

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE YAŞAYAN 5-15 YAŞ
ARASI ÇOCUKLARDA, FARKLI DİŞ YAŞI VE KEMİK
YAŞI TAYİNİ METOTLARININ KRONOLOJİK YAŞ
İLE OLAN İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şadiye İŞBİLİR

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ

2020-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**BATI AKDENİZ BÖLGESİ'NDE YAŞAYAN 5-15 YAŞ
ARASI ÇOCUKLARDA, FARKLI DİŞ YAŞI VE KEMİK
YAŞI TAYİNİ METOTLARININ KRONOLOJİK YAŞ
İLE OLAN İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şadiye İŞBİLİR

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından TDH-2019-4874 proje numarası ile desteklenmiştir.

2020-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Şadiye İŞBİLİR tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği** ile Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.
05/11/2020

İmza

Üye : Prof. Dr. İzzet YAVUZ
(Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Üye : Doç. Dr. Özge GÜNGÖR
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Bu tez, 14/10/2020 tarih ve 38/121 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Aday

Şadiye İŞBİLİR

İmza

TEŞEKKÜRLER

Tez konumun belirlenmesi ve tez çalışmaları sırasında bütün bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, klinik tecrübelerini ve değerli görüşlerini benimle paylaşan, desteğini ve hoşgörüsünü her zaman hissettiğim, öğrencisi olduğum için kendimi şanslı hissettiğim değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ' ye

Asistanlık dönemim boyunca her konuda bilgi ve tecrübeleriyle eğitimime katkı sağlayan, her konuda desteklerini gördüğüm çok kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Hüseyin KARAYILMAZ'a ve Sayın Doç. Dr. Özge GÜNGÖR'e,

Saygıdeğer jüri hocam Sayın Prof. Dr. İzzet YAVUZ'a

Tez çalışmam süresince radyolojik görüntülerin değerlendirilmesinde yardım ve desteğini gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sevcihan YILMAZ'a

Uzmanlık eğitimim boyunca tüm samimiyetiyle ve desteğiyle her zaman yanımda olan, birlikte çalışmaktan keyif aldığım sevgili arkadaşım Dr. Burcu YAĞMUR'a ve asistanlık sürecinde beraber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve yardımcı personellere,

Tez çalışmama maddi destek sağlayan, AÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Hayatımın her anında yanımda olduklarını bana hissettiren, sevgileriyle bana güç veren, her konuda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem, babam ve ablama anlayış ve sabırları için teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı; Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan 5-15 yaş arası sağlıklı çocuklarda beş farklı yaş tayini yönteminin (Willems, Nolla, Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve Greulich-Pyle Atlas) kronolojik yaş ile uyumluluklarının değerlendirilmesi ve pubertal büyüme eğrisi ile olan ilişkilerinin araştırılmasıdır.

Yöntem: Çalışmamıza 5-15 yaş arası 800 çocuk (400 kız, 400 erkek) dahil edilmiştir. Çocuklar, cinsiyete göre eşit olacak şekilde 10 gruba ayrılmıştır. 5-15 yaş arası çocuklarda panoramik radyografiler üzerinden; 3 farklı yöntemle (Willems, Nolla ve Cameriere yöntemleri) diş yaşı tayini, 10-15 yaş arası çocuklarda el-bilek radyografileri üzerinden 2 farklı yöntemle (Greulich-Pyle Atlas ve Cameriere yöntemi) kemik yaşı tayini ve pubertal büyüme evreleri hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar kronolojik yaş ile karşılaştırılmış ve pubertal evre ile olan ilişkisi değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen tüm çocuklar cinsiyet ayrımı olmaksızın değerlendirildiğinde, 5-15 yaş arası çocuklarda diş yaşını kronolojik yaşa göre Willems yöntemi 0,035, Nolla yöntemi 0,030 ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ise 0,322 yıllık farkla daha düşük tahmin etmişlerdir ve bu farklılığın sadece Cameriere yöntemi için istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,0001$). 10-15 yaş arası çocuklarda ise Willems yöntemi 0,09, Nolla yöntemi 0,21, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,61, Greulich-Pyle Atlas 0,28 ve Cameriere tarafından geliştirilen kemik yaşı tayini yöntemi 0,14 yıllık ortalama tahmin hatası göstermiştir. Bu farklılığın Willems yöntemi dışındaki diğer dört yöntem için istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Çalışmamızda yöntemler pubertal büyüme dönemlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde ise, Willems yöntemi dışındaki tüm diğer yöntemlerin, tüm pubertal dönemlerde kronolojik yaş ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Tüm yöntemlerin kronolojik yaşa göre en yakın sonucu pik öncesi dönemde verdiği görülmüştür.

Sonuç: Çalışma sonuçlarımıza göre 5-15 yaş arası çocuklarda yaş tahmini için Willems ve Nolla yöntemlerinin kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar verdiği

görülmüştür. Pik dönemlerinin yaş tahmini ile olan ilişkisi değerlendirildiğinde ise kronolojik yaşa göre en yakın sonuçların pik öncesi dönemde alındığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Cameriere metodu, diş yaşı, kemik yaşı, pubertal büyüme eğrisi, yaş tayini



ABSTRACT

Objective: The purpose of our study is to evaluate the compatibility of five different age estimation methods (Willems, Nolla, Cameriere dental and bone age estimation methods and Greulich-Pyle Atlas) with chronological age and to investigate their relationship with pubertal growth curve in healthy children aged 5-15 in the Western Mediterranean Region.

Method: 800 children (400 girls, 400 boys) aged 5-15 years were included in our study. The children were divided into 10 groups equally according to age. Dental age was estimated using panoramic radiographs in children aged 5-15 years with 3 different methods (Willems, Nolla and Cameriere methods), bone age were estimated by using 2 different methods (Greulich-Pyle Atlas and Cameriere method) on hand-wrist radiographs in children aged 10-15 and additionally pubertal growth stages were defined. The calculations made were compared with the chronological age and its relationship with the pubertal stage was evaluated.

Results: When all children included in the study were evaluated without gender discrimination, Willems method predicted the dental age with the difference of 0.035, Nolla method 0.030 and Cameriere dental age estimation method 0.322 years less by chronological age in children between the ages of 5-15 and this difference was found to be statistically significant only for the Cameriere method ($p=0.0001$). In children between the ages of 10-15, Willems method 0.09, Nolla method 0.21, Cameriere dental age estimation method -0.61, Greulich-Pyle Atlas 0.28 and Cameriere's bone age estimation method showed mean estimation error of 0.14 years. This difference was found to be statistically significant for the other four methods except Willems method ($p<0.05$). When the methods in our study were examined separately according to the pubertal growth periods, it was determined that all other methods except the Willems method showed a statistically significant difference with chronological age in all pubertal periods. It was observed that all methods gave the closest result according to chronological age in the pre-peak period.

Conclusion: According to our study results, it was found that Willems and Nolla methods for age estimation in children between the ages of 5-15 gave closer results to chronological age. When the relationship between peak periods and age estimation

was evaluated, it was revealed that the closest results according to chronological age were obtained in the pre-peak period.

Key words: Cameriere method, dental age, bone age, pubertal growth curve, age estimation



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Yaş tayini ve önemi	3
2.2. Büyüme ve Gelişimin Belirlenmesi	4
2.2.1. Kronolojik Yaş	4
2.2.2. Boy ve Ağırlık Artışları	4
2.2.3. Cinsiyet ve Menarş Yaşı	5
2.2.4. Diş Yaşı	5
2.2.5. Kemik Yaşı	5
2.3. El-Bilek Kemikleri	6
2.3.1. El-Bilek Kemiklerinin Embriyolojisi	6
2.3.2. El-Bilek Kemiklerinin Anatomisi	7
2.4. El-Bilek Kemiklerinden Kemik Yaşı Tespiti	10
2.4.1. Greulich-Pyle Atlas (GPA)	11
2.4.2. Tanner-Whitehouse Yöntemi (TWA)	13
2.4.3. Gök Atlası	13
2.4.4. Cameriere Kemik Yaşı Tayini Yöntemi	13
2.5. Dişler	14
2.5.1. Dişlerin Embriyolojisi ve Gelişimi	14
2.5.2. Dişlerin Sürmesi	19
2.6. Diş Gelişimine Dayanan Yaş Belirleme Yöntemleri	21
2.6.1. Logan & Kronfeld Yöntemi	22
2.6.2. Schour & Massler Yöntemi	23
2.6.3. Gleiser & Hunt Yöntemi	24
2.6.4. Nolla Yöntemi	25
2.6.5. Fanning Yöntemi	27

2.6. 6. Moorrees, Fanning & Hunt Yöntemi	28
2.6.7. Haavikko Yöntemi	28
2.6.8. Demirjian, Goldstein & Tanner Yöntemi	30
2.6.9. Willems Yöntemi	33
2.6.10. Cameriere Yöntemi	34
2.7. Puberte	36
2.7.1. Puberte Zamanlaması	37
2.7.2. Pubertal Büyüme Eğrisi	37
3. GEREÇ ve YÖNTEM	42
3.1. Etik Kurul Onayı ve Gerekli Resmi İzinler	42
3.2. Hasta Gruplarının Belirlenmesi	42
3.3. Kronolojik Yaşın Hesaplanması	43
3.4. Kemik Yaşının Hesaplanması	43
3.4.1. Greulich-Pyle Atlas (GPA)	43
3.4.2. Cameriere Kemik Yaşı Tayini Yöntemi	44
3.5. Diş Yaşının Hesaplanması	45
3.5.1. Willems Yöntemi	46
3.5.2. Nolla Yöntemi	46
3.5.3. Cameriere Yöntemi	47
3.6. Pubertal Büyüme Evrelerinin Değerlendirilmesi	49
3.7. İstatistiksel Analiz	52
4. BULGULAR	53
5. TARTIŞMA	84
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	110
EKLER	121
EK-1 Etik Kurul Onay Belgesi	121
ÖZGEÇMİŞ	122

SİMGELER ve KISALTMALAR

AEK	Apikal ektodermal kabarıklık
ark.	Arkadaşları
ATYT	Adli Tıpta Yaş Tayini
Bo	Kemik alanı
Ca	Karpal alan
FDI	Federation Dentaire Internationale - Dişlerin İsimlendirilmesinde Kullanılan Numaralandırma Sistemi
GPA	Greulich-Pyle Atlas
JPG	Joint Photographic Experts Group
TWA	Tanner-Whitehouse Atlas

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. El-bilek radyografisi	8
Şekil 2.2. El bileği kemikleri	9
Şekil 2.3. GPA'ya göre 5, 8 ve 11 yaşındaki erkek ve kızlar için örnek görüntüler	12
Şekil 2.4. Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi için bir ölçüm örneği	14
Şekil 2.5. Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi için excel formülü	14
Şekil 2.6. Diş gelişiminde, epitelyal ve mezenşimal yapılar arasındaki etkileşimde yer alan sinyaller, transkripsiyon faktörleri ve moleküler olaylar	15
Şekil 2.7. Dişlerin gelişim evreleri	16
Şekil 2.8. Diş sert dokularının gelişim aşamaları	18
Şekil 2.9. Diş gelişimine dayanan yaş tayini yöntemleri	22
Şekil 2.10. Schour ve Massler'e göre insan dişlenmesinin gelişimi	24
Şekil 2.11. Nolla'nın diş gelişim evreleri	26
Şekil 2.12. Moorrees tekniğinde kullanılan tek ve çok köklü dişlerden diş yaşı belirleme şeması	28
Şekil 2.13. Tek köklü dişlerde gelişiminin belirlenmesi için diş formasyon aşamaları	29
Şekil 2.14. Azı dişlerin gelişiminin belirlenmesi için diş formasyon aşamaları	30
Şekil 2.15. Demirjian, Goldstein ve Tanner'a göre dişlerin gelişim evreleri	31
Şekil 2.16. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi için bir ölçüm örneği	35
Şekil 2.17. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi için excel formülü	36
Şekil 2.18. Fishman'ın iskeletsel gelişim göstergelerinin el-bilek radyografisi üzerinde değerlendirme şeması	39
Şekil 2.19. Fishman'ın gelişim göstergeleri	40
Şekil 3.1a. Kronolojik yaşı 12,3 yıl olan erkek hastanın GPA'daki 13,5 yaşa ait görüntü ile eşleştirilmiş el-bilek radyografisi	44
Şekil 3.1b. GPA'da bulunan 13,5 yaşa ait radyografik görüntü	44
Şekil 3.2. Kronolojik yaşı 10,7 yıl olan erkek hastanın Cameriere kemik yaşı tayini yöntemine göre ölçüm örneği	45

Şekil 3.3. Kronolojik yaşı 10,7 yıl olan erkek hastanın Cameriere'nin excel formülü ile yapılan kemik yaşı hesaplaması örneği	45
Şekil 3.4. 6,8 yaşındaki kız hastaya ait panoramik radyografi üzerinden Willems yöntemine göre diş yaşının hesaplanması	46
Şekil 3.5. 6,8 yaşındaki kız hastaya ait panoramik radyografi üzerinden Nolla yöntemine göre skorlama (Nolla metoduna göre tahmini yaş= 7 yaş)	47
Şekil 3.6. .Cameriere diş yaşı tayini yöntemine göre kronolojik yaşı 6,8 yıl olan kız hastaya ait ölçüm örneği	48
Şekil 3.7. Kronolojik yaşı 6,8 yıl olan kız hastanın Cameriere excel formülü ile yapılan diş yaşı hesaplaması örneği	49
Şekil 3.8. Pik öncesi döneme ait radyografik görüntü örneği	50
Şekil 3.9. Pik dönemine ait radyografik görüntü örneği	50
Şekil 3.10. Pik sonrası döneme ait radyografik görüntü örneği	51
Şekil 4.1. Yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kızlar ve erkekler için kutu grafiği	53
Şekil 4.2. Yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği	68
Şekil 4.3. Erkekler için yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği	69
Şekil 4.4. Kızlar için yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği	70
Şekil 4.5. Pubertal büyüme evrelerine göre hasta sayıları ve yüzdeleri	75
Şekil 4.6. 10-15 yaş hastaların yaş gruplarına göre pubertal büyüme eğrisindeki dağılımı	75
Şekil 4.7. 10- 15 yaş arası erkekler için yaşlara göre pubertal büyüme evrelerinin dağılımı	76
Şekil 4.8. 10-15 yaş arası kızlar için yaşlara göre pubertal büyüme evrelerinin dağılımı	76
Şekil 4.9. Pik dönemlerine göre yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği	81
Şekil 4.10. Pik dönemlerine göre erkeklerde yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği	82

Şekil 4.11. Pik dönemlerine göre kızlarda yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği	83
Şekil 5.1. Willems yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	97
Şekil 5.2. Nolla yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	97
Şekil 5.3. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	98
Şekil 5.4. Yaş gruplarına göre Willems yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	103
Şekil 5.5. Yaş gruplarına göre Nolla yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	103
Şekil 5.6. Yaş gruplarına göre Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları	104

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Süt dişlenmede dişlerin gelişim ve sürme zamanları	20
Tablo 2.2. Daimi dişlenmede dişlerin gelişim ve sürme zamanları	21
Tablo 2.3. Nolla'nın alt çene dişlerine ait daimi diş gelişim normları (erkek çocuklar)	27
Tablo 2.4. Nolla'nın alt çene dişlerine ait daimi diş gelişim normları (kız çocuklar)	27
Tablo 2.5. Haavikko yöntemine göre dişlerin gelişim evreleri ve açıklamaları	30
Tablo 2.6. Gelişim aşamalarının tanımlamaları	32
Tablo 2.7. Mandibular sol 7 dişin gelişim aşamaları için kendinden ağırlıklı skorlar (Erkekler)	33
Tablo 2.8. Mandibular sol 7 dişin gelişim aşamaları için kendinden ağırlıklı skorlar (Kızlar)	33
Tablo 2.9. Willems yöntemine göre diş mineralizasyon skorları (Erkekler)	34
Tablo 2.10. Willems yöntemine göre diş mineralizasyon skorları (Kızlar)	34
Tablo 2.11. Fishman'a göre iskeletsel gelişim göstergeleri aşamaları	38
Tablo 2.12. Grave-Brown yöntemine göre kemikleşme olayları ve evreler	41
Tablo 4.1. Yaş ve cinsiyete göre grupların Willems diş yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	56
Tablo 4.2. Yaş ve cinsiyete göre grupların Nolla diş yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	57
Tablo 4.3. Yaş ve cinsiyete göre grupların Cameriere diş yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	58
Tablo 4.4. Yaş ve cinsiyete göre grupların GPA kemik yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	59
Tablo 4.5. Yaş ve cinsiyete göre grupların Cameriere kemik yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	60
Tablo 4.6. 5-10 yaş arası için yaş ve cinsiyete göre hesaplanan diş yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması	71
Tablo 4.7. 10-15 yaş arası için yaş ve cinsiyete göre hesaplanan diş ve kemik yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması	72

Tablo 4.8. 5-15 yaş arası için yaşa göre hesaplanan tahmini yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması	74
Tablo 4.9. Pubertal büyüme durumuna göre grupların cinsiyet ayrımı olmadan hesaplanan tahmini yaşlar ve kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	78
Tablo 4.10. Pubertal büyüme durumu ve cinsiyete göre grupların hesaplanan tahmini yaşlar ve kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması	80



1. GİRİŞ

Yaş tahmini adli tıpta, pediatrik endokrinolojide ve klinik diş hekimliğinde önemli bir rol oynamaktadır.⁽¹⁾ Tıbbi alanda tanı ve tedavide amacıyla kullanılırken, adli alanda ise karar sürecinde kullanılabilmektedir. Bireylerin; işe, askere veya okula alınması, adli durumlarda cezai ve hukuki sorumluluğun belirlenmesi, çocukların maruz kaldığı cinsel saldırı durumlarında karşı kendini koruyup koruyamayacağının belirlenmesi gibi konularda gerçek yaşının bilinmesi önemlidir.⁽²⁾ Gelişmiş ülkelerde yaş tayini, yalnız kimlik tayini amacı ile yapılmasına rağmen, ülkemizde nüfus kayıtlarının zamanında yapılmaması sebebiyle kimlik teşhisinden ziyade kimliği bilinen kimselerin gerçek yaşlarının tespiti için de yapılmaktadır.⁽³⁾

Yaş tayini için günümüzde birçok yöntem geliştirilmiştir. Yaş tayininde radyolojik, histolojik ve morfolojik yöntemler kullanılmaktadır, ancak uygulama kolaylığı ve tekrarlanabilirlik açısından radyolojik ve morfolojik yöntemler daha fazla tercih edilen yöntemlerdir.^(4, 5) Yaş tespitinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan radyolojik yöntemde, kemik veya diş gibi sert dokuların gelişim evrelerinden yararlanılarak yaş tespit edilmektedir.^(1, 6-14) Dişler ve el-bilek bölgeleri, büyüyen çocuklarda yaş için en yaygın göstergelerdir. Bu yapılar; görüntülerinin diğer yapılara kıyasla düşük radyasyon seviyesi ile elde edilmesi, basit bir radyografi ile önemli miktarda kemik veya dişe ait bilgilerin elde edilmesi gibi nedenlerle seçilmektedir.⁽⁶⁾

Kemiklerin olgunlaşma düzeyi kemik yaşı olarak tanımlanır ve kemik olgunlaşması normal olan bir çocukta kemik yaşının kronolojik yaşa çok yakın olduğu belirtilmektedir.⁽¹⁵⁾ Kemiklerden yaş tayini yapılırken, vücutta bulunan çeşitli kemiklerin radyografik görüntülerinden faydalanılmaktadır, ancak kemik yaşının değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem el-bilek kemiklerinin değerlendirilmesidir. Benzer şekilde dişlerin oluşumu da, yaşı tahmin etmek ve gelişimi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu bilgiler klinik diş hekimliğinde tanı ve tedavi planlamasına da yardımcı olmaktadır.⁽¹⁶⁾ Dişlerin değerlendirilmesiyle yapılan yaş tayini yöntemlerinde, dişlerin gelişim aşamaları, kalsifikasyon dereceleri ve kök ucu açıklık derecesine göre hesaplamalar yapılarak, araştırmacı tarafından geliştirilen tablolar veya formüllerle yaş hesaplanmaktadır.⁽⁸⁾

9, 11, 13, 14) Ayrıca, dişlerin değerlendirilmesinde sık kullanılan panoramik radyografilerin hastadan rutin tanı veya tedavi amacıyla alınması, basit bir prosedür olması, kolay elde edilmesi ve düşük radyasyon dozu verilmesi açısından avantaj sağlamaktadır.

Günümüzde yaş tayini için dişlerin ve kemiklerin kullanıldığı pek çok yöntem geliştirilmiş olsa da bu yöntemlerin doğruluk ve güvenilirlik seviyeleri farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçların farklı toplumlarda birçok faktöre bağlı olarak değişken sonuçlar vermesi nedeniyle yaş tayini için tüm toplumu kapsayan veya bölgelere özgü olacak şekilde kronolojik yaşa en yakın sonucu veren yöntemin belirlenmesi önemlidir.

Puberte, çocukluktan erişkinliğe geçiş süreci olup bu süreç hormonal etkiyle ortaya çıkmaktadır. Ergenliğe ulaşma yaşı ve ergenlik süresi bir çocuktan diğerine büyük farklılıklar göstermektedir.⁽¹⁵⁾ Kızlarda ergenlik dönemi daha erken başlarken erkeklerde başlangıç daha geç görülmektedir.⁽¹⁷⁾ Ergenlik döneminin sonunda bireyin büyüme ve gelişimi büyük oranda tamamlanmış olur.⁽¹⁵⁾ Büyüyen bireylerde sadece olgunlaşma olaylarının zamanlamasında değil, aynı zamanda bu olayların meydana geliş sıralamasında da farklılık görülmektedir.⁽¹⁸⁾ Bu nedenle yaş hesaplamalarında pubertal atılım döneminin de göz önünde bulundurulması önemlidir.

Bu çalışmada; Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan 5-15 yaş arası sağlıklı çocuklarda beş farklı yaş tayini yönteminin (Willems, Nolla, Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve Greulich-Pyle Atlas (GPA)) kronolojik yaş ile uyumluluklarının değerlendirilmesi ve pubertal büyüme eğrisi ile olan ilişkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yaş tayini ve önemi

Yaş tayini ve kimliğin belirlenmesi hukuki ve cezai açıdan önem taşıyan konulardır. Bir kişinin tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer kişilerden ayırt edilmesinde etkin olan özelliklerin tümüne kimlik; canlı veya ölü bir kişiyi tanıtmaya ve başkalarından ayırmaya yarayan özelliklerin ortaya konulmasına da kimlik tespiti denir. Kimlik tespiti, hem ölüde hem de canlıda yapılmaktadır. Ölen kişilerde etik ve insani nedenlerle (ölen kişinin akrabaları tarafından alınabilmesi, geleneksel ve dini törenlerin yapılabilmesi ve gömülebilmesi), yasal hak ve sorumluluklarının sonlandırılabilmesi için (alacak, borç, hayat sigortası, miras, anne- babalık davaları) ve kaza, intihar, cinayet, kuşkulu ölümler gibi kriminal olayların araştırılması için kimliğin belirlenmesi son derece önem taşımaktadır.^(2, 19) Ayrıca, yangın, deprem, sel, gibi doğal afetler, uçak, tren veya deniz kazaları, savaşlar, katliamlar, soykırım gibi çok sayıda ölümün olduğu durumlarda cesetler birbirine karışabilir ve çürümüş, parçalanmış cesetlerin kimlik tespiti zor olabilir.^(20, 21) Canlıda ise; koma, yaştan küçük olması, akıl hastalığı vb. durumlarda kişi kendisi hakkında bilgi veremeyebilir, ayrıca suçluların belirlenmesi, sahtekarlıklar, kaybolmuş çocuklar, miras olayları, yaş sınırlaması gerektiren (spor müsakabaları, evlilik, askere alınma, emeklilik, vb.) durumlarda sahte kimlik kullanılması veya yaştan gizlenmesi halinde büyük sorunlar yaşanabilir.⁽²⁾ Kimlik tespitinde, kişinin yaşının belirlenmesi en önemli öğelerdendir. Yaş; vücut ağırlığı, cinsiyet, boy, cilt, saç, göz rengi, parmak izi, dişler ve kemikler gibi bireye ait tıbbi kimliği oluşturan fiziksel özelliklerden biridir.^(20, 22) Gerekli durumlarda adli makamlar, adli tıp uzmanı hekimlerden kişinin yaşının belirlenmesini istemektedirler.⁽⁵⁾

Yaş tayini, adli tıp uygulamalarının yanı sıra, sağlık alanında da kullanılmaktadır. Diş hekimliği uygulamalarında, özellikle maksillo-fasiyal büyümeyle ilişkili tedavi planlamaları ve tedavi takibinde de, diş yaşının bilinmesi önem kazanmaktadır.⁽²³⁾

Günümüzde yaştan en doğru şekilde belirlenebilmesi amacıyla birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen en uygun yöntemin hangisi olduğuna dair net bir bilgi yoktur. Literatürde dişlerin ve kemiklerin değerlendirilmesiyle yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur, ancak bunların çoğunda elde edilen sonuçlar güvenilirlik

açısından birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemlerdeki başlıca amaç; toplumsal farklılıkların etkilerini ortadan kaldıracak, kronolojik yaşa göre en doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşılmasını sağlayacak ortak bir metodun geliştirilmesidir.

