aydın ve Bayrak (2019) KIBT görüntülerinde maksiller santral dişlerin sagittal kesitlerinden elde ettikleri P/D AO ile yaş tahminine dayalı araştırmalarında, 14-75 yaş aralığında 60 kadın ve 60 erkekten oluşan toplam 120 örneklem kullanıldığı bildirilmektedir.

Salemi ve ark. (2020) çalışmalarında 14-60 yaşları arasında 142 kadın ve 158 erkek olmak üzere 300 hastanın KIBT taramaları üzerinde gerçekleştirilen maksiller sağ kanin dişin sagittal kesitlerinde P/D AO incelendiği bildirilmektedir.

Çalışmamızda ise Björk ve Kvaal (2018), Maret ve ark. (2011) ve Marroquin ve ark. (2017) çalışmalar ile uyumlu olarak, yaşları 20 ila 82 arasında değişen ve yaş gruplarına eşit dağılım olmasına önem verilerek, ayrıca iki cinsiyetin eşit temsil edilebilmesi amacıyla 200 kadın ve 189 erkek olmak üzere toplam 389 hastadan oluşan bir örneklem kullanılmıştır.

İnsan iskelet kalıntılarından kişisel kimlik oluşturma sürecinin merkezinde cinsiyet belirlenmesinin yer aldığı, doğru bir cinsiyet teşhisinin olası eşleşme sayısını etkili bir şekilde yarıya indirdiği, ayrıca bireyin ölümündeki boy ve yaşının tahmin edilmesini de kolaylaştırdığı bildirilmektedir (Macaluso, 2010). Cinsiyet tayininin, adli odontolojinin bir alt bölümü olduğu ve özellikle ölen kişi ile ilgili bilgilerin bulunmadığı durumlardaki önemi vurgulanmaktadır (Nagare ve ark., 2018). Diş yaşı tahminine dayanarak ceset yaşı teşhis edildiğinde, cinsiyet veya diş tipi gibi bazı bireysel faktörlerin dikkate alınmasının gerekliliği dile getirilmektedir (Solheim,

1993). Dişlerin cinsel dimorfizmi birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve kalıcı dişlerin ileri seviyedeki dimorfik yapısı rapor edilmektedir (Suazo ve ark., 2008 ve Zorba ve ark., 2011). Cinsiyet belirleme kimlik tespiti sürecindeki en önemli adımlardan biridir. Öyle ki, tanınmayacak kadar parçalanmış bedenlerde bile dental kalıntıların cinsiyetin belirlenmesine yardımcı olabildiği belirtilmektedir (Dinakaran ve ark., 2015). Pahalı ve zaman alıcı bir yöntem olan DNA analizini hariç tutarsak, cinsiyet hakkında en güvenilir bilginin özel istatistiksel prosedürlerden elde edilebildiği ve özellikle arkeolojik kalıntılarda cinsiyetle ilgili antemortem veriler mevcut olmadığında, cinsiyet belirlemede güven düzeyini ve başarı yüzdesini arttırmak için birkaç farklı yöntemin birleştirilmesinin en iyi seçenek olduğu vurgulanmaktadır (Vodanovic ve ark., 2007).

Üç farklı yöntemde yaş tahmini yaptığımız çalışmamızda kullandığımız parametrelerin cinsiyetle ilişkisini ayrı ayrı değerlendirdiğimizde:

Yaş tahmininde en sık kullanılan yöntem olan AT, takvim yaşının insan dişi üzerindeki morfolojik etkisinin en belirgin kanıtıdır ve sadece çiğneme kuvvetlerinin uzun süreli etkisinin bir sonucu değil, aynı zamanda oral hijyen, brüksizm ve yeme alışkanlıkları ile de ilişkilidir. Bu sürecin modern insanlarda yavaş gelişmesi sebebiyle yaş tahmini için tek başına kriter olarak uygulanabilirliğinin sınırlı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca AT'ü ölçmek için kullanılan yöntemlerin çoğunun göreceli öznelliğe dayandığı için sonuçların oldukça geniş bir yaş aralığı gösterdiği, bu nedenle en güvenilir sonuçlara ulaşmak için diğer faktörlerin de değerlendirilmesi önerilmektedir (Odzhakov ve Apostolov, 2019).

Kim ve ark (2000) çalışmasında AT puanları erkeklerde kadınlara göre daha yüksek bulunmuştur. Çiğneme kaslarının erkeklerde daha iyi geliştiği böylece, erkeklerin kadınlardan daha güçlü bir ısırma kuvveti uygulayabildiği düşünülmüştür.

Seligman ve ark. (1988) çalışmalarında daha az belirti ve semptomlara rağmen erkeklerin kadınlardan daha yüksek AT skorlarına sahip olduğunu bulmuşlardır. Erkeklerde elde edilen daha yüksek AT skorunun muhtemelen güçlü masseter

fonksiyonu, daha büyük kas lifi kütlesi ve daha güçlü bağlardan kaynaklanmış olabileceği rapor edilmiştir.

Hugoson ve ark. (1988) çalışmalarında 20'li ve 60'lı yaş grubu dışındaki tüm yaş gruplarında erkeklerde kadınlardan daha fazla insizal veya okluzal AT olduğu gösterilmiştir.

Spijker ve ark. (2009) literatür derlemesinde AT prevalansının kadınlara göre erkeklerde daha yüksek olarak tespit edildiği dile getirilmiştir.

Cunha-Cruz ve ark. (2010) anket ve klinik muayene çalışmalarında AT'un yetişkinlerde, yaşlılarda, erkeklerde, okluzal splint kullanan ve periodontal hastalığı olanlarda daha yüksek oranlarda görüldüğü bildirilmiştir. Periodontal hastalığın dişlerde mobilite ve migrasyonu artırarak interokluzal kontak noktalarını değiştirebileceği ve böylece AT'a katkıda bulunabileceği düşünülmüştür.

Yadav (2011) anket ve klinik muayene çalışmasında yaş artışı ile beraber AT şiddetinde yüksek oranda (%88) artış gözlenmiş, ayrıca kadınlarla kıyaslandığında erkeklerde gözlenen AT'un daha fazla olduğu ve aradaki farkın yaşla birlikte arttığı tespit edilmiştir.

Wetselaar ve ark. (2016) anket ve klinik muayene çalışmalarında, tüm diş tiplerinde erkeklerde daha yüksek AT skorları gözlenmiştir. Ayrıca yaş artışı ve sosyoekonomik durumun düşmesi ile birlikte AT'un daha da arttığı izlenmiştir. Diyet ile ilgili olarak erkeklerin hem ergenlerde (Hasselkvist ve ark., 2016), hem de yetişkinlerde (Heuer ve ark., 2015) kadınlardan daha fazla asidik içecek tükettiğine dair kanıtların bulunduğu gözlenmiş ve bunun daha fazla kimyasal diş aşınmasına yol açtığı tahmin edilmiştir (Wetselaar ve ark., 2016).

Rafeek ve ark. (2006) çalışmalarında AT analiz sonuçlarına göre cinsiyet için hesaplanan olasılık oranı sonucunda, AT ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişkinin gözlemlenmediği tespit edilmiştir.

Lovejoy ve ark. (1977) Libben Bölgesi paleodemografisini araştırdıkları çalışmalarında, 1327 bireye ait iskelet kalıntılarında gözlemlenen AT'un istatistiksel bakımdan anlamlı olmamakla beraber kadınlar arasında daha yüksek çıkmaya meyilli olduğu gösterilmiştir.

Lu ve ark. (2017) çalışmalarında bağımsız örneklem t-testine göre referans grubundaki tüm dişlerin ortalama okluzal AT skorlarının kadınlarda erkeklere nazaran marjinal olarak daha yüksek olduğu ancak bu farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı görülmüştür (3,62'ye karşı 3,19, $p>0,005$).

Çalışmamızın sonuçlarına göre, Gustafson metodu kullanılarak elde edilen AT skorlamaları ile ilgili bulgularımızda kullandığımız her bir diş grubu için, kadınlarla kıyaslandığında erkeklerde daha yüksek değerlerle cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (45,44,34 ve 35 nolu dişler için $p<0,001$). Bu durumun Seligman ve ark. (1988) ile uyumlu olarak erkeklerdeki daha büyük kas lifi kitlesi ve güçlü ligamentlere bağlı olarak daha güçlü fonksiyonel ve parafonksiyonel kuvvetlerin kümülatif birikimi ve ayrıca Wetselaar ve ark. (2016) araştırmasındaki gibi erkeklerdeki daha zayıf oral hijyen sonucu artmış ortam asiditesine bağlı mekanik ve kimyasal faktörler sonucunda gelişmiş olabileceği düşünülmüştür.

SDO'nun incelenen diş tipine göre değişebilen ve homojen olmayan bir şekilde ilk olarak pulpa odasının en koronal yönlerinde meydana geldiği belirtilmiştir (Philippas ve Applebaum,1966). SDO'nun bazen erozyon, çürük veya pulpa odası boyunca ozmotik basınçtaki değişikliklerden etkilendiği düşünülmüştür (Star ve ark., 2011).

Stroud ve ark. (1994) çalışmalarında kadınlarla kıyaslandığında dentinin anlamlı olarak erkeklerde daha kalın olduğu gösterilmiş, bununla birlikte meziodistal diş boyutlarındaki cinsel dimorfizmin, mine kalınlığından değil dentin kalınlığındaki farklılıklardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Stanley ve ark. (1983) tarafından SDO'na bağlı gelişen kök kanalı boyutundaki azalmanın cinsiyet olarak erkekleri daha fazla etkilenmesiyle birlikte artrit, gut, böbrek taşları, safra taşları, ateroskleroz ve hipertansiyon gibi kalsifikasyona bağlı hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Paewinsky ve ark. (2005) OPG görüntülerini kullanarak pulpa/diş uzunluğu ile farklı kök seviyelerinde elde edilen genişlik oranlarının yaş ile korelasyonuna dayalı çalışmalarında parametrik olmayan bağımsız iki örneklem testi kullanılarak, erkekler ile kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenemediği belirtilmiştir.

Arora ve ark. (2016) yaş tahmini için Gustafson yöntemine göre SD skorlaması ile Kedici yöntemini karşılaştırdıkları araştırmalarında, bağımsız iki örneklem t-testi kullanılarak her iki yöntemde de gerçek ve tahmini yaşların yanı sıra, SDO ile yaşa bağlı değişikliklerde cinsiyetin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir.

Mandojana ve ark. (2001) çekilmiş ve iskelet kalıntılarından elde edilmiş dişleri kullanarak diş rengi, diş ve kök toplam uzunluğu, dentin translüsensi, PK, AT, kök yüzey pürüzlülüğü, SD miktarı ve sement apozisyonundan oluşan parametrelerin ölçüldüğü çalışmalarında, yaşayan bireylerden çekilen dişlerde AT, sement apozisyonu ve diş uzunluğu hariç tüm değişkenlerde kadınlar ile erkekler arasında istatistiksel olarak önemli farkların bulunduğu, iskelet kalıntılarından elde edilen dişlerde ise diş genişliği ve kök alanı dışındaki tüm değişkenlerde erkekler ile kadınlar arasında anlamlı fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Fizyolojik SDO'nun erkeklerde daha ileri düzeyde izlendiği rapor edilmiştir (Neville ve ark., 2016, Chapter 3). Bununla uyumlu olarak çalışmamızın sonucuna göre, Gustafson metodunu kullanarak elde edilen SDO skorlamaları ile ilgili bulgularımızda kullandığımız her bir diş grubunda kadınlarla kıyaslandığında erkeklerde daha yüksek değerler elde edilmiş ve buna bağlı olarak cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (45 nolu diş için $p=0,037$; 44 nolu diş için $p=0,005$; 34 nolu diş için $p=0,004$ ve 35 nolu diş için $p=0,013$). Okluzal kuvvetler ve fizyolojik dış uyaranların SDO'nun artmasına neden olabileceği rapor edilmiştir (Neville ve ark., 2016). Bu araştırma ile uyumlu olarak çalışmamızdaki bulgularımıza göre AT'da olduğu gibi SDO'nda da erkeklerde daha kuvvetli çiğneme kasları varlığının etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Genel olarak virüslerin, bakterilerin, parazitlerin ve mantarların yol açtığı enfeksiyöz hastalıkların yoğunluğu, prevalansı ve patogenezinde cinsiyetlerin farklılıklar gösterdiği ve genel bir kural olarak da farklı patojenlerle enfeksiyona erkeklerin daha duyarlı olduğu gösterilmiştir (Vom Steeg ve Klein 2016). Ayrıca periodontitisin kadınlara kıyasla erkeklerde daha yüksek bir prevalansa sahip olduğu (erkeklerde $\sim\%57$ ve kadınlara $\sim\%39$) ve bu durumun hastalık patogenezinde olası bir cinsiyet farklılığını gösterdiği ileri sürülmüştür (Ioannidou, 2017).

