

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRK POPÜLASYONUNDAKİ ÇOCUKLARDA KRONOLOJİK YAŞ
TESPİTİNDE GELİŞMEKTE OLAN DIŞLER VE EL-BİLEK FİMLERİNİN
KULLANILMASI**

Dt. Emine Fazilet ÖZDEMİR TOSYALIOĞLU

**Çocuk Diş Hekimliği Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi. Beste ÖZGÜR**

**ANKARA
2022**

ONAY SAYFASI

25/02/2022

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. Emine Fazilet Özdemir Tosyalıoğlu' nun 25.02.2022 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Türk Popülasyonundaki Çocuklarda Kronolojik Yaş Tespitinde Gelişmekte Olan Dişler ve El-Bilek Filmlerinin Kullanılması " başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Zafer C. ÇEHRELİ

(Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Beste ÖZGÜR

(Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Üye : Prof. Dr. Sevi Burçak ÇEHRELİ

(Lefke Avrupa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tülin TANER
Dekan

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü/Dekanlık tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan *"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"* kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

25/02/2022

Emine Fazilet Özdemir Tosyalıoğlu

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*

(2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, maleryal ve metotların kullandığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*

(3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerde ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarda yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiği görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Dr. Öğr. Üyesi Beste ÖZGÜR danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Dt. Emine Fazilet ÖZDEMİR TOSYALIOĞLU

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında sabrını, zamanını ve değerli bilgisini esirgemedi desteklerini hep hissettiren ve bana yol gösteren, öğrencisi olma fırsatını yakaladığım için büyük mutluluk ve onur duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Beste ÖZGÜR'e

Uzmanlık sürecim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini her fırsatta benimle paylaşan, mesleki özgüvenimin oluşmasına büyük katkı sağlayan, öğrencisi olmaktan onur ve mutluluk duyduğum saygıdeğer hocam Prof. Dr. Zafer C. ÇEHRELİ'ye,

Sonsuz bilgi ve tecrübelerini bana aktararak ufkumu açan ve bana yol gösteren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. M. Seval ÖLMEZ, Prof. Dr. Atilla S. ATAÇ, Prof. Dr. Meryem UZAMIŞ TEKÇİÇEK, Prof. Dr. Melek D. TURGUT, Prof. Dr. H. Cem GÜNGÖR, Dr. Öğr. Üyesi Tülin İLERİ KEÇELİ, Dr. Öğr. Üyesi Gizem ERBAŞ ÜNVERDİ'ye,

Tez izleme komitemin değerli üyesi Prof. Dr. Sevi Burçak ÇEHRELİ'ye,

Hacettepe Pedodonti ailesinin değerli uzmanları, Uzm. Dt. Cansu ÖZŞİN ÖZLER, Dr. Dt. Pınar Serdar EYMİRLİ'ye ve Uzm. Dt. Elif BALLIKAYA'ya,

Uzmanlık öğrencisi olarak buraya geldiğim ilk günden beri iyi ve kötü günümde hep yanımda olan sevgili eş kıdemlerim Aysima DARICI, Şeyma ÖZTÜRK ve Dt. Rovshan İSMAYİLOV'a

Bir arada çalışmaktan keyif aldığım çalışma arkadaşlarım; Dt. Tuğba DALGARA ÇAM, Dt. Dilan ALTUN, Dt. Nazlı GEDÜK, Dt. Şeyma KISACIK, Dt. Merve ÖZDEMİR, Dt. Menzile S. COŞAR, Dt. Kübra SAĞ, Dt. Tülin TAŞDEMİR, Dt. Uğur HASANLI, Dt. T. Melisa İLTUŞ, Dt. Hazal L. ATEŞ, Dt. Gamze ZEYTİN ve Dt. Saodat RAUPOVA'ya,

Varlıklarıyla mutluluk veren Ahsen Alanoğlu, Aslı Ateş, D. Gökçe Durna, Hilal Ögünç ve Seda S. Kayrak'a

Hep yanımda olarak bugüne gelmemi sağlayan annem Süreyya ÖZDEMİR, babam Mustafa ÖZDEMİR, ablam A. Hümeysra Özdemir'e ve sevgili eşim A. Faruk Tosyalıoğlu'na

Sonsuz teşekkürlerimle...

ÖZET

Özdemir Tosyalıoğlu, E. F. Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tespitinde gelişmekte olan dişler ve el-bilek filmlerinin kullanılması. Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Uzmanlık Tezi, Ankara, 2022. Bu araştırmada Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tespitinde gelişmekte olan dişler ve el-bilek radyografilerinin kullanılması ile Türk toplumuna özgü yeni bir formül geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya dijital veri arşivinde aynı tarihli panoramik ve el-bilek radyografisi olan 202 Türk çocuk dahil edilmiştir. Sol alt çenede üçüncü molar diş dışındaki yedi daimi diştten kapalı apeksli olanların sayısı kaydedilmiş (N_0) ve Image J programı kullanılarak açık apeksli dişlerin kök uçlarındaki mesafe (A_i , $i=1,...,7$) ölçülüp radyografilerdeki büyütme farklılıklarını minimize etmek için diş uzunluğuna (L_i , $i=1,...,7$) bölünmüştür ($x_i=A_i/L_i$, $i=1,...,7$). Devamında açık apeksli dişlerin ölçümleri toplanmıştır (s). El-bilek radyografileri kullanılarak ulna ile radiusun epifizleri ve karpal kemiklerin tamamını kapsayan karpal alan (Ca) ölçülmüştür. Daha sonra her bir karpal kemiğin alanları ve ulna ile radiusun epifizlerinin kemik alanları ölçülmüştür ve kemik alanı (Bo) değerlerinin elde edilmesi amacıyla bu ölçümler toplanmıştır. Ölçümleri normalleştirmek için toplam kemik alanı ile karpal alan arasındaki Bo/Ca oranı hesaplanmıştır. Cameriere ve arkadaşları tarafından daha önceden formüle edilen denklemlerin yaş tespitindeki doğruluğu değerlendirilmiştir. Ek olarak, mevcut çalışma verileri kullanılarak “Yaş $THW=7.359 + 0.797g + 0.427N_0 - 0.797s + 3.954Bo/Ca - 0.212N_0s$ ” formülü geliştirilmiştir. Tüm örneklem için kronolojik yaş ile tahmini yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0.987$). Aynı şekilde kızlarda ve erkeklerde kronolojik yaş ile tahmini yaş arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.991$ ve $p=0.990$). Çalışmanın verilerinden elde edilen yeni formül yaş tahmininde önceki çalışmalardan uyarlanan formüllerden daha başarılı olmuştur ve tüm varyansların %72.80’ini açıklamıştır. Elde edilen veriler ışığında, gelişmekte olan dişler ve el-bilek kemikleri birlikte kullanılarak Türk toplumu için oluşturulan yeni regresyon modelinin kronolojik yaşı tahmin etmede oldukça başarılı olduğu görülmüştür (ortalama fark=-0.001).

Anahtar Kelimeler: Adli yaş tahmini, Cameriere metodu, el-bilek kemikleri, açık apeks, kronolojik yaş

Destekleyen Kurumlar: Hacettepe Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi (TKB-2020-18618)

ABSTRACT

Özdemir Tosyalıoğlu, E. F. The accuracy of chronological age estimation methods in Turkish Children by using developing teeth and hand-wrist radiographs. Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Specialty Thesis in Pediatric Dentistry, Ankara, 2022. The aim of this study was to develop a new formula by measuring the developing teeth, carpal bones and epiphyses of the ulna and radius to determine the chronological age of Turkish children. The study sample consisted of 202 Turkish children with panoramic and hand-wrist radiographs in the digital archive that were taken at the same date. Seven left permanent mandibular teeth, except the third molar, were evaluated and the number of teeth with closed apex was recorded (N_0). The distance between the inner side of open apex (A_i , $i=1,...,7$) was measured by using the Image J program and divided by the tooth length (L_i , $i=1,...,7$) to minimize the magnification differences among x-rays ($x_i=A_i/L_i$, $i=1,...,7$). The sum of the normalized open apices (s) was also calculated. The carpal area (Ca), covering the epiphyses of ulna and radius and all carpal bones, was measured using x-rays of the left hand. The areas of each carpal bones and epiphyses of the ulna and radius were measured, and these measurements were added together to obtain the bone area (Bo). The Bo/Ca ratio between the total area of carpal bones and the carpal area was calculated to normalize the measurements. The accuracy of age estimation of the equations formulated by Cameriere et al. was evaluated. In addition, new formula of “Age THW= $7.359 + 0.797g + 0.427N_0 - 0.797s + 3.954Bo/Ca - 0.212N_0s$ ” was developed using the data of present study. There was no statistically significant difference between the chronological age and the estimated age for the total sample ($p=0.987$). Likewise, no significant difference was found between the chronological age and the estimated age in girls or boys ($p=0.991$ and $p=0.990$). The new formula obtained from the variables of the present study was more successful in predicting chronological age than the other adjusted age estimation methods, and the equation hit the age with 72.80% accuracy. The new regression model, created for the Turkish children by using both developing teeth and hand-wrist bones, was considerably successful in estimating the chronological age (mean difference=-0.001).

Keywords: Forensic age estimation, Cameriere’s method, hand-wrist bones, open apex, chronologic age

Supporting Institutions: Hacettepe University BAP Coordination Unit (TKB-2020-18618)

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	iv
ETİK BEYAN SAYFASI.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER.....	xiii
TABLolar	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Yaş Tahmini ve Önemi	3
2.2. Büyüme ve Olgunlaşmanın Değerlendirilmesi.....	4
2.3. İskeletsel Olgunlaşma ve İskeletsel Yaş Tahmini	5
2.3.1. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde El-Bilek Kemiklerinin Kullanılması.....	5
2.3.2. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Adductor Sesamoid Kemik Kullanılması.....	9
2.3.3. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Orta Parmak Medial Falanksının Kullanılması (MP3)	10
2.3.4. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Boyun Vertebra Kullanılması.....	11
2.3.5. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Frontal Sinüsün Kullanılması.....	12
2.4. Dental Yaş Tahmini ve Dental Olgunlaşma.....	13

2.4.1. Dental Yaş Tahmininde Sık Kullanılan Yöntemler	14
2.5. Cameriere Yaş Tahmin Metotları	19
2.5.1. Cameriere Metodu: Açık Apeksli Dişler	20
2.5.2. Cameriere Metodu: Karpal Kemikler ve Karpal Alan	21
2.5.3. Cameriere Metodu: Dördüncü Servikal Vertebra	23
2.5.4. Cameriere Metodu: Üçüncü Molar ve Eşik Değeri	25
2.6. Yaş Tahmininde Sıklıkla Kullanılan İstatiksel Değerlendirmeler	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
4. BULGULAR	34
4.1. Gözlemci İçi Korelasyon Değerlendirilmesi	34
4.2. Yaş Tahmini Formülleri	36
5. TARTIŞMA	45
6. SONUÇ	57
7. KAYNAKÇA	58
8. EKLER	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

a	Doğrunun Y eksenini kestiği nokta
(a)	Vertebra gövdesinin ön kısmı
A_i	Açık apeksli dişlerin apeks ölçümleri
(b)	Vertebra gövdesinin arka kısmı
Bo	Karpal kemiklerin ve radius-ulnanın kemik alanları toplamı
Ca	Karpal kemiklerin tamamını kapsayan alan
C1	1. Servikal vertebra
C2	2. Servikal vertebra
C4	Dördüncü servikal vertebra
D_{3M}	Üçüncü molar olgunluk indeksi
g	Cinsiyet; kızlar için 0, erkekler için 1
I_{3m}	Üçüncü molar olgunluk indeksi
kVp	Kilovolt peak
L_i	Diş uzunluğu ölçümü
mA	Miliamper
N₀	Kapalı apeksli diş sayısı
r	Korelasyon katsayısı
R²	Belirtme katsayısı
RUS	Radius, ulna ve kısa kemikler
s	Normalize edilmiş açık apeksli dişlerin toplamı
SKK	Sınıf içi korelasyon katsayısı
S.M.I.	İskeletsel olgunlaşma indeksi
TW	Tanner-Whitehouse
TW2	Tanner-Whitehouse 2
TW3	Tanner-Whitehouse 3
Vba	(b) ve (a)'nın oranı

Y	Bağımlı değişken
X	Bağımsız değişken
x_5	Alt ikinci premolara ait x_i ölçümü
x_i	A_i / L_i
β	Regresyon katsayısı
ϵ	Hata terimi
IQR	Çeyrekler açıklığı

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Medial falanksının epifiz bölgesinin gelişim aşamaları (58).	11
Şekil 2.2. Daimi dişlerin gelişim aşamaları (22).	15
Şekil 2.3. Ölçümlerin bir örneği, A_i , $i=1, \dots, 5$ (bir köklü dişler) açık apekslerin iç tarafları arasındaki uzaklık; A_i , $i=6, 7$ (iki köklü olan dişler) açık apeksli iki kökün iç tarafındaki uzaklıkları toplamı ve L_i , $i=1, \dots, 7$ sekiz dişin uzunluğu (87).	20
Şekil 2.4. Çok köklü dişler için ölçüm örneği. A_7 açık her iki kök apeksinin iç taraflarındaki mesafenin toplamı ($A_6=A_{61} + A_{62}$). L_6 molar dişin uzunluğu (1).	21
Şekil 2.5. Adobe Photoshop programı kullanılarak karpal alanın işaretlenmesinin bir örneği (52).	22
Şekil 2.6. Karpal kemiklerin işaretlenmesinin örneği. Trapezium ve trapezoid kemiklerin kesiştiği alan (gri bölge) sadece bir kez hesaplanır (52).	22
Şekil 2.7. Dördüncü servikal vertebranın gövdesinin ön (a) ve arka (b) kısmı. Gövdenin ön kısmı (a) vertebranın üst tarafına (C_2) kıvrıldığı (C_1) noktaya kadar ölçülmüştür (85).	24
Şekil 2.8. Kalibrasyon dağılım araçları kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrileri ile birlikte V_{ba} 'nın fonksiyonu olarak yaşı tahmin etmek için kullanılan erkek ve kız deneklerin veri grafiği örneği (85).	25
Şekil 2.9. Açık apeksli daimi üçüncü molar diş indeksi ölçümüne bir örnek (88).	26
Şekil 3.1. IMAGE J programı kullanılarak karpal alanın işaretlenmesi.	30
Şekil 3.2. IMAGE J programı kullanılarak sekiz karpal kemiğin ve radius ile ulnanın epifizinin işaretlenmesi.	31
Şekil 3.3. Panoramik radyografi üzerinde IMAGE J programı ile ölçüm yapılması. A_i , $i=1, \dots, 5, 7$ (bir köklü dişler) açık apekslerin iç tarafları arasındaki uzaklık; A_i , $i=6, 1, 6, 2$ (iki köklü olan birinci molar için ölçüm, açık apeksli iki kökün iç taraftaki uzaklıkları toplamı) ve L_i , $i=1, \dots, 7$ sekiz dişin uzunluğu.	32
Şekil 4.1. Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş T” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri. .	36
Şekil 4.2. Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş HW (El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri.	37
Şekil 4.3. Cameriere ve ark. (27) tarafından formüle edilen “Yaş THW (Diş ve El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri.	38

Şekil 4.4. Türk popülasyonundaki çocukların diş ve el-bilek değişkenlerinden elde edilen tahmin denklemine ait varsayımların dağılım grafikleri.....	40
Şekil 4.5. T (Diş), HW (El-Bilek), THW (Diş ve El-Bilek) yöntemleri ve mevcut çalışmadan elde edilen tahmin denklemleri ile kronolojik yaş ve tahmini yaş arasındaki uyumluluğu gösteren dağılım grafikleri.	41
Şekil 4.6. Yaş gruplarına göre kronolojik ve tahmini yaş arasındaki ortalama farkların dağılım grafiği.....	43



TABLOLAR

Tablo 2.1. Kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı dişlerin her bir gelişim aşaması için verilen değerler (22).....	16
Tablo 2.2. Değerlerin toplamının cinsiyete göre yaşa dönüştürülmesi (22).	17
Tablo 2.3. Willems ve arkadaşlarının cinsiyete göre güncellediği değerler (84).....	19
Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilmiş çocukların yaş ve cinsiyete göre dağılımları....	34
Tablo 4.2. Gözlemci içi kalibrasyon analizinin sonuçları.....	35
Tablo 4.3. Türk popülasyonundan elde edilen diş ve el-bilek değişkenleri kullanılarak tahmin modelinin düzeltilmesine ilişkin sonuçlar.	39
Tablo 4.4. Kronolojik ve tahmini yaşın cinsiyete göre dağılımları.....	42
Tablo 4.5. Kronolojik ve tahmini yaşın yaş gruplarına göre dağılımı.	43
Tablo 4.6. Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tahmini için oluşturulan denklemlerin karşılaştırılması.	44

1. GİRİŞ

Dental yaş tahmini, adli disiplinler gibi insan tanımlamasına yardımcı olan, cezai soruşturmalar ve toplu felaketlerin yanı sıra pediatrik endokrinoloji ve ortodonti gibi biyomedikal alanlarda değerli bir kaynak olarak kabul edilmiştir (1, 2). Adli amaçlar için yaş tahmini; medeni, cezai ve idari nedenlerle gereklidir (3). Yaş tahmini, doğum verilerinin eksik olduğu veya şüpheli olduğu durumlarda, örneğin belgesiz göçmen çocukları denetlemek ve reşit olmayan çocuk failleri veya pedo-pornografi kurbanlarını belirlemek için önemlidir (4-7).

Çocuklarda yaş tahmini için çeşitli teknikler mevcuttur. Geçmişte, bu yöntemlerin doğruluğu ve güvenilirliği iskelet biyologları ve adli bilimciler tarafından değerlendirilmiştir (1, 4, 8-12). Hayatta olan yetişkinler veya bebekler ile hayatta olmayan çocuk ve adölesanlar için en uygun yaş göstergeleri diş mineralizasyonunun farklı aşamaları (13, 14), uzun kemiklerin diafizlerinin uzunluğu, kemikleşme merkezlerinin görünümü ve epifizlerin kaynaşmasıdır (10, 15-17).

El-bilek kemikleri birçok çalışmada belirteç olarak kullanılmıştır (13, 18). El-bilek kemiklerinin gelişimleri yaygın olarak Greulich–Pyle Atlası (19), Tanner–Whitehouse skorları (20) ve FELS metodu (21) ile yapılmaktadır. Cameriere ve ark. el-bilek kemiklerinin ve radius ile ulnanın epifizlerinin verileriyle yeni bir yaş tahmin formülü oluşturmuşlardır (18).

Literatür, dental yöntemlerin ırksal ve çevresel faktörlerden daha az etkilendiği varsayıldığından iskelet analizlerinden daha güvenilir olduğunu göstermiştir (6). Yaş tahmini için en yaygın yöntem 1973'te Demirjan, Goldstein ve Tanner tarafından yayınlanmıştır (22). 2006 yılında Cameriere ve ark., çocuklarda kronolojik yaşı değerlendirmek için yaş ile dişlerdeki açık apekslerin arasındaki ilişkiye dayanan yeni bir yöntem sunmuşlardır (1) .

Literatür araştırması sonucunda birçok araştırmacının kronolojik yaşı en doğru tahmini için iskeletsel gelişim ve dişlerin birlikte kullanılması gerektiğini vurguladıkları görülmüştür (23, 24). Bu bilgiler ışığında Cameriere ve ark. el-bilek

kemikleri, radius ve ulnanın ölçümleri ile açık apeksli dişlerin ölçümlerini kullanarak kombine bir yöntem geliştirmişlerdir (18). Araştırmacılar dişlerin ve el-bilek kemiklerinin gelişiminin ırk, iklim, diyet ve bölgesel faktörlerden etkilenebileceğini bu nedenle yaş tahmininde kullanılacak formülün o popülasyona uygun olması gerektiğini belirtmişlerdir (5, 6, 12, 25, 26).

Yapılan literatür incelemesinde Cameriere ve arkadaşlarının kronolojik yaş tahmini için geliştirmekte olan dişler ve el-bilek kemiklerini birlikte kullanarak geliştirdikleri formülün (27) Türk popülasyonundaki çocuklarda uygulanabilirliğini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sunulan tez çalışmasında, Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tespitinde geliştirmekte olan dişler ve el-bilek kemikleri kullanılarak yeni bir regresyon modeli oluşturulması ve bu formülün kronolojik yaş tahmin etmedeki başarısının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik oluşturulan aşağıdaki H0 hipotezi test edilmiştir;

- Geliştirmekte olan dişler ve el-bilek kemikleri kullanılarak oluşturulan yeni regresyon modeli ile Türk popülasyonundaki çocuklarda elde edilen tahmini yaş ile kronolojik yaş arasında anlamlı bir fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yaş Tahmini ve Önemi

Adli alanda, yaş tahmini konusu adli antropoloji disiplininin kendisi kadar eskidir ve geleneksel yaklaşımda biyolojik profil tahmininin bir parçası olarak iskeletleştirilmiş insan kalıntılarının analizleriyle ilişkilendirilmiştir (28). Bir bireyin yaşının belirlenmesi adli soruşturmaları sonuca bir adım daha yaklaştırabilmektedir. Farklı alanlardaki arkeolojik koleksiyonların yaşını belirlemek, tüm nüfusun demografik özelliklerine ışık tutabilir ve geçmiş toplumların yaşamı ile ölümü hakkında fikir sahibi olmaya olanak tanır (28).

Modern çocuk/genç adalet sistemlerinin karşı karşıya olduğu en karmaşık ve tartışmalı sorulardan birisi Asgari Cezai Sorumluluk Yaşı'dır (29). Bu, çocukların suç işlediklerinde eylemlerinin sorumluluğunu kabul edebilecekleri ve böylece onları kovuşturma ve resmi yaptırımlardan hukuk sisteminin sorumlu tutabileceği yaştır (29). Yasal belgeleri olmayan çocukların yaşını hakimler dış görünüşlerine göre tahmin eder. Bu durum çocuklar için üzücü durumlara yol açabilir ve adli süreçlerde adaletsizliğe neden olabilir (30).