2.2. Büyüme ve Gelişimin Belirlenmesi

Büyüme, hücre sayısı ve büyüklüğünün artması ile beraber vücut hacmi ve kütlesinin artmasıdır.⁽²⁴⁾ Büyüme ile tüm vücutun, vücutu oluşturan çeşitli organların ve bu organların çeşitli kısımlarının hacimleri artmaktadır. Gelişim ise; büyüme sırasında vücutun çeşitli organlarının tüm vücuta göre oranlarının veya organların çeşitli parçaları arasındaki oranların değişmesi, farklılaşması olayıdır. Kısaca gelişim; büyüme esnasında meydana gelen bir başkalaşım olayıdır.⁽²⁵⁾ Büyüme ve fiziksel olgunlaşma, hücresel ve somatik değişiklikleri geniş bir spektrumda kapsayan dinamik süreçlerdir.⁽²⁶⁾ Büyüme ve gelişimin temposu belirli dönemlerde hızlanma ve yavaşlama gösterir. Çocuklar, fetal dönemde en hızlı büyüme ve gelişimi gösterirken, doğumdan sonra başlangıçta hızlı olan büyüme ve gelişme giderek yavaşlar, 3. yaştan sonra 10-11 yaşlarına kadar daha yavaş ve yaşa göre çok değişim göstermeyen bir tempo ile devam eder. Ergenlik dönemine yaklaşırken yeniden bir hızlanma görülür.⁽¹⁵⁾ Bir çocuğun gelişimsel durumu genellikle büyümenin ilerlemesi sırasında meydana gelen olaylarla ilişkili olarak değerlendirilir. Bireyin büyüme ve gelişiminin değerlendirilmesi için kronolojik yaş, kemik yaşı, dişlerin gelişim dönemleri, boy ve ağırlık artışları, cinsiyet ve menarş yaşı gibi birçok farklı kriterden yararlanılmaktadır.^(27, 28)

2.2.1. Kronolojik Yaş

Kronolojik yaş, takvimle belirlenen yaştır ve yaştan belirlendiği günkü tarihten doğum tarihinin çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır.^(2, 25) Kronolojik yaş, bir çocuğun/adolesanın gelişimi hakkında sadece genel bilgi sağlar.⁽²⁹⁾

2.2.2. Boy ve Ağırlık Artışları

Boy ve ağırlık, büyüme ve gelişimin değerlendirilmesinde en çok kullanılan fiziksel göstergelerdendir. Ancak, bunlar olgunlaşma için nicel değişkenlerdir ve bu değişkenlerin terminal ölçümleri önceden bilinmemektedir. Bu yüzden büyüme ve gelişimin değerlendirilmesi için yeterli değildir.^(30, 31)

2.2.3. Cinsiyet ve Menarş Yaşı

Büyüme ve gelişim olaylarında cinsiyete bağlı farklılıklar gözlenir. Pubertal büyüme genellikle kızlarda erkelere göre 1-2 yıl daha önce başlar.⁽³²⁾ Ayrıca, kemik olgunlaşması da kız çocuklarında daima erkek çocuklarına göre daha erken meydana gelir. Kızlarda hipotalamus-hipofiz-gonad ekseninin uyarılması sonucunda overlerden salgılanan östradiol etkisi ile ortaya çıkan ilk ergenlik belirtisi meme tomurcuklanmasıdır, bundan ortalama 2-2,5 yıl sonra ilk menstrüasyon başlar. Türk çocuklarında menarş yaşı ortalama olarak 12,2 olarak belirlenmiştir.⁽¹⁵⁾ Ergenlik döneminin biyolojik çeşitlilik ve bireysel farklılıkların en belirgin olduğu dönem olması, pubertal büyüme zamanlamasının cinsiyetler ve bireyler arasında farklılık göstermesi, kalıtım, sosyoekonomik durum, beslenme, yaşam koşullarının iyileşmesi ve kronik hastalıklar gibi birçok etkenin pubertal büyüme ve menarş yaşını etkilemesi nedeniyle büyüme ve gelişimin değerlendirilmesinde yeterli değildir ve çok sık kullanılmazlar.^(15, 33)

2.2.4. Diş yaşı

Büyüme ve gelişimin değerlendirilmesinde sık olarak kullanılan yöntemlerden biri de radyografik görüntüler üzerinden diş gelişiminin değerlendirilmesidir. Dişler, bir insanda hayatın ilk 25 yılında çeşitli gelişim aşamaları geçirir ve sonraki yıllarda ikincil değişiklikler gösterir. Ayrıca dişler, beslenme ve endokrin faktörlerden çok fazla etkilenmezler. Bu yüzden diş oluşumu, gelişimi değerlendirmek ve yaşı tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.^(16, 34) Diş yaşı, dişlerin sürmesi veya diş oluşum aşamalarının değerlendirilmesi ile belirlenebilmektedir, ancak diş oluşum aşamalarını değerlendirmesi daha güvenilir bir kriter olarak kabul edilmektedir.^(9, 11, 35) Diş gelişiminin değerlendirilmesi, tanı ve tedavi amacıyla rutin olarak alınan panoramik radyografiler üzerinden yapılabilmesi ve uygulama kolaylığı nedeniyle avantaj sağlamaktadır. Ayrıca diş gelişiminin iskelet gelişimine göre endokrinopatiler ve yetersiz beslenme gibi durumlardan daha az etkilendiği ve bu nedenle kronolojik yaş tahminlerinde kullanılmasının yararlı olduğu bildirilmiştir.⁽³⁶⁾

2.2.5. Kemik Yaşı

İskeletsel olgunluk, tam olgunluğa yakınlık seviyesini tanımlamak için kemiğin mineralizasyon derecesini, boyutunu ve şeklini içeren bir gelişim ölçüsüdür.⁽³⁷⁾ Kemiklerin olgunlaşma seviyesinin belirlenmesi, büyüme ve gelişimin

değerlendirilmesi için kullanılan en iyi ölçütlerden biri olup kemiklerin olgunlaşma derecesi kemik yaşı olarak tarif edilmektedir. Kemik olgunlaşması normal seviyede olan bir çocukta kemik yaşının kronolojik yaşa eşit olduğu kabul edilmektedir. Ancak cinsiyet, ırksal farklılıklar, büyüme bozukluğu, hormonal bozukluklar (over tümörleri, hipotalamus tümörleri, tiroid hormonu eksikliği, hipofiz hormonu eksikliği vb.), kronik enfeksiyonlar, bazı sendromlar gibi birçok faktör kemik gelişimini etkileyebilmektedir.⁽¹⁵⁾

Günlük uygulamada, kemik yaşının saptanmasında kullanılacak anatomik bölgenin belirlenmesi için gerekli olan iki önemli kriter mevcuttur. Bunlar; en az sayıda ve düşük dozda film alınabilmesi ve seçilen bölgenin doğumdan erişkin hale gelene kadar birbiri ardına kemikleşen kemiklerin bulunduğu bir bölge olmasıdır. İskelet sisteminde, el ve ayak kemiklerinin bulunduğu bölge bu şartı taşımaktadır. Bu nedenle kemik yaşının değerlendirilmesinde el-bilek radyografilerinin kullanılması sık başvurulmuş bir yöntemdir.⁽²⁾

2.3. El-Bilek Kemikleri

2.3.1. El-Bilek Kemiklerinin Embriyolojisi

Embriyonik gelişmenin dördüncü haftasının sonlarında, ekstremiteler tomurcukları vücut duvarının ventrolateralinde birer küçük çıkıntı şeklinde belirmeye başlar.⁽³⁸⁾ Gelişmenin 26 veya 27. gününde üst ekstremiteler tomurcukları, 28 ve 29. günlerinde de alt ekstremiteler tomurcukları belirginleşir.⁽³⁹⁾ Tomurcuklar başlangıçta, ekstremitelerin kemikleri ve bağ dokusunu oluşturacak olan lateral plak mezodermin somatik tabakasından kaynaklanan bir mezanşimal iskelet ve bunun üzerine kaplayan kuboidal bir ektoderm tabakasından oluşur. Ekstremitelerin uç bölgelerinde, mezenşimin gönderdiği sinyallerle bu ektodermal tabaka kalınlaşarak apikal ektodermal kabarıklık (AEK) denilen bölümü oluşturur.⁽³⁸⁾ AEK, ekstremitelerin gelişmesini ve büyümesini başlatan ekstremiteler mezenşiminde indüksiyon etkisi gösterir. AEK'e komşu mezenşim farklılaşmamış ve hızla çoğalan hücrelerden oluşurken, proksimalindeki hücreler ise kıkırdak kemik modellere ve kan damarlarına farklılaşır.⁽³⁹⁾

Altı haftalık bir embriyoda, ekstremiteler tomurcuklarının en uç bölümleri yassılaşıp el ve ayak plakalarını oluşturur. Bu plaklar, daha proksimaldeki segmentlerden

sirküler darlık bölgesiyle ayrılırlar. Bir süre sonra oluşan ikinci bir darlık proksimal bölümü ikiye ayırır ve böylece ekstremitelerin iki ana bölümü belirgin hale gelir. AEK bölgesindeki hücre ölümü ile bu bölge beş parçaya ayrılarak el ve ayak parmaklarının oluşumu başlar. Parmakların bundan sonraki gelişimi, bu beş segmentin etkisi altında uç kısımlara doğru ilerleyerek büyümeleri, mezenşimin yoğunlaşarak kartilajinöz parmak çatısını oluşturması ve bunlar arasında bulunan dokunun nekroz olmasıyla gerçekleşir.⁽³⁸⁾

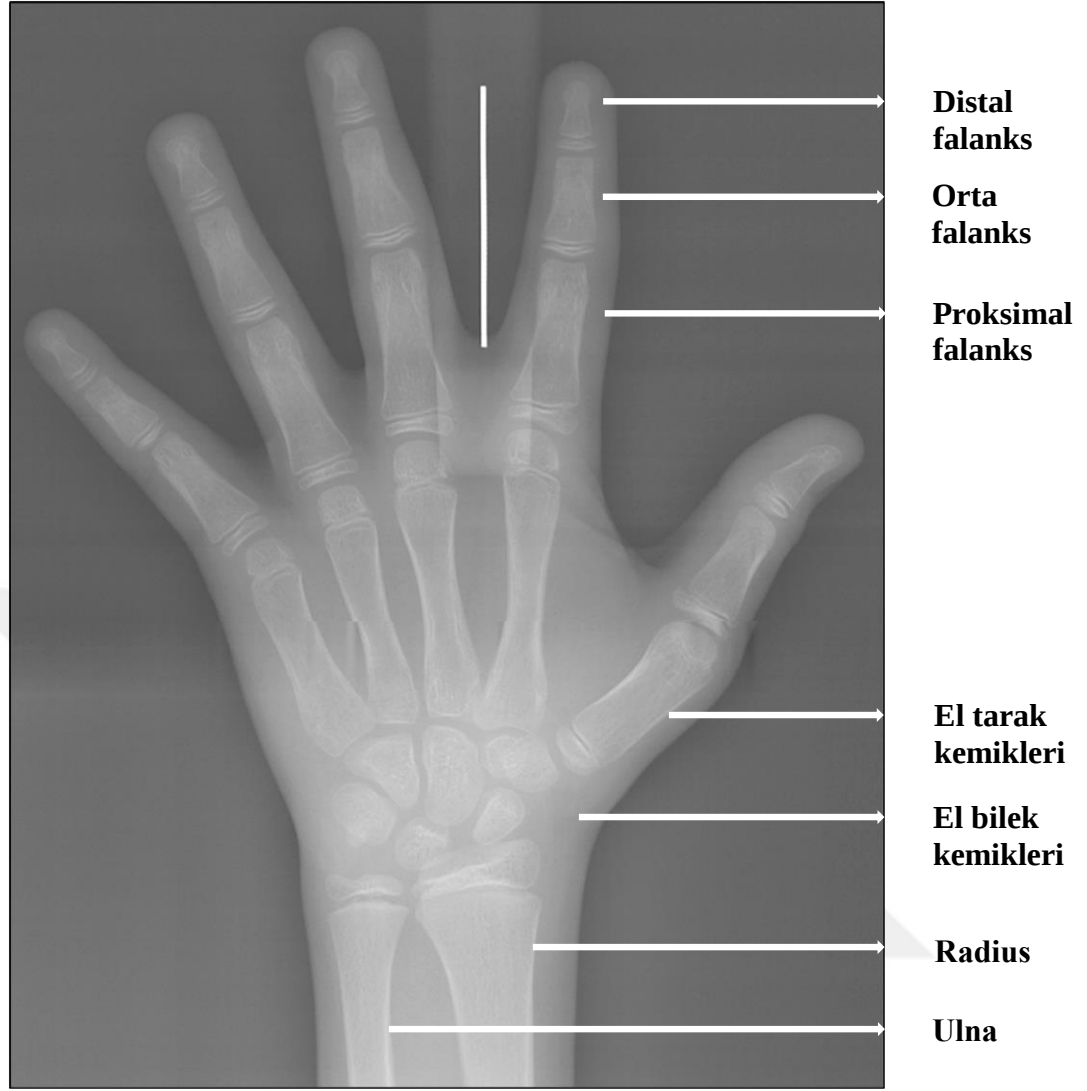
Ekstremitelerin dış şekli oluşurken, mezenşim de yoğunlaşmaya başlar, ilk olarak altıncı haftada ekstremita kemiklerinin öncüsü olan hyalin kıkırdak modelleri oluşur. Ekstremita kemiklerinin ossifikasyonu, embriyonik dönemin sonlarında başlar.⁽³⁸⁾ On ikinci haftaya kadar tüm uzun kemiklerde primer kemikleşme merkezleri belirgin hale gelir. Karpal kemiklerde kemikleşme doğumdan sonraki ilk yılda görülür.⁽³⁹⁾

Doğumda, kemiğin diafiz bölümü genellikle tamamen kemikleşmiş olmasına rağmen epifiz olarak adlandırılan uç kısımları hala kıkırdak yapısındadır. Diafiz ve epifiz bölgelerindeki ossifikasyon merkezleri arasında geçici olarak kıkırdak bir tabaka bulunur. Epifiz plağı olarak adlandırılan bu yapı, kemiklerin uzunlamasına büyümesinde önemli bir yere sahiptir. Epifiz plağının her iki tarafında endokondral ossifikasyon devam ederek, kemik son uzunluğuna ulaştığında, epifiz plakları kaybolur ve epifiz bölgeleri kemik gövdesi ile birleşir. Uzun kemiklerin her iki ucunda epifiz plağı bulunurken, falanksler gibi daha kısa kemiklerde sadece bir uçta bulunur.⁽³⁸⁾

2.3.2. El-Bilek Kemiklerinin Anatomisi

El kemikleri toplam 27 kemikten oluşur ve 3 gruba ayrılarak incelenir (Şekil 2.1). Bunlar;

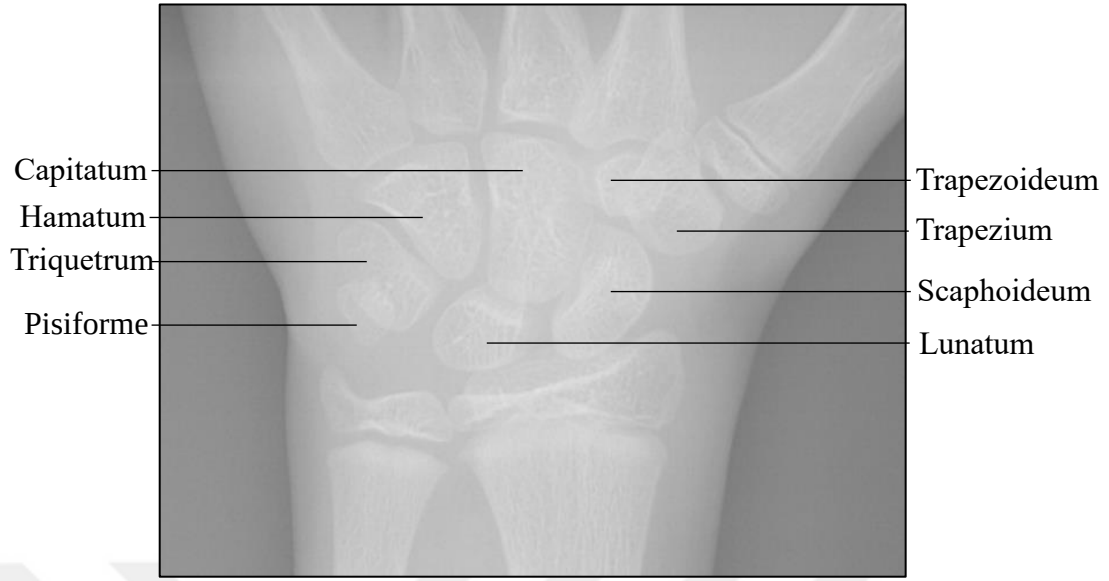
- a.** Ossa carpi; Ossa carpalia (el bilek kemikleri)
- b.** Ossa metacarpi; Ossa metacarpalia (el tarak kemikleri)
- c.** Ossa digitorum; Phalanges (parmak kemikleri)



Şekil 2.1. El-bilek radyografisi

a. Ossa carpi; Ossa carpalia (el bilek kemikleri)

Proksimal ve distalde dörder tane olmak üzere iki sıra üzerine dizilmiş toplam sekiz adet kemikten oluşur. Proksimal sırayı oluşturan kemikler dıştan içe doğru; os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum ve os pisiforme şeklinde sıralanır. Distal sırayı oluşturan kemikler ise dıştan içe doğru; os trapezium, os trapezoideum, os capitatum ve os hamatum şeklinde sıralanır (Şekil 2.2). Karpal kemikler birer merkezden kemikleşirler. Birinci yılda sırasıyla os capitatum ve os hamatum, üçüncü yılda os triquetrum, beşinci yılda sırasıyla os lunatum ve os trapezium, altıncı yılda os scaphoiedum, sekizinci yılda os trapezoideum, onikinci yılda ise os psiforme kemikleşmeye başlar.



Şekil 2.2. El bileği kemikleri

Os scaphoideum

Proksimal sırada yer alan en büyük kemik olup proksimal yüzü radiusla, distal yüzü de os trapezium ve os trapezoideumla eklem yapar. El bileği kemikleri içinden en çok kırığı görülen kemik bu kemiktir.

Os lunatum

Proksimal sıranın ortasında yer alan yarım ay şeklinde bir kemiktir.

Os triquetrum

Proksimal sıranın ulnar tarafında yer alan ve piramide benzeyen bir kemiktir. Palmar yüzde os pisiformenin oturduğu küçük ve oval bir eklem yüzü bulunur.

Os pisiforme

En küçük karpal kemiktir. Yalnızca dorsal bölümünde triquetrum ile eklem yapacak bir yüze sahiptir. Bu kemiğin diğer yüzlerinde ise eklem yüzü bulunmaz.

Os trapezium

Birinci metakarpal kemik ile os scaphoideum arasında bulunur. Palmar yüzünde tuberculum ossis trapezii adı verilen bir çıkıntı bulunur.

Os trapezoideum

Distal sırada bulunan en küçük kemiktir. Proksimalde os scaphoideum, distalde 2. metakarpal kemiğin basisi, lateralde os trapezium ve medialde os capitatum ile eklem yapar.

Os capitatum

Karpal kemikler arasında ilk kemikleşen ve en büyük olan el bilek kemiğidir. El bileğinin merkezinde yer alır.

Os hamatum

El bileğinin iç-alt kısmında bulunur. Palmar yüzün distomedial bölümünden öne doğru uzanan hamulus ossis hamati adı verilen çıkıntı ile kolayca tanınabilen kemiktir.

b. Ossa metacarpi; Ossa metacarpalia (el tarak kemikleri)

El tarak kemikleri 5 adet olup, dıştan içe doğru romen rakamları ile adlandırılırlar. Proksimal uçları basis, distal uçları caput olarak adlandırılır. Os metacarpale I, en kısa ve en kalın olan metakarpal kemiktir. Os metacarpale II, en uzun olan metakarpal kemiktir. Metakarpal kemikler iki merkezden kemikleşirler. Birinci metakarpal kemik falankslara benzer şekilde, biri gövdesinde diğeri de proksimal ucunda olmak üzere iki merkezden kemikleşir. Diğer metakarpal kemikler ise birisi gövdede, diğeri de distal ucunda olmak üzere iki merkezden kemikleşir.

c. Ossa digitorum; Phalanges (parmak kemikleri)

Başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer adet olmak üzere toplam 14 adet falanks bulunur. Proksimalden distale 1., 2. ve 3. falanks olarak adlandırıldığı gibi phalanx proximalis, phalanx media ve phalanx distalis olarak da adlandırılır (Şekil 2.1). Her bir falanks, basis phalangis, caput phalangis ve ikisi arasında yer alan corpus phalangis bölümlerinden oluşur.

Falankslar biri gövdesinde diğeri de proksimal ucunda olmak üzere 2 merkezden kemikleşirler. Gövdelerinde kemikleşme intrauterin hayatın 8. haftasında başlar. Birinci sıra kemiklerin proksimal uçlarında 3-4. yıllarda, 2. ve 3. sıra kemiklerinde ise 4-5. yıllarda kemikleşme başlar. Bu iki merkez her üç sırada da 18-20 yaşlarında birbirleriyle kaynaşırlar. Distal falankslar el kemiklerinin içerisinde ilk kemikleşmeye başlayanıdır ve diğer falankslarda gövdede görülen kemikleşme, bu kemiklerin distal uçlarında görülür.^(40, 41)

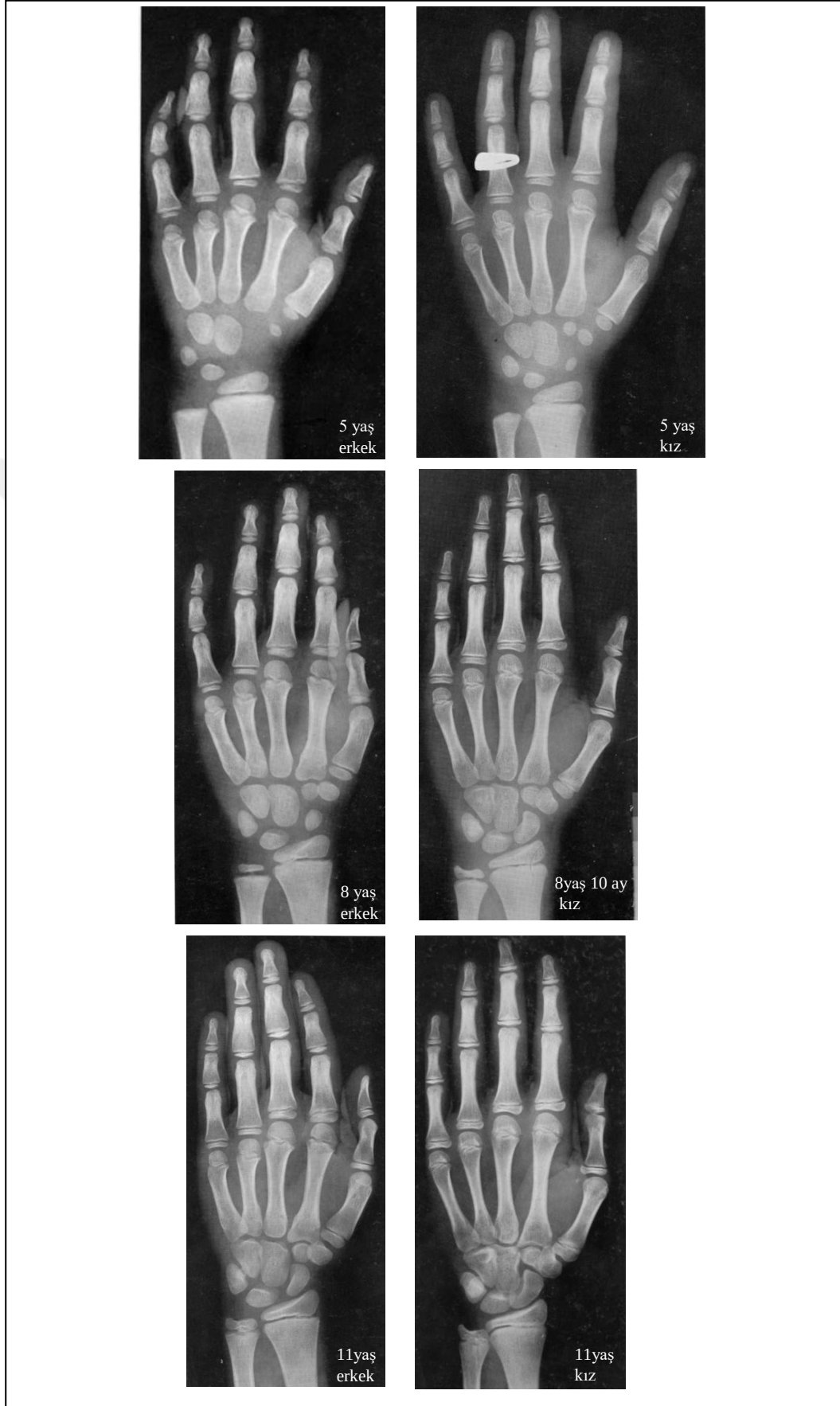
2.4. El-Bilek Kemiklerinden Kemik Yaşı Tespiti

İlk 6 yaşta kemik olgunlaşma düzeyi, röntgen filminde sekonder kemikleşme merkezlerinin ve bilek kemiklerinin sayısı ve büyüklüğü dikkate alınarak değerlendirilir. Daha ileri yaşlarda ise ölçüt, epifiz-diyafiz birleşme derecesidir.⁽¹⁵⁾

Güvenilirliği ve kolaylıkla ulaşılabilir olması nedeniyle bir bireyin kemik yaşını değerlendirmek için yaygın olarak el radyografileri kullanılmaktadır.⁽⁴²⁾ El-bilek kemikleri, doğumdan erişkin döneme gelinceye kadar bir biri ardı sıra kemikleşen çok sayıda kemiğin bulunduğu bir bölge olması ve hastadan az sayıda film alınarak kemik yaşının tespitine olanak sağlaması nedeniyle kemik yaşı tespitinde tercih edilen bir bölgedir. El-bilek radyografileriyle uzun ve yassı kemiklerin gelişimi değerlendirilmekle birlikte, radyografi için sıklıkla sol el kullanılmaktadır.⁽²⁾ El-bilek veya el parmak kemiklerindeki kemikleşme olaylarının değerlendirilmesi için genellikle GPA⁽¹⁰⁾ ve Tanner-Whitehouse atlasları (TWA)⁽¹²⁾ kullanılmaktadır.⁽⁴³⁾

2.4.1. Greulich-Pyle Atlas (GPA)

El-bilek radyografilerinin değerlendirilmesiyle kemik yaşının belirlenmesi için en çok kullanılan yöntem “Greulich – Pyle” yöntemidir.^(2, 5) El ve bilek için iskelet gelişiminin radyografik atlası olan GPA’nın ilk baskısı 1950’de, ikinci baskısı 1959’da ve en yakın baskısı ise 1988’de yayınlanmıştır.⁽⁴⁴⁾ Atlas, erkek ve kız çocukları için ayrı ayrı olacak şekilde, genellikle bir yıl aralıklarla hazırlanmış el-bilek bölgesine ait radyografik görüntüler içermektedir.⁽²⁾ Bu yöntemde sol el ve el bileği grafileri değerlendirilmektedir. Kemik yaşını belirlemek için bireyden alınan el-bilek radyografisi, cinsiyete göre atlasta uyumlu olan radyografik görüntü ile karşılaştırılır. Kızlar ve erkekler için 58 adet radyografik görüntü bulunmaktadır. Atlastan en uyumlu olan görüntü seçilir ve uygun bulunan görüntünün ait olduğu yaşa göre bireyin kemik yaşı belirlenir. GPA’nın; cinsiyet, ırk, genetik ve coğrafik etkenlere bağlı olmaksızın önemsenecek kadar az hata payları ile kemik yaşı tayinini sağladığı belirtilmiştir.⁽¹⁰⁾ Ancak yapılan bir çalışmada, siyah ve beyaz çocuklar için atlasın uygulanabilirliği değerlendirilmiş ve bu atlasın tüm çocuklar özellikle de siyah kız çocukları için uygun olmadığı rapor edilmiştir.⁽⁴⁵⁾ Şekil 2.3’te GPA’da yer alan radyografik görüntü örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3. GPA'ya göre 5, 8 ve 11 yaşındaki erkek ve kızlar için örnek görüntüler⁽¹⁰⁾

2.4.2. Tanner-Whitehouse Yöntemi (TWA)

Tanner ve Whitehouse tarafından radius, ulna ve kısa kemiklerin (radius, ulna, short bones: RUS) skorlarının kullanılmasıyla geliştirilen yöntemdir. Tanner ve arkadaşları (ark.) 1962 yılında kemik yaşının değerlendirilmesi için TW1 yöntemini geliştirmişlerdir.⁽⁴⁶⁾ Araştırmacılar, ayırt edilmesi zor olan aşamaları çıkararak 1983 yılında yöntemin yeni bir versiyonunu (TW2) geliştirmişlerdir.⁽¹²⁾ Yöntemin en son versiyonu ise 2001 yılında başka popülasyonların çalışmalarını kapsayan ve bilgisayar programıyla desteklenen TW3 yöntemi olarak yayınlanmıştır.⁽⁴⁷⁾

2.4.3. Gök Atlası

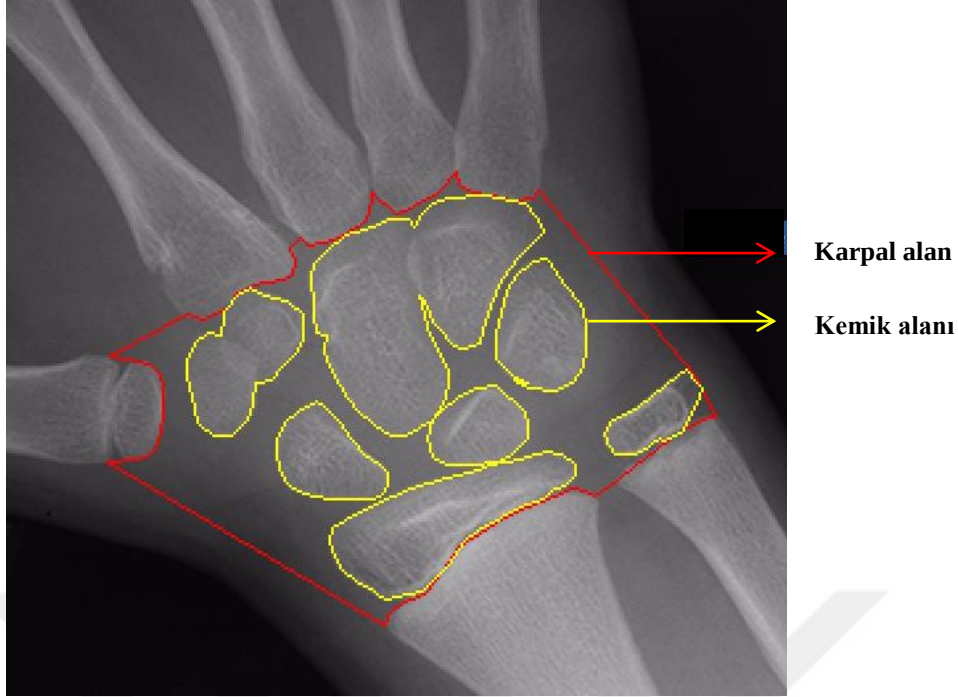
Yaş tayini için gerekli raporların sıklıkla düzenlendiği Adli Tıp Kurumu'nda, Gök ve ark.'nın Greulich Pyle atlasının özeti şeklinde derlemiş oldukları Adli Tıpta Yaş Tayini (ATYT) kitabı kullanılmaktadır. Kitapta 1-50 yaş arası olguların yaş tayini için kullanılabilecek özellikleri belirtilmiştir. Yaşı belirlemek için uyumlu olan boy, kilo, diş sayısı ve radyolojik görüntüler ve yaşı belirlenecek kişinin bilgileri karşılaştırılarak yaş belirlenir.^(4, 48) Şemsi Gök ve ark. tarafından hazırlanan bu atlasta radyografiler GPA yöntemine benzer şekilde değerlendirilmektedir.