Destruktif periodontal hastalık prevalansının erkeklerde kadınlara göre daha yüksek seyrettiğini destekleyen kanıtların varlığı ortaya konulmuştur. Bu cinsiyet farklılıklarının nedenlerinin ayrıntılı olarak araştırılmadığı, ancak herhangi bir genetik faktörden daha çok erkeklerde epey zayıf oral hijyen, ağız sağlığına karşı daha az duyarlı tutumlar ve dişhekimi ziyareti ile ilişkili olduğu düşünülmüştür (Nazish Alam ve ark., 2012). Diş fırçalama ve diş ipi de dahil olmak üzere ağız sağlığı ile ilgili davranışların kadınlarda erkeklere nazaran yüksek oranda yerine getirildiği görülmüştür (Russell ve ark., 2013).

Desvarieux ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmalarında ataçman kaybı ve periodontal hastalıklardaki artışın, istatistiksel olarak erkeklerde daha güçlü olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Shiau ve Reynolds (2010) tarafından yapılan sistematik incelemede destrüktif periodontitis prevalansının %9'luk bir farkla, erkeklerde kadınlardan daha yaygın izlendiği (sırasıyla %37,4'e karşılık %28,1) belirtilmiştir.

Borrell ve Talih (2012) çalışmalarında genel olarak ortalama ataçman kaybı 35 yaş ve üstü yetişkinlerde, erkeklerde ve siyah ırkta daha yüksek olarak bulunmuştur.

Buchwald ve ark. (2013) çalışmalarında ortalama olarak her yaş grubundaki erkeklerde kadınlara nazaran fazla ataçman kaybının olduğu rapor edilmiştir.

Rivas-Tumanyan ve ark. (2013) çalışmalarında periodontal hastalık oranının erkeklerde daha fazla bulunduğu bildirilmiştir.

Sewon ve ark. (1988) tarafından yapılan çalışmada karşılaştırılan kadın ile erkek grupları arasında mevcut dişlerin ortalama değerlerinde PK açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı gösterilmiştir.

Haisman-Welsh ve Thomson (2012) tarafından yapılan araştırmada kadınlar ile erkekler arasında periodontitis prevalansındaki değişikliklerde fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Mohammad Kazem ve ark. (2017) plak indeksi ve ataçman kaybı ölçümlerine dayanan klinik çalışmalarında hastaların periodontal sağlığı üzerinde cinsiyetin anlamlı bir etkisinin olmadığı ileri sürülmüştür.

Schulze ve Busse (2016) diyabetik olmayan ve Tip 2 diyabetik hastaların periodontal durumu ve ağız hijyeninde cinsiyet farklılıkları için yaptığı çalışmalarında, diyabetik olmayan ve oral ilaç kullanan diyabetik hasta grubunda, erkeklerde PK'nın istatistiksel olarak kadınlardan daha anlamlı olduğu ancak insülin tedavisi görenlerde cinsiyetler arasında fark bulunmadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız her bir diş grubuna ait sonuçlara göre, Gustafson metodu kullanılarak elde edilen PK skorlamaları ile ilgili bulgularımızda, kadınlarla kıyaslandığında erkeklerde daha yüksek değerler elde edilerek cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (45 nolu diş için $p= 0,027$; 44 nolu diş için $p=0,037$; 34 nolu diş için $p=0,029$ ve 35 nolu diş için $p=0,037$). Bu duruma Vom Steeg ve Klein (2016) ile uyumlu olarak genellikle farklı patojenlerle enfeksiyonlara erkeklerin daha duyarlı olması ve periodontal hastalık prevalansının daha yüksek görülmesinin yanı sıra, Nazish Alam ve ark. (2012) çalışmasındaki gibi erkeklerde ağız sağlığına karşı daha az duyarlı tutumlar ve dişhekimi ziyaretlerine verilen önemin yetersizliğine bağlı zayıf oral hijyenin, muhtemel etkenler arasında olabileceği düşünülmüştür.

Bukkal kemik seviyesinin parçalanmış vücut kalıntılarındaki bile ölçülebilen bir parametre olmasından dolayı yaş tahmini için önemli bir özellik arz ettiği dile getirilmiştir (Koh ve ark., 2017). Alveolar rezorpsiyona ait ölçümlerin labial yüzeyden gerçekleştirilmesi gerektiği çünkü enfeksiyon, inflamasyon ve patolojik yıkım süreçlerinin etkisinin bu bölgelerde daha az sorumlu olduğu düşünülmüştür (Lamendin ve ark., 1992). Hem sistemik faktörlerin hem de oral eko sistemin bireyselliği ve çeşitliliği nedeniyle alveolar rezorpsiyonun fizyolojik mi yoksa enfeksiyonun patofizyolojik bir sürecine mi bağlı ya da okluzal travma sonucunda mı geliştiğinin ayırt edilmesinin zor olduğu bildirilmiştir (Van Der Velden, 1984).

Sarajlic ve ark. (2009) çalışmalarında yaşlanma ile beraber alveolar rezorpsiyon sonuçlarının mandibular dişlerde artış eğilimi gösterdiği ($R = 0,866-0,99$; $p < 0,05$), ancak maksiller dişlerde bunun izlenmediği ($p > 0,05$) rapor edilmiştir.

Streckfus ve ark. (1999) araştırmalarında çoklu lineer regresyon modeline göre alveolar kemik kaybı ile yaşlanma arasında anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Ağız hijyeninin genel modele çok az katkıda bulunduğu; ırk, cinsiyet ve eksik diş sayısının genel modelde anlamlı değişkenler olmadığı; bu çalışmanın sonuçlarının yaşlanma

ile ilişkili alveolar kemik kaybının radyolojik kanıtı sayıldığı ve durumun her iki arka da eşit derecede etkilediği bildirilmiştir.

Helmi ve ark. (2019) araştırmalarında ortalama alveolar kemik kaybı izlenen periodontal hastalık gelişme riskinin ileri yaş gruplarında, erkeklerde, Asya ırk grubunda, sigara içenlerde ve gelir seviyesi düşük olan hastalarda daha yüksek oranlarda izlendiği rapor edilmiştir.

Koh ve ark. (2017) KIBT görüntüleri kullanılarak yapılan çalışmada, bukkal kemik seviyesi ölçümünün kronolojik yaşla yüksek korelasyona sahip olduğu sunulmuş ancak cinsiyetler arasındaki fark dikkate alınmamıştır.

Zhao ve ark. (2015) alveolar kemik kaybının seviyesini ve yerini incelemek için KIBT görüntülerini kullandıkları çalışmada cinsiyete göre, erkeklerde daha düşük derecede alveolar kemik kaybı tespit edildiği bildirilmiştir.

Periodontal hastalık gelişme riskinin erkeklerde daha fazla olduğunu bildiren Vom Steeg ve Klein (2016)'nın çalışması ile uyumlu olarak, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, kullandığımız her bir diş grubu için bukkal alveolar kemik kaybına ait lineer ölçümlerde kadınlarla kıyaslandığında erkeklerde daha yüksek değerler elde edilmiş ve istatistiksel olarak cinsiyetler arasında anlamlı fark bulunmuştur (45 nolu diş için $p=0,016$; 44 nolu diş için $p=0,006$; 34 nolu diş için $p<0,001$ ve 35 nolu diş için $p=0,008$).

Yaşla beraber minede AT meydana geldikçe, koruma görevinin devralınması sonucunda dentinde bazı önemli değişikliklerin gerçekleştiği; dentindeki yaş değişikliklerinin fonksiyonel değişikliklerle yakından ilişkili olduğu ve bu nedenle birlikte değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Kumar, 2015, Chapter 17). Servikal bölgedeki P/D HO'larının yaşla daha fazla korelasyon gösterdiği ve bu korelasyonun apeks doğru azaldığı; ayrıca, hacim oranındaki en belirgin azalmanın, alt ikinci premolarlarda yaşamın ikinci ve beşinci dekatları arasında, alt birinci premolarlarda

ise yaşamın ikinci ve üçüncü dekatları arasında gözleendiğı belirtilmiştir (Aboshi ve ark., 2010).

Nemsi ve ark. (2017) KIBT görüntülerinde aksiyal kesitler kullanılarak, kronolojik yaş ile P/D AO arasındaki ilişkinin ilk kez araştırıldığı çalışmalarında, cinsiyetin fizyolojik oran üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı dile getirilmiştir. Bu durumun sebebinin pulpa ile dentin arasındaki oranın kullanılmasının yanı sıra, okluzal stresden uzak olan servikal bölge seçimine bağı olabileceğı düşünölmüştür.

Afify ve ark. (2019) KIBT görüntüleri üzerinde maksiller ve mandibular kaninlere ait mine-sement hattında sagittal ve aksiyal kesitleri kullanarak P/D AO ile yaşın korelasyonuna dayalı yapılan araştırmalarında, her iki kesitteki ölçümlerde erkek ile kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı ifade edilmiştir.

Uğur Aydın ve Bayrak (2019) KIBT görüntülerinde maksiller santral dişlerin sagittal kesitlerinden elde ettikleri P/D AO ile yaş tahminine dayalı araştırmalarında bağımsız t-testi sonuçlarına göre P/D AO’nda erkek ve kadınlar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir.

Salemi ve ark. (2020) KIBT taramaları üzerinde gerçekleştirilen maksiller sağı kanin dişin sagittal kesitlerinde P/D AO’nın da incelendiğı çalışmada bağımsız iki örneklem t-testi sonuçlarına göre cinsiyetler arasında ölçölen değışkenler açısından anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Lee ve ark. (2017) KIBT görüntülerindeki sağı maksiller kanin dişlerinin sagittal kesitleri ve mine-sement hattı ile ½ kök seviyesindeki aksiyal kesitlerinden elde ettikleri P/D AO’nı kullanarak yaş tahmini üzerine yaptıkları araştırmalarında bağımsız değışkenlerden cinsiyetin etkisinin istatistiksel olarak anlamının çok düşük olduğı sonucu elde edilmiştir.

Haghanifar ve ark. (2019) KIBT görüntülerinde aksiyal ve sagittal kesitleri kullanarak P/D AO ile yaş arasındaki korelasyonu araştırdıkları çalışmalarında, bağımsız iki örneklem t-testi sonuçlarına göre sagittal kesitlerde her iki cinsiyette P/D AO değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu gösterilmiştir.

Aksiyal kesitler üzerinde servikal bölgedeki kesitleri kullanarak yaş ile P/D AO arasındaki korelasyonu araştırdığımız çalışmamızda, kullandığımız her bir diş grubu için kadınlarla kıyaslandığında çok farklı olmamakla beraber erkeklerde daha yüksek alan oranları elde edilmiştir (45 nolu diş için $p<0,001$; 44 nolu diş için $p=0,001$; 34 nolu diş için $p=0,029$ ve 35 nolu diş için $p<0,001$). Bu bulgularımıza göre vertikal yönde SDO erkeklerde daha fazla iken, mine sement hattında aksiyal kesitlerde SDO'nun birbirine yakın oranlarda olmak üzere kadınlarda daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir. SDO'nun çürük, preparasyon, AT, erozyon ve okluzal kuvvetler gibi diş uyaranlardan etkilenmekte olduğu ortaya konulmuştur (Star ve ark., 2011). Çalışmamızda çürüksüz, restorasyonsuz ve mine sement hattında erozyona uğramamış dişler araştırmaya dahil edilmiş olduğu için, Neville ve ark. (2016) araştırması ile uyumlu olarak servikal düzeydeki SDO'nun AT ve fonksiyonel okluzal kuvvetlere bağlı olarak tutarlı bir şekilde devam ettiği sonucunun çıkarılabileceği düşünülmüştür.