Yaş tahmininin bir diğer önemi; çocuk işçiliği, çocuk istismarı, çocuk evliliği, evlat edinme, refakatsiz küçük sığınmacılar gibi durumlarda yasal belgeleri olmayan bireylerin reşitlik durumun değerlendirilmesidir (31). Belgesiz gelen genç göçmenler, Avrupa ülkeleri için artmakta olan bir sorundur. Yasal sorumluluğu dikkate almak veya gençler için farklı yasaların uygulanabilmesi amacıyla yaşın değerlendirmesinde güvenilir yöntemlere ihtiyaç vardır (18).

Yaş tahmininde kullanılan prosedürler karmaşıktır ve kemik gelişimi, sekonder cinsiyet karakterleri, diş yapısının olgunlaşması gibi birçok faktörün dikkate alınmasını içerir. Kronolojik yaş takvim tarafından ölçülen yaştır; iskelet yaşı ise iskelet gelişiminin aşamalarına göre belirlenir (31).

Adli antropologlar yaş tahminine yardımcı olmak için yetişkin vücudunda birden fazla kemik bölgesini kullanmaktadır. Sternum kaburga ucu, pubis simfisis, iliumun kulak çevresi yüzeyi ve kraniyal sütürler bireyi bir yaş grubuna yerleştirmek için rezorpsiyon, depozisyon ve remodeling belirtileri açısından değerlendirilebilir (32).

Devam eden araştırmalar, sürekli büyüyen veri tabanı ve gelişen teknolojiler olmasına rağmen hem yaşayanların hem de ölülerin yaş tahmini karmaşık bir konu olmaya devam etmektedir. Sadece teknik bir bakış açısıyla mümkün olduğunca güvenilir sonuçlar elde etmek için, uygulanan tüm yöntemler popülasyona özel ve istatistiksel olarak ölçülebilir olmalıdır (28). Hem yaşayanların hem de ölülerin yaş tahmini için, değerlendirmeleri yapan hekimlerin deneyimli ve uygulanan her tekniğin sınırlamalarının farkında olması önemlidir (28).

2.2. Büyüme ve Olgunlaşmanın Değerlendirilmesi

Büyüme insan hayatının ilk 20 yılında ve anne karnındaki dokuz ayında en dominant biyolojik aktivedir. Büyüme vücudun tamamındaki veya bir parçasındaki boyut artışı olarak ifade edilir (33). Bogin, büyümeyi boy ve ağırlıktaki artışlar gibi 'boyut veya kütlede niceliksel bir artış' olarak tanımlamaktadır (34).

Olgunlaşma, döllenmeyle başlayıp ölümle sona eren yaşam boyunca devam eden bir süreçtir ve yaşam süresiyle ilişkili tüm kronolojik zaman aralığını kapsar (35). Olgunlaşma; enzimleri, kimyasal bileşimi ve fonksiyonları etkileyen tüm doku, organ ve organ sistemlerinde meydana gelir (33). Olgunlaşma, olgun biyolojik duruma doğru ilerlemenin zamanlaması ve temposunu ifade etmektedir. Zamanlama, belirli olgunlaşma olaylarının meydana geldiği zamanı veya adölesan büyüme atağı sırasında maksimum büyüme yaşını ifade eder. Tempo ise olgunlaşmanın ilerlediği hızı ifade etmektedir. Bireyler olgunlaşma zamanlaması ve temposunda önemli ölçüde farklılıklar gösterir. Örneğin iki çocuk aynı büyüklükte iken (aynı büyüme düzeyine sahip) yetişkin boyutunda olgunluk yolunda oldukça farklı yerlerde olabilirler. Bireyler

tamamen kemikleşmiş bir iskelete ulaştıklarında yetişkin olurlar ancak bu seviyeye farklı zamanlarda erişirler (12).

Olgunlaşma fiziksel büyüme ile yakından bağlantılı olduğundan ikisi arasında ayırım yapmak önemlidir (36). Buna karşılık olgunlaşma, "farklılaşmamış veya olgunlaşmamış bir durumdan oldukça organize, uzmanlaşmış ve olgun bir duruma yol açan nicel veya nitel değişikliklerin ilerlemesi" olarak tanımlanır. Olgunlaşma kronolojik anlamda zamanla bağlantılı değildir. Başka bir deyişle, bir yıllık kronolojik zaman bir yıllık "olgunlaşma zamanı"na eşit olmamaktadır (36).

2.3. İskeletsel Olgunlaşma ve İskeletsel Yaş Tahmini

İskelet olgunluğu, anatomik bir alandaki kemiklerin olgunluğa doğru ne kadar ilerlediğinin bir ölçüsüdür. Bu ilerleme genellikle boyutla değil şekil, eklem yüzeylerinin görünümü ve radyografilerde komşu kemiklere göre konumlarıyla ilgilidir (15). İskelet olgunlaşmasının değerlendirilmesi, genel büyüme anomalileri ile ilişkili klinik durumları değerlendirmek, tıbbi tedaviye yanıtı izlemek ve çocukların büyüme potansiyelini belirlemek için sıklıkla bir tanı aracı olarak kullanılmaktadır. İskelet olgunluğunu değerlendirmek için farklı yöntemler mevcuttur (37). İskelet yaşını tahmin etmek için sol el-bilek radyografileri kullanılmaktadır. Kemik maturasyonunun ölçülmesi, radyografisi alınan vücut bölümünün (genellikle el-bilek) doğru konumlandırılması, doğru x-ışını tüpü-film mesafesinin sağlanması ve doğru pozlama ile kolay ulaşılabilir hale gelmektedir (15).

2.3.1. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde El-Bilek Kemiklerinin Kullanılması

Büyüme, gelişme ve olgunlaşmanın değerlendirilmesinde girişimsel olmayan, kolay uygulanabilir yöntemlerden birisi el-bilek radyografilerinin değerlendirilmesidir. El-bilek kemiklerinin olgunluk durumunun bazı açılardan tüm iskelet sistemini temsil ettiği düşünülmektedir (19, 38, 39). El-bilek kemiği olgunlaşma

aşamaları ile yüz büyümesi veya pubertal büyüme sırasında boydaki değişiklikler arasında yakın bir ilişki olduğu bildirilmiştir (39, 40). Toplumlarda sağ el daha baskın olarak kullanıldığından travmaya daha açık olduğu öngörülmüştür. Bu durum büyüme ve gelişmeyi etkileyebileceğinden sol el bileğinin ölçümlerde kullanılması uygun bulunmuştur (19).

İskeletsel yaştan el-bilek kemiklerinin değerlendirilmesiyle belirlenmesi için birçok yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemlerden bazıları; radyografide görülen kemiklerin planimetre ölçümleri (41), karpal kemiklerin, metakarpal kemiklerin ve epifizlerin çaplarının ölçümü (42), karpal, metakarpal ve epifizlerin genel görünümüdür (43).

El-bilek radyografileri kullanılarak yapılan değerlendirmelerden bir diğeri Greulich–Pyle Atlası’dır. Bu atlasın amacı çocukların gelişimlerini bir dizi el-bilek radyografisi ile değerlendirmektir (19). Atlasın oluşturulmasında 0-18 yaş aralığında, fiziksel ve mental olarak sağlıklı, Amerika Birleşik Devletleri’nde doğmuş, genellikle Kuzey Avrupa kökenli ve 1931-1942 yılları arasında Cleveland Ohio’da yaşayan çocuklar seçilmiştir. Çocuklar ilk yıllarında üç aylık, beş yaşına kadar altı aylık, sonrasında ise 12 aylık aralıklarla muayene edilmiştir. Çalışma ekibi “olgunluk göstergeleri” adı verilen iskeletsel değişiklikleri belirleyerek, her iki cinsiyet için sırayla listelenen olgunluk göstergelerini en iyi temsil eden 100 adet radyografiyi seçmiştir. Bu radyografiler arasında olgunluğu en doğru gösterdiği düşünülen radyografi atlası eklenmiştir. Değerlendirilen kişiye ait el-bilek radyografisinin, Greulich-Pyle Atlası’ndaki en yüksek radyomorfolojik uygunluğu sağladığı görüntü belirlenerek bireyin iskeletsel yaş tespiti yapılabilmektedir (17).

Bir diğer değerlendirme yöntemi Tanner-Whitehouse (TW) Yöntemi’dir. 1962’de Tanner ve arkadaşları bireyin yaşı ve maturasyonunu belirlemek için el-bilek kemiklerinin radyografik olarak ilk tespit edildiği andan olgun hale geldiği zamana kadar her aşamayı skorlamışlardır. Bu skorların toplamı, kronolojik yaşa bakılmaksızın, iskelet olgunluğunun ölçülmesine izin veren bir iskelet olgunlaşma

derecesi vermektedir (TW1) (44). 1983 yılında Tanner ve Whitehouse bu metodun ikinci versiyonunu geliştirmişlerdir (TW2-RUS) ve Birleşik Krallıkta en yaygın kullanılan yöntem haline gelmiştir. TW2 yönteminde TW1'den farklı olarak skorlar değiştirilmiş ve cinsiyetler arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulmuştur. TW2 yöntemi, 20 kemiğin (radius, ulna, karpal kemikler-pisiform hariç- ve birinci, üçüncü ve beşinci metakarpaller ile falanksalar) olgunluğunu değerlendirir. TW2 karpal kemikler için ayrı; radius, ulna ve kısa kemikler için ayrı maturasyon değerlendirmesi sağlamıştır (45). Daha sonra Tanner ve arkadaşları, çocukların iskeletsel maturasyonunu değerlendiren güncel çalışmalar ışığında 2001 yılında yeni bir baskı yayınlamıştır (TW3) (46). Bu versiyonda kemiklerin aşamalarının açıklamasında ve manuel derecelendirmesinde herhangi bir değişiklik bulunmamaktadır. TW3'teki RUS puanları, TW2'deki ile tamamen aynıdır fakat Kuzey Amerika ve Avrupa'dan gelen son verilere dayalı olarak RUS için oluşturulan referans değerlerinde ve grafiklerde değişiklikler yapılmıştır (46).

FELS Metodu el-bilek radyografisi ile büyüme ve olgunlaşmayı değerlendiren başka bir yöntemdir. Yöntem her bir çocuğun olgunluk seviyesine ulaşırken ortaya çıkması gereken radyografik olgunluk göstergelerine dayanmaktadır (47). FELS metodu, erkek ve kızların 13.823 adet sol el-bilek radyografisi kullanılarak geliştirilmiştir. 1932 ile 1972 yılları arasında planlanan yaş gruplarına ait (0-18 yaş) el-bilek radyografileri çekilmiştir. 1., 3., 6., 9. ve 12. aylarda, ardından altı aylık aralıklarla 18 yaşına kadar ve sonrasında da iki yıllık aralıklarla radyografiler alınmıştır. 18 yaşından sonra alınan radyografiler olgunlaşma olayları sırasında geç meydana gelen göstergelerin evrensel olup olmadığını tespit etmek amacıyla planlanmıştır (47). FELS yöntemi, 13'ü epifiz ve diyafiz genişlikleri arasındaki oranları ölçen ve her yaşla kombine edilmiş 98 olgunluk göstergesine dayanmaktadır (48). Bu değerlendirme yöntemi gözlemci varyasyonlarından daha az etkilenir ve iskelet yaşı yüksek güvenilirlik ile hesaplanabilir. Değerlendirilecek gösterge sayısı yaşa göre değişmektedir. Her gelişim göstergesi için iki veya üç sınıf tanımlanmıştır. Her bir ilgili göstergenin

sınıfı, hatayı engelleyen bilgisayar programı ile puanlanmıştır. Program, metinde yer alan bireysel kemiklerin olgunlaşma derecelerine dayanarak iskeletsel olgunluğu ve standart hatayı hesaplayabilmektedir (49).

Diğer bir değerlendirme yöntemi Fishman Metodu'dur. Fishman Metodu başparmak, üçüncü parmak, beşinci parmak ve radiusu içeren anatomik bölgeyi kullanarak iskeletsel maturasyonu değerlendirir. Sistem, tüm adölesan dönemlerini içeren 11 anatomik bölgeyi kullanır ve bireyin büyüme potansiyelini "İskeletsel Olgunlaşma İndeksi (S.M.I.)" şeklinde düzenler (50).

Fishman İskeletsel Olgunlaşma İndikatörleri (50, 51);

- 1: PP3** Üçüncü parmak proksimal falanksta diyafiz ile epifiz genişliği eşittir.
- 2: MP3** Üçüncü parmak medial falanksta diyafiz ile epifiz genişliği eşittir. Prepubertal büyüme hızının başlangıcı sırasında ortaya çıkar.
- 3: MP5** Beşinci parmak medial falanksta diyafiz ile epifiz genişliği eşittir.
- 4: S** Başparmakta addüktör sesamoid görünümü. Çok hızlı büyüme döneminde görünür hale gelir.
- 5: DP3cap** Üçüncü parmağın distal falanksında diyafiz üzerinde epifizin kapanması görülür. Pik yükseklik hızı.
- 6: MP3cap** Üçüncü parmağın medial falanksında diyafiz üzerinde epifizin kapanması görülür, çok hızlı büyüme döneminde görünür hale gelir.
- 7: MP5cap** Beşinci parmağın medial falanksında diyafiz üzerinde epifizin kapanması görülür. Pik yükseklik hızı.
- 8: DP3U** Üçüncü parmağın distal falanksında epifizin diyafiz üzerinde füzyonu görülür. Yavaşlayan büyüme hızı zaman aralığı.
- 9: PP3** Üçüncü parmağın proksimal falanksında epifizin diyafiz üzerinde füzyonu görülür.
- 10: MP3u** Üçüncü parmağın medial falanksında epifiz ve diyafiz füzyonu görülür. Büyüme hızının yavaşladığı zaman aralığı.
- 11: R U** Radiusta epifiz ve diyafiz füzyonu görülür.

Son olarak Cameriere ve arkadaşları, iskeletsel yaşı belirlemek için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde karpal kemiklerin ve radius-ulna epifizlerinin toplamı alanı ile karpal bölge alanının oranı hesaplanmaktadır. Yaş ve hesaplanan oran arasındaki ilişkiyi tanımlamak için basit bir doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır (52).

2.3.2. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Adductor Sesamoid Kemik Kullanılması

Sesamoid kemiklerin görülme zamanlarının en yüksek pubertal atılım ile yakından ilişkisi bulunmaktadır (53). Görülme zamanları bireyden bireye farklılık gösterebilir ve çevresel koşullardan etkilenmediği bilinmektedir (54).

Metakarpofalangeal eklemdaki adductor sesamoid kemik (ulnar sesamoid kemik) elin diğer sesamoid kemiklerine göre daha iyi bir maturasyon belirticidir (55). Sesamoid kemiğin görünmesi pubertal atılımın olduğu veya olmasının çok yakın olduğunun göstergesidir (56). Björk ve arkadaşları, sesamoid kemiğin ossifikasyonun maksimum pubertal atılımdan bir yıl önce olduğunu ve maksimum pubertal atılımdan sonra ossifiye olmayacağını bildirmişlerdir (53).

Chapman ve arkadaşları adductor sesamoid kemiğin gelişimini değerlendirmek amacıyla 10 yaşın üstünde, diş tedavisi veya ortodontik tedavi için kliniğe başvuran çocukların başparmak radyografilerini standart ölçülerde (4 cm x 3 cm) intraoral radyografi kullanarak görüntülemiştir. Bu çalışma sonucunda adductor sesamoid kemiğin ossifikasyon aşamaları şu şekilde sıralanmıştır (54);

AS0: Radyografte ossifikasyon görülmemiştir.

AS1: Toplu iğne başı kadar ossifikasyon görülmüştür. Çapı yaklaşık 1 mm. Ossifikasyonun başlangıç aşamasıdır. Bu aşama yaklaşık üç ay sürer.

AS2: İlk aşamaya göre ossifikasyon daha fazladır fakat kemik sınırları belirsizdir. Bu aşama belirgin sınırlar görülmeden önce yaklaşık altı ay sürer.

AS3: Bu aşamada belirgin sınırlar oluşmuştur ve tohuma benzer bir görüntü vardır. Bu aşamada kadınlardaki boyut erkeklere göre daha küçüktür (54).

2.3.3. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Orta Parmak Medial Falanksının Kullanılması (MP3)

Hagg ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada iskeletsel olgunlaşma göstergesi olarak orta parmak medial falanksının kullanılmasını önermişlerdir. Uygulaması kolay olan bu yöntemde, orta parmağın medial falanksının epifiz bölgesi gelişimi beş aşamalı olarak değerlendirilmiştir (57, 58). Bu aşamalar aşağıda sıralanmıştır (Şekil 2.1).

MP3-F: Epifiz ve metafiz eşit genişliktedir. Bu aşama pubertal atılımın başlangıcıdır.

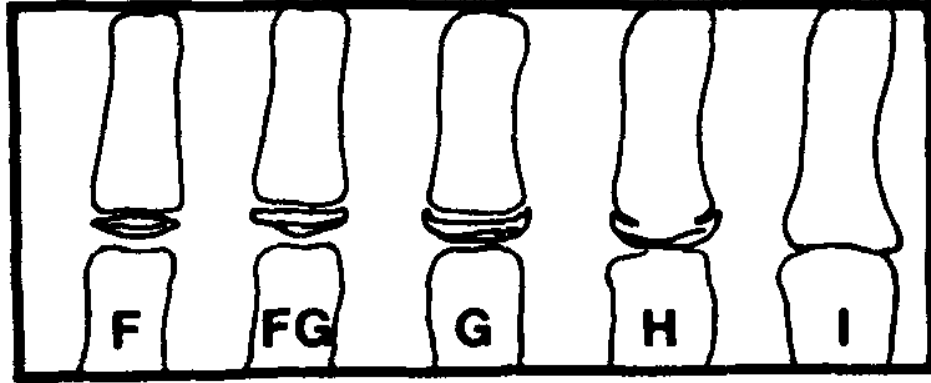
MP3-FG: Epifiz ile metafiz eşit genişliktedir. Farklı olarak epifizin distal sınıra dik açılarda bir sınır çizgisi oluşturan belirgin medial ve/veya lateral sınırı vardır. Bu aşamada pubertal atılım hızlanır.

MP3-G: Epifizin kenarları kalınlaşmıştır, metafizi bir veya iki tarafta belirgin sınırlar ile örter. Bu aşamada pubertal atılım en üst seviyededir.

MP3-H: Epifiz ile metafizin birleşmesi başlamıştır. Bu aşamada pubertal büyüme yavaşlamıştır.

MP3-I: Epifiz ile metafizin birleşmesi tamamlanmıştır. Pubertal büyüme bu aşamada son bulur (58).

Perinetti ve arkadaşları boyun vertabralarının ve orta parmak medial falanksının olgunlaşmadaki etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki yöntemin genel olarak birbiri ile korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (59).



Şekil 2.1. Medial falanksının epifiz bölgesinin gelişim aşamaları (58).

2.3.4. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Boyun Vertebra Kullanılması

Büyüme ve olgunlaşmayı değerlendirmek için kullanılan bir diğer yöntem boyun vertebralarının olgunlaşma derecesinin değerlendirilmesidir. Lamparski, servikal vertebraların gelişimini incelemiş ve iskelet yaşını değerlendirmede servikal vertebraların kullanılabileceğini bildirmiştir (60). Lamparski ikinci boyun vertebraından altıncı boyun vertebraına kadarki vertebraların boyut ve şekil değişikliklerini inceleyerek, erkek ve kadınlarda iskelet yaşını değerlendirmek için altı olgunlaşma aşamasını vurgulayan bir dizi standart oluşturmuştur (60). Daha sonraki yıllarda O'Reilly ve Yanniello, Lamparski'nin oluşturduğu servikal vertebraların olgunlaşma aşamaları ile mandibular büyüme arasında bir ilişki olduğunu kanıtlamıştır (61).

1995'te Hassel ve Farman, servikal vertebraları kullanarak iskelet olgunlaşmasını belirleyen bir sistem geliştirmişlerdir (62). Yöntemin oluşturulma aşamasında ilk olarak Fishman'ın el-bilek radyografilerini kullanarak geliştirdiği metot ile kişilerin iskelet yaşı saptanmıştır. Daha sonra aynı tarihte alınan lateral sefalometrik radyografi üzerinde ikinci (densin), üçüncü ve dördüncü vertebra'nın alt sınırlarında eğriliğin varlığı veya yokluğu; servikal üçüncü vertebra ve servikal

dördüncü vertebra gövdelerinin genel şekilleri ve intervertebral aralık değerlendirilerek altı adet “Servikal Vertebra İskeletsel Olgunlaşma” aşaması tanımlanmıştır (62). Servikal vertabraların olgunlaşma aşamaları 2005’te Baccetti ve arkadaşları tarafından modifiye edilmiştir (63).

Yapılan çalışmalarda el-bilek radyografisi kullanılarak erişilen iskeletsel olgunlaşma ile vertabralar kullanılarak elde edilen iskeletsel olgunlaşma değerleri arasında korelasyon bulunmuştur (64). Hali hazırda sefalometrik radyografisi bulunan hastalarda, daha fazla radyasyona maruz kalmalarının önlenmesi amacıyla, iskeletsel olgunlaşmanın ve iskeletsel yaşın belirlenmesinde servikal vertabraların kullanılmasının teşvik edilmesi önerilmiştir (65).

2.3.5. İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesinde Frontal Sinüsün Kullanılması

Frontal sinüsün çocukluktan yetişkinliğe doğru genişlemesi ve sinüs boyutunun fizyolojik değişkenliği üzerine çeşitli araştırmalar yayınlanmıştır. Yapılan çalışmalarda frontal sinüs gelişiminin pubertal atılım ile benzer ritim gösterdiği görülmüştür (66).