2.4.4. Cameriere Kemik Yaşı Tayini Yöntemi

El-bilek kemiklerinin kullanıldığı bu yöntem nispeten daha yeni olup Cameriere ve ark. tarafından geliştirilmiştir. Cameriere ve ark. sekiz karpal kemik ve ulna ve radiusun epifizlerinin toplam alanı (Bo) ile karpal alan (Ca) arasındaki orana yaş indikatörü olarak başvurmuş ve bu oranı (Bo/Ca) lineer regresyon analizi için kullanmışlardır. Yaşı Bo/Ca oranının doğrusal bir fonksiyonu olarak tanımlayan regresyon modeli aşağıdaki denklemi vermiştir.⁽⁷⁾

$$\text{Yaş} = -3.253 + 0.719 g + 20.610 \text{ Bo/Ca} \quad (g=\text{kızlar için } 0, \text{ erkekler için } 1)$$

Bu yöntemde, röntgen görüntülerinin değerlendirilmesi için bilgisayar destekli çizim programı kullanılmaktadır. Kısaca; karpal alan (Ca) ve ulna ve radiusun epifizleri tespit edilir ve program ile tanımlanır. Sekiz karpal kemiğin alanları seçilerek piksel alanları hesaplanır ve kemik alanı (Bo) değerini bulmak için elde edilen her değer toplanır. İki kemik birbirine kaynaşmışsa, ortak alan sadece bir kez hesaplanır (Şekil 2.4). Son olarak elde edilen ölçümler Cameriere'nin excel formülü üzerine yerleştirilerek kemik yaşı hesaplanır (Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi için bir ölçüm örneği

EXCLE SITO [Uyumluluk Modu] - Microsoft Excel

Dosya

Giriş

Ekle

Sayfa Düzeni

Formüller

Veri

Gözden Geçir

Görünüm

Dosya

Kopyala

Yapıştır

Biçim Boyacı

Pano

Eurostile

10

K

T

A

<

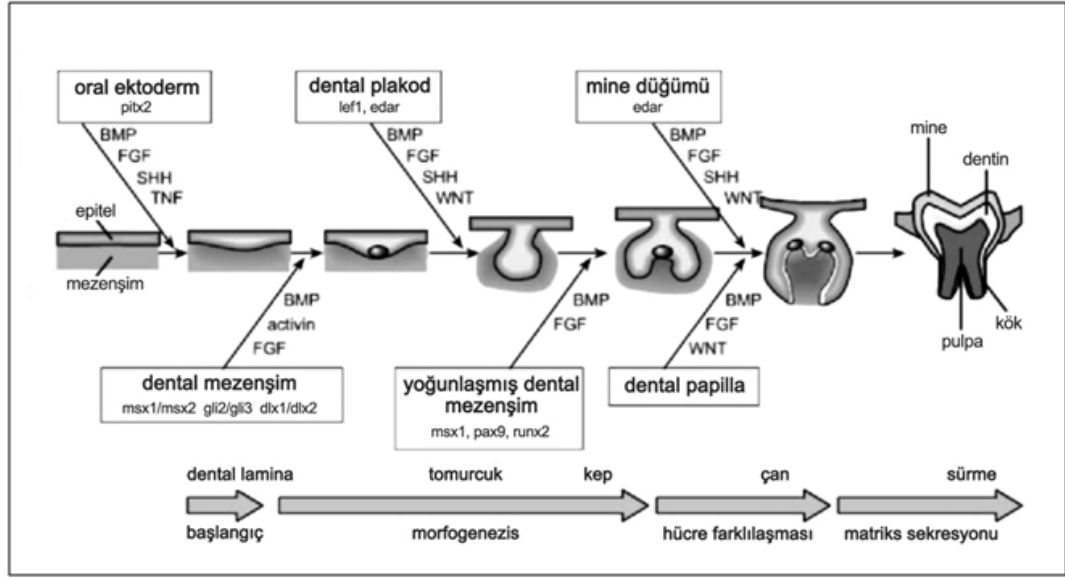
Şekil 2.5. Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi için excel formülü

2.5. Dişler

2.5.1. Dişlerin Embriyolojisi ve Gelişimi

Primitif oral kavite, yani stomedium, oral epitel adı verilen çok katlı skuamoz epitel tabakası ile kaplıdır. Bu tabakanın altında ise, dental mezenşim hücrelerinin oluşturduğu, ektomezenşim olarak adlandırılan bağ dokusu yer alır. Epitel dokusu,

oral ektoderm ve potansiyel olarak faringeal endodermden, mezenşim dokusu ise kranyal nöral krest hücrelerinden köken alır.⁽⁴⁹⁾ Dişler tüm diğer epitelyal uzantılarda olduğu gibi, epitel ve nöral krest kaynaklı mezenşim arasında iletilen ardışık ve resiprokal bir dizi indükleyici sinyal yoluyla oluşmaktadır.⁽⁵⁰⁾ Diş morfogenez, epitelyal ve mezenşimal dokular arasında ardışık ve karşılıklı etkileşimlerle düzenlenen ve basit oral ektodermin diş kronunun karmaşık şeklini oluşturmak için kalınlaştığı, tomurcuklandığı, büyüdüğü ve katlandığı ilerleyici bir süreçtir (Şekil 2.6).⁽⁵¹⁾



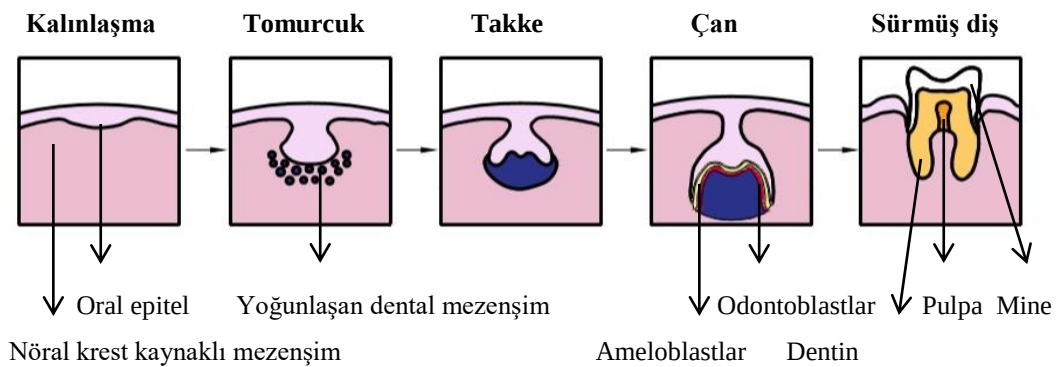
Şekil 2.6. Diş gelişiminde, epitelyal ve mezenşimal yapılar arasındaki etkileşimde yer alan sinyaller, transkripsiyon faktörleri ve moleküler olaylar⁽⁵²⁾

İntrauterin hayatın altıncı haftasında (11 mm'lik fetus'de) ağız boşluğunda bulunan örtücü epitelin basal hücreleri proliferasyon olarak iki epitel şeridi oluştururlar. Bunlardan dil tarafında olana 'dental lamina' yanak tarafında olana 'vestibular lamina' adı verilir. Vestibular lamina V şeklini alarak 'Vestibulum Oris'i' oluştururken, dental lamina üzerinde mine organının ilkel şekli olan gelişim tomurcukları oluşur. Diş tomurcukları oluşurken, dental lamina 'Diş Pervazı' adını alır. Tomurcukların her birinde ortadaki hücreler periferik doğru gelişerek şekil değişimi gösterirler ve bu değişimin devamında her tomurcuk takke şeklini alır.⁽⁵³⁾

Tomurcuğun iç bükey hale gelerek takke şeklini alması ile diş kronun ilk hatları ortaya çıkar. Bu evrede, ektodermal tomurcuğun epitel hücreleri ektomezenşimin içine doğru proliferasyon olmaya devam ederken, takkenin iç tarafında yer alan

ektomezenşim hücrelerinin aktivitelerinin ve yoğunluklarının artması ile dental papilla meydana gelir. Mine organı ve dental papillayı dental folikül adı verilen ve yoğun ektomezenşimal hücrelerden oluşan bir doku çevreler. İlerleyen dönemlerde, dental papilla, dentin ve pulpayı, dental folikül ise dişin destek dokularını oluşturacaktır. Dental folikül, mine organı ve dental papilladan meydana gelen oluşum diş germi olarak adlandırılır. Takke safhasının geç dönemlerinde daha önceden benzer özelliklere sahip epitel hücreleri sitodiferansiasyon ile morfolojik ve fonksiyonel olarak farklılaşmaya başlar.⁽⁴⁹⁾

Gelişim devam ettikçe takke şekli çan şeklini almaya başlar.⁽⁵³⁾ Çan safhasının başlangıcında, histodiferansiasyonun devam etmesi sonucunda mine organında dört farklı epitel tabakası meydana gelir: en dışta yer alan ve kübik hücrelerden oluşmuş dış mine epiteli, yıldız şeklinde hücrelerden oluşmuş stellate reticulum, iç bükey yüzeyi kaplayan ve dental papilla ile temas halinde olan iç mine epiteli ve iç mine epitelinin stellate reticulum tabakasına bakan yüzeyin bir kısmını kaplayan stratum intermedium. Çan safhasında, diş germini oral epitele bağlayan dental laminanın parçalanması ile gelişmekte olan dişin oral epitel ile bağlantısı ortadan kalkar ve buna ek olarak iç mine epitelinin katlanması sona erer ve dişin kuron şekli ortaya çıkar.⁽⁴⁹⁾ Kronunun son şekli, çan evresinde dişin sert doku oluşturan hücreleri (odontoblastlar ve ameloblastlar), epitel ve mezenşim ara yüzünde farklılaştığında ve sıra sıyla dentin ve mine matrislerini biriktirdiğinde stabil hale gelir (Şekil 2.7).⁽⁵¹⁾



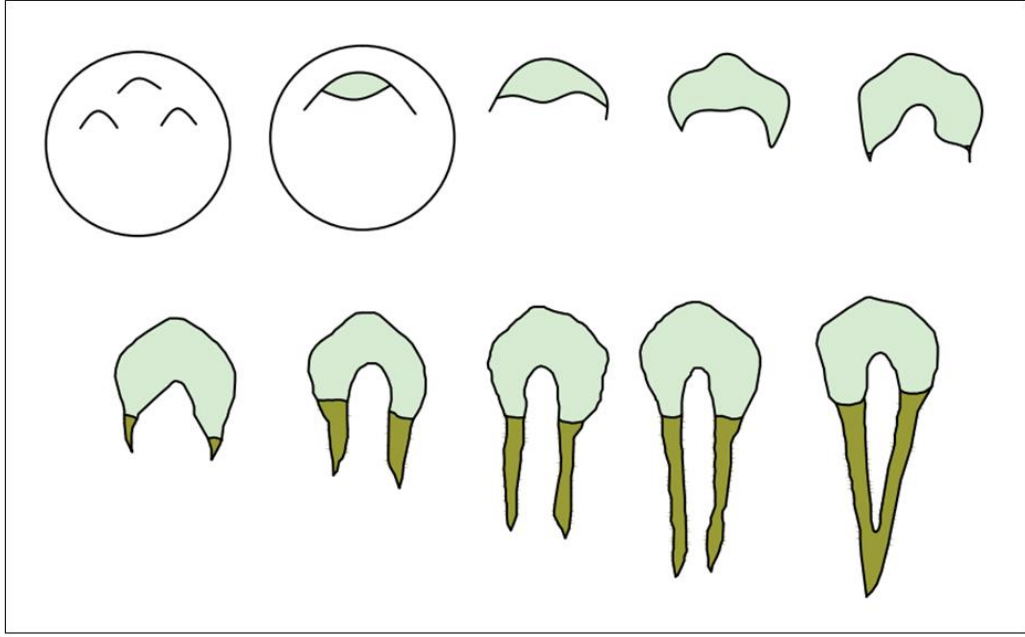
Şekil 2.7. Dişlerin gelişim evreleri⁽⁵⁴⁾

Mine organının servikal marjinde dış mine epiteli ve iç mine epitelinin birleştiği bölge servikal loop olarak adlandırılır.⁽⁴⁹⁾ Kök oluşumu bu bölgeden başlar ve iki birleşmiş epitelyal yapının apikal proliferasyonu şeklinde ilerler.⁽⁵⁵⁾ Bu bölgedeki hücreler kuron son boyutuna ulaşana kadar proliferere olmaya devam eder. Kuron

formasyonu tamamlandıktan sonra servikal loop derin dokulara doğru büyümeye devam eder ve bu süreçte stellate reticulum ve stratum intermediumun ortadan kalkması ve sadece bazal tabakaların kalması ile dişlerin köklerinin şeklini belirleyecek olan Hertwing epitelyal kök kını meydana gelir.⁽⁴⁹⁾ Kök kınının proliferasyon şekli genetik olarak belirlenmiştir ve kökün geniş, dar, düz veya eğri olmasını tayin eder. Çok köklü dişlerde karşıt bölümlerde kök kını vertikal yönde olduğu gibi horizontal olarak da gelişir. Daha sonra horizontal segmentler birleşir ve apikal olarak proliferasyona devam eder.⁽⁵⁵⁾ Hertwing epitel kını, kök ucunu şekillendirmek üzere ilerlerken iç kısmına komşu bağ dokusu hücrelerinin farklılaşması ile sürekli olarak odontoblast oluşur ve bunlar kök dentinini şekillendirirler.

İç ve dış mine epitellerinin birleşmesiyle oluşan Hertwing epitel kını ağ şeklini alarak kök dentininden ayrılır. Gelişim devam ederken kök dentininin üst kısmına komşu bağ dokusu hücrelerinin farklılaşması ile sementoblastlar oluşur. Böylece ilk sement tabakası da kök dış yüzeyinde şekillenmeye başlar. Bu tabakanın üzerine sonradan ikincil sement (sekonder sement) tabakası yerleşir.

Kök oluşumu; dişi besleyen damar ve sinirlerin ‘apikal foramen’ adı verilen kökün uç kısmında oluşan delik ile korunması sonucu tamamlanır. Kökün gelişmeye başlaması ile birlikte diş, alveolü içinde sürmeye başlar. Diş kesesinin fibrilleri de periodontal fibrillere farklılaşarak, alveol kemiği ve sement içinde gömülü olarak kalırlar. Dişler oklüzyon haline gelinceye kadar periodontal membranda fibril oluşumu ve gelişimi devam eder⁽⁵³⁾. Diş sert dokularının şekil olarak gelişimi kuron oluşumu ile başlamakta ve son kök uzunluğuna ulaştıktan sonra kök ucunun daralması ile sonlanmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Diş sert dokularının gelişim aşamaları⁽⁵⁶⁾

Kemik oluşumu, maksilla ve mandibula içinde süt dişlerinin tomurcuklanmasından ve başlangıcından sonra başlar ve arkasından diş germi çevreleyen mezenşimden alveolar kemik gelişimi diş morfogenezi tarafından sıkı bir şekilde düzenlenir.⁽⁵⁷⁾

Dişler yapıları ve fonksiyonları bakımından dört gruba ayrılırlar. Bunlar; kesici dişler (dentes incisivus), köpek dişleri (dentes caninus), küçük azı dişleri (dentes premolares), büyük azı dişleri (dentes molares)' dir. Ayrıca insanda iki ayrı dişlenme dönemi mevcuttur: 1. Birinci dişlenme devresi; süt dişlerin gelişme dönemi, 2. İkinci dişlenme devresi; sürekli dişlerin gelişme dönemi. Gelişim dönemindeki bir insanda 20 adet süt dişi ve 32 adet daimi diş olmak üzere 52 adet diş mevcuttur. İlk oluşan süt dişleri altıncı ayda çıkmaya başlar ve 2-2,5 buçuk yaşlarında 20 adet olarak sıralanırlar. Süt dişlerinde kök rezorpsiyonu tamamlandıktan sonra 12 yaşlarına doğru ağız boşluğunu terk ederler. Bunların yerine alttan süren daimi dişler konumlanır. Erişkin bir insanın ağızında alt ve üst çenede toplam 32 adet daimi diş (dentes permanentes) bulunur. Dişler ayrıca, ön grup dişler; orta (santral), yan (lateral) kesici dişler ve köpek (kanin) dişleri ve arka grup dişler; küçük azı (premolar) ve büyük azı (molar) dişler olarak da adlandırılırlar.⁽⁵³⁾

2.5.2. Dişlerin Sürmesi

Erüpsiyon, bir dişin çene içindeki intraosseöz konumundan ağız boşluğundaki fonksiyonel konumuna hareket ettiği süreci tanımlamak için kullanılır.⁽⁵⁸⁾ Erüptif diş hareketleri yaşam boyunca devam eder ve en bariz şekilde karşıtı olmayan dişlerde ve oklüzal dikey boyutun korunduğu aşınma vakalarında görülür. Sürme hareketi sıklıkla aksiyal yönde görülürken dişin ağızda kaldığı süre boyunca diğer düzlemlerde de görülebilir.⁽⁵⁹⁾ Kronunun oluşumu sırasında gelişmekte olan bir diş, kemikte aynı yerde kalır.⁽⁶⁰⁾ Kökün gelişmeye başlamasıyla diş alveolü içinde sürmeye başlar. Yeni süren bir dişte mine üzerinde ‘Nasymith Zarı’ adı verilen bir zar bulunur.⁽⁵³⁾ Erüpsiyon süreci, sürme öncesi hareket (kronun tamamlanmasından önce gelişen diş germinin hareketi), kemik içi erüpsiyon, mukozal penetrasyon, oklüzyon öncesi erüpsiyon ve oklüzyon sonrası erüpsiyon olarak 5 aşamaya ayrılabilir. Her bir süreç, diş ve çevreleyen dokular arasındaki yoğun karşılıklı etkileşimleri içerir.⁽⁶¹⁾ Süt ve daimi dişlerin gelişim ve sürme zamanları Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Süt dişlenmede dişlerin gelişim ve sürme zamanları ⁽⁶²⁾

Süt dişleri	Sert doku formasyonu başlaması (fertilizasyon, intrauterin yaş, haftalar)		Doğumda oluşan mine miktarı	Minenin tamamlanması (Doğumdan sonra aylar)	Erüpsiyon (ay cinsinden ortalama yaş, ±1 SD)	Kökün tamamlanması (yıllar)
Üst çene						
Santral	14	(13-16)	5/6	1½	10 (8-12)	1½
Lateral	16	(14⅔-16½)	2/3	2½	11 (9-13)	2
Kanin	17	(15-18)	1/3	9	19 (16-22)	3¼
1. Molar	15½	(14½-17)	Kasplar birleşmiş; oklüzal tamamen kalsifiye ayrıca ½ -¾ kuron yüksekliği	6	16 (13-19) erkekler (14-18) kızlar	2½
2. Molar	19	(16-23½)	Kasplar birleşmiş; oklüzal tam olarak kalsifiye olmamış; kalsifiye doku ⅓ -¼ kuron yüksekliğini kaplar	11	29 (25-33)	3
Alt çene						
Santral	14	(13-16)	3/5	2½	8 (6-10)	1½
Lateral	16	(14⅔-16½)	3/5	3	13 (10-16)	1½
Kanin	17	(16-18)	1/3	9	20 (17-23)	3¼
1. Molar	15½	(14½ -17)	Kasplar birleşmiş; oklüzal tamamen kalsifiye	5½	16 (14-18)	2¼
2. Molar	18	(17-19½)	Kasplar birleşmiş; oklüzal tam olarak kalsifiye olmamış	10	27 (23-31) erkekler (24-30) kızlar	3

Tablo 2.2. Daimi dişlenmede dişlerin gelişim ve sürme zamanları⁽⁶³⁾

	Kalsifikasyon başlangıç zamanı	Kuron (mine) formasyonunun tamamlanması	Kök formasyonunun tamamlanması	Sürme Zamanları	
				Üst çene	Alt çene
Santral	3-4 ay	4-5 yaş	9-10 yaş	7-8 yaş	6-7 yaş
Lateral	Maksilla 10-12 ay Mandibula 3-4 ay	4-5 yaş 4-5 yaş	11 yaş 10 yaş	8-9 yaş	7-8 yaş
Kanin	4-5 ay	6-7 yaş	12-15 yaş	11-12 yaş	9-11 yaş
1.Premolar	18-24 ay	5-6 yaş	12-13 yaş	10-11 yaş	10-12 yaş
2.Premolar	24-30 ay	6-7 yaş	12-14 yaş	10-11 yaş	11-13 yaş
1.Molar	Doğum	30-36 ay	9-10 yaş	5.5-7 yaş	5.5-7 yaş
2.Molar	30-36 ay	7-8 yaş	14-16 yaş	12-14 yaş	12-14 yaş
3.Molar	Maksilla 7-9 yaş Mandibula 8-10 yaş			17-30 yaş	17-30 yaş

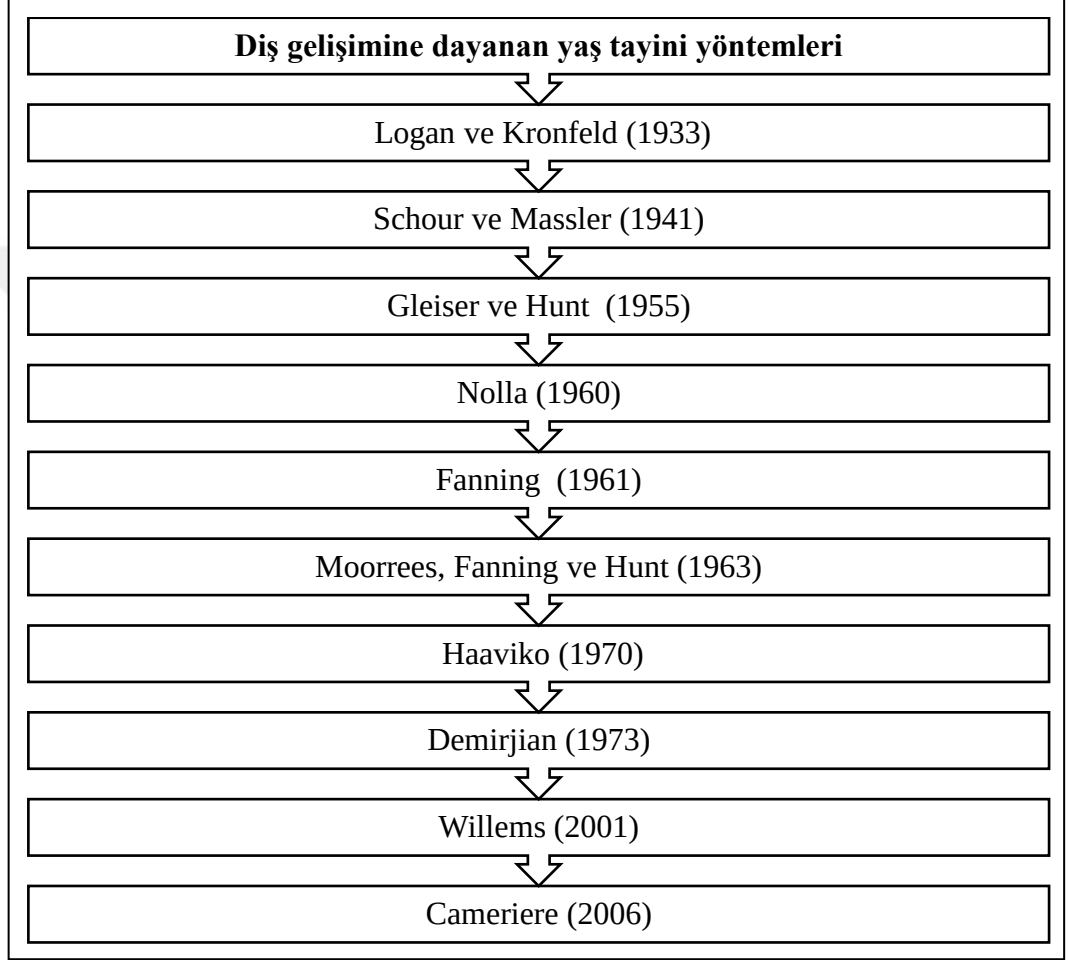
2.6. Diş Gelişimine Dayanan Yaş Belirleme Yöntemleri

Dişlerin gelişmesi, ilerleyen ve devamlılık gösteren bir olaydır. Diş yaşı; süt ve daimi dişlerin gelişim aşamalarının incelenmesi veya yaşı ilerlemesine bağlı olarak dişlerde oluşan bir takım değişikliklerin araştırılmasıyla belirlenen yaş olarak tanımlanmaktadır. Dişler, yaş tayini için süt dişleri ve daimi dişler olmak üzere 2 ana dönemde değerlendirilir ve her iki dönem için; dişlerdeki gelişim, sürme zamanları, dişlerde oluşan aşınmalar, pulpa ve destek dokularda meydana gelen değişiklikler gibi verilerden faydalanılır. Dişlerin yaş tayini için kullanılmasında genellikle 2 farklı metot uygulanır.

1. Süt ve daimi dişlerin gelişim evrelerinin değerlendirilmesiyle 18-20 yaşına kadar yaş tayini yapılabilir.
2. Yaşa bağlı olarak dişler ve ilgili dokularda meydana gelen değişimleri kriter alan yöntemlerle 20 yaşı üzeri için yaş tayini yapılabilir.

Aynı kronolojik yaştaki çocukların tümünde diş gelişimi aynı seviyede olmayabilir veya diş gelişimine etki eden lokal ve genel faktörler, çevresel faktörler ve beslenme gibi dişlerin gelişim ve erüpsiyon zamanları farklılık gösterebilir. Büyüme ve

gelişme her bireyde aynı olmadığından, yaş tayini hesaplamalarında dişlerin kullanılması ile yanılmalar olabilir.⁽²⁾ Diş yaşı tayini için kullanılan yöntemlerin çoğu, genellikle iyi tanımlanmış bir coğrafik bölgedeki çok sayıda kişiden derlenen standart grafiklerle, dişlerin radyografik gelişiminin karşılaştırılmasına dayanmaktadır.⁽²³⁾ Diş yaşını belirlemek için dişlerin gelişimine dayanan bir çok yöntem geliştirilmiş olup bunlar şekil 2.9’da özetlenmiştir.