Kvaal ve ark. (1995) intraoral full-mouth radyografileri kullanarak, pulpa ile dişin uzunluk ve genişlik oranlarının yaş ile korelasyonunu araştırdıkları çalışmalarında, bağımlı örneklem t-testi sonuçlarına göre çenenin sağ ve sol tarafındaki simetrik dişler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir.

Jagannathan ve ark. (2011) çekilmiş mandibular kanin dişlerinin KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları pulpa/diş hacim oranına (P/D HO) dayalı yaş tahmini araştırmalarında, örnekler arasında sağ veya sol kanin dişleri arasında istatistiksel fark bulunmadığı saptanmıştır.

Tardivo ve ark. (2011) dental BT taramasından elde ettikleri 133 adet kanin diş örneklemini kullanarak yaptıkları P/D HO ile yaş tahminine dayalı çalışmalarında, bağımlı iki örneklem t-testi sonuçlarına göre maksiller veya mandibular kanin dişleri için sağ ve sol taraflar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmadığı görülmüştür.

Cantekin ve ark. (2013) KIBT görüntüleri temelinde mandibular üçüncü molar dişlerin gelişimini ve kronolojik yaşla ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında, sağ ve sol üçüncü molar dişlerin gelişimi arasında istatistiksel fark bulunmadığı anlaşılmıştır.

Afify ve ark. (2019) KIBT görüntüleri üzerinde maksiller ve mandibular kaninlere ait mine-sement hattında sagittal ve aksiyal kesitleri kullanarak P/D AO ile yaşın korelasyonuna dayalı yapılan araştırmalarında ölçüm için sağ ve sol dişlerden hangisi en uygunsa onun kullanıldığı belirtilmiştir.

Çalışmamızdaki sağ ve sol dişlerden simetrik olanlar arasındaki Gustafson skorlamaları, lineer ölçümler ve P/D AO'larına ait tüm değerlerimiz için, bağımsız iki örneklem t-testine göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$), (Çizelge 5.9). Bu sonuç, yaş tahmini için oluşturulacak regresyon modelleri elde edilirken sağ ve sol diş ölçümlerinin ortalama değerlerini, hatta ağızda sadece bir adet mandibular premolar diş bulunduğu durumda bile elde edilen değeri bağımsız değişken olarak kullanabilmemizi sağlamıştır.

Tez çalışmamızın bulgularına göre, çoklu regresyon modellerimizde tek başına AT'u ele aldığımızda, yaş ile arasında tüm dişlerin ortalaması için $R^2 = 0,53$ olarak hesaplanmıştır.

Bulgularımızla kıyaslandığında Takei (1984) araştırmasında R^2 0,66; Hongwei ve Jingtao (1989) üçüncü molarlar hariç maksiller ve mandibular tüm dişleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında genç yaş grubundan yaşlı gruplara gittikçe R^2 0,69-0,37 arasında; Kim ve ark. (2000) tarafından önerilen atrizyon skorlama

sistemini kullanarak Telang ve ark. (2014) tarafından maksiller ve mandibular premolar ve molar dişlerin incelendiği çalışmalarında diş tipine göre R^2 erkeklerde 0,65 ile 0,81 arasında, kadınlarda ise 0,75 ile 0,85 arasında; Lu ve ark. (2017) atrizyonu puanlamak için Kim skorlama sistemini modifiye ettikleri çalışmalarında R^2 0,65; Mangesh ve ark. (2012) çalışmalarında R^2 0,64; Yun ve ark. (2007) modifiye edilmiş Kim'in puanlama sistemi kullanılarak alt üst tam çenede okluzal diş aşınma skorlarının yaşa göre belirleme katsayıları R^2 erkeklerde 0,82 kadınlarda 0,84 olmak üzere daha yüksek bulunmuştur.

Buna karşılık Koh ve ark. (2017) mandibular birinci premolar dişlerin KIBT görüntülerindeki çalışmalarında yaş ile AT kullanıldığı lineer regresyon modellerinde R^2 0,28 ile 0,39 arasında olmak üzere bizim çalışmamıza göre daha düşüktür.

Çalışmamızdaki çoklu regresyon modellerimizde tek başına SDO'nu ele aldığımızda yaş ile arasındaki R^2 tüm dişlerin ortalamasında 0,37 olarak tespit edilmiştir.

Bulgularımızla kıyaslandığında Gupta ve ark. (2014) çekilmiş dişlerde dental sementumundaki artımlı çizgilerin sayısı ve SD kalınlığı ile yaş arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, SD kalınlığı ile yaş arasındaki R^2 0,93 olarak; Kvaal ve ark. (1995) çalışmalarında R^2 maksiller dişlerde 0,74, mandibular dişlerde 0,71 ve alt üst çene için 0,76 olarak; Rajpal ve ark. (2016) maksiller ve mandibular anterior ve premolar dişlere ait periapikal radyografi görüntülerinde Kvaal ve ark. (1995) tarafından tarif edilen yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada, yaş ile SDO arasında maksiller dişlerde R^2 0,66 mandibular dişlerde 0,61 tüm dişlerde 0,74 olarak; Drusini (1993) çekilmiş dişlere ait periapikal radyografileri üzerinde İkeda ve ark. (1985) tarafından tarif edilen DKİ yöntemini kullanarak yaptığı çalışmada, kadın ve erkeklerde R^2 premolarlarda 0,78 molarlarda 0,62 olarak; Drusini ve ark. (1997) çekilmiş dişler üzerinde İkeda ve ark. (1985) tarafından tarif edilen DKİ yöntemi ile OPG'leri kullanarak yaptığı çalışmada, kadın ve erkeklerde R^2 premolarlarda 0,80 molarlarda 0,81 olarak; Koranne ve ark. (2017) çalışmalarında, İkeda ve ark. (1985)

tarafından tarif edilen DKİ yöntemini kullanarak R^2 premolar dişler için 0,75 molar dişler için 0,72 olarak bizim bulgularımızdan daha yüksek bulunmuştur.

Arora ve ark. (2016) çalışmalarında çekilmiş dişleri kullanarak SDO ile yaş arasında R^2 Gustafson yöntemine göre 0,44 olmak üzere daha yüksek ve Kedici'nin mikrometrik ölçüm yöntemine göre 0,16 olmak üzere daha düşük hesaplanmıştır.

Koh ve ark. (2017) mandibular birinci premolar dişlerin KIBT görüntülerindeki çalışmalarında yaş ile SDO kullanıldığı lineer regresyon modellerinde ise R^2 0,19 ile 0,23 arasında olmak üzere bizim bulgularımızdan daha düşük bulunmuştur.

Çalışmamızdaki bulgularımıza göre çoklu regresyon modellerimizde tek başına PK'ı ele aldığımızda, yaş ile arasındaki R^2 tüm dişlerin ortalamasında 0,46 olarak saptanmıştır.

Bulgularımızla kıyaslandığında Johanson (1971) çalışmasında R^2 0,24 olarak; Acharya ve Kumar (2011) çalışmalarında PK için R^2 Johanson (1971) yöntemi ile 0,14 ve Lamendin ve ark. (1992) yöntemi ile 0,16 olarak; Solheim (1992) çalışmasında R^2 0,10 olarak; Garizoain ve ark. (2020) çalışmalarında Lamendin ve ark. (1992) tarafından tarif edilen yöntemi kullanarak R^2 diş tipine göre 0,00 ile 0,31 arasında; Koh ve ark. (2017) mandibular birinci premolar dişlerin KIBT görüntülerindeki çalışmalarında yaş ile PK kullanıldığı lineer regresyon modellerinde R^2 0,24 ile 0,32 arasında olmak üzere daha düşük bir oran tespit edilmiştir.

Çalışmamızda Gustafson kriterlerine göre AT, SDO ve PK'ın birlikte kullanıldığı çoklu regresyon modellerimizde, yaş ile aralarındaki R^2 tüm dişlerin ortalaması 0,69 olarak belirlenmiştir.

Bulgularımızla kıyaslandığında Dalitz (1962) çekilmiş dişlerdeki çalışmasında Gustafson'a (1950) ait kriterlerden AT, SDO, PK ve kök translusensini kullanarak R^2 0,75; Timme ve ark. (2016) OPG görüntülerinde alt premolar dişlerde Olze ve ark.

(2012) tarafından sunulan evrelemeleri kullandıkları çalışmalarında diş tipi ve cinsiyete göre R^2 0,73 ile 0,80 arasında olmak üzere daha yüksek bulunmuştur.

Si ve ark. (2019) OPG görüntülerinde alt premolar dişlerde Olze ve ark. (2012) tarafından sunulan evrelemeleri kullandıkları çalışmalarında ise diş tipi ve cinsiyete göre R^2 0,64 ile 0,70 arasında olmak üzere bize yakın düzeyde tespit edilmiştir.

Olze ve ark. (2012) OPG görüntülerini kullandıkları çalışmalarında alt premolar dişlerde AT, SDO, PK ve sement apozisyonu ile oluşturdukları çoklu regresyon modellerinde cinsiyet ve diş tiplerine göre R^2 0,43 ile 0,53 arasında; Koh ve ark. (2017) mandibular birinci premolar dişlerin KIBT görüntülerindeki çalışmalarında AT, SDO ve PK'ın birlikte kullanıldığı çoklu regresyon modellerinde R^2 0,20 ile 0,23 arasında olmak üzere bizim bulgularımızdan daha düşük bulunmuştur.

Çalışmamızın BKK'nın kullanıldığı çoklu regresyon modellerinde, yaş ile aralarındaki R^2 tüm dişlerin ortalamasında 0,51 olarak hesaplanmıştır.

Bulgularımızla kıyaslandığında Koh ve ark. (2017) mandibular birinci premolar dişlerin KIBT görüntülerindeki çalışmalarında yaş ile BKK'nın kullanıldığı lineer regresyon modellerinde R^2 0,68 ile 0,72 arasında; Prince ve Ubelaker (2002), Lamendin ve ark. (1992) tarafından tarif edilen yöntemi kullandıkları çalışmalarında ise R^2 0,56 olmak üzere daha yüksek bulunmuştur. Sarajlic ve ark. (2009) erkek cesetlerden elde edilen maksiller ve mandibular anterior dişleri inceledikleri çalışmalarında mandibular dişlerde yaşlanma ile labial alveolar rezorpsiyonda R^2 0,75-0,98 arasında olmak üzere daha yüksek oranda bulunmuş ancak maksiller dişler için istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Buna karşılık Streckfus ve ark. (1999) genel sağlığı iyi olan bireyler üzerinde klinik muayene ve bite-wing radyografi görüntülerini kullandıkları çalışmalarında yaşlanma ile alveolar kemik kaybı arasındaki lineer regresyon modellerinde R^2 0,38-

0,41 arasında; Lamendin ve ark. (1992) çekilmiş tek köklü dişlerin labial yüzeylerinde Guftafson (1950) kriterlerinden diş kökü translusensi ve PK'ı ölçtükleri çalışmalarında R^2 0,49 olmak üzere daha düşük bulunmuştur.

Çalışmamızdaki yaş ile P/D AO için elde ettiğimiz çoklu regresyon modellerimizde ise R^2 tüm dişlerin ortalaması için 0,23 olarak belirlenmiştir.