Araştırmalar boy uzunluğu ile frontal sinüsteki genişleme arasında yakın ilişki olduğunu göstermiştir. Boy artışının en üst seviyeye ulaşmasından bir yıl sonra frontal sinüsün en geniş haline ulaştığı bildirilmiştir (67). Yapılan bir diğer çalışmada frontal sinüsün en geniş haline ulaşmasının, boy artışının en üst seviyede olmasından 1.4 yıl sonra olduğu bildirilmiştir (66). Bu ilişki sebebiyle araştırmacılar frontal sinüsün olgunlaşma göstergesi olarak kullanılabileceğini söylemişlerdir (67).

İskeletsel maturasyonu değerlendirmede frontal sinüsün kullanımında eksikliklerin olduğu bildirilse de, tedavi için alınan iki taraflı lateral selamometrik grafilerinin tedavi seyrinde hastanın iskelet gelişim aşamasının değerlendirilmesi için kullanılabileceği belirtilmiştir (68).

2.4. Dental Yaş Tahmini ve Dental Olgunlaşma

İnsan dişi doğası sebebiyle adli kimlik tespitinde başarılı bir yapı olmuştur (69). Mine, vücuttaki en sert maddedir ve iskelet sisteminin açıkta kalan tek kısmıdır. Dişler termal hasara ve künt kuvvetlere karşı çok dirençlidir. İnsanların diş yapısı, yumuşak dokudaki parmak izlerinin sert doku analogu olarak kabul edilmiş, yani kişiye özgü olduğu düşünülmüştür (69). Dişin koronal kısmının morfolojisi, diş köklerinin şekli ve eğriliği, pulpa odaları ve bunları çevreleyen yapılarla ilişkileri (örneğin sinüs yakınlığı, mandibular kanal yakınlığı, interproksimal kemik trabekülerinin desenleri gibi anatomik yapılar) onu kişiye özgü kılmaktadır. Dental restorasyonların bu anatomik özellikler listesine eklenmesiyle, kimliğin belirlenmesi için benzersiz bir sonuç elde edilebilmektedir (7).

Diş dokularını içeren yaş tahmin teknikleri adli diş hekimleri ve antropologlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. (70). 1836'da Thomson adında bir tıp hukuku uzmanı, diş yapısının çocuklarda yaşın değerlendirilmesinde yararlı olabileceğini öne sürmüştür. Thomson, suçlunun henüz hiçbir daimi dişi çıkmadıysa onun 7 yaşını geçip geçmediği konusunda tereddüt edilemeyeceğini söylemiştir (71).

Yaş tahmini için diş dokularının değerlendirilmesinin mantığı üç kritere ayrılabilir; diş oluşumu ve büyüme değişiklikleri, diş formasyonu sonrası değişiklikler ve biyokimyasal değişiklikler. Diş oluşumu ve büyüme değişiklikleri; herhangi bir dişin kron, kök ve apeksinin aşamalı morfolojik gelişimini ve/veya meydana gelme ve sürme sırasını içerir. Diş oluşumu ve büyüme teknikleri kullanılarak yapılan yaş değerlendirilmesinin avantajı, görsel ve radyografik inceleme ile kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi nedeniyle girişimsel olmamasıdır (72). Buna ek olarak diş oluşumu ve büyüme tekniklerinin, klasik olarak büyüme ve gelişmeyi yaşla ilişkilendirmenin en doğru ve güvenilir yolu olduğu düşünülmektedir (73).

Dental olgunlaşmanın değerlendirilmesi için ilk olarak dişlerin sürmesi kullanılmıştır (74, 75). Diş sürmesinin çevresel koşullardan daha az etkilendiği ve yaş tespiti yapılacak kişi, süt veya karma dişlenme dönemindeyse bireyin yaşını tespit

etmede hızlı, kolay ve kullanışlı bir yol olacağı söylenmiştir (76). Daimi dişlerin sürmesinin, ırk ve cinsiyete göre zamanlamasının farklı etkenlere bağlı değişiklik gösterebilmesi nedeniyle alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bununla birlikte dişin sert dokularının gelişimi, yani mineralizasyon kullanılarak yapılan yaş değerlendirmesi, daha uzun yaş aralığını kapsamaktadır. Ayrıca radyolojik olarak ölçülebilir olduğundan girişimsel bir yöntem değildir (76).

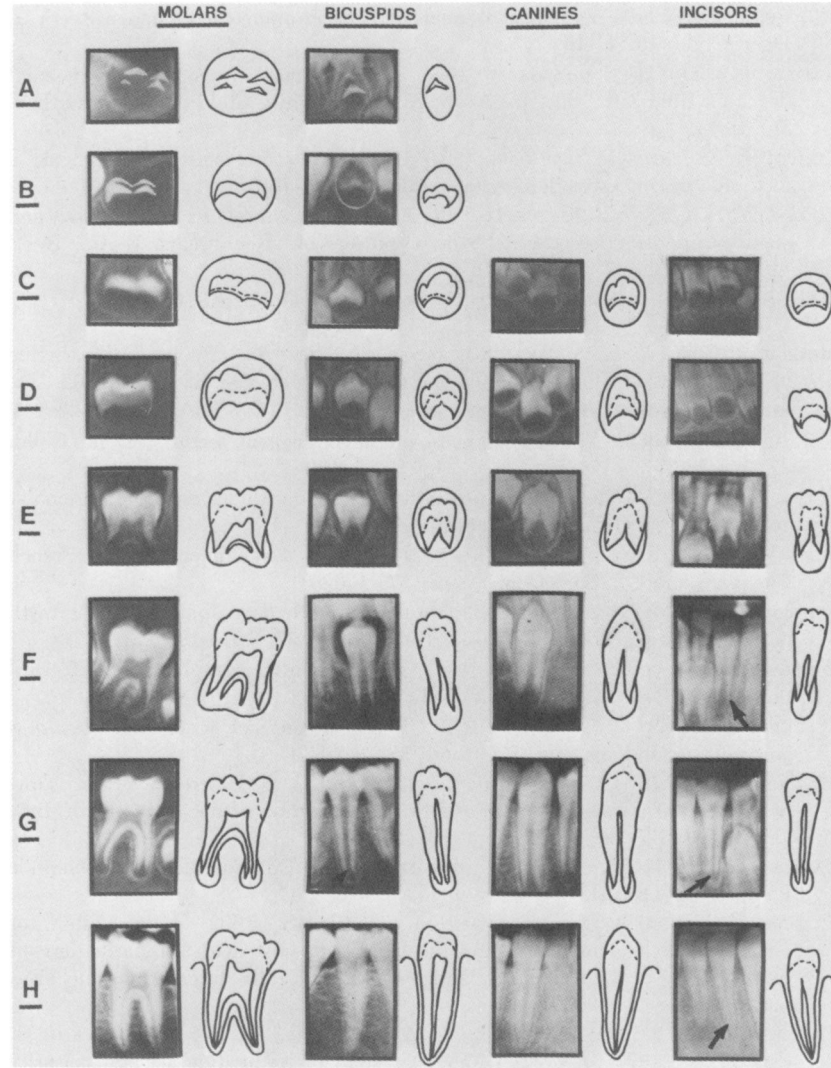
Araştırmacılar tarafından dişlerin gelişimi ile iskeletsel yaş arasındaki ilişki araştırılmıştır. Demisch ve Wartmann, dental ve iskeletsel yaş arasında yüksek korelasyon olduğunu rapor etmiştir (77). Bazı çalışmalar ise iskeletsel olgunlaşma ile dişlerin kalsifikasyon derecesi arasında ilişki olduğunu göstermiştir (78-80). Mandibular kanin dişin mineralizasyon aşamalarının, diğer dişlerin mineralizasyon aşamalarına göre iskelet yaşıyla daha çok ilişkili olduğu belirtilmiştir (81, 82). Bireysel iskelet olgunluğunun göstergesi olarak dişlenme aşamalarının tanısal performansı üzerine yapılan bir çalışmada, erken karma dişlenme evresinin prepubertal iskelet olgunluğunun tanımlanması için güçlü tanısal değer gösterdiği bulunmuştur (83).

Aceson ve Duperteuis, Lewis ve Garn ve Tanner dişlerin sürmesi ve iskeletsel yaş arasında düşük veya önemsiz bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarındaki uyumsuzluğun nedeni olarak kullanılan metotlardaki farklılıklar görülmüştür (77).

2.4.1. Dental Yaş Tahmininde Sık Kullanılan Yöntemler

Demirjian Metodu

Demirjian ve arkadaşları, ailelerinin kökenleri Kanadalı Fransızlar olan ve herhangi bir rahatsızlığı bulunmayan, 2-20 yaş arası çocukların panoramik radyografilerini kullanarak dental yaş tahmini tekniğini geliştirmişlerdir. Radyografiler kız ve erkek olarak iki grupta değerlendirilmiştir. Bu metotta mandibular sol yedi daimi dişin gelişim aşamalarına göre A'dan H'ye sekiz sınıf oluşturulmuştur (Şekil 2.2) (22).



Şekil 2.2. Daimi dişlerin gelişim aşamaları (22).

Kız ve erkek bireyler için her bir dişin farklı gelişim aşamalarına değer verilmiştir (Tablo 2.1.) (22).

Tablo 2.1. Kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı dişlerin her bir gelişim aşaması için verilen değerler (22).

ERKEK								
Aşamalar	Diş No							
	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	2.1	3.5	5.9	10.1	12.5	13.2	13.6	15.4
M1			0.0	8.0	9.6	12.3	17.0	19.3
PM2	1.7	3.1	5.4	9.7	12.0	12.8	13.2	14.4
PM1		0.0	3.4	7.0	11.0	12.3	12.7	13.5
C			0.0	3.5	7.9	10.0	11.0	11.9
I2			0.0	3.2	5.2	7.8	11.7	13.7
I1				0.0	1.9	4.1	8.2	11.8

KIZ								
Aşamalar	Diş No							
	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	2.7	3.9	6.9	11.1	13.5	14.2	14.5	15.6
M1			0.0	4.5	6.2	9.0	14.0	16.2
PM2	1.8	3.4	6.5	10.6	12.7	13.5	13.8	14.6
PM1		0.0	3.7	7.5	11.8	13.1	13.4	14.1
C			0.0	3.8	7.3	10.3	11.6	12.4
I2			0.0	3.2	5.6	8.0	12.2	14.3
I1				0.0	2.4	5.1	9.3	12.9

Yaş tahmini yapılırken dişlere gelişim aşamasına göre değerler verilir ve daha sonra bu değerler toplanarak araştırmacılar tarafından oluşturulan değerleri dental yaşa dönüştüren tabloyla eşleştirilir (Tablo 2.2.) (22).

Tablo 2.2. Değerlerin toplamının cinsiyete göre yaşa dönüştürülmesi (22).

Yaş	Değer		Yaş	Değer		Yaş	Değer		Yaş	Değer	
	Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız		Erkek	Kız
3.0	12.4	13.7	7.0	46.7	51.0	11.0	92.0	94.5	15.0	97.6	99.2
.1	12.9	14.4	.1	48.3	52.9	.1	92.2	94.7	.1	97.7	99.3
.2	13.5	15.1	.2	50.0	55.5	.2	92.5	92.3	.2	97.8	99.4
.3	14.0	15.8	.3	52.0	57.8	.3	92.7	92.6	.3	97.8	99.4
.4	14.5	16.6	.4	54.3	61.0	.4	92.9	92.9	.4	97.9	99.5
.5	15.0	17.3	.5	56.8	65.0	.5	93.1	93.2	.5	98.0	99.6
.6	15.6	18.0	.6	59.6	68.0	.6	93.3	93.5	.6	98.1	99.6
.7	16.2	18.8	.7	62.5	71.8	.7	93.5	93.7	.7	98.2	99.7
.8	17.0	19.5	.8	66.0	75.0	.8	93.7	94.0	.8	98.2	99.8
.9	17.6	20.3	.9	69.0	77.0	.9	93.9	94.2	.9	98.3	99.9
4.0	18.2	21.0	8.0	71.6	78.8	12.0	94.0	96.3	16.0	98.4	100.0
.1	18.9	21.8	.1	73.5	80.2	.1	94.2	96.4			
.2	19.7	22.5	.2	75.1	81.2	.2	94.4	96.5			
.3	20.4	23.2	.3	76.4	82.2	.3	94.5	96.6			
.4	21.0	24.0	.4	77.7	83.1	.4	94.6	96.7			
.5	21.7	24.8	.5	79.0	84.8	.5	94.8	96.8			
.6	22.4	25.6	.6	80.2	84.8	.6	95.0	96.9			
.7	23.1	26.4	.7	81.2	85.3	.7	95.1	97.0			
.8	23.8	27.2	.8	82.0	86.1	.8	95.2	97.1			
.9	24.6	28.0	.9	82.8	86.7	.9	95.4	97.2			

Tablo 2.2. (Devam) Değerlerin toplamının cinsiyete göre yaşa dönüştürülmesi (22).

5.0	25.4	28.9	9.0	83.6	87.2	13.0	95.6	97.3
.1	26.2	29.7	.1	84.3	87.8	.1	95.7	97.4
.2	27.0	30.5	.2	85.0	88.3	.2	95.8	97.5
.3	27.8	31.3	.3	85.6	88.8	.3	95.9	97.6
.4	28.6	32.1	.4	86.2	89.3	.4	96.0	97.7
.5	29.5	33.0	.5	86.7	89.8	.5	96.1	97.8
.6	30.3	34.0	.6	87.2	90.2	.6	96.2	98.0
.7	31.1	35.1	.7	87.7	90.7	.7	96.3	98.1
.8	31.8	36.8	.8	88.2	91.1	.8	96.4	98.2
.9	32.6	37.0	.9	88.6	91.4	.9	96.5	98.3
6.0	33.6	38.0	10.0	89.0	91.8	14.0	96.6	98.3
.1	34.7	39.1	.1	89.3	92.1	.1	96.7	98.4
.2	35.8	40.2	.2	89.7	92.3	.2	96.8	98.5
.3	36.9	41.3	.3	90.0	92.6	.3	96.9	98.6
.4	38.0	42.5	.4	90.3	92.9	.4	97.0	98.7
.5	39.2	43.9	.5	90.6	93.2	.5	97.1	97.8
.6	40.9	46.7	.6	90.8	93.5	.6	97.2	98.0
.7	42.0	46.7	.7	91.3	93.7	.7	97.3	98.1
.8	43.6	48.0	.8	91.6	94.0	.8	97.4	98.2
.9	45.1	49.5	.9	91.8	94.2	.9	97.5	98.3

Willems Metodu

Willems ve arkadaşları, Demirjian metodunun Belçika popülasyonundaki güvenilirliğini değerlendirerek bu metodun yaşı olduğundan fazla saptadığını

bildirmişleredir. Sonrasında, Willems ve arkadaşları Demirjian'ın her bir dişin gelişim aşaması için belirlediği değerleri güncellemişlerdir (Tablo 2.3.) (84).

Tablo 2.3. Willems ve arkadaşlarının cinsiyete göre güncellediği değerler (84).

ERKEK								
Aşamalar	Diş No							
	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0.18	0.48	0.71	0.8	1.31	2	2.48	4.17
M1				0.69	1.14	1.6	1.95	2.15
PM2	0.08	0.05	0.12	0.27	0.33	0.45	0.4	1.15
PM1	0.15	0.56	0.75	1.11	1.48	2.03	2.43	2.83
C				0.04	0.31	0.47	1.09	1.9
I2			0.55	0.63	0.74	1.08	1.32	1.64
I1			1.68	1.49	1.5	1.86	2.07	2.19
KIZ								
Aşamalar	Diş No							
	A	B	C	D	E	F	G	H
M2	0.14	0.11	0.21	0.32	0.66	1.28	2.09	4.04
M1				0.62	0.9	1.56	1.82	2.21
PM2	-0.19	0.01	0.27	0.17	0.35	0.35	0.55	1.51
PM1	-0.95	-0.15	0.16	0.41	0.6	1.27	1.58	2.19
C			0.6	0.54	0.62	1.08	1.72	2
I2				0.29	0.32	0.49	0.79	0.7
I1			1.83	2.19	2.34	2.82	3.19	3.14

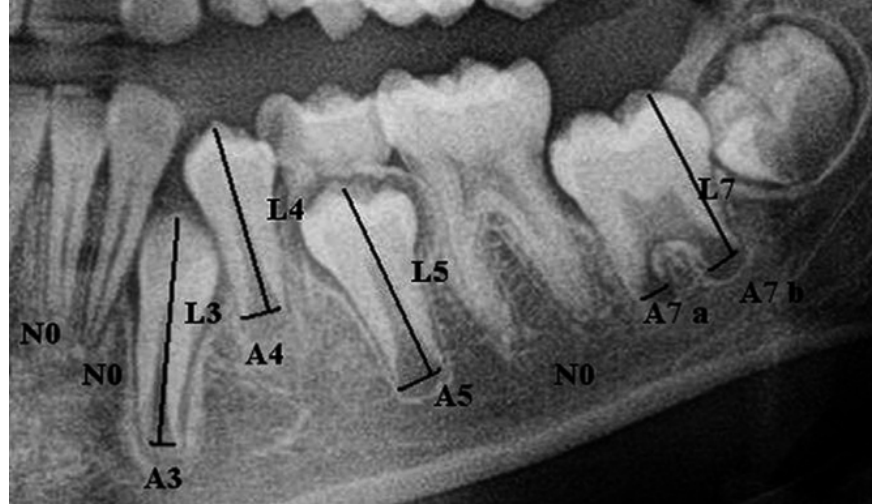
2.5. Cameriere Yaş Tahmin Metotları

Cameriere ve arkadaşları, 2006 yılında 5-15 yaşları arasında 455 İtalyan çocuğun mandibular sol yedi daimi dişinin radyolojik görüntülerini kullanarak yaptıkları çalışmada, dişlerin apekslerindeki açıklık ile yaş arasındaki ilişkiye dayalı kronolojik yaş tespitine olanak sağlayan bir formül oluşturmuşlardır (1). Aynı yıl Cameriere ve arkadaşları el-bilek radyografilerini kullanılarak yaş tespiti yapmak için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir (52). 2008 yılında bu iki çalışma ışığında açık apekslerin ölçümü ve el-bilek kemiklerinin mineralizasyonunu kullanarak çocuklarda kronolojik yaşı değerlendirmek için yeni bir yöntem sunmuşlardır (18). Sonraki yıllarda Cameriere ve arkadaşları dördüncü servikal vertebranın (C4) kronolojik yaş ile

ilişkini incelemişlerdir (85). Mandibular sol yedi dişin apeksinin kapalı olduğu durumlar için ise aynı taraftaki sol üçüncü molar dişi inceleyerek 14 yaş üstü çocukların yaş tespiti için yeni bir yöntem oluşturulmuştur (86).

2.5.1. Cameriere Metodu: Açık Apeksli Dişler

Bu yöntemde mandibular sol yedi daimi diş üzerinde değerlendirme yapılmaktadır. Apeksi kapalı dişler hesaplamaaya ayrı bir kod verilerek (N_0) dahil edilmiştir. Tek köklü dişlerin apekslerinin iç tarafındaki açıklık ölçülerek kaydedilir (A_i , $i=1,...,5$). İki köklü dişler için iki ayrı kökün apekslerinin iç tarafındaki açıklıkların ölçümleri toplanır (A_i , $i=6, 7$). Radyografiler arasındaki olası büyütme ve açısal farklılıkların etkisini engellemek için, ölçümler diş uzunluğuna bölünerek normalize edilir (L_i , $i=1,...,7$). Son olarak, yedi adet mandibular sol daimi dişin normalize edilmiş ölçümleri ($x_i=A_i / L_i$, $i=1,...,7$), normalize edilmiş açık apeksli dişlerin toplamı (s) ve apeksi kapalı dişlerin sayısı (N_0) kullanılarak diş olgunluğu değerlendirilir (Şekil 2.3., Şekil 2.4.) (1).



Şekil 2.3. Ölçümlerin bir örneği, A_i , $i=1,...,5$ (bir köklü dişler) açık apekslerin iç tarafları arasındaki uzaklık; A_i , $i=6, 7$ (iki köklü olan dişler) açık apeksli iki kökün iç tarafındaki uzaklıkları toplamı ve L_i , $i=1,...,7$ sekiz dişin uzunluğu (87).



Şekil 2.4. Çok köklü dişler için ölçüm örneği. A_7 açık her iki kök apeksinin iç taraflarındaki mesafenin toplamı ($A_6=A_{61} + A_{62}$). L_6 molar dişin uzunluğu (1).