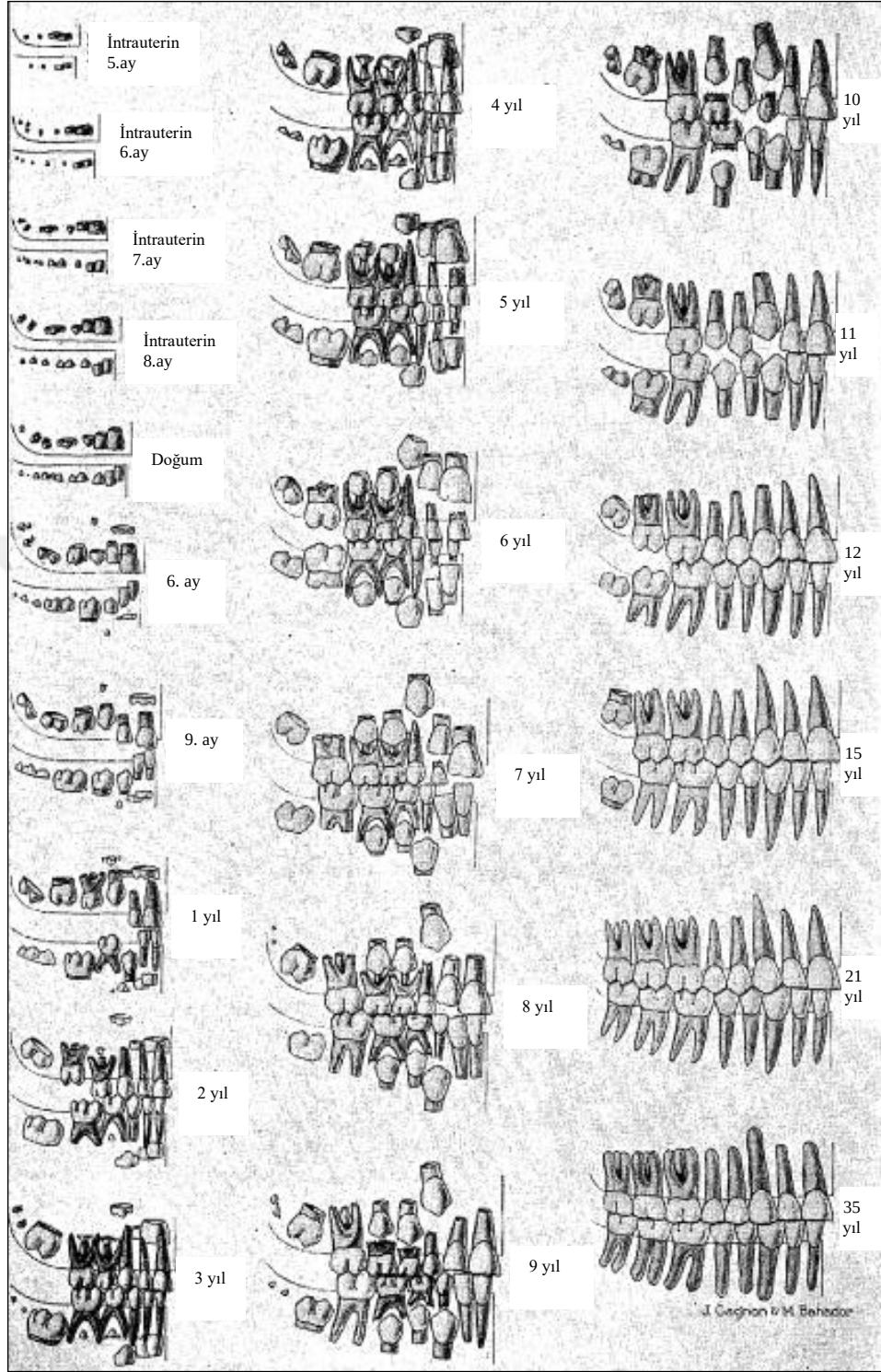
Şekil 2.9. Diş gelişimine dayanan yaş tayini yöntemleri

2.6.1. Logan & Kronfeld Yöntemi

Logan ve Kronfeld 1933 yılında 19’u 0-2 yaş arasında olan 0-15 yaş arası 25 kadavra üzerinde yaptıkları çalışmalarında, dişlerin formasyon, sürme ve düşme zamanları ile kalsifikasyon derecelerini değerlendirmişlerdir. Radyografik görüntü ve histolojik kesitlerin değerlendirildiği çalışma sonucunda, cinsiyet farketmeksizin dişlerin gelişim dönemleri için belirlenen yaş hesaplamalarını $\pm 1,5$ yıl hata payı olarak bildirmişlerdir.⁽⁶³⁾

2.6.2. Schour & Massler Yöntemi

Schour ve Massler 1941 yılında yayınlanan çalışmalarında, panoramik radyografileri kullanarak dişlerin gelişim aşamalarının karşılaştırılmasıyla elde edilen, süt ve daimi dişlenme aşamalarını temsil eden şekillerin yer aldığı bir atlas yayınlanmışlardır. Bu atlas, 22 aşamadan oluşmaktadır ve intrauterin 5. ay-35 yaş aralığında dişlenme evrelerini göstermektedir (Şekil 2.10).⁽⁶⁴⁾ Yöntemin kolay uygulanması, zararlarının az olması ve röntgen cihazı hariç özel ekipman gerektirmemesi avantaj sağlarken, atlastaki örneklem sayısının az olması ve kronik hastalığı bulunan çocuklara ait radyografilerin de kullanılmış olması yöntemin dezavantajlarındandır. Araştırmanın sonucu olarak; ± 2 , ± 3 , ± 6 ve ± 9 aylık hata payları belirlenmiş, kızlar ve erkekler arasında anlamlı fark bulunmamıştır.⁽⁶⁵⁾



Şekil 2.10. Schour ve Massler'e göre insan dişlenmesinin gelişimi⁽⁶⁴⁾

2.6.3. Gleiser & Hunt Yöntemi

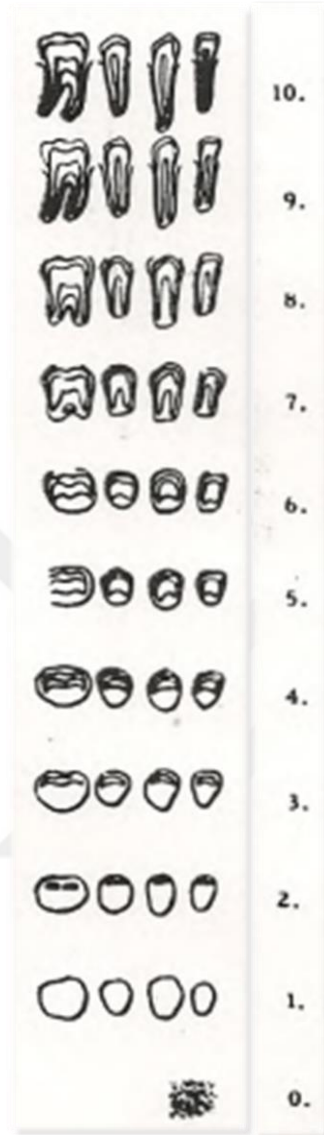
Gleiser ve Hunt tarafından 1955 yılında yayınlanan çalışmada, alt çene daimi 1.molar diş gelişimi değerlendirilmiştir. Çalışmaya, 25 kız 25 erkek olmak üzere toplam 50 çocuk dahil edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada, dişlerin kalsifikasyon

aşamalarına göre diş gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, dişin gelişim hızı kızlarda ve erkeklerde benzer bulunmuştur.⁽⁶⁶⁾ Bu yöntemde yalnızca bir diş değerlendirildiği için uygulanması basit ve kolaydır. Ancak ilgili dişlerde herhangi bir anomali oluşması durumunda, bu metot doğru bir şekilde kullanılamaz duruma gelmektedir.⁽⁶⁵⁾

2.6.4 Nolla Yöntemi

Nolla (1960) tarafından geliştirilen bu yöntemde, alt ve üst çenedeki her bir daimi dişin gelişim süreci 10 aşamaya ayrılmış, her safhaya 0-10 arasında puanlar verilmiştir. Daimi 3. molar dişler puanlamaya dahil edilmemiştir. Skorlamada sadece çenelerin tek tarafında olan dişler kullanılmıştır.⁽¹¹⁾ Nolla metoduna göre diş yaşı hesaplaması yapılırken, radyografideki dişler için araştırmacı tarafından belirlenen gelişim evresine göre (şekil 2.11) en uygun görüntü seçilir. Ancak radyografideki görüntü gelişim aşamalarıyla her zaman tam olarak örtüşmeyebilir. Böyle bir durumda; radyografideki dişin görüntüsü, şekildeki iki değer arasında ise ilk değere 0,5 eklenir. Radyografideki dişin görüntüsü şekildeki iki değer arasında ancak alt değere daha yakınsa buna 0,2 eklenir, iki değer arasında fakat üst değer görüntüsüne daha yakınsa alt değere 0,7 eklenir.⁽²⁾ Daha sonra Nolla tarafından erkekler ve kızlar için ayrı ayrı oluşturulan değerler tablosundan (Tablo 2.3 ve Tablo 2.4) yararlanılarak alt sol yarım çenedeki yedi dişe ait toplam puanın karşısındaki yaşa göre kişinin yaş tayini yapılmaktadır.⁽¹¹⁾ Yapılan çalışmalarda, yöntem için İngiltere’de $-1,02 \pm 0,93$ yıl, Hindistan’da $0,47 \pm 0,83$ yıl, Malezya’da $0,54 \pm 1,31$ yıl ortalama tahmin hatası bildirilmiştir^(16, 67, 68). Ülkemizde ise Doğu Karadeniz Bölgesi’nde $-0,54 \pm 1,40$ yıl ve Batı Akdeniz Bölgesi’nde $-0,54 \pm 0,93$ yıl ortalama tahmin hatası bildiren çalışmalar mevcuttur.^(69, 70)

Alt çene



Nolla tarafından belirlenmiş olan diş gelişim aşamaları şu şekildedir:

10. Kök gelişimi tamamlanmış ve apeks kapanmış
9. Kök hemen hemen tamamlanmış-açık apeks
8. Kökün 2/3'ü tamamlanmış
7. Kökün 1/3'ü tamamlanmış
6. Kuron gelişimi tamamlanmış
5. Kuron hemen hemen tamamlanmış
4. Kuronun 2/3'ü tamamlanmış
3. Kuronun 1/3'ü tamamlanmış
2. Kalsifikasyon başlangıcı
1. Kripta var
0. Kripta yok

Şekil 2.11. Nolla'nın diş gelişim evreleri⁽¹¹⁾

Tablo 2.3. Nolla'nın alt çene dişlerine ait daimi diş gelişim normları (erkek çocuklar)⁽¹¹⁾

Yaş (yıl cinsinden)	Alt Çene Dişleri							
	31	32	33	34	35	36	37	Toplam
3	5.2	4.5	3.2	2.6	1.1	5.0	0.7	22.3
4	6.5	5.7	4.2	3.5	2.2	6.2	2.0	30.3
5	7.5	6.8	5.1	4.4	3.3	7.0	3.0	37.1
6	8.2	7.7	5.9	5.2	4.3	7.7	4.0	43.0
7	8.8	8.5	6.7	6.0	5.3	8.4	5.0	48.7
8	9.3	9.1	7.4	6.8	6.2	9.0	5.9	53.7
9	9.7	9.5	8.0	7.5	7.0	9.5	6.7	57.9
10	10.0	9.8	8.6	8.2	7.7	9.8	7.4	61.5
11	.....	.....	9.1	8.8	8.3	9.9	7.9	64.0
12	.....	.....	9.6	9.4	8.9	.....	8.4	66.3
13	.....	.....	9.8	9.7	9.4	.....	8.9	67.8
14	.....	.....	.....	10.0	9.7	.....	9.3	69.0
15	.....	.....	.....	.....	10.0	.....	9.7	69.7
16	.....	.....	.....	.....	.....	.....	10.0	70.0

Tablo 2.4. Nolla'nın alt çene dişlerine ait daimi diş gelişim normları (kız çocuklar)⁽¹¹⁾

Yaş (yıl cinsinden)	Alt Çene Dişleri							
	31	32	33	34	35	36	37	Toplam
3	5.3	4.7	3.4	2.9	1.7	5.0	1.6	24.6
4	6.6	6.0	4.4	3.9	2.8	6.2	2.8	32.7
5	7.6	7.2	5.4	4.9	3.8	7.3	3.9	40.1
6	8.5	8.1	6.3	5.8	4.8	8.1	5.0	46.6
7	9.3	8.9	7.2	6.7	5.7	8.7	5.9	52.4
8	9.8	9.5	8.0	7.5	6.6	9.3	6.7	57.4
9	10.0	9.9	8.7	8.3	7.4	9.7	7.4	58.4
10	.....	10.0	9.2	8.9	8.1	10.0	8.1	64.3
11	.....	.....	9.7	9.4	8.6	.....	8.6	66.3
12	.....	.....	10.0	9.7	9.1	.....	9.1	67.9
13	.....	.....	.....	10.0	9.4	.....	9.5	68.9
14	.....	.....	.....	.....	9.7	.....	9.7	69.4
15	.....	.....	.....	.....	10.0	.....	9.8	69.8
16	.....	.....	.....	.....	.....	.....	10.0	70.0

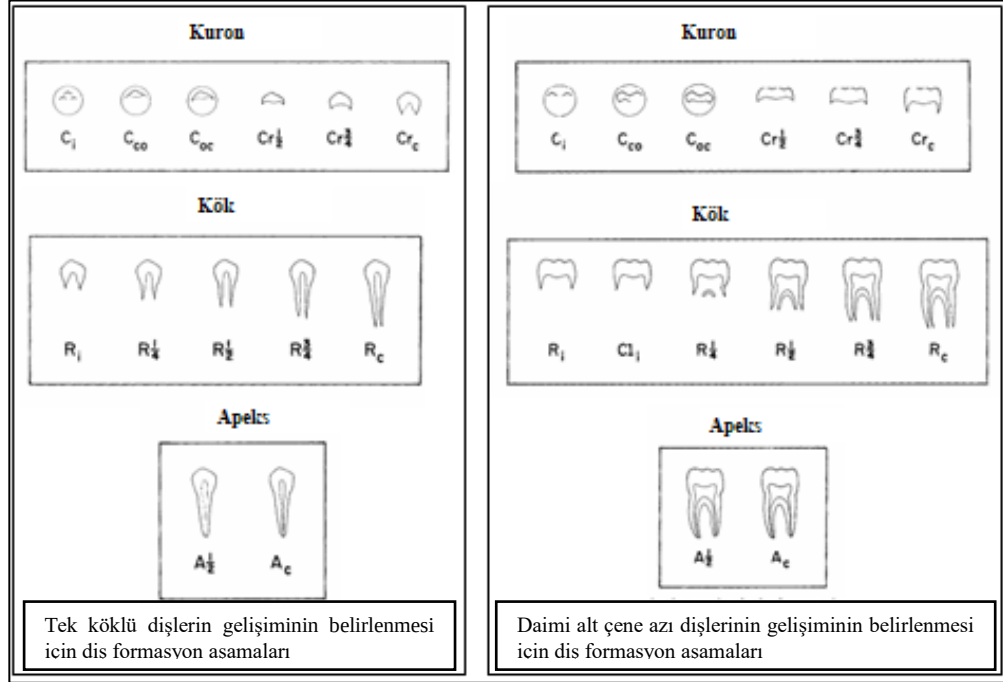
2.6.5. Fanning Yöntemi

Fanning, çocukların büyüme gelişimleri sırasında ortaya çıkabilecek problemlerin, kronolojik yaş tespiti için yalnızca dişlerin gelişimini kullanılmasının yanıltıcı olabileceğini bildirmiştir. Fanning, 1961 yılında yaptığı çalışmada, yaşı kök rezorpsiyonu ve diş gelişiminde spesifik aşamalara ulaşarak belirlemeyi ele almış ve Gleiser ve Hunt'ın geliştirdiği metodu modifiye ederek, dişlerin gelişimlerini dişin

tipine göre 20 aşamada tanımlamıştır. Dişlerin ulaştığı gelişim aşamasına göre ortalama bir yaş elde edilmiştir.⁽⁷¹⁾

2.6.6. Moorrees, Fanning & Hunt Yöntemi

Moorrees ve ark. tarafından 1963’de yapılan ve Fanning’in çalışmasına benzer şekilde dizayn edilen çalışmada, yaş tahmininde diş gelişimi için 14 aşama tanımlanarak dişler ± 2 standart hata ile görselleştirilmiştir (Şekil 2.12). Araştırmacılar tarafından süt ve sürekli dişlenme için belirlenen standartlar geniş bir yaş aralığında kullanılabilir. ⁽³⁵⁾ Yöntemin daha az diş gelişim aşaması içermesi ve basit olması avantaj sağlarken, köklerin; 1/4, 1/2 ya da 3/4 seviyesinde tamamlanmıştır şeklinde ifade edilmesi ise dezavantaj oluşturmaktadır, bunun kesin şekilde söylenebilmesi için kökün son uzunluğun bilinmesi gereklidir. ⁽⁶⁵⁾

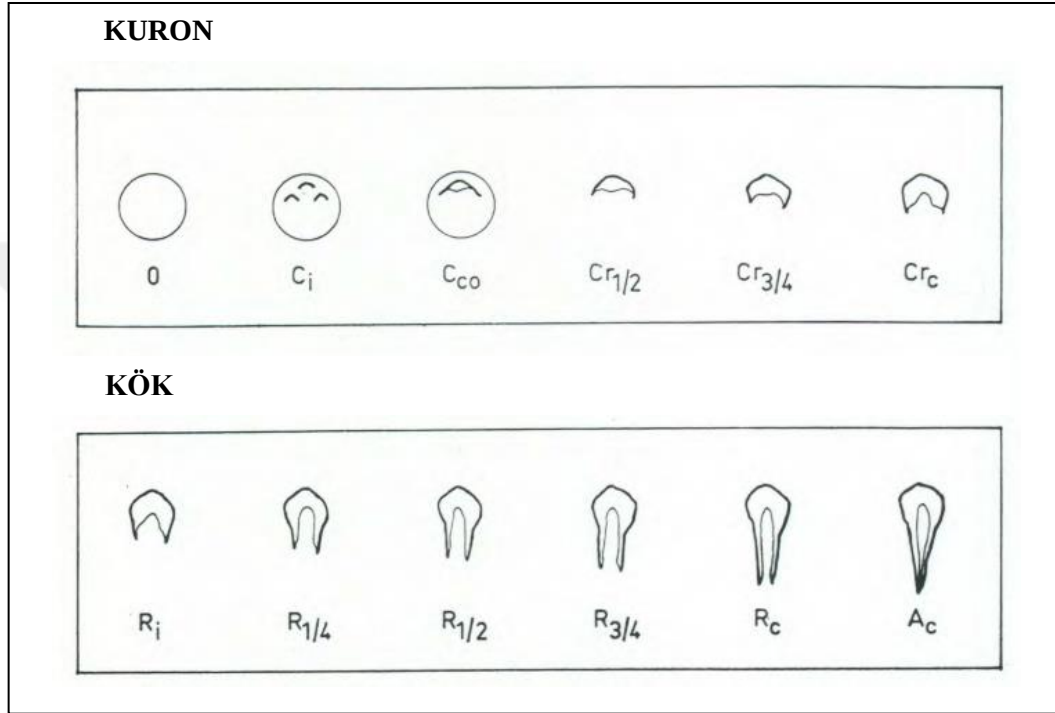


Şekil 2.12. Moorrees tekniğinde kullanılan tek ve çok köklü dişlerden diş yaşı belirleme şeması⁽³⁵⁾

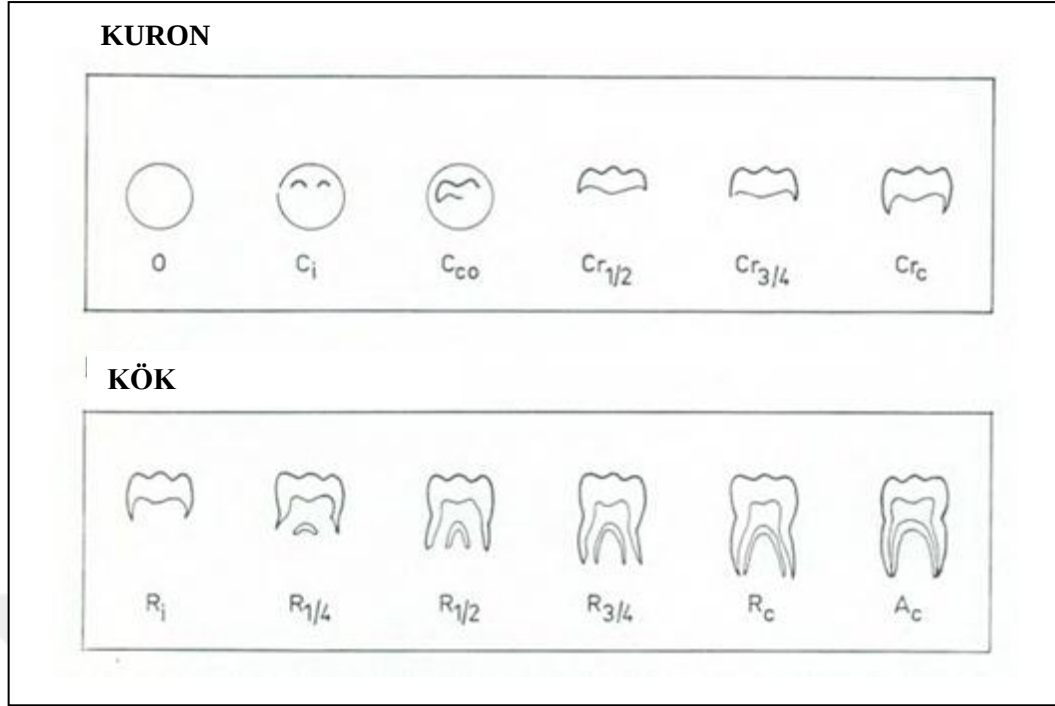
2.6.7. Haavikko Yöntemi

Haavikko tarafından geliştirilen yöntemde (1970), dişler için 6’sı kuron 6’sı kök oluşumuyla ilgili 12 evre tanımlanmıştır (Şekil 2.13 ve Şekil 2.14, Tablo 2.5). Herhangi bir evrenin başlangıcını geçen bir diş, bir sonraki aşamanın başlangıcına ulaşana kadar bu oluşum aşamasına ait olarak kabul edilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen tablolar ile belirlenen aşamalar yaşa dönüştürülmektedir⁽⁵⁶⁾. Yaşlar toplamının ortalaması ile diş yaşı tayin edilmektedir. Haavikko yöntemi için

10 yaşından küçük çocuklarda; 47, 46, (16), 44, 41 no'lu dişler, 10 yaşından itibaren 47, 44, 13, 43 no'lu dişler değerlendirilmektedir.⁽⁷²⁾ Yapılan çalışmalarda, yöntem için İngiltere'de $-0,67 \pm 1,01$ yıl ve Malezya'da $-1,31 \pm 1,10$ yıl ortalama tahmin hatası bildirilmiştir.^(16, 68) Ülkemizde de, Batı Akdeniz Bölgesi'nde $-0,58 \pm 0,80$ yıl ve Karadeniz Bölgesi'nde $-0,44 \pm 0,78$ yıl ortalama tahmin hatası bildiren çalışmalar mevcuttur.^(69, 73)



Şekil 2.13. Tek köklü dişlerde gelişiminin belirlenmesi için diş formasyon aşamaları⁽⁵⁶⁾



Şekil 2.14. Azı dişlerin gelişiminin belirlenmesi için diş formasyon aşamaları⁽⁵⁶⁾

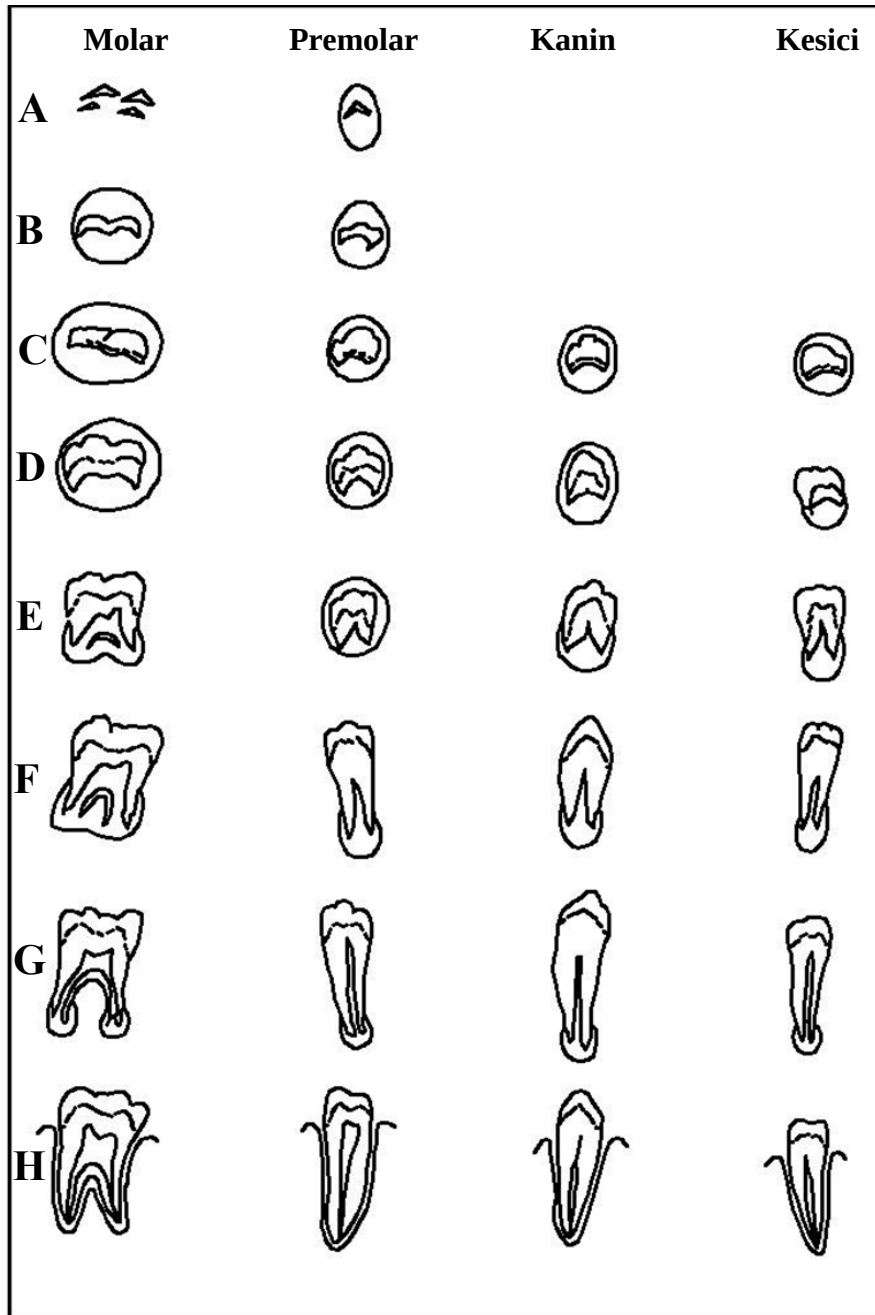
Tablo 2.5. Haavikko yöntemine göre dişlerin gelişim evreleri ve açıklamaları⁽⁵⁶⁾

Kuron Oluşum Evreleri		Kök Oluşum Evreleri	
0	Kalsifikasyon yok	R_i	Kök oluşumunun başlaması
C_i	Kalsifikasyon başlangıcı,	R_{1/4}	Kök boyunun 1/4'ünün oluşması
C_{co}	Kasp tepeleri birleşmesi	R_{1/2}	Kök boyunun 1/2'sinin oluşması
Cr_{1/2}	Kuronun 1/2'sinin oluşması	R_{3/4}	Kök boyunun 3/4'ünün oluşması
Cr_{3/4}	Kuronun 3/4'ünün oluşması	R_c	Kök boyunun tamamlanması
Cr_c	Kuronun tamamlanması	A_c	Apeksin kapanması

2.6.8. Demirjian, Goldstein & Tanner Yöntemi

Demirjian ve arkadaşları tarafından, Kanada'da yaşayan Fransız kökenli insanlar üzerinde 1973 yılında geliştirilen ve 1976'da tekrar düzenlenen Demirjian metodunda, dişin kalsifikasyonuna göre A'dan H'ye kadar 8 gelişim aşaması tanımlanmıştır. Bu yöntemde alt çene sol 7 daimi diş (3. molar hariç), radyografik olarak değerlendirilir. Radyografi üzerinden dişin kalsifikasyon derecesine göre harf belirlenir (Şekil 2.15, Tablo 2.6). Belirlenen harflere denk gelen puanlar, araştırmacı tarafından hazırlanan tablolardan (Tablo 2.7 ve Tablo 2.8) bulunup toplanarak,

toplam puanlara karşılık gelen diş yaşı, kızlar ve erkekler için ayrı ayrı oluşturulmuş dönüşüm tablolarından belirlenmektedir.^(8, 9) Yapılan çalışmalarda, yöntem için Hindistan’da $0,1\pm1,63$ yıl, İngiltere’de $0,24\pm0,86$ yıl, Eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti’nde $1,07\pm0,96$ yıl ortalama tahmin hatası bildirilmiştir.^(16, 67, 74) Ülkemizde de Doğu Karadeniz Bölgesi’nde $0,86\pm1,26$ yıl, Batı Akdeniz Bölgesi’nde $0,64\pm0,89$ yıl ve Karadeniz Bölgesi’nde $0,64\pm0,91$ yıl ortalama tahmin hataları bildiren çalışmalar mevcuttur.^(69, 70, 73)



Şekil 2.15. Demirjian, Goldstein ve Tanner’a göre dişlerin gelişim evreleri⁽⁹⁾

Tablo 2.6. Gelişim aşamalarının tanımlamaları⁽⁹⁾

A	Tek köklü ve çok köklü dişlerde dental folikülün üst seviyesinde ters konik veya konik şekilde kalsifikasyon başlangıcı izlenir. Bu kalsifiye noktalar arasında füzyon yoktur.
B	Kalsifiye noktalar birleşerek anahatlarıyla düzenli bir okluzal yüzeyi oluşturan bir veya birkaç tüberkül şekillenir.
C	a)Okluzal yüzeyin mine formasyonu tamamlanır ve servikal bölgeye doğru uzadığı görülür. b)Dentin tabakasının oluşumunun başladığı görülür. c)Okluzal sınırdan pulpa odası anahatlarıyla kavisli bir şekil alır.
D	a) Mine-sement birleşimine doğru kuron formasyonu tamamlanır. b)Tek köklü dişlerde pulpa odasının üst sınırı servikal bölgeye doğru konkav ve belirgin kavisli bir formda olur. Eğer pulpa boynuzu varsa bir şemsiyenin tepesi gibi anahatlarıyla şekillenir. Molar dişlerde pulpa odası ikizkenar yamuk (trapezoidal) formdadır. c)Kök formasyonunun başlangıcı bir iğne şeklinde görülür.
E	Tek köklü dişler: a) Bir önceki aşamadan daha fazla bir şekilde pulpa odasının duvarları, pulpa boynuzunun varlığı ile devamlılığı bozulan düz çizgi formundadır. b) Kök uzunluğu kuron yüksekliğinden daha azdır, ama en azından kuron yüksekliğinin 1/3'ü kadardır. Molar dişler: a) Köklerin bifurkasyonunun başlangıç formasyonu yarım-ay veya kalsifiye nokta şeklinde görülür. b) Kök uzunluğu hala kuron yüksekliğinden daha azdır.
F	Tek köklü dişler: a) Pulpa odasının duvarları artık ikizkenar üçgen formundadır. Apeks bitimi huni şeklindedir. b) Kök uzunluğu kuron yüksekliğine eşit veya daha fazladır. Molar dişler: a) Bifurkasyonun kalsifiye bölgesi yarım-ay aşamasından daha da aşağıya doğru gelişerek köklerin huni şeklindeki bitim sınırları daha belirginleşir. b) Kök uzunluğu kuron yüksekliğine eşit veya daha fazladır
G	Kök kanalının duvarları artık paraleldir ve apikal bitimi hala parsiyel olarak açıktır (molar dişlerde distal kök)
H	a)Kök kanalının apikal bitimi tamamen kapanır (molar dişlerde distal kök). b)Periodontal membran kök ve apeks çevresinde düzgün bir genişliğe sahiptir.