Bulgularımızla kıyaslandığında Nemsı ve ark. (2017) KIBT görüntülerinde sol maksiller kanin ve sol ikinci mandibular premolar dişleri kullandıkları çalışmalarında yaş ile P/D AO arasında oluşturdukları regresyon modellerinde R^2 0,70 olarak; Afify ve ark. (2019) KIBT görüntülerinde kanin dişlerinin sagittal ve aksiyal kesitlerini kullandıkları çalışmalarında mine-sement hattında maksiller kaninin sagittal kesiti için R^2 0,92 aksiyal kesiti için 0,78 mandibular kaninin sagittal kesiti için 0,83 aksiyal kesiti için 0,69 olarak; Uğur Aydın ve Bayrak (2019) maksiller santral dişlere ait sagittal kesitleri kullandıkları çalışmalarında kronolojik yaş ile P/D AO arasında R^2 0,38 olarak; Salemi ve ark. (2020) KIBT taramalarında maksiller sağ kanin dişinin kroksiyonal görüntüleri üzerinde mm^2 cinsinden P/D AO ve ayrıca lineer ölçüm oranlarını kullandıkları çalışmalarında en güçlü korelasyon P/D AO'nda olmak üzere R^2 0,66 olarak; Lee ve ark. (2017) KIBT görüntülerinde sağ maksiller kanin dişlerinin mine-sement hattında aksiyal kesitlerde P/D AO için R^2 0,42 olarak; Haghanifar ve ark. (2019) KIBT görüntülerinde maksiller ve mandibular kanin ve santral dişlerin mine-sement hattında aksiyal ve sagittal kesitlerinde pulpa / diş oranı (P/D O) için cinsiyet ve diş tipine göre R^2 aksiyal kesitlerde 0,31-0,58 arasında sagittal kesitlerde ise 0,11-0,58 arasında olmak üzere daha yüksek bulunmuştur.

Ancak Rai ve ark. (2016) maksiller kaninlerde P/D O lineer regresyon analizine göre mine-sement hattında aksiyal düzlemde elde ettikleri R^2 0,10 olarak bizim bulgularımızdan daha düşük oranda tespit edilmiştir.

Pearson korelasyon sonuçlarımızda diş tipine göre elde edilen R değerlerimiz AT için kadınlarda 0,688-0,732 erkeklerde 0,656-0,735 arasında; SDO için kadınlarda 0,451-0,481 erkeklerde 0,564-0,679 arasında; PK için kadınlarda 0,632-0,651 erkeklerde 0,593-0,633 arasında; BKK için kadınlarda 0,568-0,663 erkeklerde 0,628-0,746 arasında; P/D AO için kadınlarda -0,173 ile -0,206 erkeklerde -0,404 ile -0,423 arasında bulunmuştur. Bu bulgularımıza göre yaş ile korelasyon değerlerimizin AT ve PK için kadın ve erkeklerde birbirine yakın iken BKK için önemsiz bir farkla erkeklerde daha yüksek ve SDO için erkeklerde daha yüksek ve yine SDO'nun farklı bir göstergesi olan P/D AO için erkeklerde anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

Regresyon modellerimizde elde edilen bulgularımızda diş tipine göre R^2 değerlerimiz AT için kadınlarda 0,47-0,52 erkeklerde 0,43-0,54 arasında; SDO için kadınlarda 0,20-0,23 erkeklerde 0,032-0,46 arasında; PK için kadınlarda 0,40-0,42 erkeklerde 0,35-0,40 arasında; BKK için kadınlarda 0,32-0,44 erkeklerde 0,39-0,56 arasında; P/D AO için kadınlarda 0,03-0,04 erkeklerde ise 0,16-0,18 arasında bulunmuştur. Her bir kriterimizi cinsiyetlere göre tek tek ele aldığımızda AT değerlerinin her iki cinsiyette birbirine yakın iken PK değerlerinin kadınlarda önemsiz derecede daha yüksek buna karşılık BKK değerlerinin erkeklerde daha yüksek olduğu ayrıca SDO ve P/D AO değerlerinin erkeklerde önemli derecede daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Burada önemli bir bulgu olarak her iki cinsiyetin birlikte değerlendirildiği modellerimizde sagittal ve aksiyal olmak üzere iki ayrı düzlemde incelenen SDO'nun sonuçlarına göre R^2 P/D AO için 0,37 iken Gustafson kriterine göre 0,23 olarak elde edilmiştir. Buna göre vertikal düzlemde horizontale göre daha fazla SDO izlendiği sonucu elde edilmiş olup, bulgumuzun Neville ve ark. (2016, Chapter 3) tarafından bildirilmiş olan yaşla birlikte pulpa odasının yüksekliğinin önemli ölçüde azalmasına karşılık genişliğindeki azalmanın yaygın olmadığı sonucu ile uyumlu olduğu izlenmiştir.

Regresyon modellerimizde elde ettiğimiz; Gustafson kriterlerine göre yapılan skorlamalar, BKK'nın lineer ölçümleri ve P/D AO'nun bağımlı değişken "yaş"ı ne kadar açıkladığını ve elde edilen regresyon çizgisinin veriyi ne kadar iyi temsil

ettiğini izah eden “ R^2 bulgularımız” ile literatürdeki diğer çalışmalar veya araştırmalar arasındaki farklılıkların, kullanılan metodolojiye bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Standart yaş tahmini hatalarının azaltılması için daha büyük örneklem boyutlarının kullanılması, çeşitli faktörlerin model parametreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi ve her türlü dişin birlikte kullanılmasının araştırılması önerilmiştir (Cameriere ve ark., 2007c ve Yang ve ark., 2006). Genellikle yaşla birlikte biriken faktörlerin tamamı tek bir yöntem kullanılarak gözlemlenemediği için en güvenilir yaş tahmini sonuçlarının birkaç yöntemin kombinasyonu ile elde edileceği kabul edilmiştir (Martrille ve ark., 2007). Benzer şekilde doğru yaş tahmini için, tek bir yaş tahmin tekniği ile sınırlandırmak yerine mevcut diğer tekniklerin de kullanılması ve tekrarlı ölçümlerin yapılmasının faydalı olabileceği tavsiye edilmiştir (Reesu ve ark., 2015). Ayrıca tüm yaş değerlendirme yöntemlerinin avantajları ve dezavantajlarının olduğundan dolayı erişkinlerde yaş değerlendirmesi yapılırken, çoklu yaş değerlendirme yöntemlerinin birlikte kullanılmasının akıllıca olacağı düşünülmüştür (Lewis ve Kasper, 2018). Kvaal ve ark. (1995) çalışmalarında ise yaş ile her bir diş tipine ait oranların tek tek kullanılmasıyla kıyaslandığında tüm oranların ortalaması arasındaki korelasyonun daha güçlü olduğu ve her iki çeneden altı tip dişin tümünün oranı kullanıldığında da regresyon için belirleme katsayısının daha güçlü olarak elde edildiği anlaşılmıştır. Marroquin ve ark., (2017) literatür taramalarında da daha güvenilir bir yaş tahmini oluşturmak için farklı yaş göstergeleri içeren yöntemlerin kombinasyon halinde kullanılması önerilmiştir.

Yaptığımız çalışmada iki cinsiyetin de dahil edildiği çoklu regresyon modellerinde üç ayrı tahmin yöntemine göre tüm dişlerin ortalaması için elde edilen R^2 değerleri sagittal düzlemde Gustafson kriterleri için 0,69, koronal düzlemde BKK için 0,51 ve aksiyal düzlemde P/D AO için 0,23 olarak elde edilmiştir. Üç yöntemin birlikte ele alındığı tüm bağımsız değişkenlerin kullanıldığı regresyon modellerinde ise R^2 0,73 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre yöntemleri birbirleriyle kıyasladığımızda en iyi açıklama gücünün Gustafson kriterleri ile en düşük açıklama gücünün ise P/D AO ile elde edildiği; en yüksek açıklama gücünün ise literatürdeki

alışmalarla uyumlu olarak üç yöntemin birlikte kullanılması ile elde edildiği sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde her diş tipinin ayrı ayrı ele alınmasıyla kıyaslandığında değerlerin ortalamasının kullanılmasıaın açıklama gücünü artırdığı izlenmiştir.

İdeal olarak farklı popölasyon gruplarında erişkin diş yaşı tahmini için çalışılan yöntemlerin doğruluğunun adli bilimlerce kabul edilebilir olması için standart hatanın (SH) ± 10 yıl eşiğini geçmemesinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Solheim ve Sundnes, 1980; Soomer ve ark., 2003 ve Willems ve ark., 2002). Ayrıca dental yaş tahmin tekniklerinin çocuklarda oldukça güvenilir olmasına karşı yetişkinlerde daha az doğru olduğu düşünölmüş ve yetişkinler için yaş aralığı çok daha geniş olduğundan, $\pm 7-10$ yaş arasındaki yaş tahmin hatalarının yetişkinlerde kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (De las Heras, 2019).

Çalışmamızda her diş tipinin ortalamasın ve tüm bağımsız değerşkenlerin birlikte kullanılması ile elde edilen, açıklama gücü en yüksek olan modelimize göre yaş tahminimize ait SH erkeklerde $\pm 8,92$ kadınlarda $\pm 9,86$ olarak bulunmuş olup sonuçlarımızın kabul edilebilir eşiğin altında ancak sınıra yakın olduğu izlenmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda yetişkin bireylerde yaş tahmini için yaşayan bireylerin mandibular premolar dişlerine ait KIBT görüntüleri kullanılarak, sagittal kesitlerde Gustafson kriterlerinden AT, SDO ve PK skorlamalarına; koronal kesitlerde BKK'nın lineer ölçümlerine, aksiyal kesitlerde ise P/D AO'larına dayanan üç ayrı yöntemin tek tek ve birlikte kullanılması ile elde edilen cinsiyete dayalı regresyon formülleri geliştirilmiştir.

1. Çalışmamızda KIBT görüntüleri üzerinde incelediğimiz mandibular premolar dişlerin her grubu için, tüm parametrelerimiz ile yaş arasında istatistiksel açıdan anlamlı korelasyon bulunmuştur.

2. Çalışmamızda cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkisinin olduğu ve verilerimize göre her bir diş grubuna ait ortalama AT, SDO, PK, BKK ve P/D AO değerlerinin erkeklerde daha yüksek seyrettiği tespit edilmiştir.

3. Çalışmamızdaki sonuçlarımıza göre tüm değerler için sağ ve sol dişler arasında istatistiksel anlamda bir fark olmadığı ve buna bağlı olarak herhangi bir mandibular premolar diş kullanılarak yaş tahmini için regresyon modeli elde edilebileceği ortaya konmuştur.

4. Çalışmamızda kadınlarda yaş ile en yüksek korelasyon AT'da (0,732), en düşük korelasyon ise P/D AO'nda (-0,173); erkeklerde en yüksek korelasyon BKK'nda (0,746), en düşük korelasyon ise SDO'da (0,564) elde edilmiştir.

5. Çalışmamızda üç ayrı yönteme göre elde edilen modellerde Gustafson kriterleri kullanıldığında açıklama gücünün en yüksek orana sahip olduğu, bunu BKK'nın izlediği ve en düşük oranın P/D AO'nında gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

6. Çalışmamızda üç yöntemin birlikte ele alındığı ve tüm bağımsız değişkenlerin kullanıldığı regresyon formülünün açıklama gücünün en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca her diş tipinin ayrı ayrı ele alınmasıyla kıyaslandığında değerlerin ortalamasının kullanılmasının açıklama gücünü artırdığı izlenmiştir.

7. Çalışmamızda her iki cinsiyet için elde ettiğimiz yaş tahminimize ait standart hata adli bilimlerce kabul edilebilir seviyede bulunmuştur.

Daha önce Türk toplumunda KIBT görüntüleri üzerinde üç ayrı düzlemde üç ayrı yöntem kullanılarak yaş tayin yöntemi geliştirilen bir çalışma olmaması bakımından çalışmamız, bu alanda yapılan ilk çalışmadır. Örneklemimizin yeterince büyük olmasına rağmen çalışmaya dahil edilen görüntülerin sadece Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'ne başvuran bireyler arasından seçilmesi nedeniyle, sonuçlarımızın, sosyolojik ve ekonomik olarak Türk toplumunu yeterince yansıtamayabileceğini düşünmekteyiz. Elde edilen formüllerin cinsiyete özgü olmasından dolayı, adli bağlamda sadece mandibular dişlerin bulunabildiği vakalarda bile tahmin çemberinin daraltılmasına katkıda bulunabileceğimiz kanısındayız. KIBT teknolojisindeki gelişmelerle birlikte gelecekte farklı dişlerin ve farklı tekniklerin kombinasyonları ve/veya modifikasyonları kullanılarak yapılacak çalışmalar ile regresyon formüllerinin performanslarının artabileceği kanaatindeyiz.