Araştırmacılar tarafından yaş ve tahmini değişkenler arasında korelasyon katsayıları değerlendirilmiştir. Morfolojik değişkenlerin ve deneklerin cinsiyetinin bir fonksiyonu olarak tahmini yaş elde etmek için; aşamalı seçim yöntemini kullanarak yaş tahminlerine önemli ölçüde katkıda bulunan değişkenler seçilmiştir ve birinci dereceden etkileşimlerle çoklu doğrusal bir regresyon modeli geliştirmiştir. Yaş ile uyuma katkı sağlayan değişkenler; cinsiyet, ikinci premolar (x_5) değişkenleri, s , N_0 ve s ile N_0 arasındaki birinci dereceden etkileşimdir. Bu nedenle regresyon analizine bu değişkenler dahil edilmiştir ve aşağıdaki regresyon modeli oluşturulmuştur (1);

$$\text{Yaş} = 8.971 + 0.375g + 1.631x_5 + 0.674 N_0 - 1.034s - 0.176N_0s$$

(Formülde g erkekler için 1'e, kızlar için 0'a eşit değerdedir)

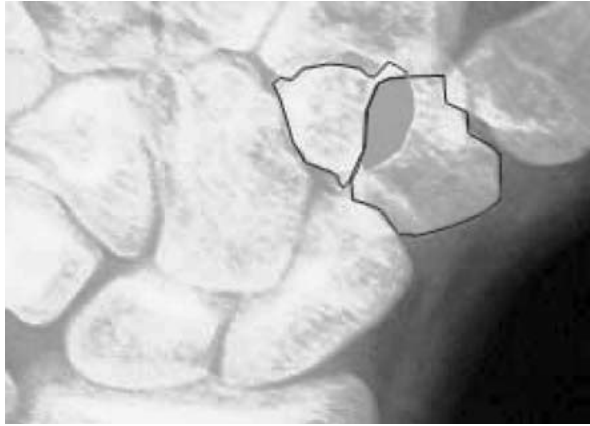
2.5.2. Cameriere Metodu: Karpal Kemikler ve Karpal Alan

Değerlendirme sol elin, parmaklar hafif açılarak alınan posteroanterior radyografisi üzerinde yapılmaktadır. Adobe Photoshop yazılımının poligonal işaretleyicisi ile karpal kemiklerin tamamını kapsayan karpal alan (Ca) işaretlenerek piksel değeri hesaplanır (Şekil 2.5.). Daha sonra bu alan içindeki karpal kemiklerin tek

tek alanları ve ulna ile radiusun epifizlerinin piksel değerleri ölçülerek toplanır (Bo). İki kemiğin üst üste geldiği (süperpoze olduğu) durumlarda kesişim alanı bir kez eklenmektedir. Son olarak ölçümleri normalleştirmek için, toplam kemik alanı ile karpal alan arasındaki Bo/Ca oranı hesaplanır (Şekil 2.6.) (52).



Şekil 2.5. Adobe Photoshop programı kullanılarak karpal alanın işaretlenmesinin bir örneği (52).



Şekil 2.6. Karpal kemiklerin işaretlenmesinin örneği. Trapezium ve trapezoid kemiklerin kesiştiği alan (gri bölge) sadece bir kez hesaplanır (52).

Yaş ve oran arasındaki ilişkiyi tanımlamak için basit bir doğrusal regresyon modeli düşünülmüştür. Yaşı doğrusal bir yüzde fonksiyonu olarak tanımlayan regresyon modeli, aşağıdaki doğrusal regresyon formülünü vermiştir (52);

$$\text{Yaş} = -3,253 + 0,719g + 20,610\text{Bo}/\text{Ca}$$

(Formülde g erkekler için 1'e, kızlar için 0'a eşit değerdedir)

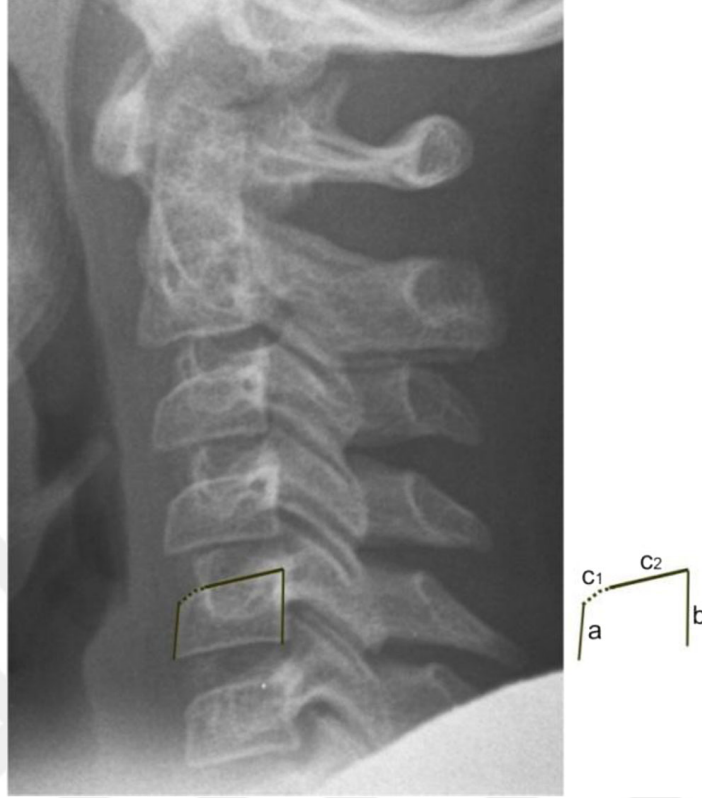
Araştırmacılar bu çalışmalardan sonra dişlerin ve el-bilek radyografilerinin yaş göstergesi olarak önemini görmüş ve kronolojik yaşı daha doğru tahmini için diş ve el-bilek radyografilerinin birlikte kullanılması gerektiğini savunmuşlardır. Bu düşüncenin ışığında aynı istatistiksel yöntemler kullanarak yeni bir formül geliştirmişlerdir (18);

$$\text{Yaş} = 4,619 + 0,401g + 0,551N_0 - 0,647s + 7,63\text{Bo}/\text{Ca} - 0,123 N_0s$$

(Formülde g erkekler için 1'e, kızlar için 0'a eşit değerdedir)

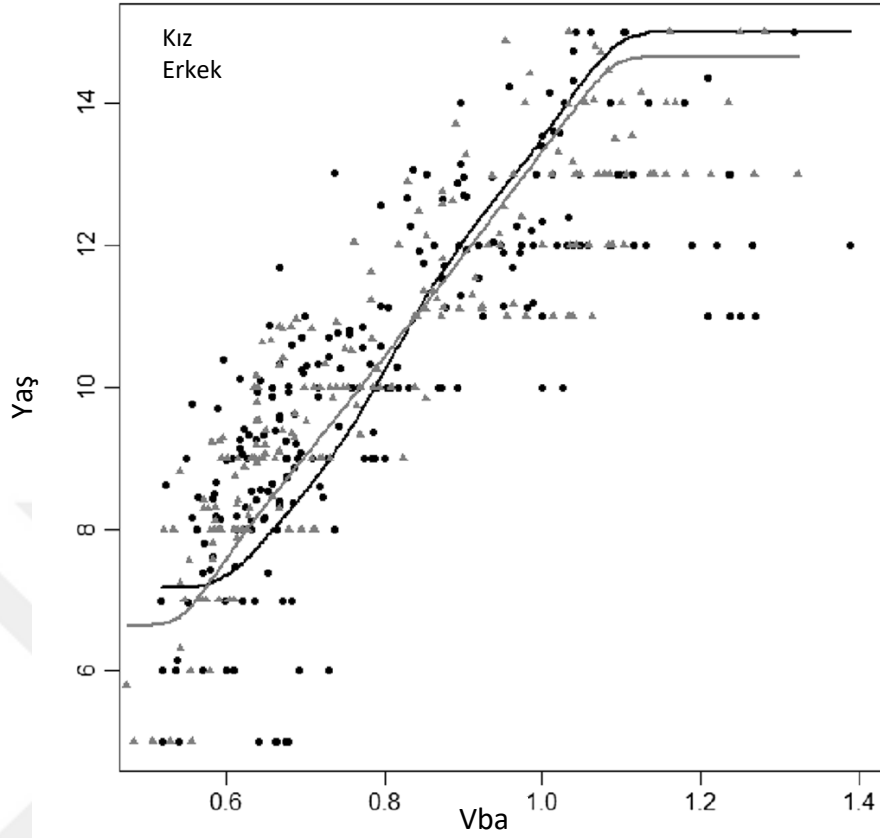
2.5.3. Cameriere Metodu: Dördüncü Servikal Vertebra

Cameriere ve arkadaşları çocuklarda ve genç adölesanlarda yaş tahmini için C4 vertebraların büyümesini kullanmanın uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir (85). Yamuk şeklinde izlenen C4 vertebral gövdenin, arka ve ön taraflarının radyolojik projeksiyonları arasındaki oranlarının yaşa göre farklılık gösterdiğini savunmuşlardır. Yaş tahmininde vertebra gövdesinin arka kısmı (b), ön kısmı (a) ve bunların oranı kullanılmıştır (Vba) (Şekil 2.7). Olasılık modeli olarak asimetrik Laplace dağılımıyla, yaş tahmini için Bayesian kalibrasyon yöntemi geliştirilmiştir (85).



Şekil 2.7. Dördüncü servikal vertebranın gövdesinin ön (a) ve arka (b) kısmı. Gövdenin ön kısmı (a) vertebranın üst tarafına (C₂) kıvrıldığı (C₁) noktaya kadar ölçülmüştür (85).

İstatistiksel çalışmalar sonucunda Vba'nın kızlarda 13, erkeklerde 14 yaştan sonra değişmeyeceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle çalışmadaki yaş aralığı 5-14 yaş olarak sınırlandırılmıştır. Belirli bir Vba değeri için kronolojik yaşı tek değerli tahmini uygulanmış ve istatistiksel analizlerle Vba'nın fonksiyonu olarak bildiren veriler kullanılarak elde edilen grafikler ile sunulmuştur (Şekil 2.8.) (85).



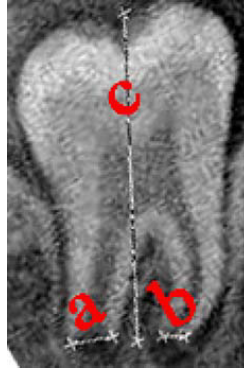
Şekil 2.8. Kalibrasyon dağılım araçları kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrileri ile birlikte Vba'nın fonksiyonu olarak yaşı tahmin etmek için kullanılan erkek ve kız deneklerin veri grafiği örneği (85).

2.5.4. Cameriere Metodu: Üçüncü Molar ve Eşik Değeri

Cameriere ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, dişlerin açık apeksleri ölçülerek 14 yaş ve üzeri çocukların ayırt edilebilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılan ölçümler; [1] Kök gelişimi tamamlanmış (köklerin apikal uçları tamamen kapalı) mandibular sol daimi dişlerin sayısı ve ikili değişken C (C=1 eğer yedi mandibular dişin apeksleri kapalıysa, C=0 mandibular yedi dişte en az 1 tanesinin apeksi açıksa) ve [2] üçüncü molar olgunluk indeksidir (D_{3M}). D_{3M} , açık apeksli dişlerin ölçümü için kullanılan yöntemle elde edilir. Bu ölçümlerle analizler yapılmış ve bir bireyin 14 yaşından daha küçük veya daha büyük olduğunu belirlemek için kullanılabilecek bir eşik (cut-off) değeri elde edilmiştir (86).

Çalışmanın sonucunda, mandibular sol yedi daimi dişin tamamının apekslerinin kapalı olması ve üçüncü molar dişin açık apekslerinin normalleştirilmiş ölçümünün 1.1'den daha düşük olması durumunda, bir bireyin 14 yaşında veya daha büyük olduğu ortaya konulmuştur (86).

Yapılan başka bir çalışmada iki hedef belirlenmiştir. Birincisi, açık apeksli üçüncü molar dişlerin ölçümleri kullanılarak bireyin 18 yaşında veya daha büyük olduğunun belirlenmesi ile adli vakalara yardımcı olabilmektir. İkinci olarak ise bu yöntemin duyarlılığının ve özgüllüğünün Demirjian'ın G ve H evreleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Genç insanlarda yaş tahmini için üçüncü molarların Demirjian tablosuna uygunluğu değerlendirilmiştir (88). 18 yaş altı ve üstü bireyler arasında ayırım yapmak için, her bireyin mandibular sol üçüncü molar diş köklerinin apikal uçları analiz edilmiştir ve üçüncü molar olgunluk indeksi (I_{3M}) tanımlanmıştır. Eğer dişin apikal uçları tamamen kapalı ise $I_{3M}=0$ olarak alınmış, eğer açıklık var ise daha önce tanımlanmış apikal ölçüm kriterlerine göre ölçüm yapılmıştır (Şekil 2.9.) (88).



Şekil 2.9. Açık apeksli daimi üçüncü molar diş indeksi ölçümüne bir örnek (88).

Ölçümlerle istatistiksel analizler yapılmış ve bir bireyin 18 yaşından küçük veya büyük olduğunu belirlemek için kullanılabilecek bir I_{3M} eşik değeri elde edilmiştir. Eğer I_{3M} değeri 0.08 den küçük ise bireyin 18 yaşında veya 18 yaşından büyük olduğu sonucuna varılmıştır. Cameriere ve arkadaşları adli vakalarda bireyin yetişkinliğini (18 yaş) ispatlamak için bu yönteminin kullanımının güvenilir olduğunu belirtmişlerdir

(88). Demirjian yöntemiyle karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlarda ise, H evresindeki erkeklerin %96'sının ve kadınların %98'inin 18 yaşında veya 18 yaşından büyük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yetişkin yaşını belirlemek için H evresinin kullanımının hatalı sonuç verebileceği rapor edilmiştir (88).

2.6. Yaş Tahmininde Sıklıkla Kullanılan İstatistiksel Değerlendirmeler

Regresyon Analizi: Regresyon analizi, bir değişkenin diğeriyle nasıl ilişkili olduğunu tanımlamamıza izin veren istatistiksel bir araçtır. Bu tanım, tek bir denklemde yalnızca iki değişken içeren basit bir tanım olabilir veya çok sayıda değişkene ve hatta her birinden belki de yüzlerce denkleme sahip çok karmaşık bir yapıdan oluşabilir (89). Regresyon analizi, doğrusal, çoklu doğrusal ve doğrusal olmayan gibi çeşitli varyasyonları içerir. En yaygın modeller basit doğrusal ve çoklu doğrusal denklemlerdir (90).

Basit regresyon denklemi şöyledir;

$$Y = a + \beta X + \epsilon$$

Y – Bağımlı değişken

X – Bağımsız değişken

a – Sabit, doğrunun Y eksenini kestiği nokta

β – Regresyon katsayısı

ϵ – Hata terimi

Korelasyon Analizi: Korelasyon analizi, aralarında ilişki olduğu bir teori tarafından kabul edilen veya en azından akla ve mantığa uygun olarak aralarında ilişki olduğu düşünülen iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemeye yarayan analiz tekniğidir (91).

Korelasyon katsayısı r harfi ile gösterilir. “r” değeri -1 ile +1 arasında değişmektedir. “r” değeri -1’e yakın ise değişkenler arasında negatif yönde korelasyon varken, +1’e yakın olduğunda ise pozitif yönde korelasyon mevcuttur.

Eğer “r” sıfıra yakın değerler alıyorsa iki değişken arasında bir ilişki olmadığı sonucu çıkmaktadır (92).

Belirtme Katsayısı (R^2): Belirtme katsayısı veya determinasyon katsayısı deneysel verilerin tahmin edilen regresyon modeli ile ne kadar açıklanabildiğini gösteren ölçüdür. Yani bağımlı değişkendeki değişimlerin ne kadarının bağımsız değişkenler ile açıklanabildiğini yüzde olarak gösteren katsayıdır. Bu değer 0 ile 1 arasında yer almaktadır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 05 Mayıs 2020 tarih ve 16969557-660 sayılı onayı ile yürütülmüştür. Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na 01.01.2010-01.01.2020 tarihleri arasında tedavi amacıyla başvuran, herhangi bir büyüme ve gelişim bozukluğu olmayan, 5-14 yaşları arasında, arşiv kaydında aynı tarihte çekilmiş dijitalize sol el-bilek ve panoramik radyografileri yer alan çocuklar dahil edilmiş ve veriler retrospektif olarak incelenmiştir.

Ortodontik tedavi amacıyla başvuran çocukların radyografik görüntüleri tek uygulayıcı tarafından Soredex Cranex-D dijital sefalometrik ve panoramik sistemleri ile alınmıştır. Posteroanterior projeksiyonda sol el-bilek radyografisi, parmaklar hafif aralıklı olacak şekilde konumlandırılarak çekilmiştir. Maruz kalma dozları yaşa, maruziyet bölgesine ve doku kalınlığına göre en yüksek cilt dozu ve etkili doz analiz edilerek hesaplanmıştır. Alınan radyografilerin kVp miktarı 57 kVp/10 mAs ile 85 kVp/10 mAs arasında değişmektedir. Kaynak görüntü mesafesi sabittir.

Arşiv kaydından alınan radyografiler JPEG (Joint Photographic Experts Group) formatında kaydedilmiştir. Her bir hastaya ait panoramik ve el-bilek radyografisi çiftine bir numara verilmiştir. Verilen numaralar ile hastaların doğum tarihleri, cinsiyetleri, radyografilerin alınma tarihleri bir araştırmacı tarafından (B.Ö.) şifre ile korunan Microsoft Excel® dosyasına kaydedilmiştir. Her vakanın kronolojik yaşı radyografin alınma tarihinden çocukların doğum tarihi çıkarılarak hesaplanmış ve Microsoft Excel® dosyasına eklenmiştir.

Farklı bir araştırmacı (E.F.Ö.T.) tarafından radyografiler üzerinde yapılması gereken ölçümler tamamlanmıştır. Bu amaçla 3.0 GHz, 6 Çekirdekli İşlemci, 4.1 GHz'e kadar Turbo Boost, 1 TB Depolama Kapasitesi, Retina 5K Ekran özelliklerine sahip 27 inç ekrana sahip masaüstü bilgisayarda IMAGE J (IMAGE J 1.53, Wayne Rasband, NIH, ABD) programı kullanılmıştır. Bulunan değerler hastanın kronolojik yaşını içermeyen,

sadece hasta numarası ve cinsiyetinin yer aldığı ayrı bir Microsoft Excel® dosyasına eklenmiştir.

Gözlemci içi korelasyon değerlendirilmesi: Radyografiler üzerindeki ölçümleri yapan tek araştırmacının değerleyici içi güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla tüm ölçümler tamamlandıktan iki hafta sonra, randomize olarak seçilen (www.random.org) on beş hastaya ait adet el-bilek ve panoramik radyografiler üzerinde ölçümler tekrarlanmıştır. Gözlemci içi korelasyon “Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (SKK) (Cronbach’s alpha)” ile değerlendirilmiştir. Bu katsayı 0 ile 1 arasında değişmektedir. Katsayı 1’e yaklaştıkça değerleyici içi güvenilirlik artmaktadır.

El-Bilek Radyografilerinin Değerlendirilmesi: Ölçümler Cameriere ve arkadaşlarının tanımlamış olduğu yöntemle uygun şekilde yapılmıştır (27). Öncelikle IMAGE J programı kullanılarak ulna ile radiusun epifizlerini ve karpal kemiklerin tamamını kapsayan karpal alan (Ca) ölçülmüştür (Şekil 3.1.). Daha sonra tek tek sekiz karpal kemiğin alanları ve ulna ile radiusun epifizlerinin kemik alanları ölçülmüştür ve kemik alanı (Bo) değerlerinin elde edilmesi amacıyla bu ölçümler toplanmıştır (Şekil 3.2.). İki kemiğin üst üste geldiği (süperpoze olduğu) durumlarda ortak alan yalnızca bir kez hesaplanmıştır. Son olarak, ölçümleri normalleştirmek için toplam kemik alanı ile karpal alan arasındaki Bo/Ca oranı hesaplanmıştır.

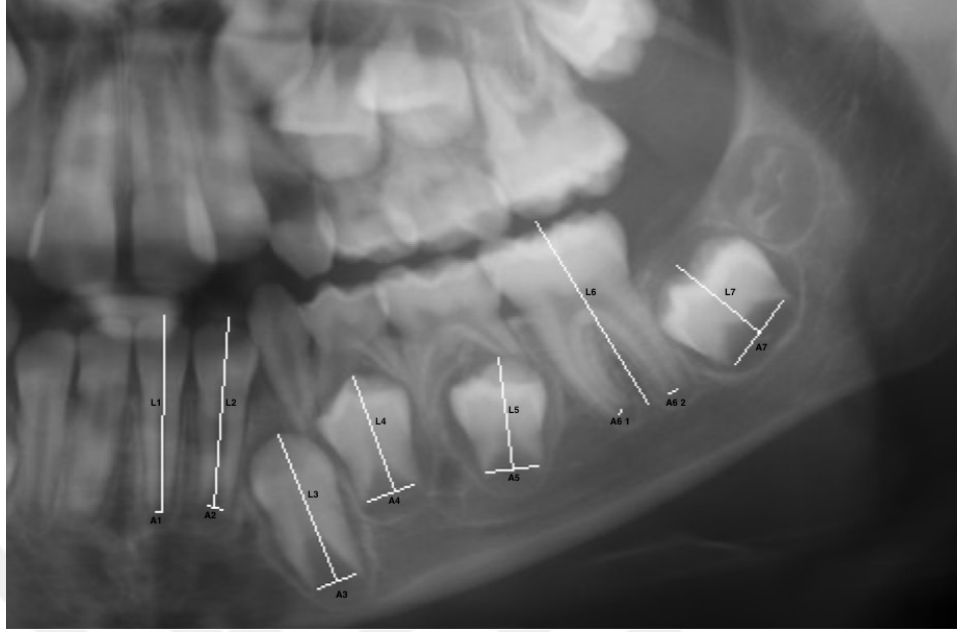


Şekil 3.1. IMAGE J programı kullanılarak karpal alanın işaretlenmesi.



Şekil 3.2. IMAGE J programı kullanılarak sekiz karpal kemiğin ve radius ile ulnanın epifizinin işaretlenmesi.