Tablo 2.7. Mandibular sol 7 dişin gelişim aşamaları için kendinden ağırlıklı skorlar (Erkekler)⁽⁹⁾

Dişler	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2 (37)	0.0	2.1	3.5	5.9	10.1	12.5	13.2	13.6	15.4
M1 (36)				0.0	8.0	9.6	12.3	17.0	19.3
PM2 (35)	0.0	1.7	3.1	5.4	9.7	12.0	12.8	13.2	14.4
PM1 (34)			0.0	3.4	7.0	11.0	12.3	12.7	13.5
C (33)				0.0	3.5	7.9	10.0	11.0	11.9
I2 (32)				0.0	3.2	5.2	7.8	11.7	13.7
I1 (31)					0.0	1.9	4.1	8.2	11.8

Tablo 2.8. Mandibular sol 7 dişin gelişim aşamaları için kendinden ağırlıklı skorlar (Kızlar)⁽⁹⁾

Dişler	0	A	B	C	D	E	F	G	H
M2 (37)	0.0	2.7	3.9	6.9	11.1	13.5	14.2	14.5	15.6
M1 (36)				0.0	4.5	6.2	9.0	14.0	16.2
PM2 (35)	0.0	1.8	3.4	6.5	10.6	12.7	13.5	13.8	14.6
PM1 (34)			0.0	3.7	7.5	11.8	13.1	13.4	14.1
C (33)				0.0	3.8	7.3	10.3	11.6	12.4
I2 (32)				0.0	3.2	5.6	8.0	12.2	14.2
I1 (31)					0.0	2.4	5.1	9.2	12.9

2.6.9. Willems Yöntemi

Willems yöntemi, Demirjian metodu kullanılarak yapılan yaş tahminlerinin kronolojik yaşa göre fazla sonuç vermesi üzerine Willems ve ark.⁽¹³⁾ tarafından orijinal Demirjian metodu temel alınarak geliştirilmiştir. Willems yöntemiyle yaş tespiti yapılırken alt çenedeki sol 7 daimi dişin (3. molar hariç) mineralizasyon evrelerinden faydalanılmaktadır. Dişlerin gelişim evrelerinin belirlenmesi sırasında Demirjian metodunda kullanılan şekil ve gelişim evrelerinden (A-H) yararlanılmaktadır (Şekil 2.15, Tablo 2.6). Erkekler ve kızlar için yaşın hesaplandığı

yeni tablolar oluşturulmuştur (Tablo 2.9 ve Tablo 2.10). Hesaplama yapılırken, dişin gelişim evreleri yeni tabloya göre skorlanmakta ve bu skorlar toplanarak diş yaşı tayin edilmektedir. Yapılan çalışmalarda, yöntem için Mısır'da $0,15 \pm 0,62$ yıl, İngiltere'de $-0,12 \pm 0,85$, Hindistan'da $0,09 \pm 0,80$ yıl ortalama tahmin hatası bildirilmiştir.^(16, 75, 76) Ülkemizde de Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada yöntem için ortalama tahmin hatası $0,28 \pm 0,92$ yıl olarak bildirilmiştir.⁽⁷³⁾

Tablo 2.9. Willems yöntemine göre diş mineralizasyon skorları (Erkekler)⁽¹³⁾

Dişler	A	B	C	D	E	F	G	H
31	....	....	1.68	1.49	1.50	1.86	2.07	2.19
32	....	....	0.55	0.63	0.74	1.08	1.32	1.64
33	....	....	....	0.04	0.31	0.47	1.09	1.9
34	0.15	0.56	0.75	1.11	1.48	2.03	2.43	2.83
35	0.08	0.05	0.12	0.27	0.33	0.45	0.40	1.15
36	....	....	....	0.69	1.14	1.60	1.95	2.15
37	0.18	0.48	0.71	0.80	1.31	2.00	2.48	4.17

Tablo 2.10. Willems yöntemine göre diş mineralizasyon skorları (Kızlar)⁽¹³⁾

Dişler	A	B	C	D	E	F	G	H
31	....	....	1.83	2.19	2.34	2.82	3.19	3.14
32	....	....	....	0.29	0.32	0.49	0.79	0.7
33	....	....	0.6	0.54	0.62	1.08	1.72	2
34	-0.95	-0.15	0.16	0.41	0.6	1.27	1.58	2.19
35	-0.19	0.01	0.27	0.17	0.35	0.35	0.55	1.51
36	....	....	....	0.62	0.9	1.56	1.82	2.21
37	0.14	0.11	0.21	0.32	0.66	1.28	2.09	4.04

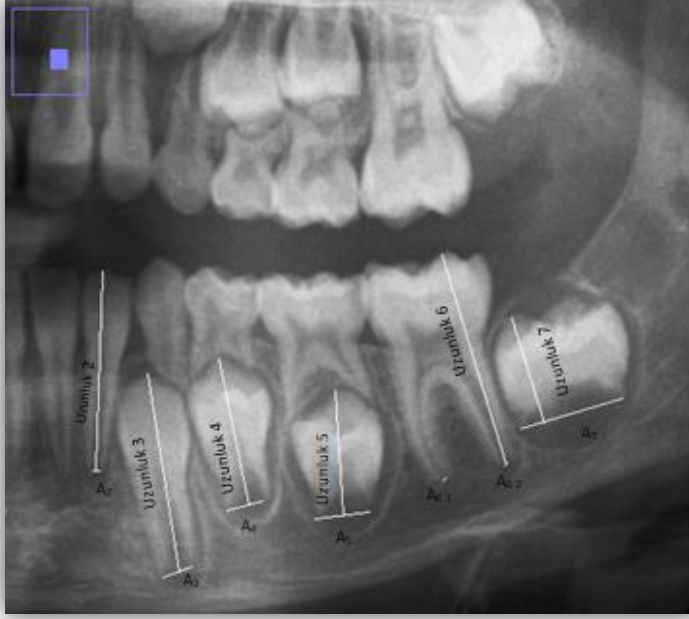
2.6.10. Cameriere Yöntemi

Cameriere ve ark.⁽¹⁴⁾ 2006 yılında, 5-15 yaş aralığında 455 (242 kız ve 213 erkek) beyaz İtalyan çocuğun panoramik görüntüleri kullanılarak, dişlerin apekslerinin açıklık derecelerine göre yeni bir yaş tayini yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde, alt çene sol daimi 7 dişin kök ucu açıklık derecesine göre dişlerde ölçümler yapılarak araştırmacı tarafından geliştirilen formülle diş yaşı hesaplanmaktadır. Hesaplama yapılırken; alt çene sol bölgedeki 3. molar hariç 7 daimi dişin her birinin kök ucu

açıklık mesafesi (A_i , $i=1...7$) ölçülür ve magnifikasyon ve açılama farklılıklarını ortadan kaldırmak için diş uzunluğuna (L_i , $i=1...7$) bölünür ($X_i=A_i/L_i$). Tek köklü dişler için açık olan apeksin iç yüzeyi arasındaki mesafe (A_i , $i=1,...,5$), iki köklü dişler için açık olan iki apeksin iç yüzeyleri arası mesafesi toplamı (A_i , $i=6, 7$) ölçülmektedir (Şekil 2.16). Apeksi kapalı olan dişlerin sayısı N_0 olarak belirtilmiştir. Ölçümü yapılan tüm dişler için ortalama (X_i , $i=1.....7$) indeksleri belirlenerek formülle hesaplama yapılmaktadır.

$$\text{Yaş} = 8.387 + 0.282 g - 1.692 x_5 + 0.835 N_0 - 0.116 s - 0.139 s \cdot N_0$$

g: cinsiyete özgü sabit, erkekler için 1, kızlar için 0, $X_5: A_5/L_5$, N_0 : kök gelişimini tamamlamış diş sayısı, *s*: açık apeksli dişlerin A_i/L_i oranları toplamı



Şekil 2.16. Cameriye diş yaşı tayini yöntemi için bir ölçüm örneği

Bu formül Microsoft excel programı üzerine de yerleştirilmiştir. Hesaplanan değerler program üzerinde ilgili yerlere yazılarak diş yaşı hesaplanabilmektedir (Şekil 2.17). Yapılan çalışmalarda, yöntem için Mısır'da $-0,29 \pm 1,04$ yıl, Malezya'da $-0,41 \pm 1,08$ ve Hindistan'da $-0,586 \pm 1,03$ yıl ortalama tahmin hatası bildirilmiştir.^(68, 75, 77) Ülkemizde de Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada yöntem için ortalama tahmin hatası $-0,30 \pm 0,72$ yıl olarak bildirilmiştir.⁽⁷³⁾

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	EUROPEAN FORMULA								
2									
3	TOOTH	central inc	lateral inc	canine	1st prem	2nd prem	1st molar	2nd molar	
4	APEX OP	0	0	0	0	0	0	0	
5	HIGHT	1	1	1	1	1	1	1	
6									
7	GENDER (1MALE - 0 FEMALE					N°of teeth with closed apices			
8	X					X			
9									
10									
11									
12	fill yellow fields					#####			
13									
14									
15	NO	0			0				
16	NO * s	#DEĞER!							
17	X5	0							
18									

Şekil 2.17. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi için excel formülü

2.7. Puberte

Puberte, büyümenin yeniden hızlandığı, biyolojik değişim ve olgunlaşmanın tamamlanarak çocuğun artık erişkine dönüştüğü dönem olup, yaşam sürecinde en büyük biyolojik ve sosyal geçiş dönemlerinden biridir. Bu dönem, beyin-nöroendokrin süreçlerinde, hormon konsantrasyonlarında ve fiziksel morfolojik özelliklerinde küçük değişikliklerle başlar ve üreme sisteminde olgunlaşmayla sonuçlanır. ^(15, 78) Bu süreç, hipotalamus, hipofiz ve gonadların gelişmesi ve hormon salgılarının artması ile ilişkilidir. ⁽¹⁵⁾

Ergenlik sürecinin başlıca fizyolojik özellikleri; gonadların ve sekonder cins belirtilerinin gelişmesi, büyüme ve kemik olgunlaşmasında belirgin hızlanma, vücut oranlarında ve yapısında değişikliklerdir. Gonadların olgunlaşmasıyla kız çocuklarında menstrüel siklus ve ovülasyon, erkek çocuklarında ise spermatogenez başlar ve çocuklar artık üreme kapasitesi olan bireylere dönüşür. Cins hormonlarının salgılarının artmasıyla cinse özgü sekonder cins karakterleri belirir. Bunlara ek olarak boy büyümesi ile kemik olgunlaşmasında belirgin bir hızlanma, vücut ağırlığı ve çeşitli organ ve vücut bölümlerinin boyutlarında artış görülür. Seksüel dimorfizm

(vücut yapısında kız ve erkek farklılığı) belirgin hale gelir. Ergenlik sürecinin sonunda bireyin büyüme ve gelişmesi büyük oranda tamamlanmıştır.⁽¹⁵⁾

2.7.1. Puberte Zamanlaması

Ergenlik başlangıç yaşı cinsiyet, kuşak, popülasyon ve çevreye göre değişir ve kişiden kişiye büyük ölçüde farklılık gösterir.⁽⁷⁹⁾ Kızlarda ergenliğin ilk belirtisi meme tomurcuklanması, erkeklerde ise testis hacminin 4 mL ve üzerine çıkmasıdır. Bu gelişmeler kızlarda ortalama 10 yaşında, erkeklerde ise ortalama 12 yaşında ortaya çıkar. Ergenlik dönemi biyolojik varyasyonun ve kişisel farklılıkların en bariz şekilde görüldüğü dönem olup ergenliğe ulaşma yaşı ve ergenliğin süresi çocukta çocuğa farklılıklar gösterir. Kızlarda ilk belirtiler, 8 yaş gibi erken, 13 yaş gibi geç oluşabilir. Erkeklerde ise bu alt ve üst yaş sınırları 9 ve 14 yaştır. Ergenlik süresi de 2 yıl ile 6 yıl arasında değişebilir.⁽¹⁵⁾

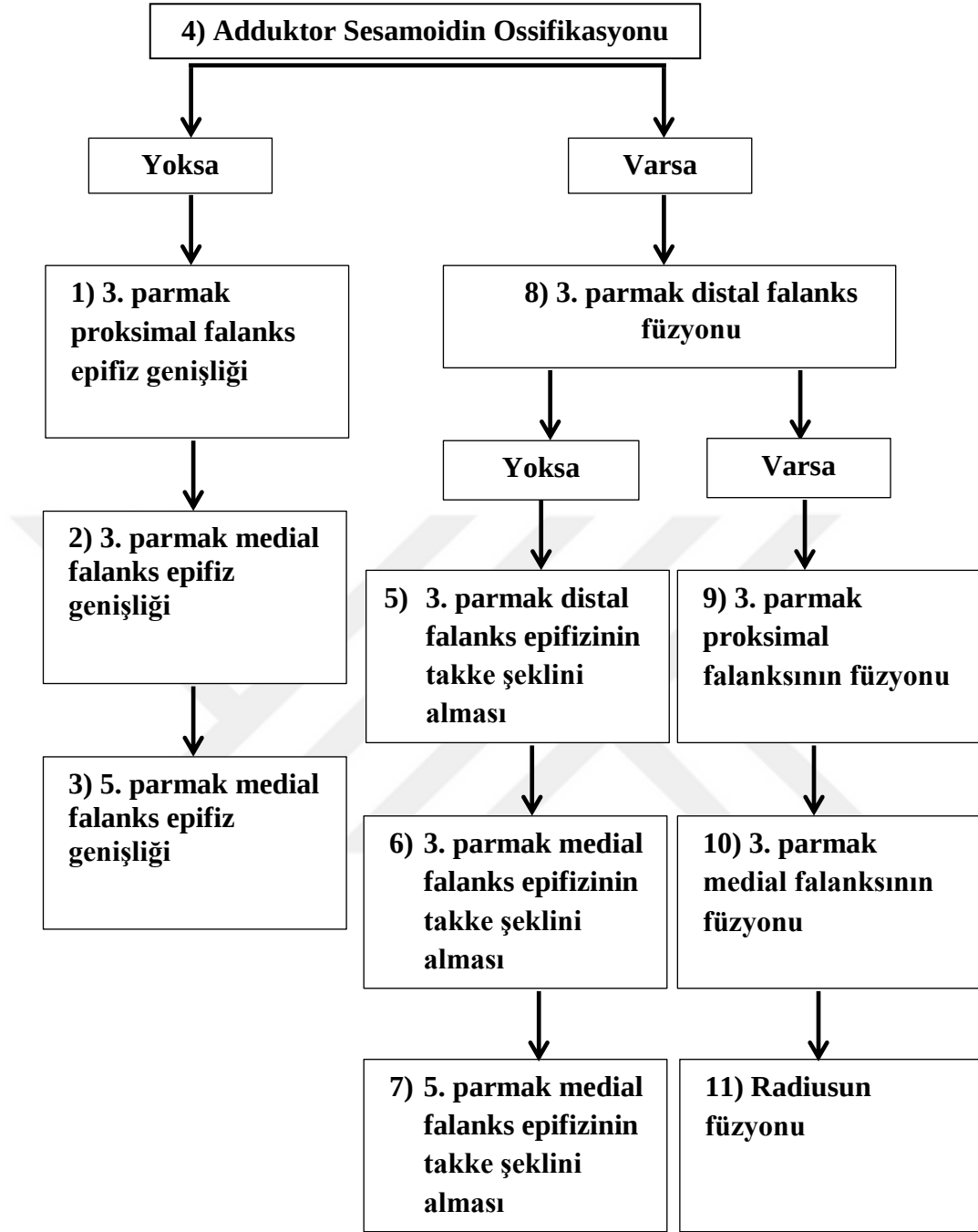
2.7.2. Pubertal Büyüme Eğrisi

Ergenlik, doğum öncesi dönemden başlayan ve çocukluk boyunca süregelen, cinsel gelişmenin tamamlanmasına ve üretkenliğin tam olarak kazanılmasına kadar devam eden olgunlaşma sürecindeki bir ara evredir.⁽¹⁵⁾ Büyüme, çocukların benzer gelişimsel olaylara ulaştığı kronolojik yaşlarda bireysel önemli farklılıklar gösterir. Bu nedenle, bir çocuğun gelişimsel durumu en iyi fizyolojik olgunluğun belirli aşamalarına göre değerlendirilir.⁽⁸⁰⁾ Bir çocuğun iskeletsel maturasyon durumu, kalan büyüme sürecini ve pubertal büyüme atılımına ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmeye yardımcı olur.⁽⁸¹⁾ Diş hekimliğinde özellikle ortodonti ve dentofasiyal ortopedide, iskelet yaşı ve pubertal büyüme hamlelerinin değerlendirilmesi, tanı ve tedavi planlaması için birincil öneme sahiptir.⁽⁸²⁾ İskeletsel gelişimin belirlenmesinde, kronolojik yaş ve diş gelişiminin güvenilir olmadığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir.^(80, 83) İskeletsel olgunluğun değerlendirme yöntemi, gelişmekte olan kemiklerin başlangıç görünüşleri ve daha sonrasında kemikleşmeyle ilgili şekil ve boyuttaki değişikliklerini de içeren görsel bir incelemeden oluşur.⁽⁸⁴⁾ İskelet gelişiminin değerlendirilmesi genellikle el-bilek radyografilerinin kullanılmasıyla yapılır^(85, 86). Ayrıca iskeletsel olgunluk dönemleri lateral sefalometrik radyografiler üzerinden servikal vertebraların maturasyon safhalarının değerlendirilmesiyle de belirlenebilmektedir.^(87, 88)

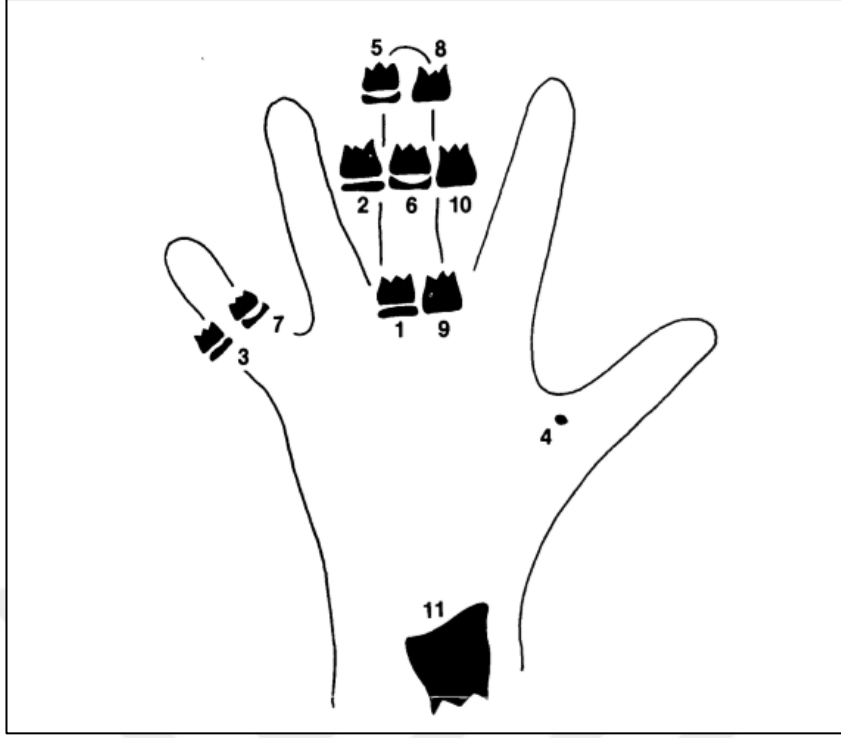
Pubertal büyüme evrelerinin belirlenmesi için el-bilek radyografilerinin değerlendirilmesiyle kullanılan farklı yöntemler mevcuttur.^(85, 86) Bu yöntemlerden olan ve sıkça kullanılan Fishman⁽⁸⁵⁾ yönteminde; başparmak, orta parmak, beşinci parmak ve radiusta yer alan farklı 6 anatomik alan üzerinden 4 basamaklı bir iskeletsel olgunluk sistemi geliştirilmiştir. Fishman'ın bu 4 maturasyon basamağı ve iskeletsel gelişim işaretleri Tablo 2.11, Şekil 2.18 ve Şekil 2.19'da gösterilmiştir.

Tablo 2.11. Fishman'a göre iskeletsel gelişim göstergeleri aşamaları⁽⁸⁵⁾

1. Basamak: Epifiz genişliği diafiz genişliğine eşit
1) 3. parmak- proksimal falanks
2) 3. parmak- medial falanks
3) 5. parmak- medial falanks
2. Basamak: Ossifikasyon
4) Başparmağın adduktor sesamoidi
3. Basamak: Epifizin diafizi örtmesi (capping)
5) 3. parmak- distal falanks
6) 3. parmak- medial falanks
7) 5. parmak- medial falanks
4. Basamak: Epifiz ve diafizin kaynaşması (füzyon)
8) 3. parmak- distal falanks
9) 3. parmak- proksimal falanks
10) 3. parmak- medial falanks
11) radius



Şekil 2.18. Fishman'ın iskeletsel gelişim göstergelerinin el-bilek radyografisi üzerinde değerlendirme şeması⁽⁸⁵⁾



Şekil 2.19. Fishman'ın gelişim göstergeleri⁽⁸⁵⁾

Grave ve Brown⁽⁸⁶⁾ tarafından geliştirilen ve iskeletsel maturasyonun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemde ise araştırmacılar, 14 ossifikasyon olayını karpal kemiklerin ossifikasyonu ve diğer kemiklerdeki epifizyal değişiklikler olmak üzere 2 kategoride toplamışlardır. Bu yöntem, 14 kemikleşme aşamasını içerir. Bu kemikleşme aşamaları meydana geliş sırası ile Tablo 2.12'de gösterilmiştir.^(81, 86)

Tablo 2.12. Grave-Brown yöntemine göre kemikleşme aşamaları⁽⁸⁶⁾

Kısaltmalar	Kemikleşme aşamaları
1. PP2=	2. parmağın proksimal falanksı; epifiz genişliği diafiz genişliğine eşit
2. MP3=	3. parmağın orta falanksı; epifiz genişliği diafiz genişliğine eşit
3. H-1	Hamatum çengeli-Evre 1
4. Pisi	Pisiformun görünmesi
5. R=	Radius; epifiz genişliği diafiz genişliğine eşit
6. S	1.parmağın metakarpofalangeal ekleminde ulnar sesamoidin görünmesi
7. H-2	Hamatum çengeli –Evre 2
8. MP3_{cap}	3. parmağın orta falanksı; epifizin diafize doğru takkeleşmesi
9. PP1_{cap}	1. parmak proksimal falanksı; epifizin diafize doğru takkeleşmesi
10. R_{cap}	Radius; epifizin diafize doğru takkeleşmesi
11. DP3_u	3 parmağın distal falanksı; epifizyal birleşmenin tamamlanması
12. PP3_u	3. parmağın proksimal falanksı; epifizyal birleşmenin tamamlanması
13. MP3_u	3. parmağın orta falanksı; epifizyal birleşmenin tamamlanması
14. R_u	Radius; epifizyal birleşmenin tamamlanması

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı ve Gerekli Resmi İzinler

Çalışmamız, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 26.12.2018 tarih ve 920 numaralı kararı ile etik açıdan onaylanmıştır (Ek 1).

3.2. Hasta Gruplarının Belirlenmesi

Bu retrospektif çalışmaya, 01.01.2013-03.12.2018 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvuran ve tedavi gereksinimi nedeniyle panoramik radyografileri alınan 5-10 yaş aralığında 400 sağlıklı çocuk ve panoramik ve el-bilek radyografileri alınmış olan 10-15 yaş aralığında 400 sağlıklı çocuk olmak üzere toplam 800 kişi dahil edildi. Çalışma grupları kronolojik yaş ve cinsiyet faktörleri dikkate alınarak oluşturuldu. Buna göre, 5-15 yaş arasındaki çocuklar 10 gruba ayrıldı (5-5,9, 6-6,9, 7-7,9, ...) ve her grupta 40 kız 40 erkek toplam 80 kişi olacak şekilde cinsiyete göre eşit hasta dağılımı yapıldı. Hastalardan alınmış olan panoramik radyografiler üzerinden 3 farklı metotla (Willems, Nolla ve Cameriere) diş yaşı tayini, el-bilek radyografileri üzerinden de 2 farklı metotla (Greulich-Pyle Atlası ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi) kemik yaşı tayini ve pubertal büyüme evreleri hesaplamaları yapıldı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekilde belirlendi:

- Sistemik olarak sağlıklı olması,
- Kronolojik yaşı 5-15 yaş aralığında olması,
- Hastalarda konjenital diş eksikliği ve sol alt çenede çekilmiş diş bulunmaması,
- Gömülü, sünnümerer ya da transpoze diş bulunmaması,
- Diş köklerinde dilesarasyon görülmemesi,
- Hastanın sol alt çenedeki yedi dişinde derin çürük, restorasyon, apikal lezyon kanal tedavisi ya da herhangi bir patoloji bulunmaması,
- Yüz ve el-bilek bölgesinden büyük bir travma almamış olması/operasyon geçirmiş olmaması,
- Normal büyüme ve gelişim göstermesi,

- Konjenital, gelişimsel ve hormonal herhangi bir iskeletsel bozukluk olmaması,
- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması,
- Panoramik radyografi ve el-bilek radyografilerinin görüntüsünün net olması, projeksiyon hatası veya artefakt olmamasına göre çalışmaya dahil edildi.

Çalışmamızda dişlerin numaralandırılması için FDI Numaralandırma Sistemi (Federation Dentaire International) kullanıldı. Bu sistemde çeneler dört çeyreğe bölünür. Daimi dişler için üst sağ çeneye 1, üst sol çeneye 2, alt sol çeneye 3 ve alt sağ çeneye 4 rakamları verilir. Bunların yanına ilgili dişin numarası yazılır ve dişler çift haneli bir sayı ile belirtilir.⁽²⁾

Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda çekilmiş olan panoramik ve el-bilek radyografileri ile birlikte hasta kayıtları incelenerek çalışma kriterlerimize uygun olanları belirlendi ve çalışma grupları oluşturuldu. Çalışmaya dahil olan tüm çocukların radyografileri kaydedilerek 1'den 800'e kadar numaralandırıldı. Çocukların kemik yaşı, diş yaşı ve pubertal büyüme evreleri, kronolojik yaşları bilinmeden aynı araştırmacı tarafından farklı zamanlarda hesaplandı.

3.3. Kronolojik Yaşın Hesaplanması

Bu çalışmada kronolojik yaş hesaplaması, çocukların doğum tarihi ve radyografilerin çekildiği tarih arasındaki fark hesaplanarak elde edildi. (yıl, ay, gün cinsinden).

3.4. Kemik Yaşının Hesaplanması

10-15 yaş arası 400 çocuğun el-bilek radyografileri üzerinden GPA ve Cameriere tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak kemik yaşı hesaplandı.

3.4.1. Greulich-Pyle Atlas (GPA)

GPA⁽¹⁰⁾,ya göre kemik yaşı hesaplaması yapılırken, her bir hastanın sol el-bilek radyografileri atlasta kızlar ve erkekler için ayrı ayrı bulunan fotoğraflar ile eşleştirildi ve en uygun olan fotoğraf seçilerek o fotoğrafa ait yaş, kemik yaşı olarak kabul edildi. İncelenen radyografinin, atlastaki fotoğraflarla birbirinin aynısı olmadığı durumda, incelenen radyografiye en uygun fotoğraf bulana kadar ileriye veya geriye doğru atlas incelendi ve en uygun fotoğraf seçildi (Şekil 3.1.a ve b).

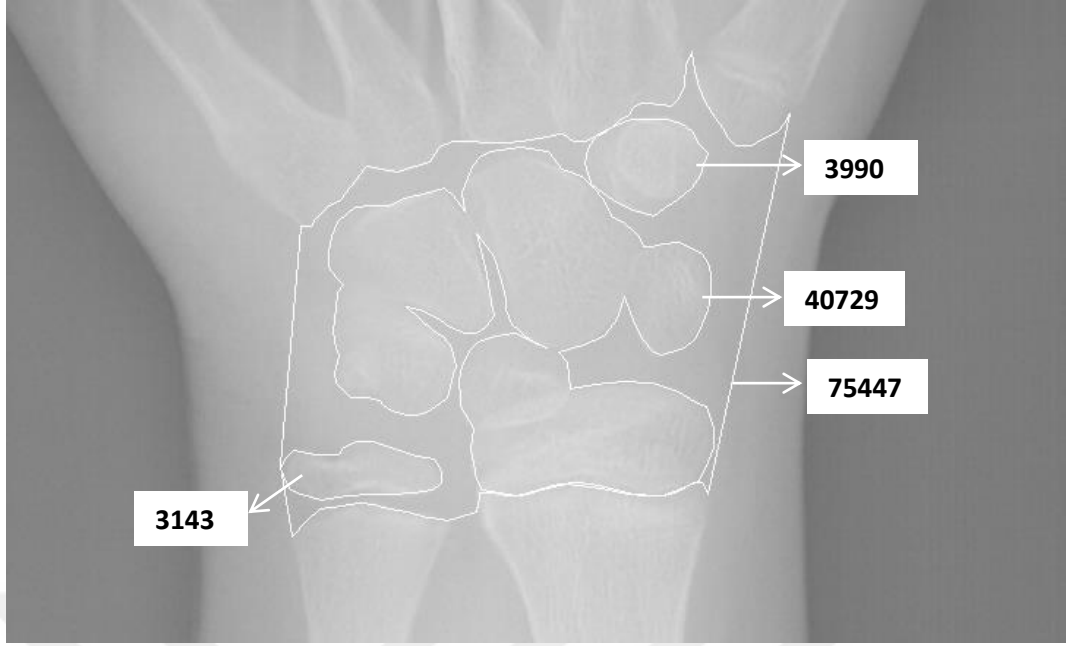
GPA’da her bir fotoğrafa karşılık gelen kemik yaşı, ay ve yıl olarak verildiği için değerlendirme sonucunda bulunan değerlerin virgülden sonraki kısımları, uyumluluk açısından matematiksel hesaplama ile ondalık değerlere çevrildi.