ÖZET

Mandibular Premolar Bölge KIBT Görüntüleri Üzerinde Lineer ve Alan Ölçüm Yöntemlerinin Yaş Tayini İçin Uygulanabilirliğinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Doktora Tezi, Ankara, 2022.

Adli tıp, antropolojik bilimler ve hukuk alanlarında kimlik tespiti ve yaş tahmini çok önemli bir yer teşkil etmekte ve bu alanlardaki araştırmalar ile teknikler sürekli gelişim göstermektedir. Irk, konjenital sendromlar, endokrin sistem bozuklukları, beslenme bozuklukları, sistemik hastalıklar, doğumsal bozukluklar, çevresel ve coğrafi faktörler gibi birçok değişkenden etkilenmekle beraber diş ve kemik gelişiminin değerlendirilmesi, yaş tahmininde en sık kullanılan yöntemler arasındadır. Vücudun diğer organlarıyla karşılaştırıldığında çevresel, genetik ve beslenme gibi gelişimde etkili olan faktörlerden daha az etkilendiği için dişleri kullanan yaş tahmin yöntemleri, diğer tüm metotlara göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu tez çalışmasında yaşları 20-82 arasında değişen 200 kadın ve 189 erkek bireye ait Mandibular premolar dişlerin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülemeleri kullanılarak sagittal kesit görüntüleri üzerinde G. Gustafson (1950) kriterlerinden atrizyon, sekonder dentin oluşumu ve periodontal kayıp skorlamaları; koronal kesit görüntüleri üzerinde bukkal kemik kaybının lineer ölçümleri ve aksiyal kesit görüntüleri üzerinde pulpa/dentin alan oranları elde edilmiştir. Bu üç ayrı yaş tahmin yöntemi sonuçları ile elde edilen regresyon modellerinin Türk popülasyonunda cinsiyet ve yaş tahmini için kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda KIBT görüntüleri üzerinde incelediğimiz Mandibular premolar dişlerin her grubu için tüm parametrelerimiz ile yaş arasında istatistiksel bakımdan anlamlı korelasyon olduğu, sağ ve sol dişlerin arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı, ayrıca erkeklerde daha yüksek seviyede cinsiyetin bağımsız değişkenler üzerinde etkisinin varlığı gözlemlenmektedir. Sonuçlarımıza göre üç ayrı yöntem ile elde edilen modellerden açıklama gücünün Gustafson kriterlerini kullanarak en yüksek orana sahip olduğu, bunu bukkal kemik kaybının izlediği ve Pulpa/Dentin alan oranının en düşük oranda seyrettiği sonucu çıkarılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bukkal alveolar kemik kaybı, Dental yaş tahmini, Gustafson kriterleri, KIBT, Pulpa/Dentin alan oranı.

SUMMARY

Investigation of Applicability of Linear and Area Measurement Methods for Age Estimation on Mandibular Premolar Region at CBCT Images. Ankara University Faculty of Dentistry Oral, Dental and Maxillofacial Radiology Doctoral Thesis, Ankara, 2022.

Identification and age estimation are very important in the fields of forensic medicine, anthropological sciences and law, therefore, research and techniques in these fields are constantly evolving. The evaluation of tooth and bone development is among the most commonly used methods in age estimation, although it is affected by many variables such as race, congenital syndromes, endocrine system disorders, nutritional disorders, systemic diseases, congenital disorders, environmental and geographical factors. Age estimation methods using teeth give more accurate results than all other methods, compared to other organs of the body, since they are less affected by factors that affect development such as environmental, genetic and nutrition. Cone beam computed tomography (CBCT) imaging of mandibular premolar teeth of 200 female and 189 male individuals aged 20-82 years was used in this thesis. Attrition, secondary dentin formation and periodontal loss scores were obtained according to G. Gustafson (1950) criteria on sagittal images. Linear measurements of buccal bone loss were made on coronal images. The pulp/dentin area ratios were obtained using axial images. It is aimed to determine whether the regression models obtained with the results of these three different age estimation methods can be used for sex and age estimation in the Turkish population. In our study, a statistically significant correlation was found between all our parameters regarding age for each group of mandibular premolar teeth that we examined on CBCT images. Although there was no statistical difference between right and left teeth, it was observed that male gender had a higher effect on independent variables. According to our results, it could be concluded that, the explanatory power of the models obtained among three different methods; attrition, secondary dentin formation and periodontal loss scores obtained according to Gustafson criteria has the highest rate, followed by buccal bone loss and the Pulp/Dentin area ratio respectively.

Key words: Buccal alveolar bone loss, Dental age estimation, Gustafson criteria, CBCT, Pulp/Dentine area ratio.

KAYNAKLAR

- ABOSHİ H, TAKAHASHİ T, KOMURO T (2010). Age Estimation Using Microfocus X-ray Computed Tomography of Lower Premolars. *Forensic Sci Int*, **200** (1-3): 35-40.
- ACHARYA AB, KUMAR KK (2011). Age Estimation in Indians from Extracted Unsectioned Teeth. *Forensic Sci Int*, **212**: 275.e1-275.e5
- ADOBE PHOTOSHOP CC 2018, Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, ABD.
- ADSERİAS-GARRİGA J (2007). Evolution of methods and state-of-the-art in dental age estimation. Age Estimation A Multidisciplinary Approach *Joe Adserias-Garriga 2019*, **(6)**: p:77-87.
- AFİFY MM, SALEM WS, MAHMOUD NF (2019). Age Estimation from Pulp/Tooth Area Ratio of Canines using Cone-Beam Computed Tomography Image Analysis: Study of an Egyptian Sample. *J Forensic Res*, **10**: 1.
- AGEMATSU H, SOMEDA H, HASHİMOTO M, MATSUNAGA S, ABE S, KİM HJ, KOYAMA T, NAİTO H, ISHİDA R, IDE Y (2010). Three-dimensional Observation of Decrease in Pulp Cavity Volume Using micro-CT: Age-related change. *Bull Tokyo Dent Coll*, **51** (1): 1-6.
- ALKASS K, SAİTOH H, BUCHHOLZ BA, BERNARD S, HOMLUND G, SENN DR, SPALDİNG KL, DRUİD H (2013). Analysis of Radiocarbon, Stable Isotopes and DNA in Teeth to Facilitate Identification of Unknown Decedents. *Plos One Ed: Lyle Konigsberg*; **8** (7): e69597.
- ALQAHTANİ SJ (2014). Dental age assessment. *Forensic Odontology: An Essential Guide Ed: Catherine Adams, Romina Carabott, Sam Evans; p: 148,149; Wiley Blackwell; John Wiley and Sons, Ltd. ISBN 978-1-119-96145-1*
- ALQAHTANİ SJ, HECTOR MP, LİVERSİDGE HM (2010). Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption. *Am J Phys Anthropol*, **142**: 481–490.
- ANDERSON DL, THOMPSON GW, POPOVİCH F (1976). Age of Attainment of Mineralization Stages of the Permanent Dentition. *Journal of Forensic Science*; **21** (1): 191-200.
- ARANY S, OHTANİ S (2010). Age Estimation by Racemization Method in Teeth: Application of Aspartic Acid, Glutamate, and Alanine. *J Forensic Sci*, **55** (3): 701-705.
- ARORA J, TALWAR I, SAHNİ D, RATTAN V (2016). Secondary dentine as a sole parameter for age estimation: Comparison and reliability of qualitative and quantitative methods among North Western adult Indians. *Egypt J Forensic Sci*, **6** (2): 170-178.
- AZRAK B, VİCTOR A, WİLLERSHAUSEN B, PİSTORIUS A, HÖRR C, GLEİSSNER C (2007). Usefulness of combining clinical and radiological dental findings for a more accurate noninvasive age estimation. *J Forensic Sci*, **52** (1): 146-150.
- BACCİNO E, SCHMİTT A (2006). Determination of Adult Age at Death in the Forensic Context. *Forensic Anthropology and Medicine; Ed: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J; Humana Press Inc., Totowa, NJ p: 259-280.*
- BANG G, RAMM E (1970). Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand*, **28** (1): 3-35.
- BARANSEL ISIR A (2009). Adli hekimlikte yaş tayini. *Klinik Gelişim Dergisi Adli Tıp Özel Sayısı Ed: Koç S, Can M; 22: 114–121.*

- BAUMANN P, WIDEK T, MERKENS H, BOLDT J, PETROVIĆ A, URSCHLER M, KIRNBAUER B, JAKSE N, SCHEURER E (2015). Dental Age Estimation of Living Persons: Comparison of MRI with OPG. *Forensic Science International*; **253**: 76-80.
- BERKOVITZ BKB, HOLLAND GR, MOXHAM BJ (2009). *Oral Anatomy, Histology and Embryology, 4th ed. Ed: Alison Taylor*. Edinburgh ; New York : Mosby/Elsevier, 2009. ISBN-13: 978-0723434115
- BJØRK MB, KVAAL SI (2018). CT and MR Imaging Used in Age Estimation: A Systematic Review. *J Forensic Odontostomatol*, **36** (1): 14-25.
- BORELL LN, TALÍH M (2012). Examining periodontal disease disparities among U.S. adults 20 years of age and older: NHANES III (1988–1994) and NHANES 1999–2004. *Public Health Rep*, **127** (5): 497-506.
- BUCHHOLZ BA (2012). Carbon-14 Bomb Pulse Dating, *Wiley Encyclopedia of Forensic Science, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California*. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc837343>
- BUCHWALD S, KOCHER T, BIFFAR R, HARB A, HOLTFRETER B, MEISEL P (2013). Tooth loss and periodontitis by socio-economic status and inflammation in a longitudinal population-based study. *J Clin Periodontol*, **40** (3): 203–211.
- CAMERIERE R, BROGI G, FERRANTE L, MIRTELLA D, VULTAGGIO C, CINGOLANI M, FORNACIARI G (2006). Reliability in Age Determination by Pulp/Tooth Ratio in Upper Canines in Skeletal Remains. *J Forensic Sci*, **51** (4): 861–864.
- CAMERIERE R, DE LUCA S, ALEMANI I, FERRANTE L, CINGOLANI M (2012). Age Estimation by Pulp/Tooth Ratio in Lower Premolars by Orthopantomography. *Forensic Sci Int*, **214** (1-3):105-112.
- CAMERIERE R, FLORES-MIR C, MAURICIO F, FERRANTE L (2007a). Effects of Nutrition on Timing of Mineralization in Teeth in a Peruvian Sample by the Cameriere and Demirjian Methods. *Ann Hum Biol*, **34** (5): 547-556.
- CAMERIERE R, FERRANTE L, BELCASTRO MG, BONIGLIOLI B, RASTELLI E, CINGOLANI M (2007b). Age Estimation by Pulp/Tooth Ratio in Canines by Peri-Apical X-rays. *J Forensic Sci*, **52** (1):166-170.
- CAMERIERE R, FERRANTE L, CINGOLANI M (2004). Precision and Reliability of Pulp/Tooth Area Ratio (RA) of Second Molar as Indicator of Adult Age. *J Forensic Sci*, **49**(6):1319-1923.
- CAMERIERE R, FERRANTE L, BELCASTRO MG, BONFIGLIOLI B, RASTRELLI E, CINGOLANI M (2007c). Age Estimation by Pulp/Tooth Ratio in Canines by Mesial and Vestibular Peri-Apical X-Rays. *J Forensic Sci*, **52** (5): 1151-1155.
- CANTEKIN K, SEKERCI AE, BÜYÜK SK (2013). Dental Computed Tomographic Imaging as Age Estimation. Morphological Analysis of the Third Molar of a Group of Turkish Population. *Am J Forensic Med Pathol*, **34** (4): 357-362.
- CIAFFI R, GIBELLI D, CATTANEO C (2011). Forensic Radiology and Personal Identification of Unidentified Bodies: A review. *Radiol Med*, **116** (6): 960–968.
- CİAPPARELLI L (1992). The chronology of dental development and age assessment. *Practical Forensic Odontology, Ed: Clark DH; Wright (Butterworth-Heinemann Ltd), Oxford*; p: 22–42.
- CUNHA-CRUZ J, PASHOVA H, PACKARD JD, ZHOU L, HILTON TJ (2010). Tooth wear: prevalence and associated factors in general practice patients. *Community Dent Oral Epidemiol, Ed:Thomson M*; **38**: 228–234.