Panoramik Radyografilerin Değerlendirilmesi: Ölçümler Cameriere ve arkadaşlarının tanımlamış olduğu yöntemle uygun şekilde yapılmıştır (27). Sol alt çenede üçüncü molar diş dışındaki yedi daimi diştten kapalı apeksli olanların sayısı not edilmiş (N_0) ve açık apekslilerin kök uçlarındaki mesafe (A_i , $i=1,...,7$) ölçülüp büyütme farklılıklarını yok etmek için diş uzunluğuna (L_i , $i=1,...,7$) bölünmüştür ($x_i=A_i/L_i$, $i=1,...,7$). Devamında açık apeksli dişlerin ölçümleri toplanmıştır (s) (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Panoramik radyografi üzerinde IMAGE J programı ile ölçüm yapılması. A_i , $i=1, \dots, 5, 7$ (bir köklü dişler) açık apekslerin iç tarafları arasındaki uzaklık; A_i , $i=6, 1, 6, 2$ (iki köklü olan birinci molar için ölçüm, açık apeksli iki kökün iç taraftaki uzaklıkları toplamı) ve L_i , $i=1, \dots, 7$ sekiz dişin uzunluğu

İstatiksel Analiz: Toplanan veriler analiz edilmek üzere *Microsoft Excel* (Versiyon 16.50, Microsoft, ABD) platformuna aktarılmıştır. Cameriere ve arkadaşları tarafından daha önceden formüle edilen denklemler mevcut çalışma verileri ile kronolojik yaş tahmini için test edilmiştir (27). Testler, $p < 0.05$ anlamlılık düzeyi benimsenerek doğrusal (lineer) regresyon ile gerçekleştirilmiştir. Test edilen denklemler aşağıda yer almaktadır;

Denklem 1 (Açık apeksli dişlerin ölçümleri):

$$\text{Yaş T (Diş)} = 8.387 + 0.282g - 1.692x_5 + 0.835N_0 - 0.116s - 0.139N_0s$$

Denklem 2 (Toplam kemik alanı ile karpal alan arasındaki Bo/Ca oranı):

$$\text{Yaş HW (El-Bilek)} = -3.253 + 0.719g + 20.610\text{Bo/Ca}$$

Denklem 3 (Önceki iki ölçümün kombinasyonu ile):

$$\text{Yaş THW (Diş ve El-Bilek)} = 4.619 + 0.401g + 0.551N_0 - 0.647s + 7.163\text{Bo/Ca} - 0.123N_0s$$

Bununla beraber mevcut çalışma verileri kullanılarak yeni bir denklem formüle edilmiştir. Tüm tahminler için dört farklı denklem değerlendirilerek belirtme katsayısı (R^2), standart hata (SH) ve tahminlerin %95 güven aralıkları (CI%95) oluşturulmuştur. Ayrıca doğrusal tahmin modellerinin varsayımları (eş varyanslılık, normallik, doğrusallık ve hata terimlerinin bağımsızlığı) incelenmiştir. Bu çalışmanın örnek verileri kullanılarak bir modelin uyarlanması ve denklemin formülasyonu için ilk olarak ilgili değişkenler (g ; N_0 ; X_5 ; S ; Bo/Ca ve BoS) ayrı ayrı test edildikten sonra (düzeltilmemiş analiz), çoklu modele (düzeltilmiş model) yerleştirme kriteri olan p değeri (anlamlılık değeri) 0.30'a eşit veya daha küçük bulunmuştur. Düzeltilmiş model, p değeri 0.05'ten küçük olan değişkenler ve kesme noktası ile formüle edilmiştir.

4. BULGULAR

Arşiv taraması sonucu 01.01.2010 – 01.01.2020 tarihleri arasında 5-14 yaş aralığındaki 222 çocuğa (117 kız, 105 erkek) ait aynı tarihte çekilmiş dijitalize sol el-bilek ve panoramik radyografi kaydına ulaşılmıştır. Hipodonti sebebiyle üç, mandibular birinci molarların bilateral eksikliği nedeniyle iki, düşük kaliteli panoramik radyografi nedeniyle dokuz, endodontik tedavi uygulanması veya diş pulpasını içeren büyük çürük lezyonları nedeniyle altı çocuk tam veri elde edilmesi mümkün olmadığından çalışma dışı bırakılmıştır. Toplamda kriterleri sağlayamayan 20 çocuğa ait radyografi çifti çalışma dışı bırakılmış ve 109'u kız 93'ü erkek olmak üzere 202 radyografi çifti üzerinde ölçümler tamamlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen çocukların yaş ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilmiş çocukların yaş ve cinsiyete göre dağılımları.

Yaş	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
5.0 - 6.9 Yaş	1	3	4
7.0 - 8.9 Yaş	26	17	43
9.0 - 10.9 Yaş	44	31	75
11.0 - 12.9 Yaş	29	30	59
13.0 - 14.9 Yaş	9	12	21
Toplam	109	93	202

4.1. Gözlemci İçi Korelasyon Değerlendirilmesi

Gözlemci içi korelasyonu değerlendirmek için randomize olarak seçilen toplam 15 vakaya ait radyografiler üzerinde tek bir araştırmacı (E.F.Ö.T) tarafından iki hafta ara ölçümler tekrar edilmiştir. Bu amaçla Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (SKK) (Cronbach's alpha) değerlendirmesinden elde edilen güvenilirlik analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, gözlemci içi uyumun mükemmel düzeyde olduğunu göstermiştir

(Cronbach's alpha>0.90). Gözlemci içi kalibrasyon analizinin sonuçları Tablo 4.2.'de gösterilmektedir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Gözlemci içi kalibrasyon analizinin sonuçları.

Değişken	İlk Ölçümün Ortalaması	İkinci Ölçümün Ortalaması	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
Ca Alanı	11.730.00 (1.723.66)	12.182.66 (1.770.00)	0.992
Bo Alanı	7.429.73 (1.564.15)	7.290.07 (1.502.93)	0.982
A1	-	-	-
L1	-	-	-
A2	4.199.67 (1.081.24)	4.407.67 (809.76)	0.979
L2	92.661.00 (18.015.09)	90.401.00 (20.212.99)	0.997
A3	12.395.79 (7.420.00)	12.081.38 (7.073.13)	0.995
L3	103.752.50 (16.825.92)	101.433.00 (16.238.12)	0.995
A4	13.499.08 (4.159.97)	12.663.46 (3.942.47)	0.978
L4	84.472.70 (16.134.96)	82.664.23 (17.510.16)	0.992
A5	16.623.20 (6.855.72)	15.817.13 (6.155.86)	0.991
L5	76.158.07 (20.445.68)	74.776.13 (20.471.17)	0.996
A6 Mezial	2.337.67 (1.273.54)	2.977.00 (1.121.60)	0.985
A6 Distal	3.334.50 (2.022.74)	3.887.00 (2.265.26)	0.951
L6	110.595.25 (14.966.05)	106.815.50 (13.065.72)	0.973
A7 Mezial	15.705.67 (15,519.41)	14.919.27 (14.230.11)	0.997
A7 Distal	10.734.50 (3.261.06)	10.260.30 (3.189.31)	0.991
L7	76.164.40 (17.158.37)	73.668.40 (17.257.91)	0.996

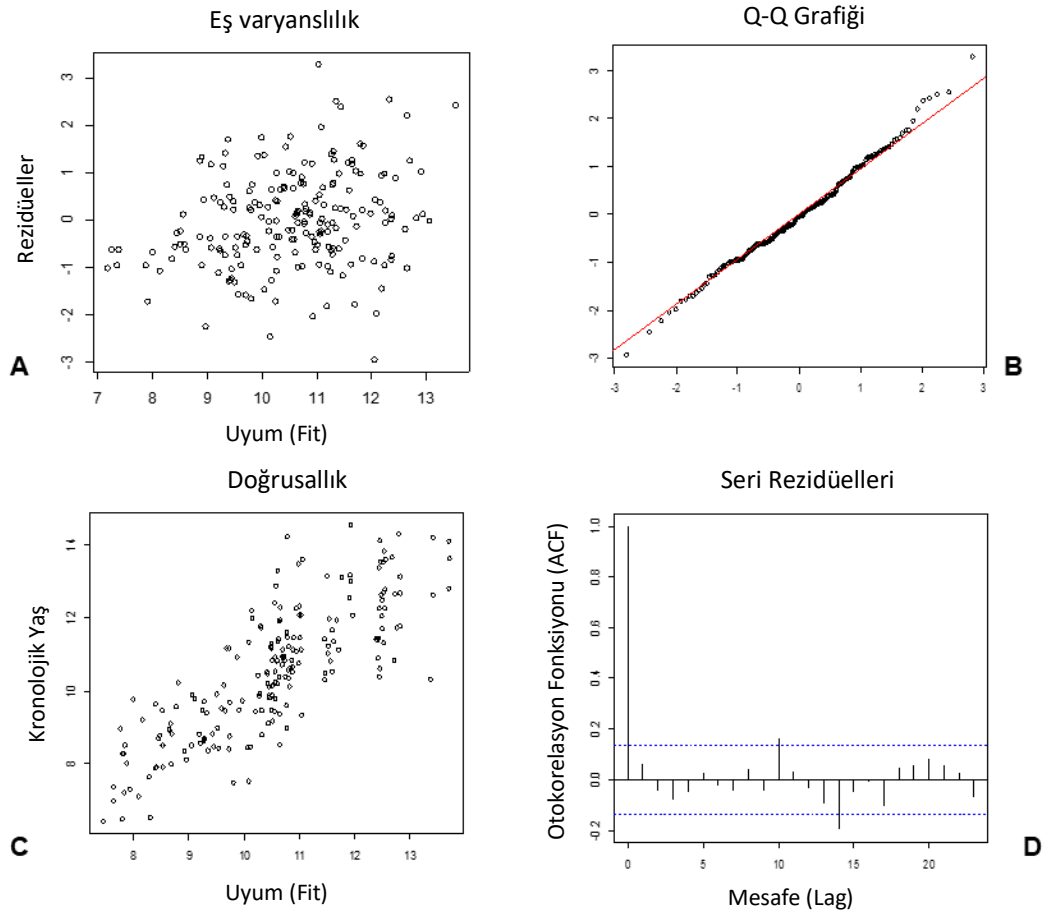
4.2. Yaş Tahmini Formülleri

Yaş T modeli referans alınarak değerlendirilen vakaların %65.3'ünde tahmini yaş kronolojik yaşa benzer bulunmuştur. Birinci denklem kullanılarak yaş tahmini için oluşturulan düzeltilmiş regresyon modeli aşağıdadır;

$$\text{Yaş} = -0.312 + 1.027 \cdot$$

(* Yaş T değeri)

Şekil 4.1.'de Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş T” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri verilmiştir (Şekil 4.1.).



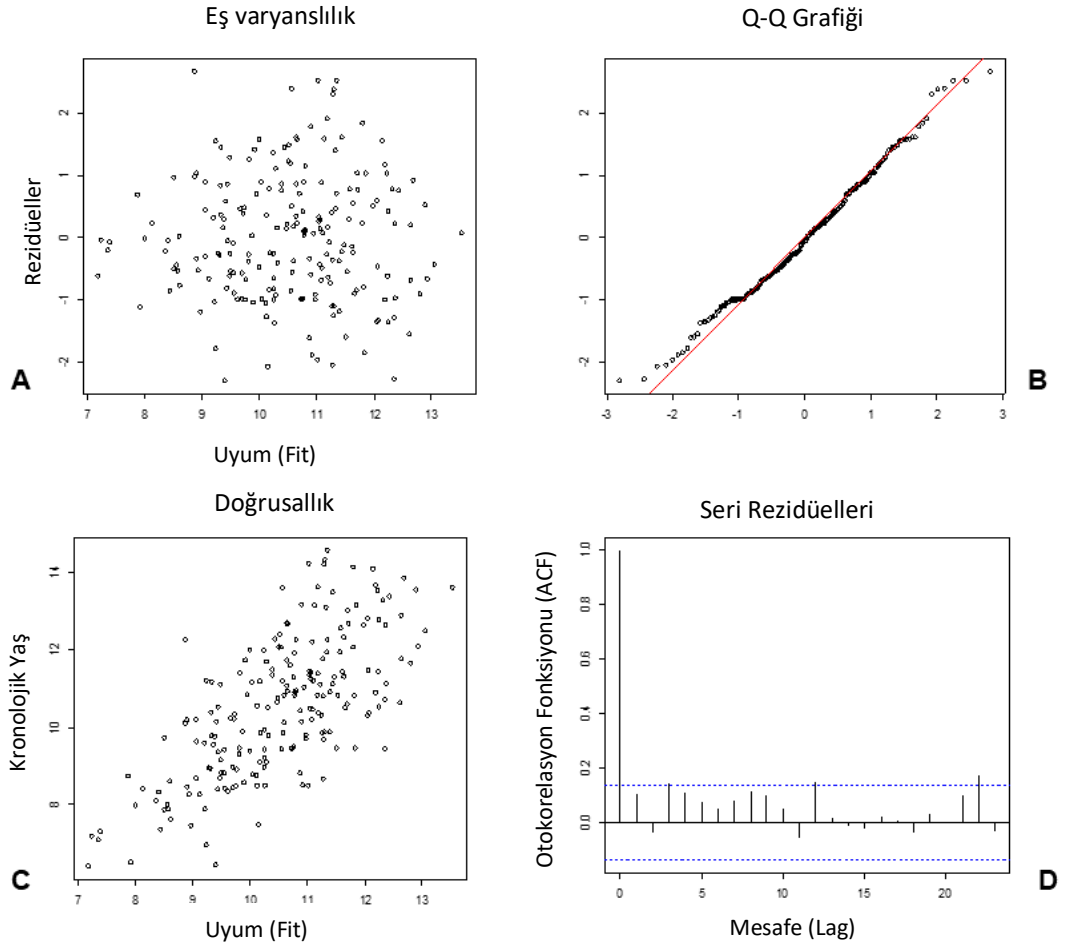
Şekil 4.1. Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş T” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri.

Yaş HW (El-Bilek) modeli referans alınarak değerlendirilen vakaların %48.6'sında tahmini yaş kronolojik yaşa benzer bulunmuştur. İkinci denklem kullanılarak yaş tahmini için oluşturulan düzeltilmiş regresyon modeli aşağıdadır;

$$\text{Yaş} = 5.322 + 0.532 \cdot$$

(* Yaş HW değeri)

Şekil 4.2.'de Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş HW (El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri verilmiştir (Şekil 4.2.).



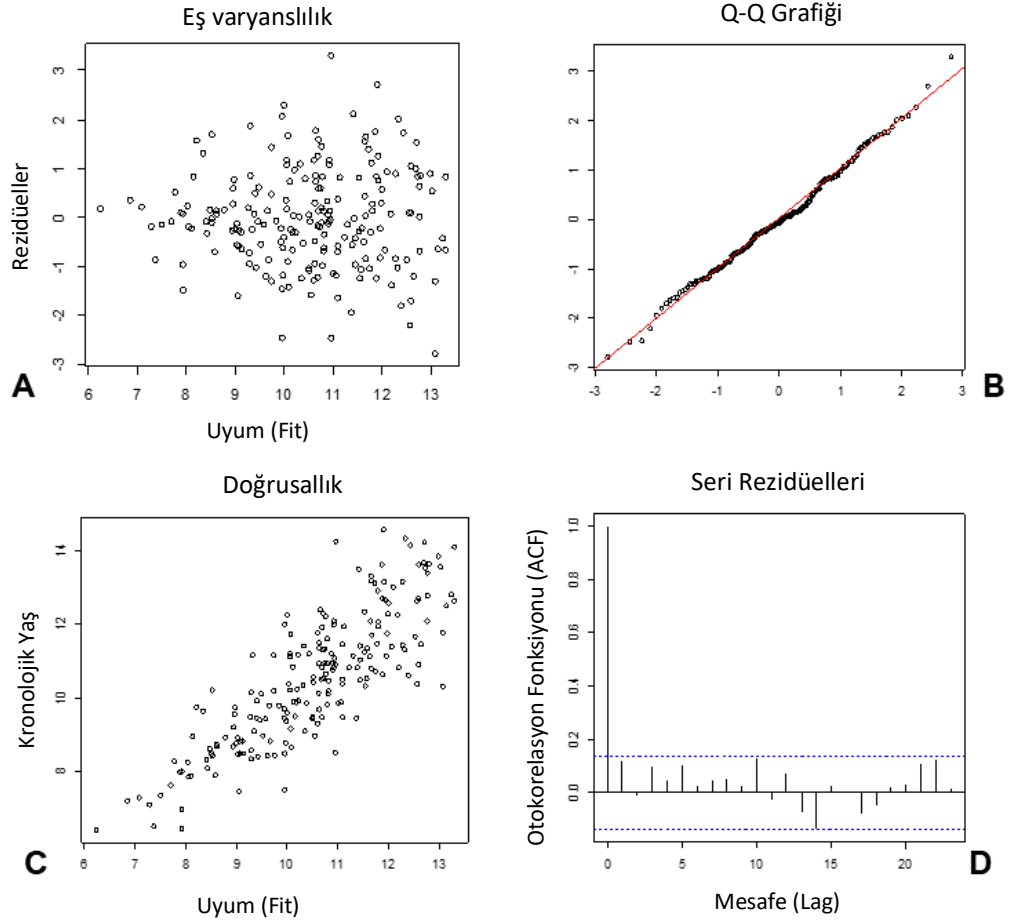
Şekil 4.2. Cameriere ve arkadaşları (27) tarafından formüle edilen “Yaş HW (El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri.

Yaş THW (Diş ve El-Bilek) referans alınarak değerlendirilen modele göre, vakaların %69.1'inde tahmini yaş kronolojik yaşa benzer bulunmuştur. Üçüncü denklem kullanılarak yaş tahmini için oluşturulan düzeltilmiş regresyon modeli aşağıdadır;

$$\text{Yaş} = 2.163 + 0.816 \cdot$$

(* Yaş THW değeri)

Şekil 4.3.'de Cameriere ve ark. (27) tarafından formüle edilen “Yaş THW (Diş ve El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri verilmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Cameriere ve ark. (27) tarafından formüle edilen “Yaş THW (Diş ve El-Bilek)” denkleminde elde edilen düzeltilmiş modelin varsayımlarının dağılım grafikleri.

Çalışmanın değişkenleri, yaşın tahmin edicileri olarak değerlendirildiğinde yaşa %72.8 oranında ulaşan bir tahmin denklemi elde edilmiştir (CI%95=%70.94-%74.65). Bu çalışmanın mevcut verileri kullanılarak elde edilen düzeltilmiş tahmin modeli Tablo 4.3.'de gösterilmektedir. Yapılan analizlerin sonuçlarında cinsiyetin, s, N₀, Bo/Ca değişkenlerinin ve s ile N₀ arasındaki etkileşimin uyuma önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermektedir (Tablo 4.3.).

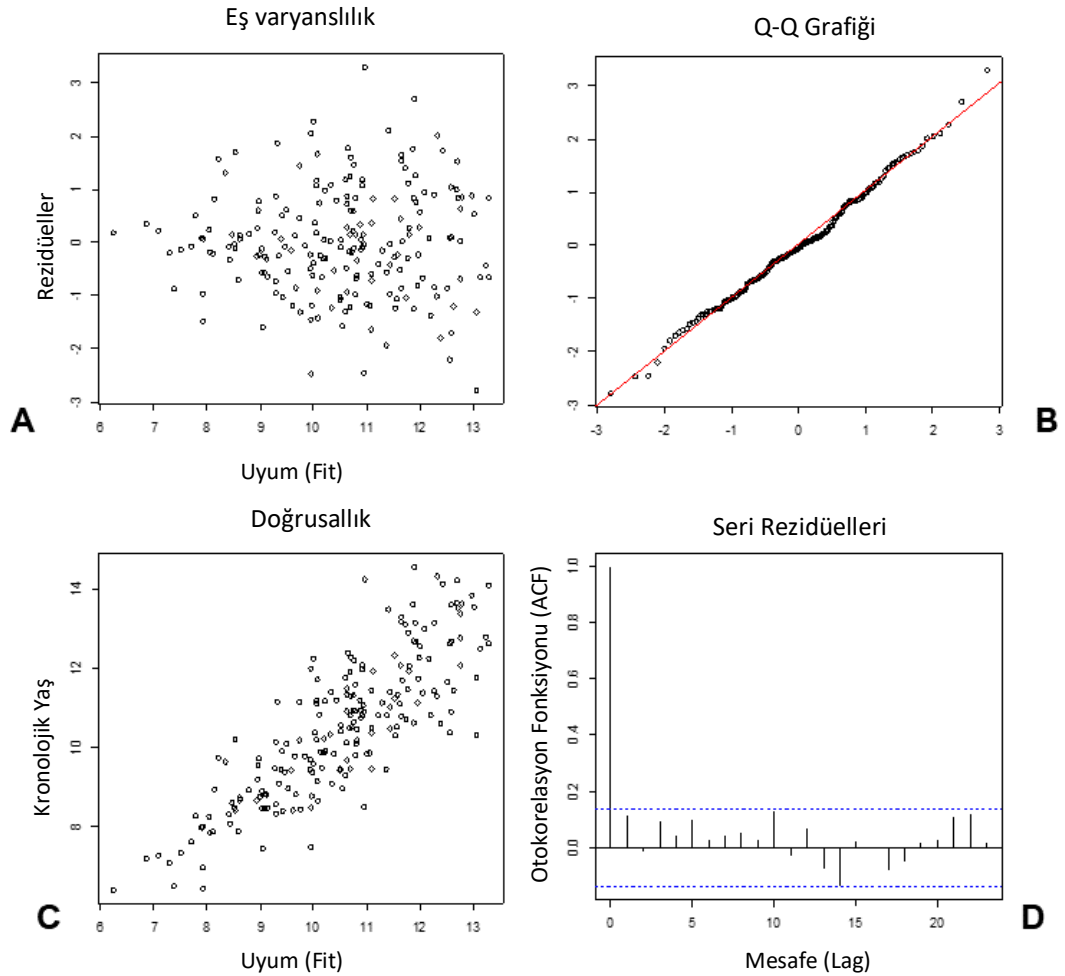
Tablo 4.3. Türk popülasyonundan elde edilen diş ve el-bilek değişkenleri kullanılarak tahmin modelinin düzeltilmesine ilişkin sonuçlar.