Şekil 3.1. a.Kronolojik yaşı 12,3 yıl olan erkek hastanın GPA’daki 13,5 yaşa ait görüntü ile eşleştirilmiş el-bilek radyografisi **b.**GPA’da bulunan 13,5 yaşa ait radyografik görüntü⁽¹⁰⁾

3.4.2. Cameriere Kemik Yaşı Tayini Yöntemi

Cameriere tarafından geliştirilen yöntemle hesaplama yapılırken, Cameriere ve ark.⁽⁷⁾ 2006’da yayınladıkları çalışmada belirttikleri yönetime uyularak, JPG (Joint Photographic Experts Group) formatındaki röntgen görüntüleri üzerinden, ImageJ (1.52a, National Institutes of Health, USA) uygulaması kullanılarak ölçümler yapıldı. Ölçümlerde; karpal alan ve ulna ve radiusun epifizleri tespit edildi ve Image J uygulamasının poligonal lasso aracı tarafından tanımlandı. Sekiz karpal kemiğin alanları seçildi, piksel alanları hesaplandı ve kemik alanının küresel değerini bulmak için elde edilen her değer toplandı. İki kemik birbirine kaynaşmışsa, ortak alan sadece bir kez hesaplandı (Şekil 3.2). Son olarak, ölçümleri normalleştirmek için, kemiklerin toplam alanı ile karpal alan arasındaki oran hesaplandı. Elde edilen ölçümler Cameriere’nin excel formülü ile (Şekil 3.3) yaşa çevrildi.



Şekil 3.2. Kronolojik yaşı 10,7 yıl olan erkek hastanın Cameriere kemik yaşı tayini yöntemine göre ölçüm örneği

Dosya	Giriş	Ekle	Sayfa Düzeni	Formüller	Veri	Gözden Geçir	Görünüm
Yapıştır	Kes	Kopyala	Biçim Boyacısı	Pano	Yazı Tipi	Hizalama	Genel
O21							
1	wrist						
2							
3							
4	bone area (Bo)				carpal area		
5	47862				75447		
6			gender				
7			1				
9			AGE				
10			10,5406				
11							
12	fill yellow fields						
13							

Şekil 3.3. Kronolojik yaşı 10,7 yıl olan erkek hastanın Cameriere'nin excel formülü ile yapılan kemik yaşı hesaplaması örneği

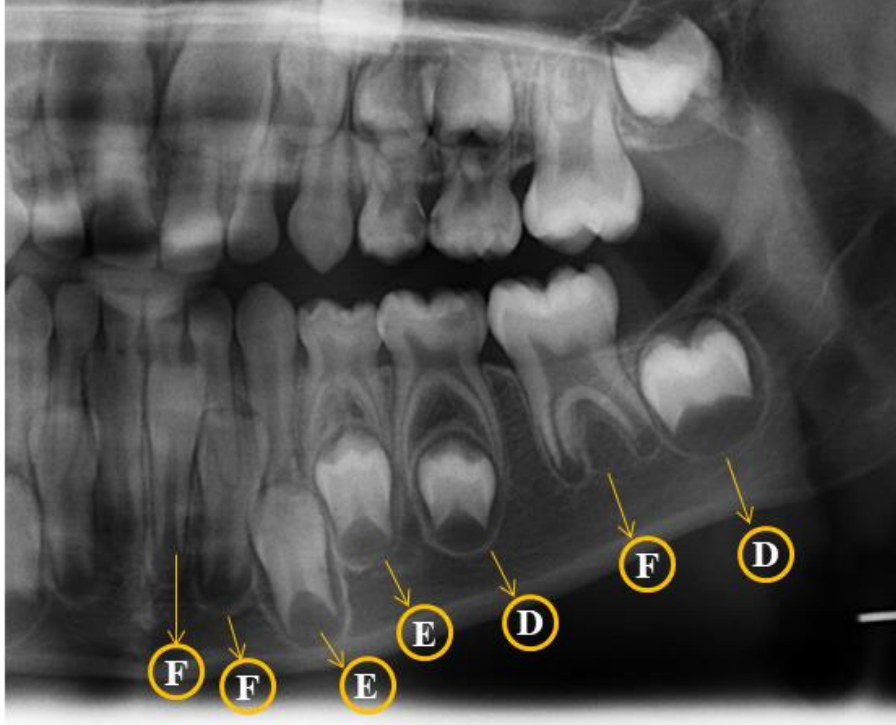
3.5. Diş Yaşının Hesaplanması

5-15 yaş arası 800 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden Willems, Nolla ve Cameriere metotları kullanılarak yaş tayini yapıldı.

3.5.1. Willems Yöntemi

Panoramik radyografiler üzerinden dişlerin gelişimlerinin değerlendirilmesi için ilk olarak Willems metodu kullanıldı. Willems metodu ile yaş tayini yapılırken tüm hastalarda üçüncü molar diş hariç alt çenedeki sol 7 daimi dişin radyografideki mineralizasyon aşamaları incelenerek, Demirjian ve ark.⁽⁹⁾ tarafından tanımlanan A-H mineralizasyon evreleri ile eşleştirildi. Eşleştirmeler sonucunda elde edilen skorlar Willems ve ark.⁽¹³⁾ tarafından cinsiyete göre oluşturulmuş tablolara göre puanlandı ve bu puanlar toplanarak yaş tayini yapıldı (Şekil 3.4).

Dişler	31	32	33	34	35	36	37
Aşama	F	F	E	E	D	F	D
Skor	2,82	0,49	0,62	0,6	0,17	1,56	0,32
Tahmini yaş	6,58						

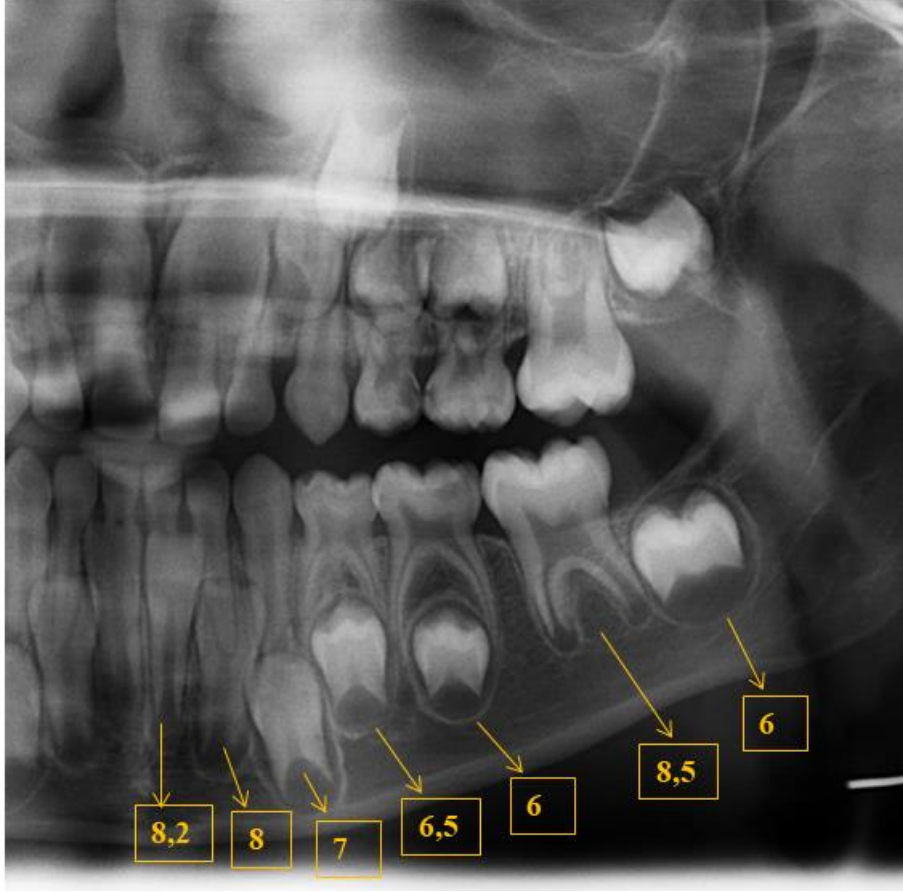


Şekil 3.4. 6,8 yaşındaki kız hastaya ait panoramik radyografi üzerinden Willems yöntemine göre diş yaşının hesaplanması

3.5.2. Nolla Yöntemi

Panoramik radyografiler üzerinden dişlerin gelişimlerinin değerlendirilmesi için Nolla metodu kullanılırken, tüm hastalarda üçüncü molar diş hariç sol mandibular yedi dişin radyografideki mineralizasyon aşamaları incelenerek, Nolla⁽¹¹⁾ tarafından tanımlanan mineralizasyon aşamaları ile eşleştirildi. Eğer radyografideki görüntü gelişim aşamalarıyla tam olarak örtüşmediyse radyografideki dişin görüntüsü

şekildeki iki değerin tam arasında ise ilk değere 0,5 eklendi, iki değer arasında ancak alt değere daha yakınsa buna 0,2 eklendi, iki değer arasında fakat üst değerin görüntüsüne daha yakınsa alt değere 0,7 eklendi. Daha sonra Nolla tarafından kızlar ve erkekler için ayrı ayrı oluşturulan değerler tablosundan yararlanılarak alt sol yarım çenedeki yedi dişe ait toplam puanın karşısındaki yaşa göre yaş tayini yapıldı (Şekil 3.5).

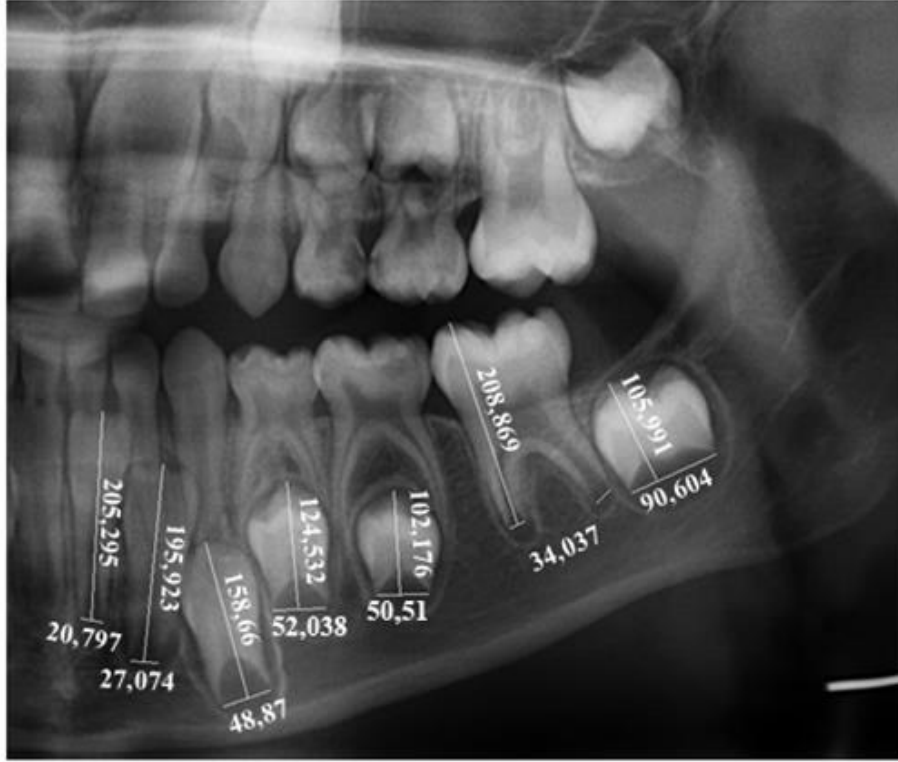


Şekil 3.5. 6,8 yaşındaki kız hastaya ait panoramik radyografi üzerinden Nolla yöntemine göre skorlama (Nolla metoduna göre tahmini yaş= 7 yaş)

3.5.3. Cameriere Yöntemi

Cameriere metodu⁽¹⁴⁾ kullanılarak üçüncü molar diş hariç alt çenedeki sol 7 daimi dişin kök gelişimi ve apeks açıklığı değerlendirildi. Tek köklü dişler için açık olan apeksin iç yüzleri arasındaki mesafe ölçüldü (A_i , $i=1,...,5$). İki köklü dişler için ise açık olan apekslerin iç yüzeyleri arası mesafe ayrı ayrı ölçülüp toplandı. (A_i , $i=6,7$). Bu dişlerin kasp tepesinden kök ucuna kadar olan mesafeleri ölçüldü (L_i , $i=1.....7$) (Şekil 3.6). Tüm ölçümler Image J programı kullanılarak numaralandırılmış JPG

formatında radyografler kullanılarak yapıldı. Elde edilen ölçümler Cameriere'nin excel formülü ile (Şekil 3.7) yaşı çevrildi.



Şekil 3.6. Cameriere diş yaşı tayini yöntemine göre kronolojik yaşı 6,8 yıl olan kız hastaya ait ölçüm örneği



Şekil 3.8. Pik öncesi döneme ait radyografik görüntü örneği



Şekil 3. 9. Pik dönemine ait radyografik görüntü örneği



Şekil 3.10. Pik sonrası döneme ait radyografik görüntü örneği

Çalışmamızda, araştırmacının kendi içinde tutarlılığının ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi için, rastgele seçilmiş 20 kız ve 20 erkek hastanın radyografik görüntüleri ilk radyografik değerlendirmeden bir ay sonra aynı araştırmacı tarafından çalışmada kullanılan her metotla tekrar değerlendirildi.

3.7. İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler SPSS paket programına (SPSS 18.00 for Windows, Chicago, IL, ABD) girilerek, tanımlayıcı istatistikler (minimum, maksimum, ortalama, standart sapma vb.), güvenirlik analizi (ICC “Intra-class correlation coefficient” istatistiği) ve karşılaştırma testleri gerçekleştirilmiştir.

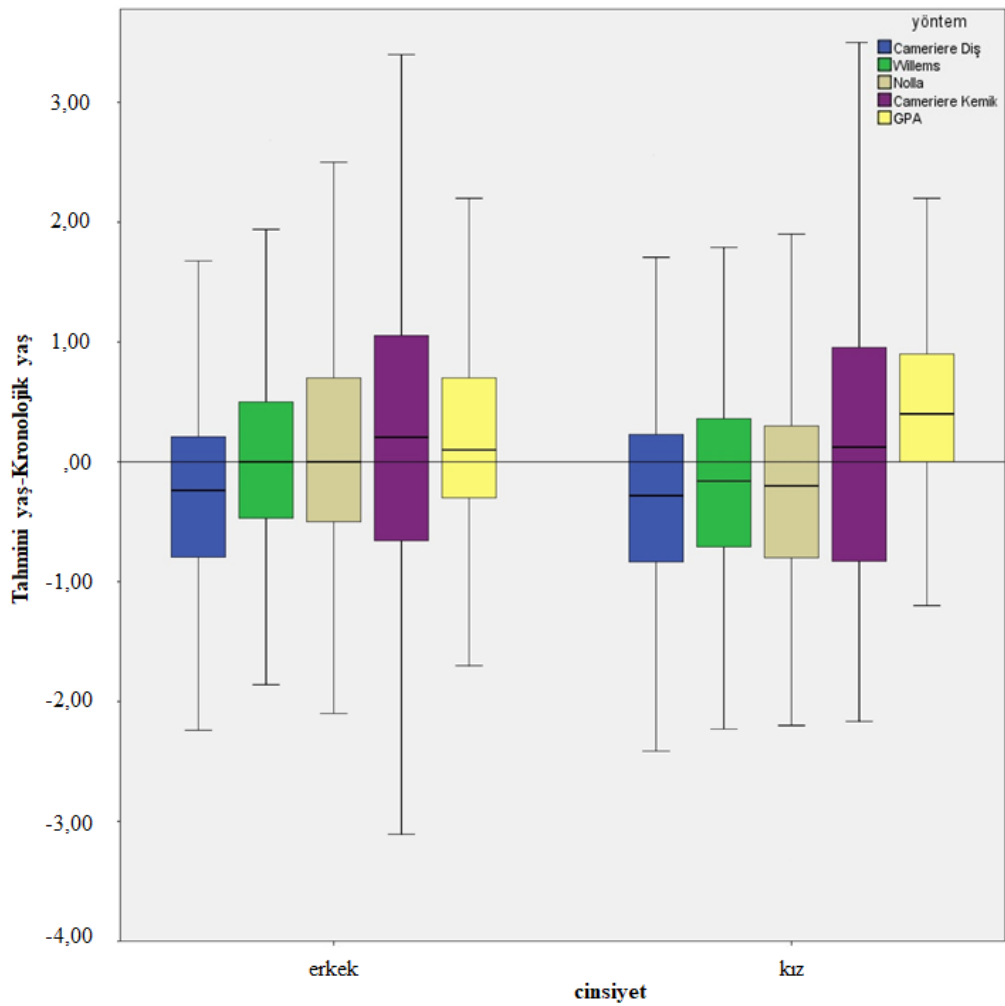
Nicel (kantitatif) verilerin karşılaştırmasında, parametrik koşulların sağlanması (“Levene’s Test”) durumunda “Student T” testi, grupların tekrarlayan ölçümlerinde tek yönlü varyans analizi ve alt grup karşılaştırmalarında ise Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Parametrik koşulların sağlanamadığı durumlarda, nitel (kalitatif) verilerin incelenmesinde ve grupların karşılaştırılmasında, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U, Friedman, Wilcoxon ve ki kare (χ^2) testleri kullanılmıştır.

Sonuçlar %95’lik güven aralığında, $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmaya 5-15 yaş arası (ort: $9,95 \pm 2,86$) toplam 800 çocuk (400 erkek, 400 kız) dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen erkeklerin yaş ortalaması $9,95 \pm 2,87$ kızların yaş ortalaması $9,96 \pm 2,86$ olarak bulunmuştur. Kızlar ve erkekler arasında kronolojik yaş dağılımında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=0,963$) (Şekil 4.1). Bu hastalardan 5-10 yaş aralığında olan 400 hastanın (200 kız, 200 erkek) panoramik radyografileri ve 10-15 yaş aralığında olan 400 hastanın (200 kız, 200 erkek) panoramik ve el-bilek radyografileri değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kızlar ve erkekler için kutu grafiği

Çalışmamızda sınıf içi korelasyon değerlendirildiğinde; kappa değerleri Willems yöntemi için 0,95, Nolla yöntemi için 0,98, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi için 0,98, GPA için 0,96 ve Cameriere tarafından geliştirilen kemik yaşı tayini yöntemi için 0,98 olarak bulunmuştur.

a. Kronolojik yaş ile hesaplanan diş yaşları ve kemik yaşları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

5-15 yaş arası çocuklarda tüm yaş gruplarında cinsiyet ayrımı yapılmaksızın ortalama yaşlar hesaplandığında; kronolojik yaşa göre Willems yöntemi 0,035 ve Nolla yöntemi 0,030 yıllık farkla diş yaşını daha düşük tahmin etmişlerdir ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (Willems $p=0,255$, Nolla $p=0,394$). Cameriere yöntemi de 0,322 yıllık farkla diş yaşını daha düşük tahmin etmiş ve bu farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,0001$). Gruplar cinsiyete göre ayrıldığında erkeklerde; Willems yöntemi 0,046, Nolla yöntemi 0,105, Cameriere yöntemi -0,340 yaş farkla tahminde bulunmuştur. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu görülmüştür (Willems $p=0,271$, Nolla $p=0,030$, Cameriere $p=0,0001$). Kızlarda ise; Willems yöntemi -0,118, Nolla yöntemi -0,166 ve Cameriere yöntemi -0,304 yaş farkla tahminde bulunmuşlardır. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Willems $p=0,010$, Nolla $p=0,001$, Cameriere $p=0,0001$) (Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3).

Çalışmaya dahil edilen 10-15 yaş aralığında 400 çocuğun ortalama yaşı $12,45 \pm 1,41$ olarak bulunmuştur. 10-15 yaş arası çocuklarda tüm yaş gruplarında cinsiyet ayrımı yapılmaksızın ortalama yaşlar hesaplandığında; kronolojik yaşa göre Willems yöntemi 0,09 yıl, Nolla yöntemi 0,21 yıl, GPA 0,28 yıl ve Cameriere tarafından geliştirilen kemik yaşı tayini yöntemi 0,14 yıllık farkla yaşı daha yüksek tahmin ederken, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi 0,61 yıllık farkla diş yaşını daha düşük tahmin etmiştir. Bu beş yöntem arasından sadece Willems yöntemi için istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken diğer dört yöntem için istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Willems $p=0,074$, Nolla $p=0,001$, GPA

$p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,022$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$). Gruplar cinsiyete göre ayrıldığında erkeklerde; Willems yöntemi 0,164, Nolla yöntemi 0,362, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,650, GPA 0,152 ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,147 yaş farkla tahminde bulunmuştur. Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems, Nolla, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ve GPA için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,022$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, GPA $p=0,005$, Cameriere kemik yaşı $p=0,099$). Kızlarda ise; Willems yöntemi 0,026, Nolla yöntemi 0,066, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,573, GPA 0,415 ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,134 yaş farkla tahminde bulunmuştur. Willems, Nolla ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiş olup ($p>0,05$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ve GPA için anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p=0,0001$) (Tablo 4.4 ve Tablo 4.5).

Tablo 4.1. Yaş ve cinsiyete göre grupların Willems diş yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Willems yaş ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
5-5,9 yaş	Erkek	40	5,47 $\pm$ 0,26	5,45 $\pm$ 0,57	-0,01 $\pm$ 0,54	0,882
	Kız	40	5,50 $\pm$ 0,31	5,33 $\pm$ 0,47	-0,16 $\pm$ 0,48	0,033
	Toplam	80	5,48 $\pm$ 0,29	5,39 $\pm$ 0,53	-0,09 $\pm$ 0,51	0,120
6-6,9 yaş	Erkek	40	6,50 $\pm$ 0,29	6,39 $\pm$ 0,59	-0,10 $\pm$ 0,48	0,173
	Kız	40	6,50 $\pm$ 0,26	6,21 $\pm$ 0,44	-0,28 $\pm$ 0,39	0,0001
	Toplam	80	6,50 $\pm$ 0,27	6,30 $\pm$ 0,52	-0,19 $\pm$ 0,44	0,0001
7-7,9 yaş	Erkek	40	7,47 $\pm$ 0,26	7,33 $\pm$ 0,67	-0,14 $\pm$ 0,62	0,160
	Kız	40	7,40 $\pm$ 0,30	7,19 $\pm$ 0,68	-0,20 $\pm$ 0,65	0,053
	Toplam	80	7,44 $\pm$ 0,28	7,26 $\pm$ 0,68	-0,17 $\pm$ 0,63	0,017
8-8,9 yaş	Erkek	40	8,44 $\pm$ 0,28	8,33 $\pm$ 0,79	-0,10 $\pm$ 0,78	0,399
	Kız	40	8,47 $\pm$ 0,27	8,14 $\pm$ 0,76	-0,32 $\pm$ 0,70	0,005
	Toplam	80	8,45 $\pm$ 0,27	8,24 $\pm$ 0,78	-0,21 $\pm$ 0,74	0,012
9-9,9 yaş	Erkek	40	9,39 $\pm$ 0,29	9,40 $\pm$ 0,78	0,01 $\pm$ 0,66	0,909
	Kız	40	9,44 $\pm$ 0,26	9,11 $\pm$ 0,80	-0,32 $\pm$ 0,72	0,006
	Toplam	80	9,42 $\pm$ 0,28	9,26 $\pm$ 0,80	-0,15 $\pm$ 0,70	0,050
10-10,9 yaş	Erkek	40	10,47 $\pm$ 0,24	10,72 $\pm$ 0,86	0,25 $\pm$ 0,89	0,078
	Kız	40	10,55 $\pm$ 0,26	10,70 $\pm$ 0,96	0,15 $\pm$ 0,94	0,303
	Toplam	80	10,51 $\pm$ 0,25	10,71 $\pm$ 0,91	0,20 $\pm$ 0,91	0,048
11-11,9 yaş	Erkek	40	11,43 $\pm$ 0,25	11,54 $\pm$ 1,02	0,11 $\pm$ 0,99	0,480
	Kız	40	11,43 $\pm$ 0,27	11,35 $\pm$ 0,98	-0,07 $\pm$ 0,90	0,590
	Toplam	80	11,43 $\pm$ 0,26	11,45 $\pm$ 1,00	0,01 $\pm$ 0,94	0,871
12-12,9 yaş	Erkek	40	12,49 $\pm$ 0,25	12,43 $\pm$ 0,90	-0,05 $\pm$ 0,89	0,705
	Kız	40	12,44 $\pm$ 0,27	12,46 $\pm$ 1,10	0,01 $\pm$ 1,02	0,903
	Toplam	80	12,46 $\pm$ 0,26	12,45 $\pm$ 1,00	-0,01 $\pm$ 0,95	0,874
13-13,9 yaş	Erkek	40	13,47 $\pm$ 0,26	13,84 $\pm$ 1,09	0,37 $\pm$ 1,06	0,030
	Kız	40	13,41 $\pm$ 0,29	13,56 $\pm$ 1,41	0,15 $\pm$ 1,46	0,518
	Toplam	80	13,44 $\pm$ 0,28	13,70 $\pm$ 1,26	0,26 $\pm$ 1,27	0,067
14-14,9 yaş	Erkek	40	14,42 $\pm$ 0,27	14,55 $\pm$ 1,24	0,13 $\pm$ 1,17	0,483
	Kız	40	14,37 $\pm$ 0,31	14,25 $\pm$ 1,35	-0,11 $\pm$ 1,22	0,554
	Toplam	80	14,39 $\pm$ 0,29	14,40 $\pm$ 1,30	0,008 $\pm$ 1,20	0,951
Tüm Yaş Grupları	Erkek	400	9,95 $\pm$ 2,87	9,99 $\pm$ 3,09	0,04 $\pm$ 0,84	0,271
	Kız	400	9,96 $\pm$ 2,86	9,84 $\pm$ 3,10	-0,11 $\pm$ 0,91	0,010
	Toplam	800	9,95 $\pm$ 2,86	9,92 $\pm$ 3,10	-0,03 $\pm$ 0,88	0,255