- CUNHA E, BACCINO E, MARTRILLE L, RAMSTHALER F, PRIETO J, SCHULIAR Y, LYNNERUP N, CATTANEO C (2009). The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Sci Int*, **193**: 1-13.
- DALITZ GD (1962). Age Determination of Adult Human Remains by Teeth Examination. *J Forensic Sci Soc*, **3** (1): 11-21.
- DE LAS HERAS SM (2019). Dental age estimation in adults. Age Estimation: A Multidisciplinary Approach Ed: Joe Adserias-Garriga; p:125–142.
- DE SOUZA N, MANJU R, HEGDE AM (2018). Accuracy of clinical methods of age estimation based on permanent teeth present as erupted: a study on the coastal population of India. *Forensic Sci Int*, **289**: 448.e1-448.e5.
- DE TOBEL J, HILLEWIG E, VERSTRAETE K (2017). Forensic Age Estimation Based on Magnetic Resonance Imaging of Third Molars: Converting 2D Staging into 3D Staging. *Ann Hum Biol*, **44** (2): 121-129.
- DEMIRJIAN A, BUSCHANG PH, TANGUAY R, PATTERSON DK (1985). Interrelationships Among Measures of Somatic, Skeletal, Dental, and Sexual Maturity. *Am J Orthod*, **88** (5): 433-438.
- DEMIRJIAN A, GOLDSTEIN H (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*, **3** (5): 411–421.
- DEMIRJIAN A, GOLDSTEIN H, TANNER JM (1973). A new system of dental age assessment. *Hum Biol*, **45**(2): 211-227.
- DESVARIEUX M, SCHWAHN C, VOLZKE H, DEMMER RT, LUDEMANN J, KESSLER C, JACOBS Jr DR, JOHN U, KOCHER T (2004). Gender Differences in the Relationship Between Periodontal Disease, Tooth Loss, and Atherosclerosis. *Stroke*, **35** (9): 2029-2035.
- DINAKARAN J, DINESHKUMAR T, NANDHINI G, PRIYADHARSHINI N, RAJKUMAR K (2015). Gender determination using dentition. *SRM J Res Dent Sci*; **6**: 29-34.
- DRAFT DM, KASPER KA (2019). Dental age assessment in late adolescence. *Age Estimation A Multidisciplinary Approach*, Ed: Joe Adserias-Garriga; Academic Press. ISBN: 9780128144923 p:107-123
- DRUSINI AG (1993). Age Estimation From Teeth Using Soft X-ray Findings. *Anthropol Anz* **51** (1): 41-46.
- DRUSINI AG (2008). The Coronal Pulp Cavity Index: A Forensic Tool for Age Determination in Human Adults. *Cuadernos de Medicina Forense*, **14** (53-54): 235–249.
- DRUSINI AG, TOSO O, RANZATO C (1997). The Coronal Pulp Cavity Index: A Biomarker for Age Determination in Human Adults. *Am J Phys Anthropol*, **103** (3): 353-363.
- DYE BA (2012). Global periodontal disease epidemiology. *Periodontol 2000*, **58**: 10–25.
- ECKERT WG, GARLAND N (1984). The History of the Forensic Applications in Radiology. *Am J Forensic Med Pathol*, **5** (1): 53–56.
- ELAMIN F, LIVERSIDGE H (2013). Malnutrition Has No Effect on the Timing of Human Tooth Formation. *PLoS One*, **8** (8): e72274
- FISHMAN LS (1982). Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation. A Clinically Oriented Method Based on Hand-Wrist Films. *Angle Orthod*, **52** (2): 88-112.
- GALERA V, UBELAKER DH, HAYEK LA (1998). Comparison of Macroscopic Cranial Methods of Age Estimation Applied to Skeletons From the Terry Collection. *J Forensic Sci*, **43** (5): 933-939.

- GARÍZOAIN G, PETRONE S, PLÍSCHUK M, INDA AM, GARCÍA MN (2020). Evaluation of Lamendin's age-at-death estimation method in a documented osteological collection (La Plata, Argentina). *Forensic Sci Int: Reports*, **Volume 2**; 100060: 1-8.
- GARN SM, LEWIS AB, KERESKY RS (1965). Genetic, Nutritional and Maturational Correlates of Dental Development. *Journal of Dental Research*; **44**: 228-242.
- GE ZP, YANG P, LI G, ZHANG JZ, MA XC (2016). Age Estimation Based on Pulp Cavity/Chamber Volume of 13 Types of Tooth From Cone Beam Computed Tomography Images. *Int J Legal Med*, **130** (4): 1159-1167.
- GEHRING KD, HAFFNER HT, WEBER D, GRAW M (2002). Investigations on the reliability of determining an individual's age from the proximal femur. *J Comp Hum Biol*, **52** (3): 214–220.
- GLEISER I, HUNT EE (1955). The permanent mandibular first molar: Its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol*, **13** (2): 253-283.
- GRAHAM JP, O'DONNELL CJ, CRAIG PJG, WALKER GL, HILL AJ, CIRILLO GN, CLARK RM, GLEDHILL SR, SCHNEIDER-KOLSKY ME (2010). The Application of Computerized Tomography (CT) to the Dental Ageing of Children and Adolescents. *Forensic Sci Int*, **195**: 58–62.
- GUPTA P, KAUR H, SHANKARI GSM, JAWANDA MK, SAHI N (2014). Human Age Estimation from Tooth Cementum and Dentin. *J Clin Diagn Res*, **8** (4): 7-10.
- GUSTAFSON G (1950). Age Determination on Teeth. *J Am Dent Assoc*, **41** (1): 45-54.
- HAAVÍKKO K (1970). The Formation and the Alveolar and Clinical Eruption of the Permanent Teeth. An Orthopantomographic Study. *Suom Hammaslaak Toim*, **66** (3): 103-170.
- HACKMAN SL, BUCK A, BLACK S (2010). Age evaluation from the skeleton. *Age Estimation in the Living*. Ed: Sue Black, Anil Aggrawal, Jason Payne-James Black; Wiley-Blackwell, West Sussex, U.K., p: 202-235.
- HAGHANIFAR S, GHOBADI F, VAHDANI N, BIJANI A (2019). Age estimation by pulp/tooth area ratio in anterior teeth using cone-beam computed tomography: comparison of four teeth. *J Appl Oral Sci*, **27**: e20180722.
- HAISMAN-WELSH RJ, THOMSON WM (2012). Changes in periodontitis prevalence over two decades in New Zealand: evidence from the 1988 and 2009 national surveys. *N Z Dent J*, **108** (4): 134-138.
- HARRIS EF, MINCER HH, ANDERSON KM, SENN DR (2010). Age estimation from oral and dental structures. *Forensic Dentistry, 2nd Ed.*, Ed: David R. Senn, Paul G. Stimson; Taylor and Frances Group, Boca Raton, FL, p: 263-303.
- HASSELKVIST A, JOHANSSON A, JOHANSSON AK (2016). A 4 year prospective longitudinal study of progression of dental erosion associated to lifestyle in 13–14 year-old Swedish adolescents. *J Den*, **47**: 55–62.
- HELMÍ MF, HUANG H, GOODSON JM, HASTÜRK H, TAVARES M, NATTO ZS (2019). Prevalence of periodontitis and alveolar bone loss in a patient population at Harvard School of Dental Medicine. *BMC Oral Health*; **19** (1): 254.
- HEUER T, KREMS C, MOON K, BROMBACH C, HOFFMANN I (2015). Food consumption of adults in Germany: results of the German National Nutrition Survey II based on diet history interviews. *Br J Nutr*, **113** (10): 1603-1614.
- HONGWEI S, JINGTAO J (1989). The Estimation of Tooth Age from Attrition of the Occlusal Surface. *Med Sci Law*, **29** (1): 69–73.

- HUGOSON A, BERGENDAL T, EKFELODT A, HELKIMO M (1988). Prevalence and severity of incisal and occlusal tooth wear in an adult Swedish population. *Acta Odontol Scand*, **46** (5): 255–265.
- IKEDA N, UMETSU K, KASHIMURA S, SUZUKI T, OUMI M (1985). Estimation of age from teeth with their soft X-ray findings. *Jpn J Legal Med*, **39** (3): 244-250.
- IOANNIDOU E (2017). The Sex and Gender Intersection in Chronic Periodontitis. *Front Public Health*, **5**: 189.
- İŞCAN MY, LOTH SR, WRIGHT RK (1984). Age Estimation From the Rib by Phase Analysis: White Males. *J Forensic Sci*, **29** (4): 1094-1104.
- İŞCAN MY, LOTH SR, WRIGHT RK (1985). Age Estimation From the Rib by Phase Analysis: White Females. *J Forensic Sci*, **30** (3): 853-863.
- JAGANNATHAN N, NEELAKANTAN P, THIRUVENGADAM C, RAMANI P, PREMKUMAR P, NATESAN A, HERALD JS, LUDER HU (2011). Age Estimation in an Indian Population Using Pulp/Tooth Volume Ratio of Mandibular Canines Obtained From Cone Beam Computed Tomography. *J Forensic Odontostomatol*, **29** (1): 1–6.
- JAIN S, NAGI R, DAGA M, SHANDILYA A, SHUKLA A, PARAKH A, LAHEJI A, SINGH R (2017). Tooth coronal index and pulp/tooth ratio in dental age estimation on digital panoramic radiographs – a comparative study. *Forensic Sci Int*, **277**: 115-121.
- JOHANSON G (1971). Age determination from human teeth, *Odontol Revy*, **22** (21): 1–126.
- KARADAYI B, AFŞİN H, KOÇ S (2013). Radiographic methods used for estimation of dental age in child: Rewiev. *Türkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine and Forensic Sciences*, **10** (2): 59-68
- KARJODKAR FR (2009). Textbook of Dental and Maxillofacial Radiology 2nd ed. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- KARKHANIS S, MACK P, FRANKLIN D (2015). Dental Age Estimation Standards for a Western Australian Population. *Forensic Sci Int*, **257**: 509.e1–509.e9.
- KASIMOĞLU Y, TUNA-İNCE EB (2016). Dişhekimiğinde kemik yaşı tayininde kullanılan yöntemler. *Acta Odontologica Turcica*, **33** (1): 39-46.
- KATZ D, SUCHEY JM (1989). Race Differences in Pubic Symphyseal Aging Patterns in the Male. *Am J Phys Anthropol*, **80** (2): 167-172.
- KETTERL W (1983). Age-induced Changes in the Teeth and Their Attachment Apparatus. *Int Dent J*, **33** (3): 262-71.
- KİM YK, KHO HS, LEE KH (2000). Age estimation by occlusal tooth wear. *J Forensic Sci*, **45** (2): 303–309.
- KOÇ A, KARAOĞLANOĞLU M, ERDOĞAN M, KÖSECİK M, CESUR Y (2001). Assessment of bone ages: is the greulich-pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int*, **43** (6): 662–665.
- KOH KK, TAN JS, NAMBIAR P, İBRAHİM N, MUTALİK S, ASİF MK (2017). Age estimation from structural changes of teeth and buccal alveolar bone level. *J Forensic Leg Med*, **48**: 15-21.
- KOLUSAYIN Ö, KOÇ S (1999). Ölüm. *Adli Tıp. Ed: Soysal Z, Çakalır C, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi; Cilt:1* s: 93-152.
- KORANNE VV, MHAPUSKAR AA, MARATHE SP, JOSHI SA, SADDIWAL RS, NİSA SU(2017). Age Estimation in Indian Adults by the Coronal Pulp Cavity Index. *J Forensic Dent Sci*, **9** (3): 177.