Değişkenler	Kategoriler	p	Düzeltilmemiş		
			b	Tahmin Hatası	R ²
g	0	-			
	1	0.261	0.284	1.786	%0.00
N ₀		<0.001	0.935	1.154	%58.52
s		<0.001	-2.130	1.106	%61.92
Bo/Ca		<0.001	9.999	1.346	%43.53
N ₀ s		<0.001	-0.594	1.694	%10.57
Düzeltilmiş					
Kesme Noktası		<0.001	7.359		
g	0	-	1		
	1	<0.001	0.797		
No		<0.001	0.427	0.945	%72.80
s		<0.001	-0.797		
Bo/Ca		<0.001	3.954		
N ₀ s		0.003	-0.212		
Mevcut Çalışma Verilerinden Elde Edilen Tahmin Denklemi					
Yaş THW (Diş ve El-Bilek)=7.359 + 0.797g + 0.427N ₀ – 0.797s + 3.954Bo/Ca – 0.212N ₀ s					

Doğrusal (Lineer regresyon): b=Regresyon katsayısı, R²= Belirtme Katsayısı, Anlamlılık Seviyesi=p<0.05.

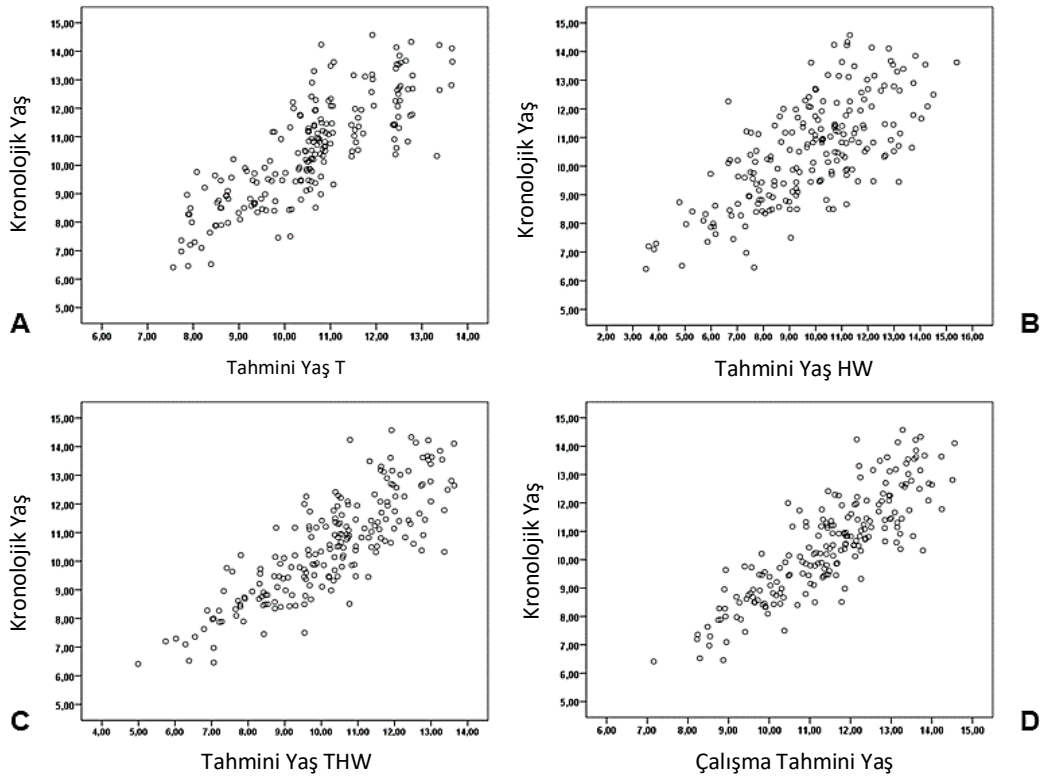
Şekil 4.4.'te Türk popülasyonundaki çocukların diş ve el-bilek değişkenlerinden elde edilen tahmin denkleminde ait varsayımların dağılım grafikleri verilmiştir (Şekil 4.4.).

Farklı modeller için doğrulanan eş varyanslılık analizi, grafiklerdeki noktaların rastgele ve düzgün dağıldığını, dolayısıyla hataların bağımsız olduğunu ve sabit varyansa sahip olduğunu göstermiştir. Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normallik testi, rezidüellerin normal bir dağılıma sahip olduğunu göstermiştir. Durbin-Watson testi hataların bağımsız olduğunu ve hatalar arasında otokorelasyon olmadığını doğrulamıştır.



Şekil 4.4. Türk popülasyonundaki çocukların diş ve el-bilek değişkenlerinden elde edilen tahmin denkleminde ait varsayımların dağılım grafikleri.

Değerlendirilen tüm tahminler için eş varyanslılık, normallik, doğrusallık ve bağımsız hata varsayımlarına yer verilmiştir. Mevcut çalışmadan elde edilen denklem referans alınarak yapılan kronolojik yaş ile tahmini yaş arasındaki korelasyon, dağılım grafiğinde daha doğrusal (lineer) olarak bulunmuştur (Şekil 4.5.-D). Bunu sırasıyla THW (Diş ve El-Bilek) (Şekil 4.5.-C) ve HW (El-Bilek) (Şekil 4.5.-B) denklemleri referans alınarak yapılan tahminler izlemiştir. T denklemi (Şekil 4.5.-A) referans alınarak yapılan tahmine yönelik dağılımın grafiğinde ise minör doğrusallık olduğu görülmüştür.



Şekil 4.5. T (Diş), HW (El-Bilek), THW (Diş ve El-Bilek) yöntemleri ve mevcut çalışmadan elde edilen tahmin denklemi ile kronolojik yaş ve tahmini yaş arasındaki uyumluluğu gösteren dağılım grafikleri.

Mevcut çalışmadan elde edilen formül ile hesaplanan kronolojik ve tahmini yaşı cinsiyete göre dağılımları Tablo 4.4.'te yer almaktadır (Tablo 4.4.). Toplam

örnekleme kronolojik yaş ile tahmini yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0.987$). Aynı şekilde kızlarda ve erkeklerde de kronolojik yaş ve tahmini yaş arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.991$ ve $p=0.990$).

Tablo 4.4. Kronolojik ve tahmini yaşı cinsiyete göre dağılımları.

	Vaka Sayısı	Kronolojik Yaş* (Ortalama) (SD)	Tahmini Yaş* (Ortalama) (SD)	Ortalama Fark	Median Fark (IQR)	p
Kız	109	10.39 (1.69)	10.38 (1.46)	-0.010	0.07 (1.19)	0.991
Erkek	93	10.67 (1.88)	10.67 (1.57)	-0.001	0.01 (1.02)	0.990
Toplam	202	10.52 (1.78)	10.52 (1.52)	-0.001	0.04 (1.18)	0.987

Bağımlı Gruplar t Testi. Anlamlılık Seviyesi= $p<0.05$, SD=Standart Sapma, *Yıl olarak verilmiştir, IQR=Çeyrekler Açıklığı.

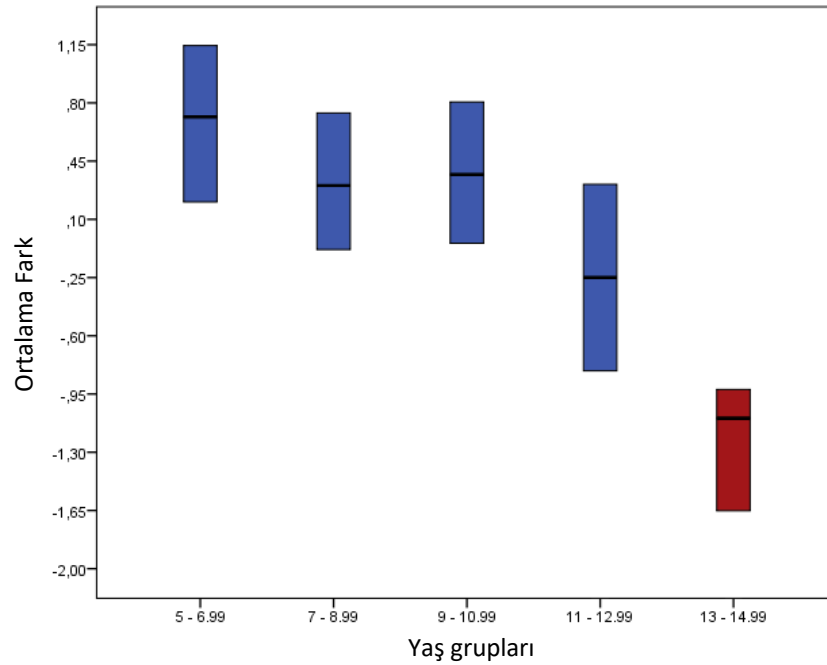
Tablo 4.5.'te kronolojik ve tahmini yaşı yaş gruplarına göre dağılımı verilmiştir. Yaş gruplarının analizinde, 5-6.99, 7-8.99 ve 9-10.99 yaş gruplarında tahmini yaşı kronolojik yaşı üzerinde bulunduğu görülmüştür. Sadece 7-8.99 ve 9-10.99 yaş gruplarında bu durum istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0.001$). Öte yandan 11-12.99 ve 13-14.99 yaş gruplarında tahmini yaşı kronolojik yaşı altında olduğu görülmüştür. Sadece 13-14.99 yaş grubunda bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4.5. Kronolojik ve tahmini yaşı yaş gruplarına göre dağılımı.

Yaş	Vaka Sayısı	Kronolojik Yaş* (Ortalama) (SD)	Tahmini Yaş* (Ortalama) (SD)	Ortalama Fark	Median Fark (IQR)	p
5–6.99	4	6.59 (0.25)	7.26 (0.74)	0.67	0.71 (1.30)	0.144
7–8.99	43	8.32 (0.52)	8.73 (0.83)	0.41	0.30 (0.82)	<0.001
9–10.99	75	10.10 (0.55)	10.45 (0.96)	0.35	0.36 (0.88)	<0.001
11–12.99	59	11.79 (0.55)	11.47 (0.95)	-0.32	-0.24 (1.15)	0.005
13–14.99	21	13.66 (0.45)	12.37 (0.59)	-1.29	-1.09 (0.83)	<0.001

Bağımlı Gruplar t Testi. Anlamlılık Seviyesi= $p < 0.05$, SD= Standart Sapma, * Yıl olarak verilmiştir, IQR=Çeyrekler Açıklığı.

Şekil 4.6.'da yaş gruplarına göre kronolojik ve tahmini yaş arasındaki ortalama farkların dağılım grafiği verilmiştir (Şekil 4.6.).

**Şekil 4.6.** Yaş gruplarına göre kronolojik ve tahmini yaş arasındaki ortalama farkların dağılım grafiği.

Tablo 4.6.'da yaş tahmini için test edilen her bir formüle ait düzeltme faktörleri, karşılık gelen belirtme katsayıları (R^2), korelasyon katsayıları ve modellerin tahmin hataları gösterilmiştir (Tablo 4.6.). Bu çalışmanın verileri ile elde edilen formülün belirtme katsayısının daha yüksek, tahmin hatasının ise daha düşük olması yeni oluşturulan formülün Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaşı tespit edilmesinde Cameriere ve ark. (27) önceki denklemine kıyasla daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.6. Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tahmini için oluşturulan denklemlerin karşılaştırılması.

	Denklem	Belirtme Katsayısı (R^2)	Korelasyon Katsayısı	Tahmin Hatası
“Yaş T” denklemi kullanılarak yapılan yaş tahmini için oluşan denklem (Düzeltilmiş denklem)	$-0.312 + 1.027^* \text{değer (Yaş T)}$	%65.30	0.80	1.05
“Yaş HW” denklemi kullanılarak yapılan yaş tahmini için oluşan denklem (Düzeltilmiş denklem)	$5.322 + 0.532^* \text{değer (Yaş HW)}$	%48.60	0.69	1.28
“Yaş THW” denklemi kullanılarak yapılan yaş tahmini için oluşan denklem (Düzeltilmiş denklem)	$2.163 + 0.816^* \text{değer (Yaş THW)}$	%69.05	0.83	0.99
Mevcut Çalışmanın Tahmin Denklemi	$7.359 + 0.797g + 0.427N_0 - 0.797s + 3.954Bo/Ca - 0.212 N_0s$	%72.80	0.85	0.94

5. TARTIŞMA

Dünya genelinde küçük yaştaki bireylerin artan adli sorunları sebebiyle yaşayan çocukların ve adölesanların yaş tahminine önemli ölçüde ihtiyaç duyulur hale gelinmiştir. Bir suçun mağduru olunması veya bir suçtan şüphelenilmesi durumunda ceza kanunlarının farklı yaşlarda yetişkin olmayan kişiler için değişmesi nedeniyle, kimliği belirsiz yetişkin olmayan kişinin yaşının belirlenmesi gerekli olabilmektedir (6, 93). Yargı sistemi, yasal bir davanın işlenmesinde uygun prosedürlerin gözetilmesini sağlamak için genellikle yaşı bilinmeyen bir çocuğun yaşının saptanmasını talep eder (18). Türk Ceza Kanuna göre suç anında 13 yaşından küçük olan çocuklara ceza uygulanamaz. Bu kanun sağır veya dilsiz çocuklar için 16 yaş olarak belirlenmiştir. Bu nedenle kimliği belirsiz çocukların yaş tayini büyük önem taşımaktadır (87). Ek olarak ülkemizde nüfus kayıtlarının doğumdan hemen sonra yapılmaması gibi nedenlere bağlı kimliği bilinen çocuklar için de yaş tayini gerekebilmektedir (94).

Çocukların büyümesi beslenme, etnik köken, çevresel etkenler gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu sayılan faktörlerden daha az etkilenen, morfolojik yapılarını uzun süre koruyan, fiziksel etkenlere (ısı, vb.) dayanıklı olan dişlerin sert yapısal özellikleri yaş tahmini için daha elverişlidir (95). Günümüzde x-ışınlarıyla elde edilen radyolojik görüntülemenin yaygınlaşması, invaziv olmaması, kolay uygulanabilir ve ucuz olması, yaşayan bireylerde kullanılabilmesi gibi nedenlerle sert dokuların yaş belirteci olarak kullanılması öncelikli olarak tercih edilmektedir (13, 96).

Adli yaş tahmini; fiziksel muayene ve antropometrik analiz, cinsel gelişim değerlendirilmesi, sol elin radyografisi ve panoramik radyografi kullanılarak yapılan diş muayenesinin sonuçları ile belirlenmelidir (6, 93). Toplumlar arasında kemik ve diş gelişim hızında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle çeşitli yaş değerlendirme yöntemlerden çıkan sonuçları yorumlarken dikkatli olunması gerekir (6, 97). Yaş tahmini ile ilgili yapılan çalışmalarda cinsiyete ve yaşlara göre tahmin hataları veya ortalama farklar yer almaktadır. Yasal olarak yaş tahminine ihtiyaç olduğunda, kronolojik yaşı içermesi hedeflenen bir tahmini yaş aralığı belirlenmelidir.

Bu nedenle çalışmaların standart hatalarının veya standart sapmalarının bildirilmesi önem kazanır (27). Kullanılacak yöntemin kronolojik yaşı ne kadar doğru tespit edebildiğini değerlendirerek, kronolojik yaşıla en az değişkenlik gösteren yöntem kullanılmalıdır (98-101).

Çocukların dişlerinin ve el-bilek radyografilerinin morfolojik parametrelerinin incelenmesi, diğer yaş tahmin yöntemlerinin çoğundan daha güvenilir bir yaklaşımdır ve yaşayan bireylerde yaşın belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (58, 79, 97, 102). El-bilek kemiklerinin iskeletsel gelişiminin pubertal atılımla olan yakından ilişkisi birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu ilişki sebebiyle el-bilek radyografileri iskeletsel olgunlaşmayı değerlendirmek için kullanılmıştır (58, 81). Ayrıca ocuk diş hekimliği ve ortodontik tedavi için alınan periapikal ve panoramik radyografiler ile diş gelişim aşamalarının tanımlanması çocukların ve adölesanların fizyolojik olgunluğunun değerlendirilmesine kolaylık sağlayacak bir diğer faktördür (24, 25).

Daha önce yapılan çalışmalar el-bilek kemikleri ve dişlerin yaş tahmininde kullanılmasının önemine dikkat çekmiştir. Literatürde bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanırken, her iki yöntemin bir arada kullanılabileceği önerilmiştir (24, 77, 103, 104). Cameriere, İtalyan popülasyonundaki çocuklarda yaş tahmini için kendi adı ile anılan bu iki yöntemi birlikte kullanmış ve sadece dişlerin veya sadece el-bilek kemiklerinin değerlendirildiği çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında daha yüksek doğruluk oranına ulaşıldığını bildirilmiştir (18). Literatürde dişleri ve el-bilek kemiklerini birlikte kullanan az sayıda çalışma mevcuttur ve bu çalışmalarda iskeletsel yaş ve dental yaş ayrı ayrı değerlendirilerek başarıları karşılaştırılmıştır (23, 24, 103, 104). Uysal ve ark.'nın yaptıkları çalışmada Türk popülasyonunda çeşitli dişlerin kalsifikasyon evreleri ile iskeletsel olgunluk evreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır (104). Çalışmada dental olgunluk tespiti amacıyla mandibular kaninler, premolarlar, ikinci ve üçüncü moların kalsifikasyonları Demirjian yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İskeletsel olgunlaşma için ise el-bilek radyografilerinden Björk, Grave ve Brown sistemine göre dokuz kemikleşme merkezi değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda iskeletsel olgunluk ve dental kalsifikasyon arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (104).

Diş gelişimi güvenilir bir yaş parametresi olarak değerlendirilmekle birlikte bölgesel farklılıklar görülebilmekte ve bu durumun nedeni tam olarak bilinmemektedir (12, 25, 26). Çalışmalar sürme döneminden sonra dişlerin yaş belirlenmesinde kullanılması durumunda hata oranlarının arttığını göstermektedir. Dişlerin bireyin alışkanlıklarına, yaşa veya çevresel faktörlere bağlı değişikliklere maruz kalması bu durumun nedeni olarak gösterilmiştir (105). Benzer şekilde el-bilek kemikleri ile ilgili olarak, bilek eklemesindeki kemikleşme merkezinin görünümündeki farklılıklarda ırk, iklim, diyet ve bölgesel faktörlerin etkilerinin olabileceği söylenmiştir (5, 6, 106). Cunha ve arkadaşları, literatürde var olan yöntemlerin ölçümün yapılacağı spesifik topluma göre uyarlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Böylece daha doğru ve tekrarlanabilir yaş tahmini yapmak mümkün olacaktır (6).

Tüm açıklanan faktörler ışığında mevcut literatür incelendiğinde, Cameriere ve ark.'nın geliştirdiği açık apeksli dişler ile karpal kemikler ve karpal alanın yaş tespiti için değerlendirilmesini içeren yöntemlerin Türk popülasyonundaki çocukların yaş tespitindeki güvenilirliğini değerlendiren herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışmada mandibular yedi daimi dişinin açık apekslerinin ölçümleri ve kemik alanı/karpal alan arasındaki oran kullanılarak geliştirilen Cameriere'nin yaş tahmini yöntemlerinin (27), Türk popülasyonundaki çocuklarda uygulanabilirliği ve güvenilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca mevcut çalışmanın verileriyle Türk popülasyonundaki çocuklarda yaş tespiti için kullanılabilecek yeni bir regresyon modeli oluşturulmuştur.

Çalışmamızda 6-14 yaş arasındaki 202 çocuğa ait veri kullanılmıştır. Sol alt çenede üçüncü molar diş dışındaki yedi daimi diştten kapalı apeksli olanların sayısı hesaplanmış ve açık apekslilerin kök uçlarının iç tarafları arasındaki mesafe ölçülüp büyütme farklılıklarını yok etmek için diş uzunluğuna bölünmüştür. Son olarak açık apeksli dişlerin ölçümleri toplanmıştır. El-bilek ölçümlerinde ulna ile radiusun

epifizlerini ve karpal kemiklerin tamamını kapsayan karpal alan ölçülmüştür. Daha sonra sekiz karpal kemiğin alanları ve ulna ile radiusun epifizlerinin kemik alanları ölçülmüştür. Kemik alanının elde edilmesi için bu ölçümler toplanmıştır. Bu ölçümler kullanılarak Cameriere ve ark.'nın (27) dişler, el-bilek ve kombine yöntem için oluşturdukları formüllerin Türk popülasyonundaki çocuklar için uygulanabilirliği ayrı ayrı değerlendirilmiş ve her denklem için düzeltilmiş regresyon modeli oluşturulmuştur. Türk toplumu için oluşturulmuş üç düzeltilmiş regresyon modeli arasında sadece dişler (Yaş T) kullanılarak yapılan değerlendirme Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaşı %65.30 oranında doğru tahmin ederken, el-bilek verileri (Yaş HW) kullanılarak yapılan değerlendirmede doğru tahmin oranı %48.60'a düşmüştür. Kombine yöntem (Yaş THW) yaş tahmininde diğer iki formüle kıyasla daha doğru yaş tahminine ulaşmış ve oran %69.5 olarak bulunmuştur. Çalışmanın verilerinden elde edilen yeni formül ise yaş tahmininde önceki çalışmadaki üç formülden daha başarılı olmuştur ve tüm varyansların %72.80'ini açıklamıştır.