Tablo 4.2. Yaş ve cinsiyete göre grupların Nolla dış yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Nolla yaş ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
5-5,9 yaş	Erkek	40	5,47 $\pm$ 0,26	5,30 $\pm$ 0,51	-0,17 $\pm$ 0,43	0,016
	Kız	40	5,50 $\pm$ 0,31	5,15 $\pm$ 0,36	-0,35 $\pm$ 0,39	0,0001
	Toplam	80	5,48 $\pm$ 0,29	5,22 $\pm$ 0,44	-0,26 $\pm$ 0,42	0,0001
6-6,9 yaş	Erkek	40	6,50 $\pm$ 0,29	6,47 $\pm$ 0,59	-0,02 $\pm$ 0,57	0,783
	Kız	40	6,50 $\pm$ 0,26	6,25 $\pm$ 0,54	-0,25 $\pm$ 0,45	0,001
	Toplam	80	6,50 $\pm$ 0,27	6,36 $\pm$ 0,57	-0,14 $\pm$ 0,52	0,020
7-7,9 yaş	Erkek	40	7,47 $\pm$ 0,26	7,26 $\pm$ 0,59	-0,20 $\pm$ 0,54	0,018
	Kız	40	7,40 $\pm$ 0,30	7,02 $\pm$ 0,66	-0,37 $\pm$ 0,65	0,001
	Toplam	80	7,44 $\pm$ 0,28	7,15 $\pm$ 0,63	-0,29 $\pm$ 0,60	0,0001
8-8,9 yaş	Erkek	40	8,44 $\pm$ 0,28	8,20 $\pm$ 0,75	-0,24 $\pm$ 0,74	0,048
	Kız	40	8,47 $\pm$ 0,27	7,85 $\pm$ 0,73	-0,62 $\pm$ 0,66	0,0001
	Toplam	80	8,45 $\pm$ 0,27	8,02 $\pm$ 0,76	-0,43 $\pm$ 0,72	0,0001
9-9,9 yaş	Erkek	40	9,39 $\pm$ 0,29	9,30 $\pm$ 0,99	-0,09 $\pm$ 0,84	0,467
	Kız	40	9,44 $\pm$ 0,26	9,05 $\pm$ 0,93	-0,39 $\pm$ 0,83	0,005
	Toplam	80	9,42 $\pm$ 0,28	9,17 $\pm$ 0,96	-0,24 $\pm$ 0,84	0,011
10-10,9 yaş	Erkek	40	10,47 $\pm$ 0,24	10,80 $\pm$ 0,93	0,33 $\pm$ 0,97	0,039
	Kız	40	10,55 $\pm$ 0,26	10,37 $\pm$ 0,97	-0,17 $\pm$ 0,99	0,272
	Toplam	80	10,51 $\pm$ 0,25	10,58 $\pm$ 0,97	0,07 $\pm$ 1,01	0,495
11-11,9 yaş	Erkek	40	11,43 $\pm$ 0,25	11,95 $\pm$ 1,28	0,51 $\pm$ 1,24	0,013
	Kız	40	11,43 $\pm$ 0,27	11,30 $\pm$ 1,13	-0,13 $\pm$ 1,06	0,435
	Toplam	80	11,43 $\pm$ 0,26	11,62 $\pm$ 1,24	0,19 $\pm$ 1,19	0,159
12-12,9 yaş	Erkek	40	12,49 $\pm$ 0,25	12,52 $\pm$ 1,26	0,03 $\pm$ 1,23	0,869
	Kız	40	12,44 $\pm$ 0,27	12,47 $\pm$ 1,03	0,03 $\pm$ 0,92	0,838
	Toplam	80	12,46 $\pm$ 0,26	12,50 $\pm$ 1,14	0,03 $\pm$ 1,08	0,797
13-13,9 yaş	Erkek	40	13,47 $\pm$ 0,26	14,07 $\pm$ 1,20	0,60 $\pm$ 1,18	0,003
	Kız	40	13,41 $\pm$ 0,29	13,75 $\pm$ 1,67	0,33 $\pm$ 1,73	0,234
	Toplam	80	13,44 $\pm$ 0,28	13,91 $\pm$ 1,45	0,46 $\pm$ 1,48	0,006
14-14,9 yaş	Erkek	40	14,42 $\pm$ 0,27	14,75 $\pm$ 1,14	0,33 $\pm$ 1,12	0,070
	Kız	40	14,37 $\pm$ 0,31	14,65 $\pm$ 1,47	0,27 $\pm$ 1,38	0,215
	Toplam	80	14,39 $\pm$ 0,29	14,70 $\pm$ 1,31	0,30 $\pm$ 1,24	0,033
Tüm Yaş Grupları	Erkek	400	9,95 $\pm$ 2,87	10,05 $\pm$ 3,24	0,10 $\pm$ 0,97	0,030
	Kız	400	9,96 $\pm$ 2,86	9,79 $\pm$ 3,25	-0,16 $\pm$ 1,02	0,001
	Toplam	800	9,95 $\pm$ 2,86	9,92 $\pm$ 3,24	-0,03 $\pm$ 1,00	0,394

Tablo 4.3. Yaş ve cinsiyete göre grupların Cameriere diş yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Cameriere yaş ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
5-5,9 yaş	Erkek	40	5,47 $\pm$ 0,26	5,95 $\pm$ 0,57	0,48 $\pm$ 0,55	0,0001
	Kız	40	5,50 $\pm$ 0,31	5,74 $\pm$ 0,58	0,23 $\pm$ 0,60	0,018
	Toplam	80	5,48 $\pm$ 0,29	5,84 $\pm$ 0,58	0,36 $\pm$ 0,59	0,0001
6-6,9 yaş	Erkek	40	6,50 $\pm$ 0,29	6,59 $\pm$ 0,42	0,09 $\pm$ 0,41	0,152
	Kız	40	6,50 $\pm$ 0,26	6,51 $\pm$ 0,39	0,005 $\pm$ 0,35	0,922
	Toplam	80	6,50 $\pm$ 0,27	6,55 $\pm$ 0,40	0,05 $\pm$ 0,38	0,245
7-7,9 yaş	Erkek	40	7,47 $\pm$ 0,26	7,30 $\pm$ 0,34	-0,17 $\pm$ 0,35	0,003
	Kız	40	7,40 $\pm$ 0,30	7,27 $\pm$ 0,57	-0,12 $\pm$ 0,53	0,157
	Toplam	80	7,44 $\pm$ 0,28	7,29 $\pm$ 0,46	-0,15 $\pm$ 0,45	0,004
8-8,9 yaş	Erkek	40	8,44 $\pm$ 0,28	8,08 $\pm$ 0,64	-0,35 $\pm$ 0,65	0,001
	Kız	40	8,47 $\pm$ 0,27	8,18 $\pm$ 0,93	-0,29 $\pm$ 0,87	0,042
	Toplam	80	8,45 $\pm$ 0,27	8,13 $\pm$ 0,79	-0,32 $\pm$ 0,76	0,0001
9-9,9 yaş	Erkek	40	9,39 $\pm$ 0,29	9,19 $\pm$ 0,96	-0,19 $\pm$ 0,87	0,158
	Kız	40	9,44 $\pm$ 0,26	9,44 $\pm$ 0,81	0,004 $\pm$ 0,72	0,970
	Toplam	80	9,42 $\pm$ 0,28	9,32 $\pm$ 0,89	-0,09 $\pm$ 0,80	0,283
10-10,9 yaş	Erkek	40	10,47 $\pm$ 0,24	10,50 $\pm$ 0,54	0,03 $\pm$ 0,56	0,668
	Kız	40	10,55 $\pm$ 0,26	10,64 $\pm$ 0,72	0,09 $\pm$ 0,73	0,426
	Toplam	80	10,51 $\pm$ 0,25	10,57 $\pm$ 0,64	0,06 $\pm$ 0,64	0,367
11-11,9 yaş	Erkek	40	11,43 $\pm$ 0,25	11,05 $\pm$ 0,74	-0,38 $\pm$ 0,74	0,002
	Kız	40	11,43 $\pm$ 0,27	11,09 $\pm$ 0,72	-0,33 $\pm$ 0,69	0,004
	Toplam	80	11,43 $\pm$ 0,26	11,07 $\pm$ 0,73	-0,35 $\pm$ 0,71	0,0001
12-12,9 yaş	Erkek	40	12,49 $\pm$ 0,25	11,59 $\pm$ 0,88	-0,89 $\pm$ 0,86	0,0001
	Kız	40	12,44 $\pm$ 0,27	11,90 $\pm$ 0,70	-0,54 $\pm$ 0,61	0,0001
	Toplam	80	12,46 $\pm$ 0,26	11,74 $\pm$ 0,81	-0,71 $\pm$ 0,76	0,0001
13-13,9 yaş	Erkek	40	13,47 $\pm$ 0,26	12,75 $\pm$ 0,95	-0,71 $\pm$ 0,94	0,0001
	Kız	40	13,41 $\pm$ 0,29	12,66 $\pm$ 0,74	-0,75 $\pm$ 0,85	0,0001
	Toplam	80	13,44 $\pm$ 0,28	12,70 $\pm$ 0,85	-0,73 $\pm$ 0,89	0,0001
14-14,9 yaş	Erkek	40	14,42 $\pm$ 0,27	13,13 $\pm$ 1,07	-1,28 $\pm$ 1,01	0,0001
	Kız	40	14,37 $\pm$ 0,31	13,03 $\pm$ 0,76	-1,33 $\pm$ 0,70	0,0001
	Toplam	80	14,39 $\pm$ 0,29	13,08 $\pm$ 0,92	-1,31 $\pm$ 0,86	0,0001
Tüm Yaş Grupları	Erkek	400	9,95 $\pm$ 2,87	9,61 $\pm$ 2,54	-0,34 $\pm$ 0,87	0,0001
	Kız	400	9,96 $\pm$ 2,86	9,65 $\pm$ 2,58	-0,30 $\pm$ 0,81	0,0001
	Toplam	800	9,95 $\pm$ 2,86	9,63 $\pm$ 2,56	-0,32 $\pm$ 0,84	0,0001

Tablo 4.4. Yaş ve cinsiyete göre grupların GPA kemik yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	GPA kemik yaşı ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
10-10,9 yaş	Erkek	40	10,47 $\pm$ 0,24	11,06 $\pm$ 0,73	0,59 $\pm$ 0,72	0,0001
	Kız	40	10,55 $\pm$ 0,26	10,75 $\pm$ 0,91	0,20 $\pm$ 0,86	0,137
	Toplam	80	10,51 $\pm$ 0,25	10,91 $\pm$ 0,83	0,40 $\pm$ 0,81	0,0001
11-11,9 yaş	Erkek	40	11,43 $\pm$ 0,25	11,81 $\pm$ 0,74	0,37 $\pm$ 0,74	0,003
	Kız	40	11,43 $\pm$ 0,27	11,63 $\pm$ 0,86	0,20 $\pm$ 0,82	0,122
	Toplam	80	11,43 $\pm$ 0,26	11,72 $\pm$ 0,80	0,29 $\pm$ 0,78	0,001
12-12,9 yaş	Erkek	40	12,49 $\pm$ 0,25	12,45 $\pm$ 0,71	-0,04 $\pm$ 0,64	0,681
	Kız	40	12,44 $\pm$ 0,27	13,08 $\pm$ 0,79	0,64 $\pm$ 0,73	0,0001
	Toplam	80	12,46 $\pm$ 0,26	12,76 $\pm$ 0,81	0,30 $\pm$ 0,77	0,001
13-13,9 yaş	Erkek	40	13,47 $\pm$ 0,26	13,42 $\pm$ 0,62	-0,04 $\pm$ 0,62	0,652
	Kız	40	13,41 $\pm$ 0,29	13,97 $\pm$ 0,72	0,55 $\pm$ 0,69	0,0001
	Toplam	80	13,44 $\pm$ 0,28	13,70 $\pm$ 0,72	0,25 $\pm$ 0,72	0,002
14-14,9 yaş	Erkek	40	14,42 $\pm$ 0,27	14,30 $\pm$ 0,79	-0,12 $\pm$ 0,77	0,331
	Kız	40	14,37 $\pm$ 0,31	14,83 $\pm$ 0,68	0,46 $\pm$ 0,63	0,0001
	Toplam	80	14,39 $\pm$ 0,29	14,56 $\pm$ 0,78	0,17 $\pm$ 0,75	0,047
Tüm Yaş Grupları	Erkek	200	12,45 $\pm$ 1,43	12,61 $\pm$ 1,35	0,15 $\pm$ 0,75	0,005
	Kız	200	12,44 $\pm$ 1,39	12,85 $\pm$ 1,69	0,41 $\pm$ 0,76	0,0001
	Toplam	400	12,45 $\pm$ 1,41	12,73 $\pm$ 1,53	0,28 $\pm$ 0,77	0,0001

Tablo 4.5. Yaş ve cinsiyete göre grupların Cameriere kemik yaşı ve Kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Camerierek emik yaşı ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
10-10,9 yaş	Erkek	40	10,47 $\pm$ 0,24	11,16 $\pm$ 1,44	0,69 $\pm$ 1,47	0,005
	Kız	40	10,55 $\pm$ 0,26	11,97 $\pm$ 1,13	1,42 $\pm$ 1,09	0,0001
	Toplam	80	10,51 $\pm$ 0,25	11,57 $\pm$ 1,35	1,06 $\pm$ 1,34	0,0001
11-11,9 yaş	Erkek	40	11,43 $\pm$ 0,25	12,00 $\pm$ 1,26	0,56 $\pm$ 1,23	0,006
	Kız	40	11,43 $\pm$ 0,27	12,01 $\pm$ 0,97	0,58 $\pm$ 0,99	0,001
	Toplam	80	11,43 $\pm$ 0,26	12,01 $\pm$ 1,12	0,57 $\pm$ 1,11	0,0001
12-12,9 yaş	Erkek	40	12,49 $\pm$ 0,25	12,49 $\pm$ 1,27	0,006 $\pm$ 1,21	0,973
	Kız	40	12,44 $\pm$ 0,27	12,56 $\pm$ 0,68	0,11 $\pm$ 0,71	0,298
	Toplam	80	12,46 $\pm$ 0,26	12,53 $\pm$ 1,01	0,06 $\pm$ 0,99	0,573
13-13,9 yaş	Erkek	40	13,47 $\pm$ 0,26	13,43 $\pm$ 1,19	-0,03 $\pm$ 1,19	0,842
	Kız	40	13,41 $\pm$ 0,29	13,09 $\pm$ 0,65	-0,32 $\pm$ 0,66	0,004
	Toplam	80	13,44 $\pm$ 0,28	13,26 $\pm$ 0,97	-0,17 $\pm$ 0,97	0,102
14-14,9 yaş	Erkek	40	14,42 $\pm$ 0,27	13,92 $\pm$ 0,69	-0,49 $\pm$ 0,71	0,0001
	Kız	40	14,37 $\pm$ 0,31	13,23 $\pm$ 0,63	-1,13 $\pm$ 0,70	0,0001
	Toplam	80	14,39 $\pm$ 0,29	13,58 $\pm$ 0,74	-0,81 $\pm$ 0,77	0,0001
Tüm Yaş Grupları	Erkek	200	12,45 $\pm$ 1,43	12,60 $\pm$ 1,54	0,14 $\pm$ 1,25	0,099
	Kız	200	12,44 $\pm$ 1,39	12,57 $\pm$ 0,98	0,13 $\pm$ 1,20	0,116
	Toplam	400	12,45 $\pm$ 1,41	12,59 $\pm$ 1,29	0,14 $\pm$ 1,23	0,022

Tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalamaları arasındaki ilişki açısından, çalışmaya dahil edilen tüm yaş grupları ayrı ayrı incelendiğinde;

5 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi -0,09 yaş, Nolla yöntemi -0,26 yaş ve Cameriere yöntemi 0,36 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,120$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla ve Cameriere yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p=0,0001$).

5 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi -0,01 yaş, Nolla yöntemi -0,17 yaş ve Cameriere yöntemi 0,48 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,882$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla ve Cameriere yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,016$, Cameriere $p=0,0001$).

5 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi -0,16 yaş, Nolla yöntemi -0,35 yaş ve Cameriere yöntemi 0,23 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Willems $p=0,033$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere $p=0,018$).

6 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde, Willems yöntemi -0,19 yaş, Nolla yöntemi -0,14 yaş ve Cameriere yöntemi 0,05 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Cameriere yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Cameriere $p=0,245$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems ve Nolla yöntemleri anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,0001$, Nolla $p=0,020$).

6 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi -0,10 yaş, Nolla yöntemi -0,02 yaş ve Cameriere yöntemi 0,09 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (Willems $p=0,173$, Nolla $p=0,783$, Cameriere $p=0,152$).

6 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi -0,28 yaş, Nolla yöntemi -0,25 yaş ve Cameriere yöntemi 0,005 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Cameriere yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Cameriere $p=0,922$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems ve Nolla yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,0001$, Nolla $p=0,001$).

7 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde, Willems yöntemi -0,17 yaş, Nolla yöntemi -0,29 yaş ve Cameriere yöntemi -0,15 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Willems $p=0,017$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere $p=0,004$).

7 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi -0,14 yaş, Nolla yöntemi -0,20 yaş ve Cameriere yöntemi -0,17 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında

istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,160$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla ve Cameriere yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,018$, Cameriere $p=0,003$).

7 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi $-0,20$ yaş, Nolla yöntemi $-0,37$ yaş ve Cameriere yöntemi $-0,12$ yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Cameriere yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,053$, Cameriere $p=0,157$) Nolla yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Nolla $p=0,001$).

8 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi $-0,21$ yaş, Nolla yöntemi $-0,43$ yaş ve Cameriere yöntemi $-0,32$ yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Willems $p=0,012$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere $p=0,0001$).

8 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi $-0,10$ yaş, Nolla yöntemi $-0,24$ yaş ve Cameriere yöntemi $-0,35$ yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,399$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla ve Cameriere yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,048$, Cameriere $p=0,001$).

8 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi $-0,32$ yaş, Nolla yöntemi $-0,62$ yaş ve Cameriere yöntemi $-0,29$ yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Willems $p=0,005$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere $p=0,042$).

9 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi $-0,15$ yaş, Nolla yöntemi $-0,24$ ve Cameriere yöntemi $-0,09$ yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Cameriere yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı

farklılık görülmezken (Willems $p=0,050$, Cameriere $p=0,283$) Nolla yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Nolla $p=0,011$).

9 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi 0,01 yaş, Nolla yöntemi -0,09 ve Cameriere yöntemi -0,19 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Her üç yöntem ile tespit edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür (Willems $p=0,909$, Nolla $p=0,467$, Cameriere $p=0,158$)

9 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi -0,32 yaş, Nolla yöntemi -0,39 yaş ve Cameriere yöntemi 0,004 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Cameriere yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Cameriere $p=0,970$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems ve Nolla yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,006$, Nolla $p=0,005$).

10 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde, Willems yöntemi 0,20 yaş, Nolla yöntemi 0,07 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi 0,06 yaş, GPA 0,40 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 1,06 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Nolla ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Nolla $p=0,495$, Cameriere diş yaşı $p=0,367$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems, GPA ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,048$, GPA $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$).

10 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi 0,25 yaş, Nolla yöntemi 0,33 yaş, Cameriere yöntemi 0,03 yaş, GPA yöntemi 0,59 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,69 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,078$, Cameriere diş yaşı $p=0,668$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla, GPA ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,039$, GPA $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,005$).

10 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi 0,15 yaş, Nolla yöntemi -0,17, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi 0,09 yaş, GPA 0,20 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 1,42 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems, Nolla, GPA, Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,303$, Nolla $p=0,272$, Cameriere diş yaşı $p=0,426$, GPA $p=0,137$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının sadece Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$)

11 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi 0,01 yaş, Nolla yöntemi 0,19 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,35, GPA 0,29 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,57 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Nolla yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,871$, Nolla $p=0,159$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının GPA ve Cameriere'nin diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Cameriere diş $p=0,0001$, GPA $p=0,001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$).

11 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi 0,11 yaş, Nolla yöntemi 0,51 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,38 yaş, GPA 0,37 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,56 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,480$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla, GPA ve Cameriere'nin diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,013$, Cameriere diş yaşı $p=0,002$, GPA $p=0,003$, Cameriere kemik yaşı $p=0,006$).

11 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi -0,07 yaş, Nolla yöntemi -0,13, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,33 yaş, GPA 0,20 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,58 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems, Nolla ve GPA yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,590$, Nolla $p=0,435$, GPA $p=0,122$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Cameriere'nin diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Cameriere diş yaşı $p=0,004$, Cameriere kemik yaşı $p=0,001$).

12 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi -0,01 yaş, Nolla yöntemi 0,03 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,71, GPA 0,30 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,06 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems, Nolla ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,874$, Nolla $p=0,797$, Cameriere kemik yaşı $p=0,573$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının GPA ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (GPA $p=0,001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$).

12 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi -0,05 yaş, Nolla yöntemi 0,03 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,89, GPA -0,04 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,006 yaş ortalama tespit hatası göstermiştir. Willems, Nolla, GPA ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,705$, Nolla $p=0,869$, GPA $p=0,681$, Cameriere kemik yaşı $p=0,973$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının sadece Cameriere diş yaşı tayini yöntemi için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Cameriere diş yaşı $p=0,0001$).

12 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi 0,01 yaş, Nolla yöntemi 0,03 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,54, GPA 0,64 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 0,11 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems, Nolla ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,903$, Nolla $p=0,838$, Cameriere kemik yaşı $p=0,298$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının GPA ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (GPA $p=0,0001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$).

13 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde; Willems yöntemi 0,26 yaş, Nolla yöntemi 0,46 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,73 yaş, GPA 0,25 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -0,17 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,067$, Cameriere kemik yaşı $p=0,102$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla, GPA ve Cameriere'nin diş yaşı tayini

yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,006$, GPA $p=0,002$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$).

13 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi 0,37 yaş, Nolla yöntemi 0,60 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,71 yaş, GPA -0,04 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -0,03 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. GPA ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (GPA $p=0,652$, Cameriere kemik yaşı $p=0,842$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Willems, Nolla ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Willems $p=0,030$, Nolla $p=0,003$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$).

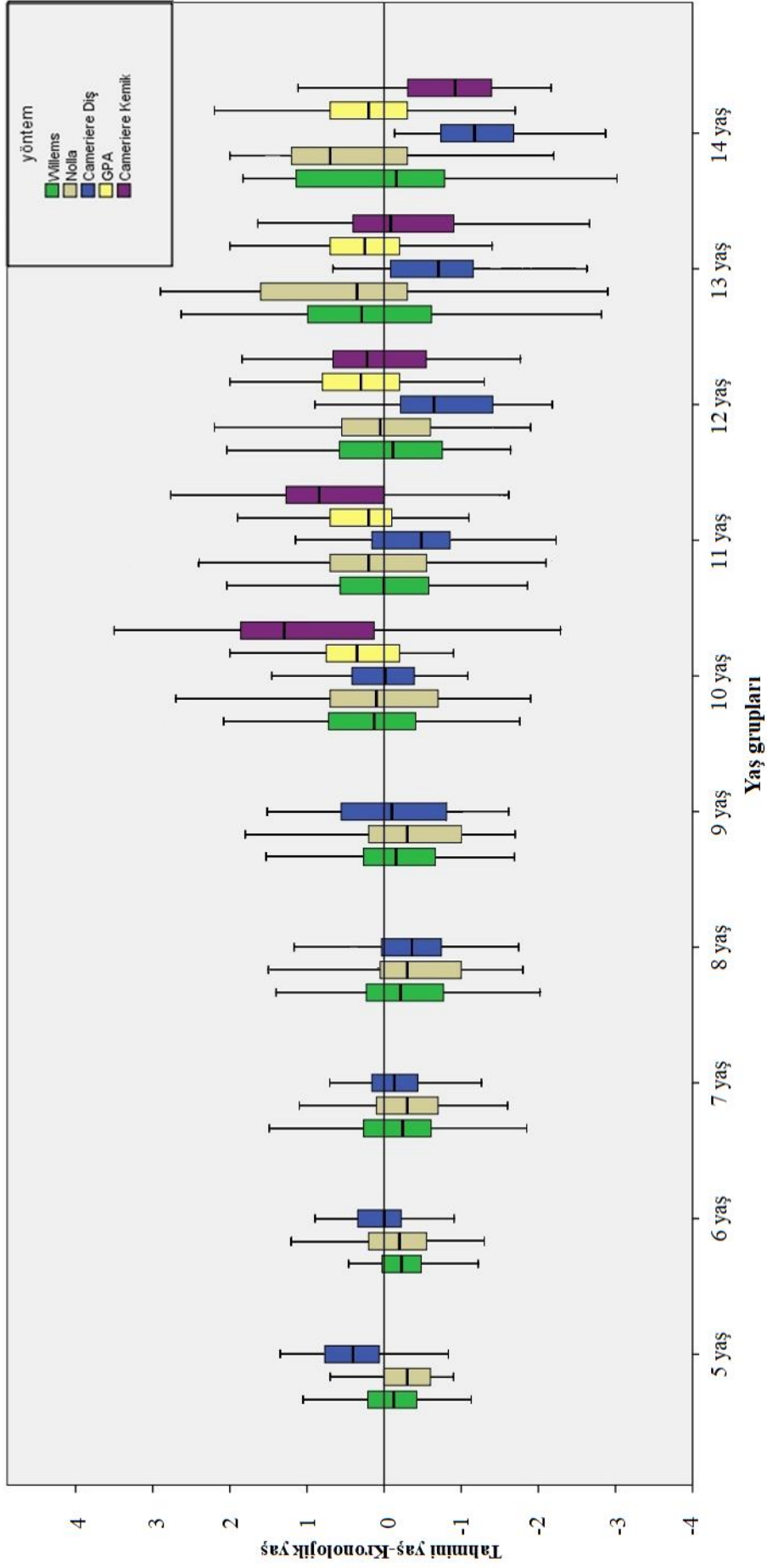
13 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi 0,15 yaş, Nolla 0,33 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -0,75 yaş, GPA 0,55 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -0,32 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Nolla yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,518$, Nolla $p=0,234$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının GPA ve Cameriere'nin diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (GPA $p=0,0001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,004$).

14 yaş grubu cinsiyet ayrımı olmaksızın incelendiğinde, Willems yöntemi 0,008 yaş, Nolla yöntemi 0,30 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -1,31 yaş, GPA 0,17 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -0,81 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems yöntemi kullanılarak elde edilen yaş ortalaması ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,951$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Nolla, GPA, Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Nolla $p=0,033$, Cameriere diş $p=0,0001$, GPA $p=0,047$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$).

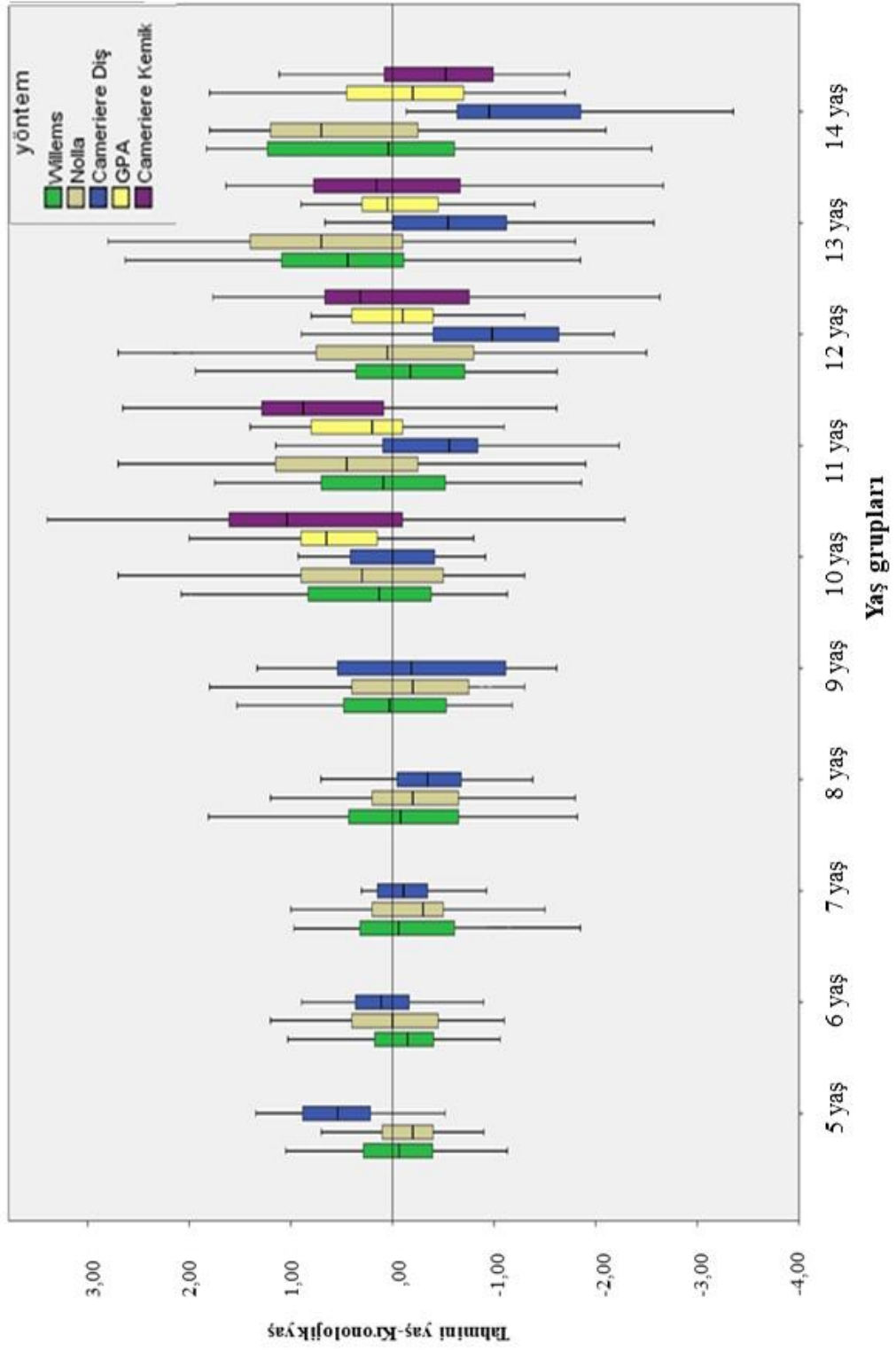
14 yaşındaki erkek çocuklarında; Willems yöntemi 0,13 yaş, Nolla yöntemi 0,33 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -1,28 yaş, GPA -0,12 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -0,49 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems, Nolla ve GPA yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=$

0,483, Nolla $p=0,070$, GPA $p=0,331$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir (Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$).