- KUMAR GS (2015). Orban's Oral Histology and Embryology, 14th ed., Ed: GS Kumar, SN Bhaskar. KSR Institute of Dental Science and Research Tiruchengode, Tamil Nadu INDIA
- KVAAL S, SOLHEIM T (1994). A Non-Destructive Dental Method for Age Estimation. *J Forensic Odontostomatol*, **12** (1): 6-11.
- KVAAL SI, KOLLTVEIT KM, THOMSEN IO, SOLHEIM T (1995). Age Estimation of Adults From Dental Radiographs. *Forensic Sci Int*, **74** (3): 175-185.
- LAMENDIN H, BACCINO E, HUMBERT JF, TAVERNIER JC, NOSSINTCHOUK RM, ZERILLI A (1992). A Simple Technique for Age Estimation in Adult Corpses: The Two Criteria Dental Method. *J Forensic Sci*, **37** (5):1373-1379.
- LEE SM, OH S, KIM J, KIM YM, CHOI YK, KWAK HH, KIM YI (2017). Age estimation using the maxillary canine pulp/tooth ratio in Korean adults: A CBCT buccolingual and horizontal section image analysis. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, **9**: 1-5.
- LEWIS JM, KASPER KA (2018). Assessment of Dental Age. *Forensic Odontology Principles and Practise Ed: Thomas J. David and James M. Lewis*. Academic Press **8**: 145-171.
- LEWIS JM, SENN DR (2013). Dental age estimation. *Manual of Forensic Odontology, 5th ed. Ed: David R. Senn, Richard A. Weems; Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL; ISBN 9781439851333*; p: 221-255.
- LEWIS JM, SENN DR (2015). Forensic Dental Age Estimation: An Overview. *J Calif Dent Assoc*, **43** (6): 315-319.
- LITTLE BB, MALINA RM (2007). Gene-environment interaction in skeletal maturity and body dimensions of urban Oaxaca Mestizo schoolchildren. *Ann Hum Biol*, **34** (2): 216-225.
- LOGAN WHG, KRONFELD R (1933). Development of the Human Jaws and Surrounding Structures from Birth to the Age of Fifteen Years. *J Am Dent Assoc*, **20** (3): 379-428.
- LOVEJOY CO, MEINDL RS, PRYZBECK TR, BARTON TS, HEIPLE KG, KOTTING D (1977). Paleodemography of the Libben Site, Ottawa County, Ohio. *Science (New York, N.Y.)*; **198** (4314): 291-293.
- LOVEJOY CO, MEINDL RS, PRYZBECK TR, MENSFORTH RP (1985). Chronological Metamorphosis of the Auricular Surface of the Ilium: A New Method for the Determination of Adult Skeletal Age at Death. *Am J Phys Anthropol*, **68** (1): 15-28.
- LU CK, YEE MCS, RAVI SB, PANDURANGAPPA R (2017). Forensic Age Estimation of Chinese Malaysian Adults by Evaluating Occlusal Tooth Wear Using Modified Kim's Index. *Int J Dent*, **Volume 2017**: 1-10.
- LUNT RC, LAW DB (1974). A review of the chronology of calcification of deciduous teeth. *J Am Dent Assoc*, **89** (3): 599-606.
- MACALUSO PJ (2010). Jr Sex discrimination potential of permanent maxillary molar cusp diameters. *J Forensic Odontostomatol*, **28**: 22-31.
- MANDOJANA JM, MARTIN-DE LAS HERAS S, VALENZUELA A, VALENZUELA M, LUNA JD (2001). Differences in morphological age-related dental changes depending on postmortem interval. *J Forensic Sci*, **46** (4): 889-892.
- MANGESH SS, DOPE SANTOSHKUMAR AD, SUVARNA AV, KULKARNI PR (2012). Age Estimation by Attrition of Teeth. *Int J Health Sci Res*, **2** (9): 13-17.
- MAPLES WR (1978). An Improved Technique Using Dental Histology for Estimation of Adult Age. *J Forensic Sci*, **23** (4): 764-770.
- MARET D, PETERS OA, DEDOUÏT F, TELMON N, SIXOU M (2011). Cone-Beam Computed Tomography: A useful tool for dental age estimation? *Med Hypotheses*, **76** (5): 700-702.

- MARROQUIN TY, KARKHANIS S, KVAAL SI, VASUDAVAN S, KRUGER E, TENNANT M (2017). Age Estimation in Adults by Dental Imaging Assessment Systematic Review. *Forensic Sci Int*, **275**: 203-211.
- MARTRILLE L, UBELAKER DH, CATTANEO C, SEURET F, TREMBLAY M, BACCINO E (2007). Comparison of Four Skeletal Methods for the Estimation of Age at Death on White and Black Adults. *J Forensic Sci*, **52** (2): 302-307.
- MASTHAN KMK (2009). Age and sex. *Textbook of forensic odontology*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; p: 59–65.
- MATSIKIDIS G, SCHULZ P (1982). Age determination by dentition with the aid of dental films. *Zahnärztl Mitt*, **72**: 7-8.
- MEINDL RS, LOVEJOY CO (1985). Ectocranial Suture Closure: A Revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death Based on the Lateral-Anterior Sutures. *Am J Phys Anthropol*, **68** (1): 57-66.
- MEINL MA (2007). The Application of Dental Age Estimation Methods: Comparative Validity and Problems in Practical Implementation, *Doctoral Thesis, Department of Anthropology University of Vienna*.
- MINCER HH, HARRIS EF, BERRYMAN, H E (1993). The A.B.F.O. Study of Third Molar Development and Its Use As an Estimator of Chronological Age. *J Forensic Sci*, **38** (2): 379-390.
- MOHAMMAD KAZEM N, TALAL ABD S, ABDULLA WL, GATHWAN KH (2017). The Effect of Gender Factor on Periodontal Disease. *International Journal of Science and Nature*, **8** (3): 588-590.
- MOORE GE (1970). Age Changes Occurring in the Teeth. *J Forensic Sci Soc*, **10** (3): 179–180.
- MOORREES CFA, FANNING EA, HUNT EE (1963). Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth. *J Dent Res*, **42** (6): 1490–1502.
- NAGARE SP, CHAUDHARI RS, BIRANGANE RS, PARKARWAR PC (2018). Sex determination in forensic identification, a review; *J Forensic Dent Sci*, **10**: 61-6.
- NAZISH ALAM MD, MISHRA P, CHANDRASEKARAN SC (2012). Gender Basis of Periodontal Diseases. *Indian J Basic Appl Med Res*, **2** (1): 128-135.
- NEMSI H, SALEM NH, BOUANENE I, JOMAA SB, BELHADJ M, MOSRATI MA, AISSAOUI A, AMOR FB, CHADLY A (2017). Age assessment in canine and premolar by cervical axial sections of Cone-beam Computed Tomography. *Leg Med*, **28**: 31-36.
- NEVILLE BW, DAMM DD, ALLEN CM, CHI AC (2016). *Oral and Maxillofacial Pathology*, 4th ed. ISBN: 978-1-4557-7052-6
- NUZZOLESE E, DI VELLA G (2008). Forensic dental investigations and age assessment of asylum seekers. *Int Dent J*, **58** (3): 122-126.
- NUZZOLESE E, SOLARINO B, LIUZZI C, DI VELLA G (2011). Assessing chronological age of unaccompanied minors in Southern Italy. *Am J Forensic Med Pathol*, **32** (3): 202-207.
- O'DONNELL C, WOODFORD N (2008). Post-mortem Radiology – A new sub-speciality? *Clin Radiol*, **63** (11): 1189-1194.
- ODZHAKOV F, APOSTOLOV A (2019). Dental age estimation – Literature review. *J Transl Sci*, **6** (3): 1-5.
- OLZE A, HERTEL J, SCHULZ R, WIERER T, SCHMELING A (2012). Radiographic Evaluation of Gustafson's Criteria for the Purpose of Forensic Age Diagnostics. *Int J Legal Med*, **126** (4): 615-621

- OLZE A, PESCHKE C, SCHULZ R, SCHMELING A (2008). Studies of the Chronological Course of Wisdom Tooth Eruption in a German Population. *J Forensic Leg Med*, **15** (7): 426-429.
- ÖZASLAN A, KARADAYI B, KAYA A, KOLUSAYIN M, AFSİN H (2012). Predictive role of hand and foot dimensions in stature estimation. *Rom J Leg Med*, **20** (1): 41-46.
- PAEWŃSKY E, PFEIFFER H, BRŃNKMANN B (2005). Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms- A contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J Legal Med*, **119** (1): 27-30.
- PANCHBHAI AS (2011). Dental Radiographic Indicators, a Key to Age Estimation. *Dentomaxillofac Radiol*, **40** (4): 199-212.
- PHILIPPAS GG, APPLEBAUM E (1966). Age Factor in Secondary Dentin Formation. *J Dent Res*, **45** (3): 778-789.
- PHILIPPAS GG, APPLEBAUM E (1967). Age changes in the permanent upper lateral incisor. *J Dent Res*, **46** (5): 1002-1009.
- PINCHI V, PRADELLA F, BUTI J, BALDINOTTI C, FOCARDI M, NORELLI GA (2015). A New Age Estimation Procedure Based on the 3D CBCT Study of the Pulp Cavity and Hard Tissues of the Teeth for Forensic Purposes: A Pilot Study. *J Forensic Leg Med*, **36**: 150-157.
- PLANMECA ROMEXIS® LAUNCHER SOFTWARE release "4.4.0.0". Planmeca Oy Asentajankatu 6 FI-00880 Helsinki Finland.
- PRETTY IA, SWEET D (2001). A Look at Forensic dentistry-Part 1: The Role of Teeth in the Determination of Human Identity. *Br Dent J*, **190** (7): 359-366.
- PRINCE DA, UBELAKER DH (2002). Application of Lamendin's Adult Ageing Technique to a Diverse Skeletal Sample. *J Forensic Sci*, **47** (1):107-116.
- RAFEEL RN, MARCHAN S, EDER A, SMITH WAJ (2006). Tooth surface loss in adult subjects attending a university dental clinic in Trinidad. *Int Dent J*, **56** (4): 181-186.
- RAI A, ACHARYA AB, NAIKMASUR VG (2016). Age estimation by pulp-to-tooth area ratio using cone-beam computed tomography: A preliminary analysis. *J Forensic Dent Sci*, **8**: 150-154.
- RAJENDRAN A, SIVAPATHASUNDHARAM B (2009). Forensic odontology. *Shafer's Textbook of Oral Pathology 6th ed*. Ed: R Rajendran , B Sivapathasundharam; Reed Elsevier India Private Ltd.; p: 871-892
- RAJPAL PS, KRISHNAMURTHY V, PAGARE SS, SACHDEV GD (2016). Age estimation using intraoral periapical radiographs. *J Forensic Dent Sci*, **8** (1): 56-57.
- REESU GV, AUGUSTINE J, URS AB (2015). Forensic considerations when dealing with incinerated human dental remains. *J Forensic Leg Med*, **29**:13-17.
- RITZ S, SCHÜTZ HW, SCHWARZER B (1990). The extent of aspartic acid racemization in dentin: a possible method for a more accurate determination of age at death? *Zeitschrift für Rechtsmedizin*, **103**: 457-462.
- RITZ-TIMME S, CATTANEO C, COLLINS MJ, WAITE ER, SCHÜTZ HW, KATTSCH HJ, BORRMAN HIM (2000). Age estimation: The State of the Art in Relation to the Specific Demands of Forensic Practise. *Int J Legal Med*, **113** (3): 129-136.
- RITZ-TIMME S, COLLINS MJ (2002). Racemization of aspartic Acid in Human Proteins. *Ageing Res Rev*, **1** (1): 43-59.
- RIVAS-TUMANYAN S, CAMPOS M, ZEVALLOS, JC, JOSHIPURA KJ (2013). Periodontal Disease, Hypertension, and Blood Pressure Among Older Adults in Puerto Rico. *J Periodontol*, **84** (2): 203-211.
- RUFF C (2002). Variation in Human Body Size and Shape. *Annu Rev Anthropol*, **31**: 211-232.