Cameriere ve ark.'larının 2006 yılında dişlerin açık apekslerinin ölçümleri ile yaptıkları ilk çalışmadaki denklem, çalışmanın tüm varyanslarının %83.6'sını ($R^2=0.836$) açıklamıştır (1), ayrıca el-bilek kemikleri kullanılarak yapılan ilk çalışmada bu değer %83 ($R^2=0.83$) olarak bulunmuştur (52). Cameriere ve ark.'nın 150 İtalyan çocukta el-bilek ve panoromik radyografiler kullanılarak yaptıkları çalışmada denklem tüm varyansların %93'ünü ($R^2=0.93$) açıklamıştır ve standart hata 0.73 olarak hesaplanmıştır (18). De Luca ve ark.'larının İtalyan popülasyonunda el-bilek radyografilerini kullanarak yaptıkları bir diğer çalışma tüm varyansların %83.5'ini ($R^2=0.835$) açıklamıştır ve standart hata 1.54 olarak bildirilmiştir (107). El-Bakary ve ark.'ı yaptıkları çalışmada, daha önce İtalyan çocukların el-bilek radyografilerinin verileri kullanılarak oluşturulan formülün Mısır popülasyonuna uyarlanabilmesini değerlendirmiş ve Mısır toplumuna özgü yeni bir formül oluşturulmuştur. Bu formül çalışmadaki tüm varyansların %71'ini açıklayabilmiştir ($R^2=0.71$) ve standart hata 1.85

olarak bulunmuştur. Cameriere ve ark.'nın Sloven ve İtalyan çocuklarının el-bilek kemiklerinin verilerini kullanarak oluşturdukları yeni formül için R^2 değeri 0.86 bulunmuştur (13). Mevcut çalışmada el-bilek ve açık apeksli diş verilerini kullanarak elde edilen yeni kombine formül tüm verilerin %72.80'ni açıklarken standart hata 0.94 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda elde edilen R^2 değerinin İtalyan toplumunda yapılan çalışmalara göre daha düşük ancak diğer toplumlar ile benzer olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışmamızda referans olarak alınan regresyon modelinin ilk olarak İtalyan çocuklarının verileriyle oluşturulmasından kaynaklanabilir. Başka bir deyişle, Türk popülasyonuna uyarlanan formül İtalyan toplumuna özgü bir formüldür ve başka toplumlarda kullanılması formülün açıklayabildiği tüm varyansların sayısını azaltmaktadır. Bu durum yaş formüllerinin farklı kökenli çocuklarda kullanılırken oluşabilecek olası farklılıklara daha çok dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışmamızda ulaşılan standart hata, el-bilek ve açık apeksli diş formüllerini ayrı ayrı kullanan çalışmalara göre daha küçüktür. Cameriere ve ark.'nın da bildirdiği gibi yaş tahmininin başarısı, el-bilek ölçümleri ile açık apeksli dişlerin ölçümlerinin birlikte kullanılmasıyla artmaktadır (27).

Cameriere ve ark.'nın İtalyan popülasyonunda sadece açık apeksli dişleri kullanarak oluşturdukları formülde, kronolojik ve tahmini yaşlar arasındaki median fark -0.035 yıl (IQR=1.18) olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmada uygulanan metodolojinin temelini oluşturan, Cameriere ve ark.'nın el-bilek ve açık apeksli dişleri kullanarak yaptıkları çalışmada ise kronolojik ve tahmini yaşlar arasındaki median fark kızlar ve erkekler için sırasıyla 0.098 yıl ve -0.037 yıldır. Tüm bireyler için median fark 0.082 yıl (IQR=1.063) olarak bulunmuştur (27). Wolf ve ark.'ının Cameriere'nin açık apeksli diş yöntemini kullandıkları çalışmasında, Cameriere yöntemi için median fark kızlar ve erkeklerde sırasıyla -0.41 yıl (IQR=2.80) ve -0.50 yıl (IQR=2.55) olarak bildirilmiştir (108). Cameriere ve ark.'nın Sloven ve İtalyan çocuklarda el-bilek radyografilerini kullanarak yaptıkları çalışmada median fark 0.02 yıl (IQR=1.02) olarak bulunmuştur (13). Başka bir çalışmada, İtalyan, İspanyol ve Hırvat çocuklarda

Cameriere'nin açık apeksli diş yönteminin yaş tayinindeki doğruluğu değerlendirilmiştir (109). Buna göre, Cameriere yönteminde median fark kızlar için 0.081 yıl (IQR=0.668), erkekler için 0.036 yıl (IQR=0.732) olarak bildirilmiştir. Rai ve ark.'nın Hindistan toplumunda açık apeksli diş yöntemiyle yaptıkları çalışmada, tüm bireylerin yaş tahmininin median farkı -0.063 yıl (IQR=1.10) olarak bulunmuştur (95). Bizim çalışmamızda elde edilen median farklar kızlar ve erkeklerde sırasıyla 0.07 yıl (IQR=1.19) ve 0.01 yıldır (IQR=1.02). Tüm bireyler için ise toplamda 0.04 (IQR=1.18) olarak bulunmuştur. Referans çalışmaya göre (27), çalışmamızda kronolojik yaş ve tahmini yaş arasındaki median farklar kızlar ve erkekler için daha düşük bulunurken, tüm bireyler için elde edilen median değerler ise birbirine oldukça yakındır. Ayrıca, diğer toplumlarda kronolojik ve tahmini yaşlar arasında elde edilen median farklara kıyasla mevcut çalışmada daha küçük değerlere ulaşılması tahmini yaşı daha yakın tespit edebildiğini ifade etmektedir. Bu durum üretilen formülün Türk popülasyonundaki çocuklarda uygulanabilirliğinin güçlü bir göstergesidir. Literatürle uyumlu olarak yöntemimiz erkeklerde daha başarılı sonuç göstermiştir (109-113). Bu durumun kızların pubertal atılımın erkeklerden daha erken olmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Kızlar ve erkeklerdeki bu olgunlaşma farkı sebebiyle ilerleyen yaşlarda cinsiyetler arasındaki farklılıklar da artmaktadır. Bu sebeple dental olgunlaşmanın değerlendirilmesi yapılırken, bu cinsiyet farklılıkları hesaba katılarak yapılması gerekmektedir (87, 114).

De Luca ve ark.'nın bebeklerde ve çocuklarda el-bilek kemiklerini kullanarak daha önce tanımlanan metodu yeni veriler ile revize ettikleri çalışmada kızlar ve erkekler için kronolojik yaş ile tahmini yaş arasındaki ortalama fark sırasıyla 0.00 yıl ve -0.30 yıl olarak bulunmuştur (107). Aynı araştırmacıların Meksika popülasyonunda açık apeksli dişleri kullanarak yaptıkları çalışmada ise, kızlar ve erkekler için ortalama fark sırasıyla 0.10 yıl ve 0.00 yıldır (115). Tüm popülasyon için ve her iki cinsiyet için kronolojik yaş ve tahmini yaş arasında anlamlı bir pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda oluşturulan yeni kombine formül ile, kronolojik ve

tahmini yaş arasındaki ortalama fark kızlar ve erkekler için sırasıyla -0.010 yıl ve -0.001 yıl, tüm bireyler için ise -0.001 yıl olarak bulunmuştur. Kronolojik ve tahmini yaş arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Bknz. Tablo 4.4.). Bu sonuçlar yeni oluşturulan formülün, ortalama fark açısından da Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaşı oldukça yakın tahmin edebildiğini desteklemektedir. Literatürdeki çalışmalar arasında gözlenen bu farklılıkların incelenen popülasyonlar içindeki ve popülasyonlar arasındaki varyasyonlardan, kullanılan yöntemlerin değişmesinden ve gözlemci varyasyonlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Wolf ve ark., 6-14 yaş arasındaki çocukların dental yaş tahmininde Cameriere ve Demirjian yöntemlerinin başarısını karşılaştırmışlardır (108). Çalışmanın sonucunda, Cameriere'nin açık apeksli diş yönteminin yaşı tahmin etmedeki başarısının yaş artışıyla birlikte düştüğü belirtilmiştir. Aynı şekilde Cameriere ve ark.'nın önceki çalışmalarında sundukları "yaş arttıkça yaş tahmin etmedeki doğruluk azalır" hipotezi bahsedilen çalışma ile uyumluluk göstermiştir (1, 109). Bizim çalışmamızda yaş aralıkları dikkate alındığında kronolojik ve tahmini yaş arasındaki median ve tahmini farkların en yüksek olduğu grup 13-14.99 yaş grubudur (ortalama fark=-1.29). Bu yaş grubunda kronolojik yaş ile tahmini yaş arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Büyük yaş gruplarında, yaş tahmininin doğruluğundaki önemli düşüş birçok değişkene bağlanmıştır. Ancak bu durum, özellikle bu yaş döneminde dişlerin neredeyse tamamen olgunlaşmasıyla ve bu olgunlaşmayla birlikte apeksler arasındaki açıklığın ölçümünün zorluğu ile ilişkilendirilmiştir (109). Bizim çalışmamızda, en küçük yaş grubunda (5-6.99 yaş) kronolojik ile tahmin yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka ulaşılmasa da ($p=0.144$), median ve ortalama farkların 7-8.99, 9-10.99 ve 11-12.99 yaş gruplarından daha fazla olması Cameriere ve ark.'nın hipoteziyle uyuşmamaktadır. Örneklem boyutundaki küçüklük bu durumun birinci nedeni olarak ön görülebilir. Çalışmamızdaki yaş grupları arasında en az bireye sahip olan grup 5-6.99 yaş ($n=5$) grubudur. Literatürdeki bildirilen bir diğer neden ise bazı durumlarda

radyografilerinin okunmasının zorluğu olmuştur. Kron ve kökün mineralizasyonu zayıf olabilir ve radyografiler bu durumları olduğundan az göstererek sonucu etkileyebilir (116, 117). Çalışmamızda 11 yaş üzerindeki iki grupta (11-12.99 yaş, 13-14.99 yaş) yaş olduğundan küçük tahmin edilmiştir. Bunun pubertal atılımla ilgili olabileceği düşünülmektedir (22, 36, 107). Pubertal atılım sürecinde vücudun hemen her dokusu hızla büyümektedir. Atılım sonrası bu büyüme azalmaktadır. Bu nedenle, yüksek yaş gruplarında prepubertal atılım sonrası azalan iskeletsel büyümeye bağlı olarak yaşın olduğundan küçük tahmin edildiği ön görülebilir.

Cameriere ve ark., açık apeksli dişler ve el-bilek kemiklerini kullandıkları çalışmalarında cinsiyetin yaş tahmini için oluşturulan formülde anlamlı bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir (1, 18). Sloven ve İtalyan çocukların el-bilek kemiklerini kullanarak yaş tahmini yaptıkları çalışmada da aynı şekilde cinsiyetin tahmin modeli üzerinde etkisi olduğu görülmüştür (13). Diğer taraftan, Rai ve arkadaşlarının açık apeksli dişleri kullanarak yaptıkları çalışmada cinsiyetin regresyon modelinde etkisi olmadığı rapor edilmiştir (95). Bu durum Hindistan'da kızların yetersiz beslenmesi veya fazla fiziksel güç gerektiren aktivitelerde bulunmalarının erkeklere kıyasla daha erken olgunlaşmalarının önüne geçmiş olabileceği ile ilişkilendirilmiştir. Bizim çalışmamızda da literatürün çoğunluğu ile uyumlu olarak cinsiyetin yaş tahmin denkleminde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Bunun dışında N_0 , S , Bo/Ca parametreleri formülde anlamlı etki oluştururken; N_0S parametresi ise formüle anlamlı bir etki oluşturmamıştır (Bkz. Tablo 4.3.). Tahmin modeline etki eden parametreler açısından, farklı etnik köklerdeki çocuklar arasında olası değişiklikler olabileceği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

Türk popülasyonunda, iskeletsel gelişimin değerlendirilmesi ile yaş tahmini yapılan yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılanı Gök Atlası'dır. Bunu Greulich-Pyle Atlası ve TW2 takip etmektedir (118). Gök Atlası'nın başarısını değerlendirmek amacıyla Büken ve ark.'nın 11-22 yaş arası bireylerde yaptıkları çalışmanın sonucunda, her iki cinsiyet için ayrı ayrı ve cinsiyet ayrılımı yapılmaksızın tüm yaş

gruplarında kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur (kızlar için tüm modelde yaş 3.7 yıl fazla, kronolojik yaşı bir yılı tahmini 0.942 oranında arttırır; erkekler için tüm modelde yaş 0.156 yıl eksik, kronolojik yaşı bir yılı tahmini 1.072 oranında arttırır) (119). Baransel ve arkadaşlarının Gök Atlası kullanılarak yaş tahmini yapılan olguları inceledikleri bir başka çalışmada sonuçlar aynı şekilde tatmin edici bulunmamıştır (120). Yaş tahmininde iskelet sisteminin kullanımını değerlendiren Kaplan ve Yılmaz'ın yaptıkları çalışmada, 11-18 yaş grubundaki bireylerde Greulich-Pyle Atlası, TW2 ve TW3 karşılaştırılmıştır (121). Sonuç olarak TW2 ve bazı yaş gruplarında GP yöntemi yaşı olduğunda fazla göstermiş, TW3 yöntemi ise yaşı olduğundan küçük göstermiştir. Tüm bu sonuçlar ışığında, iskelet yaşının bahsedilen yöntemlerle doğru tahmin edilip edilemeyeceği sorgulanabilir. İskeletsel gelişimin çevresel, genetik, endokrinolojik nedenlerden etkileneceği bilinmektedir. Yıldırım ve arkadaşları, yaş tahmini yapılırken iskelet yaşı ile dental, zihinsel ve psikolojik gelişimin birlikte değerlendirilmesinin daha doğru sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olacağını bildirmişlerdir (122). Ayrıca Türk popülasyonundaki iskeletsel yaş tahmin etme yöntemlerinin araştırıldığı çalışmalarda yaş aralığı 11 ile 22 yaş arasında değişkenlik göstermiştir. Bizim çalışmamızın örneklem grubunun yaş aralığı (5-14 yaş) daha küçük çocuklardan oluşmuş olup, hem iskeletsel yaşı hem de dental yaşı bir sentezi yapılarak daha başarılı yaş tahminine ulaşılmıştır.

Literatürde Türk popülasyonunda kronolojik yaş tahmininde farklı dental yaş ölçüm yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmalar da mevcuttur. Çelikoğlu ve ark.'nın Türkiye'nin doğusunda Demirjian yönteminin uygulanabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada yaş grupları ve cinsiyete göre yaş tahmininde anlamlı farklılıklar bulunmuştur (123). Yöntemin tahmini yaşı kronolojik yaştan fazla tahmin ettiği görülmüştür (kızlarda ortalama fark 1.1 yıl, erkeklerde ortalama fark 0.9 yıl). Araştırmacılar, Demirjian yönteminin doğudaki Türk popülasyonu için kullanılabilirliğinin uygun olmadığını belirtmişlerdir. Apaydın ve arkadaşları Türk

popülasyonunda üç farklı dental yaş tahmin yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmada, Demirjian yöntemi için ortalama tahmin farkını 0.304 yıl, Williams yöntemi için -0.060 yıl ve Cameriere yöntemi için -0.580 yıl olarak bulmuşlardır (124). Ek olarak, Cameriere yönteminin değerlendirilmesinde 11-11.99 yaş, 12-12.99 yaş, 13-13.99 yaş, 14-14.99 yaş, 15-15.99 yaş gruplarında yaş tahmininde dental yaş ve kronolojik yaş arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda üç yaş grubu (7-8.99 yaş, 9-10.99 yaş, 13-14.99) için dental yaş ve kronolojik yaş arasında anlamlı fark bulunurken, iki yaş grubunda (5-6.99, 11-12.99) ise anlamlı fark bulunmamıştır.

Kızıoğlu ve ark.'nın farklı dental yaş ölçüm yöntemlerinin Türk çocuklarında uygulanabilirliğini araştırdıkları çalışmada Nolla, Haavikko and Demirjian yöntemleri incelenmiştir (125). Çalışmanın sonucunda kullanılan tüm yöntemlerde dental yaş kronolojik yaştan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur (ortalama farklar; Nolla=-0.54 yıl, Haavikko=-0.58 yıl, Demirjian=0.64 yıl). Altan ve ark.'nın güney bölgelerde yaşayan Türk çocuklarında Williams yönteminin uygulanabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada kızlar için ortalama tahmin farkı 0.45 yıl, erkekler için ise 0.26 yıl olarak bulunmuştur ve incelenen yaş aralıklarının çoğunda (5-14.99 yaş) kronolojik yaş olduğundan anlamlı derecede büyük tahmin edilmiştir (126). Ayrıca kızların dental yaşı kronolojik yaş ile kıyaslandığında, erkeklerinkine göre daha büyük bulunmuştur. Bu durum kızlarda dental maturasyonun erkeklere göre daha hızlı olduğunu göstermektedir. Özveren ve ark.'nın Willems ve Cameriere yöntemlerinin doğruluğunu araştırdıkları çalışmada, Cameriere yönteminde kronojik yaş ve dental yaş arasındaki ortalama tahmin farkı kızlar ve erkeklerde sırasıyla 0.37 yıl ve 0.18 yıl olarak bulunmuştur (110). Bu fark Willems yöntemi için ise sırasıyla -0.30 yıl ve -0.52 yıldır. Her iki yöntem için kızlarda ve erkeklerde kronojik ve dental yaş arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Cameriere ve arkadaşlarının açık apeksli dişleri kullanılarak geliştirdikleri yöntemin 8-15 yaş arası Türk popülasyonda uygulanabilirliğini araştıran Gülşahi ve ark.'nın çalışmasında (87), yöntem sadece 9-

10 yaş arasındaki bireylerde yaşı olduğundan büyük gösterirken, diğer yaş gruplarında (8-9 yaş, 10-11 yaş, 11-12 yaş, 12-13 yaş, 14-15 yaş) olduğundan küçük göstermiştir. Ayrıca kızlar için ortalama tahmin farkı -0.24 yıl, erkekler için ise -0.47 yıl bulunmuştur. Bu sonuç metottun test edilen popülasyonda kızlar için erkeklere kıyasla daha doğru olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada dental yaş ve kronolojik yaş arasındaki median fark bizim çalışmamızdan daha fazla olup, kızlar ve erkekler için sırasıyla -0.21 yıl ve -0.44 yıl bulunmuştur. Ek olarak, çalışmanın sonuçlarında artan yaşla birlikte dental yaş ve kronolojik yaş arasındaki farkın arttığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda da en fazla fark en büyük yaş grubu olan 13-14.99 yaş (ortalama fark=-1.29) aralığında bulunmuştur. Gülşahi ve ark. çalışmasında açık apeksli dişler kullanılarak yapılan dental yaş tahmin etme yönteminin kızlarda erkeklerden daha başarılı sonuç gösterdiğini bildirmiştir. Fakat bizim kullandığımız kombine yöntem erkeklerde daha başarılı sonuç göstermiştir. Çalışmamızda ulaşılan sonuç literatürdeki birçok çalışmayla uyumluluk göstermektedir (109-111). Çalışmamızda yöntem, 11-12.99 ve 13-14.99 yaş aralığındaki bireylerin yaşını olduğundan küçük, diğer gruplarda ise olduğundan daha büyük tahmin etmiştir. Kızlar ve erkekler için sırasıyla ortalama tahmin farkı -0.010 yıl ve -0.001 yıl; median fark 0.07 yıl ve 0.01 yıl, ve tüm bireyler için median fark 0.04 yıl olarak bulunmuştur. Her iki cinsiyet için ayrı ayrı ve cinsiyet ayrılımı yapılmaksızın tüm bireylerde, kronolojik yaş ile tahmini yaş arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığından çalışmanın başlangıcında oluşturulan H0 hipotezi kabul edilmiştir. Bu veriler çalışmamızda uygulanan kombine yöntemin kronolojik yaş tahmininde, sonuçlarını tartıştığımız Türk popülasyonunda yapılmış diğer tüm iskeletsel ve dental yöntemlerden daha başarılı olduğunu kanıtlamaktadır.

Mevcut çalışmada elde edilen başarının olası nedenlerinden birisinin seçilen örneklem grubunun yaş aralığı olabileceği düşünülmektedir. Yaş tahmininde kullanılan yöntemlerin küçük yaş gruplarında daha başarılı olduğu bilinmektedir (87, 107, 109). Bu bilgi ışığında, ortalama tahmin farkı daha fazla bulunan araştırmalarda 5-6.99 yaş grubunun bulunmaması veya 14.99 yaş üstü grupların bulunması mevcut

sonuç ile ilişkilendirilebilir. Bu çalışmadaki başarılı tahminin ikinci ve daha olası nedeni ise açık apeksli dişler ile el-bilek kemiklerinin kombine olarak kullanılmasıdır. Cameriere ve ark.'nın daha önce bildirdiği gibi yöntemlerin başarısı farklı metotların birlikte kullanılması ile artmaktadır (27). Çalışmamızın sonuçları da dişlerin ve iskeletsel yapıların birlikte kullanılmasının başarılı yaş tahmininde etkili olduğunu destekleyen literatür ile uyumluluk göstermektedir (24, 77, 103, 104).

Çalışmamızın limitasyolardan birisi, belirlenen yaş gruplarında ölçüm yapılan birey sayısının homojen olarak dağılmamasıdır. Ancak retrospektif arşiv çalışmalarında örneklem büyüklüğünün değiştirilmesi mümkün olmamaktadır. Ayrıca, 10 yıllık arşiv taraması yapılmasına rağmen hem panoramik hem el-bilek radyografisi bulunan çocukların sayısı oldukça sınırlıdır. Çalışmamızın diğer bir limitasyonu ise ölçümlerin tek bir araştırmacı tarafından yapılmış olmasıdır. Ancak "Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (SKK) (Cronbach's alpha)" değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar gözlemci içi uyumun mükemmel düzeyde olduğunu göstermiştir (Cronbach's alpha>0.90) (Bkz. Tablo 4.2.). De Luca ve ark.'nın yaptığı çalışmada gözlemci içi ve gözlemciler arası korelasyon >0.80 bulunmuştur (107). Bizim çalışmamızdaki bu oran birden fazla gözlemci ile yapılan çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur.

6. SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları içerisinde, Türk popülasyonundaki çocuklarda kronolojik yaş tespitinde gelişmekte olan dişler ve el-bilek radyografilerinin kullanılması ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. İskeletsel ve dental yaş birlikte kullanılarak oluşturulan yeni formül ile elde edilen tahmini yaş kronolojik yaşa oldukça yakındır (ortalama fark=-0.001).
2. Oluşturulan yeni kombine regresyon modeli kronolojik yaşı tahmin etmede erkeklerde kızlara göre daha başarılıdır ancak her iki cinsiyette de kronolojik ve tahmini yaşlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
3. Yaş aralıkları dikkate alındığında kronolojik ve tahmini yaş arasındaki median ve tahmini farkların en yüksek olduğu grup 13-14.99 yaş grubudur (sırasıyla -1.09 ve -1.29)
4. Yeni regresyon modeli Türk toplumu için uyarlanan diğer yöntemlere kıyasla kronolojik yaşı tahmin etmede önemli ölçüde doğruluk göstermiştir. Türk toplumunda açık apeksli dişler ve el-bilek kemiklerinin birlikte kullanıldığı kombine yöntemin yaş tahminindeki başarıyı arttırdığı görülmüştür.

7. KAYNAKÇA

1. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *International journal of legal medicine*. 2006;120(1):49-52.
2. Fernandes MM, Tinoco RLR, de Braganca DPP, de Lima SHR, Junior LF, Junior ED. Age estimation by measurements of developing teeth: accuracy of Cameriere's method on a Brazilian sample. *Journal of forensic sciences*. 2011;56(6):1616-9.
3. Gonçalves do Nascimento L, Ribeiro Tinoco RL, Lacerda Protasio AP, Arrais Ribeiro IL, Marques Santiago B, Cameriere R. Age estimation in north east Brazilians by measurement of open apices. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*. 2020;38(2).
4. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;104(3):262-8.
5. Chen J, Guo J, Zhou J, Liu R, Chen T, Zou S. Assessment of dental maturity of western Chinese children using Demirjian's method. *Forensic science international*. 2010;197(1-3):119. e1-. e4.
6. Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, et al. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic science international*. 2009;193(1-3):1-13.
7. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins M, Waite E, Schütz H, Kaatsch H-J, et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practise. *International journal of legal medicine*. 2000;113(3):129-36.
8. Bagherpour A, Imanimoghaddam M, Bagherpour M, Einolghozati M. Dental age assessment among Iranian children aged 6–13 years using the Demirjian method. *Forensic science international*. 2010;197(1-3):121. e1-. e4.

9. Haavikko K. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia= Finska tandlakarsallskapetets forhandlingar. 1970;66(3):103-70.
10. Noback CR. The appearance of ossification centers and the fusion of bones. American journal of physical anthropology. 1954;12(1):63-70.
11. Tunc ES, Koyuturk AE. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. Forensic science international. 2008;175(1):23-6.
12. Tompkins RL. Human population variability in relative dental development. American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists. 1996;99(1):79-102.
13. Cameriere R, Ferrante L, Ermenc B, Mirtella D, Štrus K. Age estimation using carpals: study of a Slovenian sample to test Cameriere's method. Forensic science international. 2008;174(2-3):178-81.
14. Diaz G, Maccioni P, Zedda P, Cabitza F, Cortis I. Dental development in Sardinian children. Journal of craniofacial genetics and developmental biology. 1993;13(2):109-16.
15. Flecker H. Roentgenographic observations of the times of appearance of epiphyses and their fusion with the diaphyses. Journal of anatomy. 1932;67(Pt 1):118.
16. Haiter-Neto F, Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS. Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2006;130(4):435. e15-. e20.
17. Sciulli PW. Relative dental maturity and associated skeletal maturity in prehistoric native Americans of the Ohio valley area. American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists. 2007;132(4):545-57.

18. Cameriere R, Ferrante L. Age estimation in children by measurement of carpals and epiphyses of radius and ulna and open apices in teeth: a pilot study. *Forensic science international*. 2008;174(1):60-3.
19. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist: Stanford university press; 1959.
20. Tanner JM. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height. *TW 2 Method*. 1983;50-106.
21. Roche AF, Thissen D, Chumlea W. Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method: Thomas; 1988.
22. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Human biology*. 1973;211-27.
23. Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturity: a new approach. *The Angle Orthodontist*. 1987;57(3):194-208.
24. Lacey K, Parkin J, Steel G. Relationship between bone age and dental development. *Lancet (London, England)*. 1973;2(7831):736-7.
25. Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;101(2):145-51.
26. Harris E, McKee J. Tooth mineralization standards for blacks and whites from the middle southern United States. *Journal of forensic science*. 1990;35(4):859-72.
27. Cameriere R, De Luca S, Biagi R, Cingolani M, Farronato G, Ferrante L. Accuracy of three age estimation methods in children by measurements of developing teeth and carpals and epiphyses of the ulna and radius. *Journal of forensic sciences*. 2012;57(5):1263-70.
28. Ellingham S, Adserias-Garriga J. Complexities and considerations of human age estimation. *Age Estimation: Elsevier*; 2019. p. 1-16.

29. Cameriere R, De Luca S, Cingolani M, Ferrante L. Measurements of developing teeth, and carpals and epiphyses of the ulna and radius for assessing new cut-offs at the age thresholds of 10, 11, 12, 13 and 14 years. *J Forensic Leg Med.* 2015;34:50.
30. Cipriani D. Children's rights and the minimum age of criminal responsibility: a global perspective: Routledge; 2016.
31. Khorate MM, Dinkar AD, Ahmed J. Accuracy of age estimation methods from orthopantomograph in forensic odontology: a comparative study. *Forensic Sci Int.* 2014;234:184.e1-8.
32. Priya E. Methods of skeletal age estimation used by forensic anthropologists in adults: A review. *Foresic Research & Criminology International Journal.* 2017;4(2):41-51.
33. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity: Human kinetics; 2004.
34. Bogin B. Patterns of human growth: Cambridge University Press; 2020.
35. Cameron N. The measurement of human growth: Taylor & Francis; 1984.
36. Black S, Aggrawal A, Payne-James J. Age estimation in the living: the practitioner's guide: John Wiley & Sons; 2011.
37. Mora S, Gilsanz V. Pubertal growth of the male skeleton. *Osteoporosis in Men: Elsevier*; 2010. p. 95-103.
38. Hansman CF, Maresh MM. A longitudinal study of skeletal maturation. *Am J Dis Child.* 1961;101:305-21.
39. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist.* 1982;52(2):88-112.
40. Silveira AM, Fishman LS, Subtelny JD, Kassebaum DK. Facial growth during adolescence in early, average and late maturers. *The Angle Orthodontist.* 1992;62(3):185-90.

41. Carter TM. Technique and devices used in radiographic study of the wrist bones of children. *Journal of Educational Psychology*. 1926;17(4):237.
42. Cattell P. Preliminary Report on the Measurement of Ossification of the Hand and Wrist. *Human Biology*. 1934;6(3):454.
43. Flory CD. Osseous development in the hand as an index of skeletal development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 1936;1(3):i-141.
44. Tanner J. Growth and adolescence. Physical growth and development. textbook of Pediatrics, 2nd ed, Blackwell Scientific, Oxford. 1962.
45. Tanner JM, Whitehouse R, Cameron N, et al. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method), 2nd edn. London, UK: Academic Press. 1983.
46. Tanner JM, Whitehouse R, Cameron N, Marshall W, Healy M, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method): Saunders London; 2001.
47. Chumela WC, Roche AF, Thissen D. The FELS method of assessing the skeletal maturity of the hand-wrist. *American Journal of Human Biology*. 1989;1(2):175-83.
48. Gilli G. The assessment of skeletal maturation. *Hormone Research in Paediatrics*. 1996;45(Suppl. 2):49-52.
49. Williams JL. Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: Fels Method. *Radiology*. 1989;173(1):196-.
50. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod*. 1982;52(2):88-112.
51. Korde SJ, Daigavane P, Shrivastav S. Skeletal Maturity Indicators-Review Article. *Int J Sci Res*. 2015;6:361-70.
52. Cameriere R, Ferrante L, Mirtella D, Cingolani M. Carpals and epiphyses of radius and ulna as age indicators. *International journal of legal medicine*. 2006;120(3):143-6.

53. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *The Angle Orthodontist*. 1967;37(2):134-43.
54. Chapman SM. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt: University of Sydney; 1971.
55. Onat T, Numan-Cebeci E. Sesamoid bones of the hand: Relationships to growth, skeletal and sexual development in girls. *Human biology*. 1976:659-76.
56. Grave KC. Timing of facial growth: a study of relations with stature and ossification in the hand around puberty. *Am J Orthod*. 1974;65(3):320.
57. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod*. 1982;82(4):299-309.
58. Hägg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1980;38(3):187-200.
59. Perinetti G, Perillo L, Franchi L, Di Lenarda R, Contardo L. Maturation of the middle phalanx of the third finger and cervical vertebrae: a comparative and diagnostic agreement study. *Orthodontics & craniofacial research*. 2014;17(4):270-9.
60. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae (thesis). 1972. Pittsburgh, Pa: University of Pittsburgh.
61. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae—a longitudinal cephalometric study. *The Angle Orthodontist*. 1988;58(2):179-84.
62. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;107(1):58-66.
63. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle Orthodontist*. 2002;72(4):316-23.
64. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(5):622-8.

65. Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *Journal of clinical Orthodontics*. 1998;32(4):221-6.
66. Ruf S, Pancherz H. Development of the frontal sinus in relation to somatic and skeletal maturity. A cephalometric roentgenographic study at puberty. *The European Journal of Orthodontics*. 1996;18(1):491-7.
67. Ertürk N. Fernröntgenuntersuchungen über die Entwicklung der Stirnhöhle. *Fortschritte der Kieferorthopädie*. 1968;29(2):245-8.
68. Ruf S, Pancherz H. Can frontal sinus development be used for the prediction of skeletal maturity at puberty? *Acta Odontologica Scandinavica*. 1996;54(4):229-34.
69. Bowers CM. *Forensic dental evidence: an investigator's handbook*: Elsevier; 2010.
70. Miles AEW. Dentition in the Estimation of Age. *Journal of Dental Research*. 1963;42(1):255-63.
71. Thomson AT. LECTURES ON MEDICAL JURISPRUDENCE, NOW IN COURSE OF DELIVERY, AT THE UNIVERSITY OF LONDON. *The Lancet*. 1837;28(728):705-12.
72. Senn DR, Weems RA. *Manual of forensic odontology*: CRC press; 2013.
73. Taylor J, Blenkin M. Age evaluation and odontology in the living. *Age Estimation in the Living: the Practitioner's guide* John Wiley & Sons, Hoboken. 2010:176-201.
74. Bean RB. The eruption of the teeth as a physiological standard for testing development. *The Pedagogical Seminary*. 1914;21(4):596-614.
75. Beik AK. Physiological age and school entrance. *The Pedagogical Seminary*. 1913;20(3):277-321.
76. Senn DR, Stimson PG. *Forensic dentistry*: CRC press; 2010.
77. Sierra AM. Assessment of Dental and Skeletal Maturity A New Approach. *The Angle Orthodontist*. 1987;57(3):194-208.

78. Demisch A, Wartmann P. Calcification of the mandibular third molar and its relation to skeletal and chronological age in children. *Child development*. 1956;459-73.
79. Lamons FF, Gray SW. A study of the relationship between tooth eruption age, skeletal development age, and chronological age in sixty-one Atlanta children. *American Journal of Orthodontics*. 1958;44(9):687-91.
80. Green LJ. The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. *The Angle Orthodontist*. 1961;31(3):189-93.
81. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid. *The Angle Orthodontist*. 1979;49(4):282-8.
82. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *American journal of orthodontics*. 1980;77(1):79-91.
83. Franchi L, Baccetti T, De Toffol L, Polimeni A, Cozza P. Phases of the dentition for the assessment of skeletal maturity: a diagnostic performance study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(3):395-400.
84. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *Journal of Forensic Science*. 2001;46(4):893-5.
85. Cameriere R, Giuliadori A, Zampi M, Galić I, Cingolani M, Pagliara F, et al. Age estimation in children and young adolescents for forensic purposes using fourth cervical vertebra (C4). *International journal of legal medicine*. 2015;129(2):347-55.
86. Cameriere R, Brkic H, Ermenc B, Ferrante L, Ovsenik M, Cingolani M. The measurement of open apices of teeth to test chronological age of over 14-year olds in living subjects. *Forensic science international*. 2008;174(2-3):217-21.
87. Gulsahi A, Tirali RE, Cehreli SB, De Luca S, Ferrante L, Cameriere R. The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. *Forensic science international*. 2015;249:319. e1-. e5.

88. Cameriere R, Ferrante L, De Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International journal of legal medicine*. 2008;122(6):493-7.
89. Wilson JH, Keating BP, Beal M. Regression analysis: understanding and building business and economic models using Excel: Business Expert Press; 2015.
90. Kestenbaum B. Epidemiology and Biostatistics. [electronic resource] : An Introduction to Clinical Research. 2nd ed. 2019. ed: Springer International Publishing; 2019.
91. Aslan Ş. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri: Nicel, Nitel ve Karma Tasarımlar İçin Bir Rehber: Eğitim Yayınevi; 2018.
92. Büyüköztürk Ş. Veri analizi el kitabı. 2004.
93. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch H-J, Knell B, Ramsthaler F, et al. Criteria for age estimation in living individuals. *International journal of legal medicine*. 2008;122(6):457-60.
94. Tunalı İ. Adli tıp: Seçkin Yayıncılık; 2001.
95. Rai B, Kaur J, Cingolani M, Ferrante L, Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: an Indian formula. *International journal of legal medicine*. 2010;124(3):237-41.
96. Rajendran R. Shafer's textbook of oral pathology: Elsevier India; 2009.
97. Büken B, Erzengin ÖU, Büken E, Şafak AA, Yazıcı B, Erkol Z. Comparison of the three age estimation methods: which is more reliable for Turkish children? *Forensic science international*. 2009;183(1-3):103. e1-. e7.
98. Liversidge HM. Accuracy of age estimation from developing teeth of a population of known age (0–5.4 years). *International Journal of Osteoarchaeology*. 1994;4(1):37-45.

99. Liversidge H, Lyons F, Hector M. The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. *Forensic science international*. 2003;131(1):22-9.
100. Irish JD, Nelson GC. *Technique and application in dental anthropology*: Cambridge University Press; 2008.
101. Liversidge HM, Smith BH, Maber M. Bias and accuracy of age estimation using developing teeth in 946 children. *American journal of physical anthropology*. 2010;143(4):545-54.
102. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: Is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatrics international*. 2001;43(6):662-5.
103. Pfau R, Sciulli P. A method for establishing the age of subadults. *Journal of Forensic Science*. 1994;39(1):165-76.
104. Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *The Angle Orthodontist*. 2004;74(5):657-64.
105. Iscan MY, Helmer RP. *Forensic analysis of the skull*. Ed Willey-Liss, New York, USA. 1993.
106. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke K-D, et al. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *International Journal of Legal Medicine*. 2004;118(3):170-3.
107. De Luca S, Mangiulli T, Merelli V, Conforti F, Palacio LAV, Agostini S, et al. A new formula for assessing skeletal age in growing infants and children by measuring carpals and epiphyses of radio and ulna. *Journal of forensic and legal medicine*. 2016;39:109-16.
108. Wolf TG, Briseño-Marroquín B, Callaway A, Patyna M, Müller VT, Willershausen I, et al. Dental age assessment in 6-to 14-year old German children: comparison of Cameriere and Demirjian methods. *BMC Oral Health*. 2016;16(1):1-8.

109. Cameriere R, Ferrante L, Liversidge H, Prieto J, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic science international*. 2008;176(2-3):173-7.
110. Ozveren N, Serindere G, Meric P, Cameriere R. A comparison of the accuracy of Willems' and Cameriere's methods based on panoramic radiography. *Forensic Sci Int*. 2019;302:109912.
111. Galić I, Vodanović M, Cameriere R, Nakaš E, Galić E, Selimović E, et al. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. *International journal of legal medicine*. 2011;125(2):315-21.
112. Rivera M, De Luca S, Aguilar L, Palacio LAV, Galić I, Cameriere R. Measurement of open apices in tooth roots in Colombian children as a tool for human identification in asylum and criminal proceedings. *Journal of forensic and legal medicine*. 2017;48:9-14.
113. El-Bakary AA, Attalla SM, Hammad SM, El-Ashry RA, De Luca S, Ferrante L, et al. Age estimation in Egyptian children by measurements of carpals and epiphyses of the ulna and radius. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2014;2(3):121-5.
114. McKenna C, James H, Taylor J, Townsend G. Tooth development standards for South Australia. *Australian dental journal*. 2002;47(3):223-7.
115. De Luca S, De Giorgio S, Butti AC, Biagi R, Cingolani M, Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: study of a Mexican sample. *Forensic science international*. 2012;221(1-3):155. e1-. e7.
116. Beynon A, Dean M. Hominid dental development. *Nature*. 1991;351(6323):196-.
117. Gleiser I, Hunt Jr EE. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *American journal of physical anthropology*. 1955;13(2):253-83.
118. Korkut M, Tüzün B, Korkut S, Çakmak Y. Ülkemizde adli tıp uygulamalarında karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri. *Klinik Adli Tıp*. 2001;1(1):9-21.

119. Bueken B, Bueken E, Şafak AA, Yazici B, Erkol Z, MAYDA A. Is the Gök Atlas sufficiently reliable for forensic age determination of Turkish children? Turkish Journal of Medical Sciences. 2008;38(4):319-27.
120. Baransel Isır A, Dülger H. 1998-2005 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalında raporlandırılan yaş tayini olgularının irdelenmesi. Türkiye Klinikleri Adli Tıp Dergisi. 2007;4(1):1-6.
121. Kaplan A, Yılmaz H. Kemik Yaşı Tayininde Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Adli Tıp Bülteni. 2020;25(1):6-15.
122. YILDIRIM A, Çetin İ, Erdal Ö, Gümüş B. ADLİ TIP ANABİLİM DALINA 2006-2010 YILLARI ARASINDA YAŞ TAYİNİ İÇİN BAŞVURAN OLGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ. Çağdaş Tıp Dergisi.1(2).
123. Celikoglu M, Cantekin K, Ceylan I. Dental age assessment: the applicability of Demirjian method in eastern Turkish children. J Forensic Sci. 2011;56 Suppl 1:S220-2.
124. Apaydin B, Yasar F. Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. Nigerian journal of clinical practice. 2018;21(3):257-.
125. Kırzioğlu Z, Ceyhan D. Accuracy of different dental age estimation methods on Turkish children. Forensic science international. 2012;216(1-3):61-7.
126. Altan HO, Altan A, Bilgiç F, Sözer ÖA, Damlar I. The applicability of Willems' method for age estimation in southern Turkish children: A preliminary study. Journal of forensic and legal medicine. 2016;38:24-7.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 ~ 660

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 05 MAYIS 2020 SALI
Toplantı No : 2020-09
Proje No : GÖ 20/321 (Değerlendirme Tarihi: 31.03.2020)
Karar No : 2020-09-02

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Beste ÖZGÜR'ün sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Emine Fazilet Özdemir TOSYALIOĞLU'nun uzmanlık tezi olan, GÖ 20/321 kayıt numaralı, "*Türk Popülasyonundaki Çocuklarda Kronolojik Yaş Tespitinde Gelişmekte Olan Dişler ve El-Bilek Filmlerinin Kullanılması*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekeceği amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 01 Ocak 1990-01 Ocak 2020 tarihleri arasındaki arşiv kayıtlarının 01 Haziran 2020-01 Haziran 2021 tarihleri arasında geçerli olmak üzere incelenmesi etik açıdan uygun bulunmuştur. Çalışma tamamlanıldığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Başkan)	9. Doç. Dr. Fatma Vural OKUR	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevdâ F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	10. Doç. Dr. Can Elbrur KURT	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SAR.	(Üye)	11. Doç. Dr. H. Hüseyin TURNAGÖL	(Üye)
4. Prof. Dr. Necdet SAGLAM	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Özgür GÖKÖZ	(Üye)
5. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)	13. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)	14. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELER	(Üye)
7. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	15. Av. Meltem ONURLU	(Üye)
8. Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)		

EK-2: Tez Çalışması Orjinallik Raporu

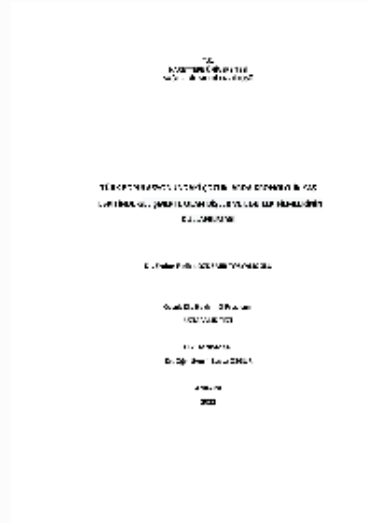


Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Emine Fazilet Özdemir Tosyalıoğlu
 Ödev başlığı: Fazilet Tez
 Gönderi Başlığı: TÜRK POPÜLASYONUNDAKİ ÇOCUKLARDA KRONOLOJİK YAŞ ...
 Dosya adı: Ya_Tahmini.pdf
 Dosya boyutu: 5.97M
 Sayfa sayısı: 58
 Word count: 12,157
 Karakter sayısı: 74,172
 Gönderim Tarihi: 14-Şub-2022 02:58ÖS (UTC+0300)
 Gönderim Numarası: 1762084765



Öğrencinin Adı Soyadı: Emine Fazilet ÖZDEMİR TOSYALIOĞLU

Dosyanın Toplam Sayfa Sayısı: 58

TÜRK POPÜLASYONUNDAKİ ÇOCUKLARDA KRONOLOJİK YAŞ TESPİTİNDE GELİŞMEKTE OLAN DİŞLER VE EL-BİLEK FİLMLERİNİN KULLANILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 4	% 4	% 1	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
2	www.atud.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
3	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	Submitted to Beykent Universitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
5	Submitted to University of Sheffield Öğrenci Ödevi	<% 1
6	jtsm.org İnternet Kaynağı	<% 1
7	auzefkitap.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	www.scribd.com İnternet Kaynağı	<% 1

www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080