- RUSSELL SL, GORDON S, LUKACS JR, KASTE LM (2013). Sex/gender differences in tooth loss and edentulism: historical perspectives, biological factors, and sociologic reasons. *Dent Clin North Am*, **57** (2): 317–337.
- RYMAN N (1975). A Genetic Analysis of the Normal Body-Height Growth and Dental Development in Man. *Ann Hum Genet*, **39** (2): 163-171.
- SAKUMA A, SAÏTOH H, SUZUKI Y, MAKINO Y, INOKUCHI G, HAYAKAWA M, YAJIMA D, IWASE H (2013). Age Estimation Based on Pulp Cavity to Tooth Volume Ratio Using Postmortem Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*, **58** (6): 1531 –1535.
- SALEMİ F, FARHADİAN M, ASKARİ SABZKOUHI B, SAATİ S, NAFİSİ N (2020). Age estimation by pulp to tooth area ratio in canine teeth using cone-beam computed tomography. *Egypt J Forensic Sci*, **10** (2): 1-8.
- SALEMİ F, SHOKRİ A, FOROOZANDEH M, KARAMİ M, KHALİLİ Z (2018). Mandibular Lingual Concavity: A Cross-sectional Analysis using Cone Beam Computed Tomography. *J Clin Diagn Res*, **12** (10): ZC37-ZC41.
- SARAJLIĆ N, TOPIC B, BRKIĆ H, ALAJBEG IZ (2009). Aging Quantification on Alveolar Bone Loss. *Coll Antropol*, **33** (4): 1165-1170.
- SAUNDERS E (1837). ‘The Teeth A Test of Age’ considered with the reference to the factory children, addressed to the members of both Houses of Parliament. London: Renshaw; <https://dlcs.io/pdf/wellcome/pdf-item/b21980895/0>
- SCHMELING A, REISINGER W, LORECK D, VENDURA K, MARKUS W, GESERICK G (2000). Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *Int J Legal Med*, **113**: 253–258.
- SCHMITT A, MURAIL P, CUNHA E, ROUGÉ D (2002). Variability of the Pattern of Aging on the Human Skeleton: Evidence from Bone Indicators and Implications on Age at Death Estimation. *J Forensic Sci*, **47** (6): 1203-1209.
- SCHULZE A, BUSSE M (2016). Gender Differences in Periodontal Status and Oral Hygiene of Non-Diabetic and Type 2 Diabetic Patients. *Open Dent J*, **10** (1): 287–297.
- SELİGMAN DA, PULLİNGER AG, SOLBERG WK (1988). The prevalence of dental attrition and its association with factors of age, gender, occlusion and TMJ symptomology. *J Dent Res*, **67**: 1323–1333.
- SEWON LA, PARVINEN TH, SİNİSALO TV, LARMAS MA, ALANEN PJ (1988). Dental status of adults with and without periodontitis. *J Periodontol*, **59** (9): 595–598.
- SHIAU HJ, REYNOLDS MA (2010). Sex differences in destructive periodontal disease: a systematic review. *J Periodontol*, **81** (10): 1379–1389.
- Sİ X, CHU G, OLZE A, SCHMİDT S, SCHULZ R, CHEN T, PFEİFFER H, GUO Y, SCHMELING A (2019). Age assessment in the living using modified Gustafson’s criteria in a northern Chinese population. *Int J Legal Med*, **133** (3): 921-930.
- SMİTH P, GOMORRİ JM, SPİTZ S, BECKER J (1997). Model for the examination of evolutionary trends in tooth development. *Am J Phys Anthropol*, **102** (2): 283–294.
- SOLHEİM T (1992). Recession of Periodontal Ligament as an Indicator of Age. *J Forensic Odontostomatol*, **10** (2): 32-42.
- SOLHEİM T (1993). A New Method for Dental Age Estimation in Adults. *Forensic Sci Int*, **59** (2): 137–147.
- SOLHEİM T, SUNDNES PK (1980). Dental Age Estimation of Norwegian Adults--A Comparison of Different Methods. *Forensic Sci Int*, **16** (1): 7-17.

- SOLHEİM T, VONEN A (2006). Dental Age Estimation, Quality Assurance and Age Estimation of Asylum Seekers in Norway. *Forensic Sci Int*, **159** (1): 56-60
- SOMEDA H, SAKA H, MATSUNAGA S, IDE Y, NAKAHARA K, HIRATA S, HASHIMOTO M (2009). Age Estimation Based on Three-Dimensional Measurement of Mandibular Central Incisors in Japanese. *Forensic Sci Int*, **185**: 110–114.
- SOOMER H, RANTA H, LINCOLN MJ, PENTTILA A, LEIBUR E (2003). Reliability and Validity of Eight Dental Age Estimation Methods for Adults. *J Forensic Sci*, **48** (1): 149-152.
- SPALDING KL, BUCHHOLZ BA, BERGMAN LE, DRUID H, FRIESEN J (2005). Age written in teeth by nuclear tests. *Nature*, **437**: 333–334.
- SPIJKER AV, RODRIGUEZ JM, KREULEN CM, BRONKHORST EM, BARTLETTE DW, CREUGERS N H (2009). Prevalence of Tooth Wear in Adults. *Int J Prosthodont*, **22** (1): 35-42.
- STANLEY HR, PERIERA JC, SPEIGEL E, BROOM C, SCHULTZ M (1983). The detection and prevalence of reactive, reparative dentin and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol*, **12** (4): 257-289.
- STAR H, THEVÏSSEN P, JACOBS R, FIEUWS S, SOLHEİM T, WILLEMS G (2011). Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J. Forensic Sci*, **56**: 77–82.
- STOTT, GG, SÍS RF, LEVY BM (1982). Cemental Annulation as an Age Criterion in Forensic Dentistry. *J Dent Res*, **61** (6): 814-817.
- STRECKFUS CF, PARSELL DE, STRECKFUS JE, PENNINGTON W, JOHNSON RB (1999). Relationship between Oral Alveolar Bone Loss and Aging among African-American and Caucasian Individuals. *Gerontol*, **45**: 110–114.
- STROUD JL, BUSCHANGAND PD, GOAZ PW (1994). Sexual dimorphism in mesiodistal dentin and enamel thickness. *Dentomaxillofac Radiol*, **23** (3): 169-171.
- SUAZO GL, CANTIN LM, LOPEZ FB, SANDOVAL MC, TORRES MS, GAJARDO RP (2008). Sexual dimorphism in mesiodistal and buccolingual tooth dimensions in Chilean people. *Int J Morphol*, **26** (3): 609–614.
- SVANBERG M, HIETALA EL, KNUUTTILA M (1994). The effect of dietary xylitol on dentin formation in ovariectomized rats. *Acta Odontol Scand*, **52**: 82–85.
- TAKEI T (1984) Age Estimation From Dental Attrition and State of Dental Treatment--By Application of the Theory of Quantification Type I. *J Nihon Univ Sch Dent*, **26** (2): 119-132.
- TARDIVO D, SASTRE J, CATHERINE JH, LEONETTI G, ADALIAN P, FOTI B (2013). Age Determination of Adult Individuals by Three-dimensional Modelling of Canines. *Int J Legal Med*, **128** (1): 161–169.
- TARDIVO D, SASTRE J, RUQUET M, THOLLON L, ADALIAN P, LEONETTI G, FOTI B (2011). Three-dimensional Modeling of the Various Volumes of Canines to Determine Age and Sex: A Preliminary Study. *J Forensic Sci*, **56** (3): 766-770.
- TAYLOR J, BLENKIN M (2010). Age evaluation and odontology in the living. *Age Estimation in the Living*, Ed: Sue Black, Jason Payne - James, Anil Aggrawal; Wiley-Blackwell, West Sussex, U.K.; Chapter 10.
- TELANG LA, PATIL K, MAHIMA VG (2014). Age estimation of an Indian population by using the Kim's scoring system of occlusal tooth wear. *J Forensic Dent Sci*, **6** (1): 16-24.

- TİMME M, TİMME WH, OLZE A, OTTOW C, RİBBECKE S, PFEİFFER H, R DETTMAYER R, SCHMELİNG A (2016). Dental Age Estimation in the Living After Completion of Third Molar Mineralization: New Data for Gustafson's Criteria. *Int J Legal Med*, **131** (2): 569–577.
- TODD TW (1291). Age changes in the pubic bone. *Am J Phys Anthropol*, **4** (1):1–70.
- UĞUR AYDIN Z, BAYRAK S (2019). Relationship Between Pulp Tooth Area Ratio and Chronological Age Using Cone-beam Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*, **64** (4): 1096-1099.
- VAN DER VELDEN U (1984). Effect of Age on the Periodontium. *J Clin Periodontol*, **11** (5): 281-294.
- VANDEVOORT FM, BERGMANS L, VAN CLEYNENBREUGEL J, BİELEN DJ, LAMBRECHTS P, WEVERS M, PEİRS A, WİLLEMS G (2004). Age Calculation Using X-ray Microfocus Computed Tomographical Scanning of Teeth: A Pilot Study. *J Forensic Sci*, **49** (4): 787–790.
- VODANOVİĆ M, DEMO Z, NJEMİROVSKİJ V, KEROS J, BRKİĆ H (2007). Odontometrics: a useful method for sex determination in an archaeological skeletal population? *J Archaeol Sci*, **34**: 905-913.
- VOM STEEG LG, KLEİN SL (2016). SEXX Matters in Infectious Disease Pathogenesis. *PLoS Pathog*, **12** (2): e1005374.
- WALKER RA, LOVEJOY CO (1985). Radiographic Changes in the Clavicle and Proximal Femur and Their Use in the Determination of Skeletal Age at Death. *Am J Phys Anthropol*, **68** (1): 67-78.
- WETSELAAR P, VERMAİRE JH., VİSSCHER CM, LOBBEZOO F, SCHULLER AA (2016). The Prevalence of Tooth Wear in the Dutch Adult Population. *Caries Res*, **50**: 543–550.
- WHİTTAKAR DK, MCDONALD DG (1989). Age determination from teeth. *A Color Atlas of Forensic Dentistry*; Wolfe Medical Publications Ltd, London; p: 58–66.
- WİLLEMS G, MOULİN-ROMSEE C, SOLHEİM T (2002). Non-destructive Dental-Age Calculation Methods in Adults: Intra- And Inter-Observer Effects. *Forensic Sci Int*, **126** (3): 221-226.
- YADAV S (2011). A Study on Prevalence of Dental Attrition and its Relation to Factors of Age, Gender and to the Signs of TMJ Dysfunction. *J Indian Prosthodont Soc*, **11** (2): 98–105
- YANG F, JACOBS R, WİLLEMS G (2006). Dental Age Estimation Through Volume Matching of Teeth Imaged by Cone-Beam CT. *Forensic Sci Int*, **159**: 78-83.
- YUN JI, LEE JY, CHUNG JW, KHO HS, KİM YK (2007). Age Estimation of Korean Adults by Occlusal Tooth Wear. *J Forensic Sci*, **52** (3): 678–683.
- ZEYFEOĞLU Y, HANCI İH (2001). İnsanlarda kimlik tespiti Arama Sonuçları. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi Ed: Odabaşı O, Sayek F; cilt 10* (10); s: 375-377.
- ZHAO H, LI C, LIN L, PAN Y, WANG H, ZHAO J, TAN L, PAN C, SONG J, ZHANG D, PAPACCIO G (2015). Assessment of Alveolar Bone Status in Middle Aged Chinese (40-59 Years) with Chronic Periodontitis – Using CBCT. *Plos One*, **10** (10), e0139553-
- ZORBA E, MORAİTİS K, MANOLİS SK (2011). Sexual dimorphism in permanent teeth of modern Greeks. *Forensic Sci Int*, **210**: 74–81.

EKLER



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ

Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/09

30.01.2018

Sayın Prof. Dr. Rana NALÇACI
A.Ü.Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Rana NALÇACI tarafından gönderilen "Mandibular premolar bölge KIBT görüntüleri üzerinde lineer ve alan ölçüm yöntemlerinin yaş tayini için uygulanabilirliğinin araştırılması" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Rana NALÇACI tarafından gönderilen "Mandibular premolar bölge KIBT görüntüleri üzerinde lineer ve alan ölçüm yöntemlerinin yaş tayini için uygulanabilirliğinin araştırılması" konulu çalışmada kullanılan yöntemler ve malzemeler rutin kullanımda olan yöntem ve malzemelerdir.

İnsanlarda güvenli olarak kullanıldığına ait çok sayıda literatür mevcuttur.Bu nedenle hastaların sigortalanmasına gerek yoktur.

Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Başkanı