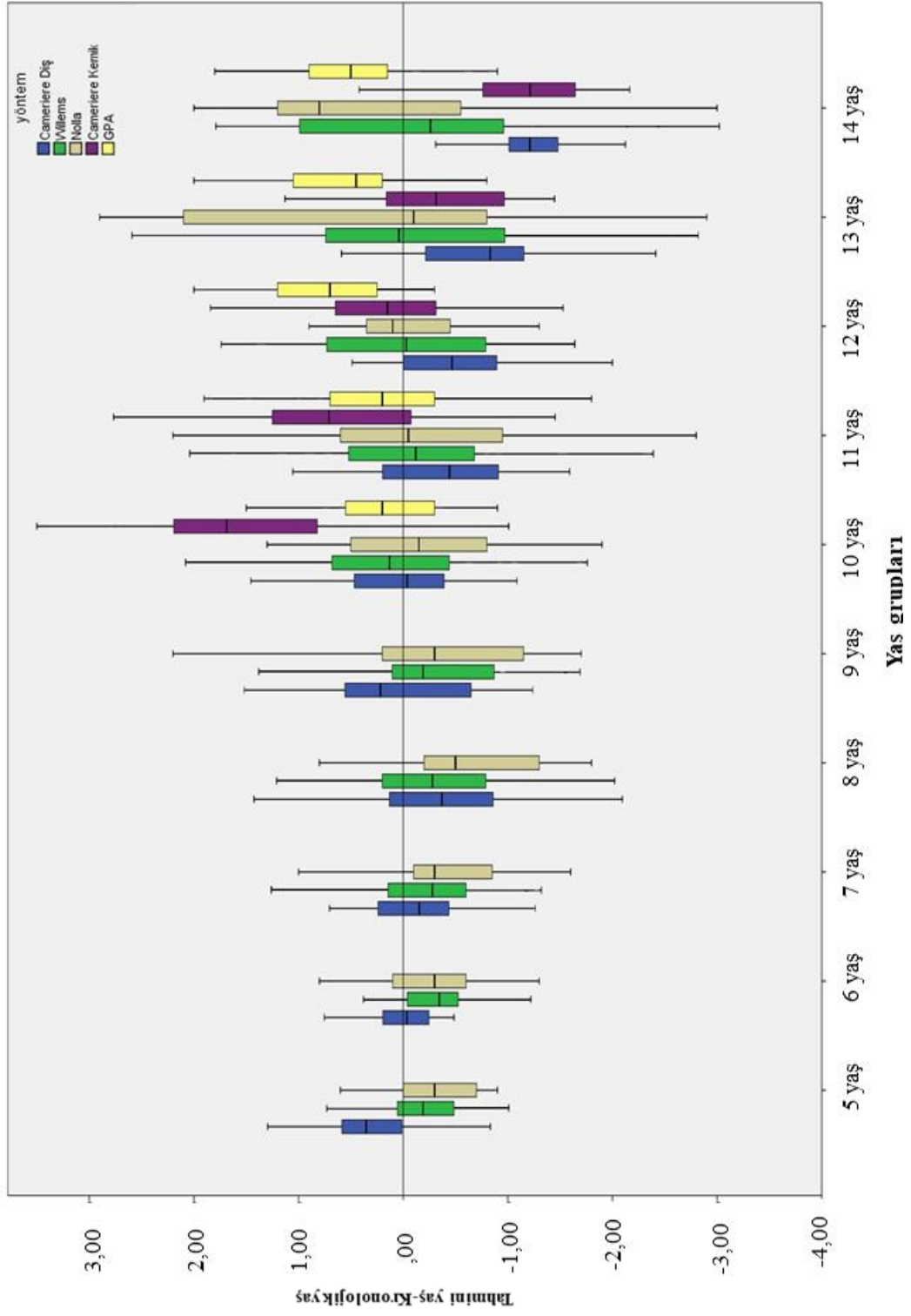
14 yaşındaki kız çocuklarında; Willems yöntemi -0,11 yaş, Nolla yöntemi 0,27 yaş, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi -1,33 yaş, GPA 0,46 yaş ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi -1,13 yaş ortalama tahmin hatası göstermiştir. Willems ve Nolla yöntemleri kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken (Willems $p=0,554$, Nolla $p=0,215$) hesaplanan yaş tahmini farklılıklarının GPA ve Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri için anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p=0,0001$). Tüm yaş gruplarının cinsiyet ayrımı olmaksızın ve cinsiyet ayrımı yapılarak Willems, Nolla, Cameriere diş yaşı ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve GPA ile belirlenen tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farkların dağılımı Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği



Şekil 4.3. Erkekler için yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği



Şekil 4.4. Kızlar için yöntemlere göre tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki farkın kutu grafiği

Tüm yaş gruplarının cinsiyet ayrımı olmaksızın ve cinsiyet ayrımı yapılarak Willems, Nolla, Cameriere diş yaşı ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve GPA ile belirlenen tahmin yaş ve kronolojik yaş arasındaki mutlak fark değerleri Tablo 4.6, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.6. 5-10 yaş arası için yaş ve cinsiyete göre hesaplanan diş yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması

		Cinsiyet	Kronolojik yaş ile olan Mutlak fark	Median	Minimum	Maksimum
5-5,9 yaş	Willems	Erkek	0,41±0,34	0,34	0,04	1,44
		Kız	0,40±0,30	0,33	0,01	1,01
	Nolla	Erkek	0,38±0,26	0,35	0,00	1,20
		Kız	0,43±0,30	0,35	0,00	0,90
	Cameriere	Erkek	0,63±0,36	0,58	0,01	1,35
		Kız	0,53±0,37	0,44	0,00	1,30
6-6,9 yaş	Willems	Erkek	0,39±0,30	0,31	0,00	1,06
		Kız	0,39±0,28	0,37	0,01	1,22
	Nolla	Erkek	0,47±0,31	0,40	0,00	1,20
		Kız	0,43±0,29	0,30	0,10	1,30
	Cameriere	Erkek	0,33±0,24	0,24	0,05	0,90
		Kız	0,26±0,23	0,24	0,00	0,91
7-7,9 yaş	Willems	Erkek	0,50±0,38	0,46	0,00	1,85
		Kız	0,54±0,40	0,45	0,00	1,49
	Nolla	Erkek	0,46±0,34	0,40	0,00	1,50
		Kız	0,61±0,43	0,50	0,00	1,60
	Cameriere	Erkek	0,30±0,24	0,20	0,01	0,92
		Kız	0,43±0,34	0,33	0,00	1,37
8-8,9 yaş	Willems	Erkek	0,62±0,47	0,48	0,03	1,82
		Kız	0,60±0,47	0,51	0,05	2,02
	Nolla	Erkek	0,59±0,51	0,50	0,00	1,80
		Kız	0,72±0,54	0,55	0,00	1,80
	Cameriere	Erkek	0,58±0,45	0,49	0,03	1,93
		Kız	0,75±0,52	0,64	0,01	2,09
9-9,9 yaş	Willems	Erkek	0,54±0,36	0,51	0,01	1,53
		Kız	0,60±0,50	0,45	0,06	1,69
	Nolla	Erkek	0,68±0,48	0,60	0,00	1,80
		Kız	0,74±0,54	0,65	0,10	2,20
	Cameriere	Erkek	0,76±0,45	0,89	0,01	1,62
		Kız	0,63±0,33	0,56	0,15	1,52

Tablo 4.7. 10-15 yaş arası için yaş ve cinsiyete göre hesaplanan diş ve kemik yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması

		Cinsiyet	Kronolojik yaş ile olan Mutlak fark	Median	Minimum	Maksimum
10-10,9 yaş	Willems	Erkek	0,70±0,58	0,48	0,07	2,79
		Kız	0,68±0,66	0,57	0,05	3,54
	Nolla	Erkek	0,84±0,58	0,70	0,20	2,70
		Kız	0,81±0,57	0,70	0,10	2,70
	Cameriere	Erkek	0,44±0,34	0,41	0,00	1,68
		Kız	0,54±0,48	0,39	0,01	2,56
	GPA	Erkek	0,74±0,56	0,70	0,00	2,20
		Kız	0,62±0,62	0,45	0,10	2,90
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	1,31±0,94	1,33	0,04	3,40
		Kız	1,57±0,85	1,68	0,07	3,50
11-11,9 yaş	Willems	Erkek	0,73±0,66	0,61	0,03	3,52
		Kız	0,68±0,58	0,57	0,02	2,39
	Nolla	Erkek	1,03±0,84	0,75	0,00	3,30
		Kız	0,82±0,66	0,65	0,00	2,80
	Cameriere	Erkek	0,70±0,44	0,71	0,03	2,23
		Kız	0,65±0,38	0,66	0,03	1,59
	GPA	Erkek	0,59±0,58	0,35	0,00	2,40
		Kız	0,65±0,53	0,55	0,00	1,90
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	1,13±0,74	1,05	0,01	2,70
		Kız	0,95±0,63	1,03	0,01	2,77
12-12,9 yaş	Willems	Erkek	0,67±0,57	0,45	0,00	2,04
		Kız	0,81±0,59	0,76	0,07	3,29
	Nolla	Erkek	0,97±0,75	0,80	0,00	2,70
		Kız	0,67±0,62	0,40	0,00	2,50
	Cameriere	Erkek	1,09±0,60	0,98	0,21	2,18
		Kız	0,62±0,53	0,48	0,03	2,00
	GPA	Erkek	0,50±0,40	0,40	0,00	2,00
		Kız	0,80±0,54	0,75	0,00	2,20
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	0,92±0,77	0,66	0,07	4,17
		Kız	0,56±0,43	0,54	0,05	1,84
13-13,9 yaş	Willems	Erkek	0,88±0,68	0,74	0,03	2,63
		Kız	1,16±0,88	0,83	0,04	2,82
	Nolla	Erkek	1,06±0,79	0,80	0,10	2,80
		Kız	1,40±1,05	1,35	0,10	2,90
	Cameriere	Erkek	0,84±0,82	0,61	0,05	2,89
		Kız	0,88±0,70	0,83	0,00	3,20
	GPA	Erkek	0,48±0,39	0,35	0,00	1,70
		Kız	0,71±0,52	0,60	0,00	2,00
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	0,90±0,77	0,72	0,03	3,80
		Kız	0,59±0,42	0,51	0,02	1,45

Tablo 4.7. 10-15 yaş arası için yaş ve cinsiyete göre hesaplanan diş ve kemik yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması (devam)

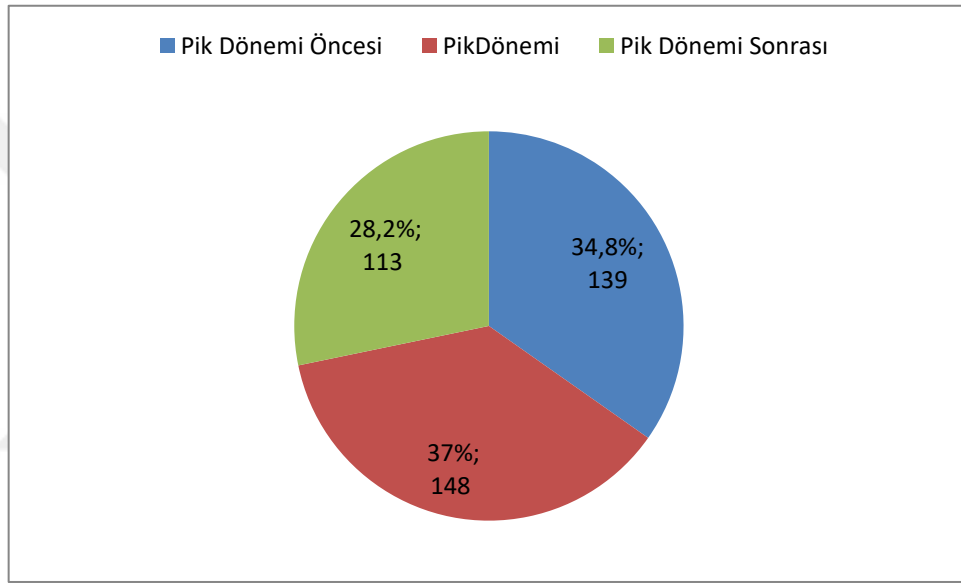
14-14,9 yaş	Willems	Erkek	0,95±0,68	0,91	0,04	2,55
		Kız	1,02±0,65	0,98	0,16	3,02
	Nolla	Erkek	1,01±0,56	0,90	0,20	2,10
		Kız	1,20±0,71	1,15	0,00	3,30
	Cameriere	Erkek	1,28±1,01	0,95	0,14	4,88
		Kız	1,33±0,70	1,21	0,31	3,58
	GPA	Erkek	0,63±0,44	0,65	0,10	1,80
		Kız	0,62±0,46	0,65	0,00	2,20
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	0,73±0,46	0,69	0,05	1,74
		Kız	1,19±0,60	1,21	0,13	2,17

Tablo 4.8. 5-15 yaş arası için yaşa göre hesaplanan tahmini yaşlarının kronolojik yaş ile olan mutlak farkların karşılaştırılması

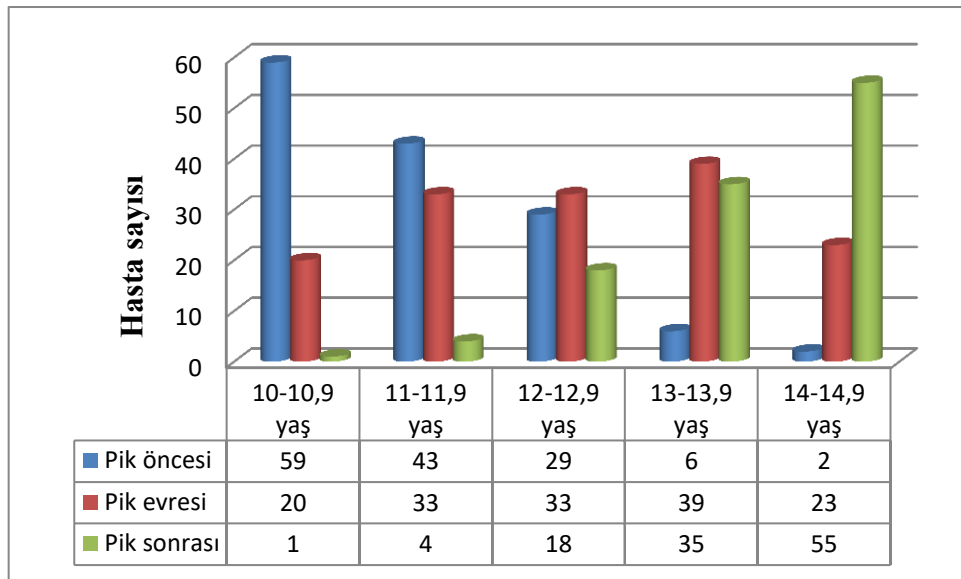
		Kronolojik yaş ile olan Mutlak fark	Median	Minimum	Maksimum
5-5,9 yaş	Willems	0,41±0,32	0,33	0,01	1,44
	Nolla	0,40±0,28	0,35	0,00	1,20
	Cameriere	0,58±0,37	0,50	0,00	1,35
6-6,9 yaş	Willems	0,39±0,28	0,37	0,00	1,22
	Nolla	0,45±0,30	0,40	0,00	1,30
	Cameriere	0,30±0,24	0,24	0,00	0,91
7-7,9 yaş	Willems	0,52±0,39	0,45	0,00	1,85
	Nolla	0,53±0,39	0,40	0,00	1,60
	Cameriere	0,36±0,30	0,26	0,00	1,37
8-8,9 yaş	Willems	0,61±0,47	0,51	0,03	2,02
	Nolla	0,66±0,52	0,50	0,00	1,80
	Cameriere	0,66±0,49	0,59	0,01	2,09
9-9,9 yaş	Willems	0,57±0,43	0,47	0,01	1,69
	Nolla	0,71±0,51	0,60	0,00	2,20
	Cameriere	0,69±0,40	0,64	0,01	1,62
10-10,9 yaş	Willems	0,69±0,62	0,55	0,05	3,54
	Nolla	0,82±0,57	0,70	0,10	2,70
	Cameriere	0,49±0,42	0,40	0,00	2,56
	GPA	0,68±0,59	0,50	0,00	2,90
	Cameriere kemik yaşı	1,44±0,90	1,53	0,04	3,50
11-11,9 yaş	Willems	0,70±0,62	0,57	0,02	3,52
	Nolla	0,93±0,76	0,70	0,00	3,30
	Cameriere	0,68±0,41	0,67	0,03	2,23
	GPA	0,62±0,55	0,45	0,00	2,40
	Cameriere kemik yaşı	1,04±0,69	1,05	0,01	2,77
12-12,9 yaş	Willems	0,74±0,58	0,66	0,00	3,29
	Nolla	0,82±0,70	0,60	0,00	2,70
	Cameriere	0,85±0,61	0,70	0,03	2,18
	GPA	0,65±0,50	0,60	0,00	2,20
	Cameriere kemik yaşı	0,74±0,64	0,60	0,05	4,17
13-13,9 yaş	Willems	1,02±0,79	0,79	0,03	2,82
	Nolla	1,23±0,94	0,95	0,10	2,90
	Cameriere	0,86±0,76	0,70	0,00	3,20
	GPA	0,59±0,47	0,45	0,00	2,00
	Cameriere kemik yaşı	0,75±0,63	0,62	0,02	3,80
14-14,9 yaş	Willems	0,99±0,66	0,96	0,04	3,02
	Nolla	1,10±0,64	1,10	0,00	3,30
	Cameriere	1,31±0,86	1,17	0,14	4,88
	GPA	0,63±0,44	0,65	0,00	2,20
	Cameriere kemik yaşı	0,96±0,58	0,94	0,05	2,17

b. 10-15 yaş aralığı için kronolojik yaş ile, hesaplanan kemik yaşları, diş yaşları ve pubertal büyüme evresi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

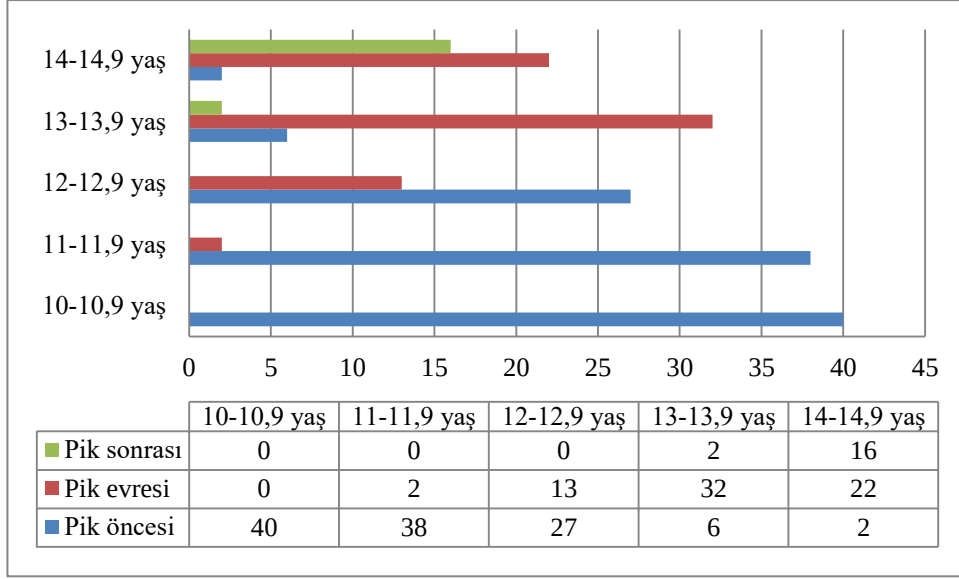
Çalışmaya dahil edilen el-bilek radyografileri değerlendirilerek, pubertal büyüme evrelerine göre 3 farklı gruba ayrılan 10-15 yaş aralığındaki (ort yaş; $12,45 \pm 1,41$) toplam 400 (200 erkek ve 200 kız) çocuğun, pubertal büyüme evrelerine göre sayıları ve yüzdeleri ile cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımları Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Pik dönemlerine göre kronolojik yaş ortalamaları; pik öncesi dönemde $11,36 \pm 0,98$, pik döneminde $12,54 \pm 1,26$ ve pik sonrası dönemde $13,66 \pm 0,91$ olarak bulunmuştur.



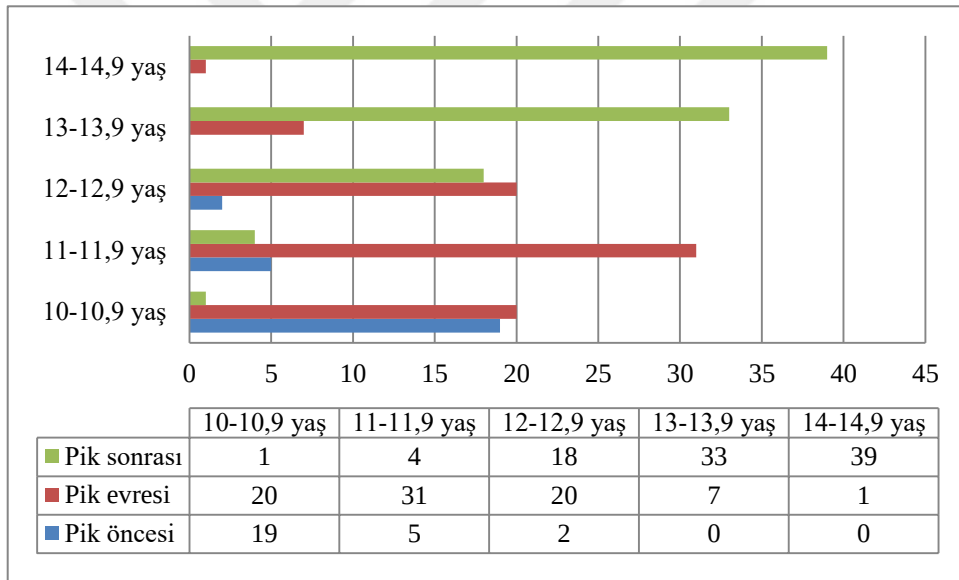
Şekil 4.5. Pubertal büyüme evrelerine göre hasta sayıları ve yüzdeleri



Şekil 4.6. 10-15 yaş hastaların yaş gruplarına göre pubertal büyüme eğrisindeki dağılımı



Şekil 4.7. 10- 15 yaş arası erkekler için yaşlara göre pubertal büyüme evrelerinin dağılımı



Şekil 4.8. 10-15 yaş arası kızlar için yaşlara göre pubertal büyüme evrelerinin dağılımı

Tüm yaş gruplarında cinsiyet ayrımı yapılmadan pubertal büyüme dönemlerine göre ayrı ayrı ortalama yaşlar hesaplandığında; Pik öncesi dönemde; kronolojik yaşa göre Willems metodu -0,02 yaş farkla, Nolla metodu 0,10 yaş farkla, Cameriere diş yaşı tayini metodu -0,42 yaş farkla, GPA metodu 0,0007 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise 0,29 yaş farkla yaşı tespit etmişlerdir. Pik öncesi dönem için verilerin istatistiksel analizine göre; kronolojik yaş ortalaması ile Cameriere diş ve kemik yaşı tayini metotları kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken (Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, Cameriere

kemik yaşı $p=0,013$) Willems, Nolla ve GPA metotları ile elde edilen yaş ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Willems $p=0,727$, Nolla $p=0,271$, GPA $p=0,992$)

Pik döneminde; kronolojik yaşa göre Willems metodu 0,16 yaş farkla, Nolla metodu 0,19 yaş farkla, Cameriere diş yaşı tayini metodu -0,56 yaş farkla, GPA metodu 0,19 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise 0,41 yaş farkla yaşı tespit etmişlerdir. Pik öncesi dönem için verilerin istatistiksel analizine göre; kronolojik yaş ortalaması ile GPA ve Cameriere diş ve kemik yaşı tayini metotları kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken (GPA $p=0,0001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$) Willems ve Nolla metotları ile elde edilen yaş ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Willems $p=0,058$, Nolla $p=0,053$)

Pik sonrası dönemde; kronolojik yaşa göre Willems metodu 0,15 yaş farkla, Nolla metodu 0,37 yaş farkla, Cameriere diş yaşı tayini metodu -0,90 yaş farkla, GPA metodu 0,74 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise -0,40 yaş farkla yaşı tespit etmişlerdir. Pik sonrası dönem için verilerin istatistiksel analizine göre; kronolojik yaş ortalaması ile Willems metodu kullanılarak elde edilen yaş ortalaması hariç (Willems $p=0,183$) diğer dört yöntem ile elde edilen yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (Nolla $p=0,003$, Cameriere diş $p=0,0001$, GPA $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$). Pik dönemlerine göre cinsiyet ayrımı olmaksızın yaş tahmini yöntemlerinin kronolojik yaş ile olan ilişkisi Tablo 4.9’da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Pubertal büyüme durumuna göre grupların cinsiyet ayrımı olmadan hesaplanan tahmini yaşlar ve kronolojik yaş ortalamalarının karşılaştırması

	Yöntem	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Hesaplanan tahmini yaş ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
Pik öncesi dönem	Willems diş yaşı	139	11,36 $\pm$ 0,98	11,33 $\pm$ 1,19	-0,02 $\pm$ 0,93	0,727
	Nolla diş yaşı			11,46 $\pm$ 1,43	0,10 $\pm$ 1,13	0,271
	Cameriere diş yaşı			10,93 $\pm$ 0,86	-0,42 $\pm$ 0,85	0,0001
	GPA kemik yaşı			11,36 $\pm$ 0,95	0,0007 $\pm$ 0,82	0,992
	Cameriere kemik yaşı			11,65 $\pm$ 1,37	0,29 $\pm$ 1,38	0,013
Pik dönemi	Willems diş yaşı	148	12,54 $\pm$ 1,26	12,71 $\pm$ 1,68	0,16 $\pm$ 1,07	0,058
	Nolla diş yaşı			12,73 $\pm$ 1,88	0,19 $\pm$ 1,20	0,053
	Cameriere diş yaşı			11,98 $\pm$ 1,17	-0,56 $\pm$ 0,89	0,0001
	GPA kemik yaşı			12,74 $\pm$ 1,05	0,19 $\pm$ 0,65	0,0001
	Cameriere kemik yaşı			12,95 $\pm$ 1,02	0,41 $\pm$ 1,16	0,0001
Pik sonrası dönem	Willems diş yaşı	113	13,66 $\pm$ 0,91	13,82 $\pm$ 1,43	0,15 $\pm$ 1,21	0,183
	Nolla diş yaşı			14,04 $\pm$ 1,56	0,37 $\pm$ 1,33	0,003
	Cameriere diş yaşı			12,76 $\pm$ 0,91	-0,90 $\pm$ 0,91	0,0001
	GPA kemik yaşı			14,41 $\pm$ 0,80	0,74 $\pm$ 0,63	0,0001
	Cameriere kemik yaşı			13,26 $\pm$ 0,74	-0,40 $\pm$ 0,91	0,0001
Tüm grup	Willems diş yaşı	400	12,45 $\pm$ 1,41	12,54 $\pm$ 1,75	0,09 $\pm$ 1,07	0,074
	Nolla diş yaşı			12,66 $\pm$ 1,93	0,21 $\pm$ 1,22	0,001
	Cameriere diş yaşı			11,83 $\pm$ 1,23	-0,61 $\pm$ 0,90	0,0001
	GPA kemik yaşı			12,73 $\pm$ 1,53	0,28 $\pm$ 0,77	0,0001
	Cameriere kemik yaşı			12,59 $\pm$ 1,29	0,14 $\pm$ 1,23	0,022

Tüm yaş gruplarında cinsiyet ayrımı yapılarak pubertal büyüme dönemlerine göre ayrı ayrı ortalama yaşlar hesaplandığında Pik öncesi dönemde; kronolojik yaşa göre Willems metodu erkeklerde 0,006 yaş, kızlarda -0,17 yaş farkla, Nolla metodu erkeklerde 0,21 yaş, kızlarda -0,37 yaş farkla, Cameriere dış yaşı tayini metodu erkeklerde -0,47 yaş, kızlarda -0,22 yaş farkla, GPA metodu erkeklerde 0,13 yaş, kızlarda -0,59 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise erkeklerde 0,25 ve kızlarda 0,48 yaş farkla yaşı tespit etmiştir. Pik öncesi dönem için verilerin istatistiksel analizine göre; erkekler için kronolojik yaş ortalaması ile Nolla ve Cameriere dış yaşı tayini metotları kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları arasında (erkek; Nolla $p=0,045$, Cameriere dış yaşı $p=0,0001$) kızlar için ise GPA ve Cameriere kemik yaşı tayini metotları ile elde edilen yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (kız; GPA $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,025$).

Pik döneminde; kronolojik yaşa göre Willems metodu erkeklerde 0,35 yaş, kızlarda 0,005 yaş farkla, Nolla metodu erkeklerde 0,56 yaş, kızlarda -0,13 yaş farkla, Cameriere dış yaşı tayini metodu erkeklerde -0,82 yaş, kızlarda -0,33 yaş farkla, GPA metodu erkeklerde 0,05 yaş, kızlarda 0,32 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise erkeklerde 0,07 ve kızlarda 0,70 yaş farkla yaşı tespit etmiştir. Pik dönemi için verilerin istatistiksel analizine göre; erkekler için kronolojik yaş ortalaması ile Willems, Nolla ve Cameriere dış yaşı tayini metotları kullanılarak elde edilen yaş ortalamaları arasında (erkek; Willems $p=0,005$, Nolla $p=0,0001$, Cameriere dış yaşı $p=0,0001$) kızlar için ise GPA ve Cameriere dış ve kemik yaşı tayini metotları ile elde edilen yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (kız; GPA $p=0,0001$, Cameriere dış yaşı $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$).

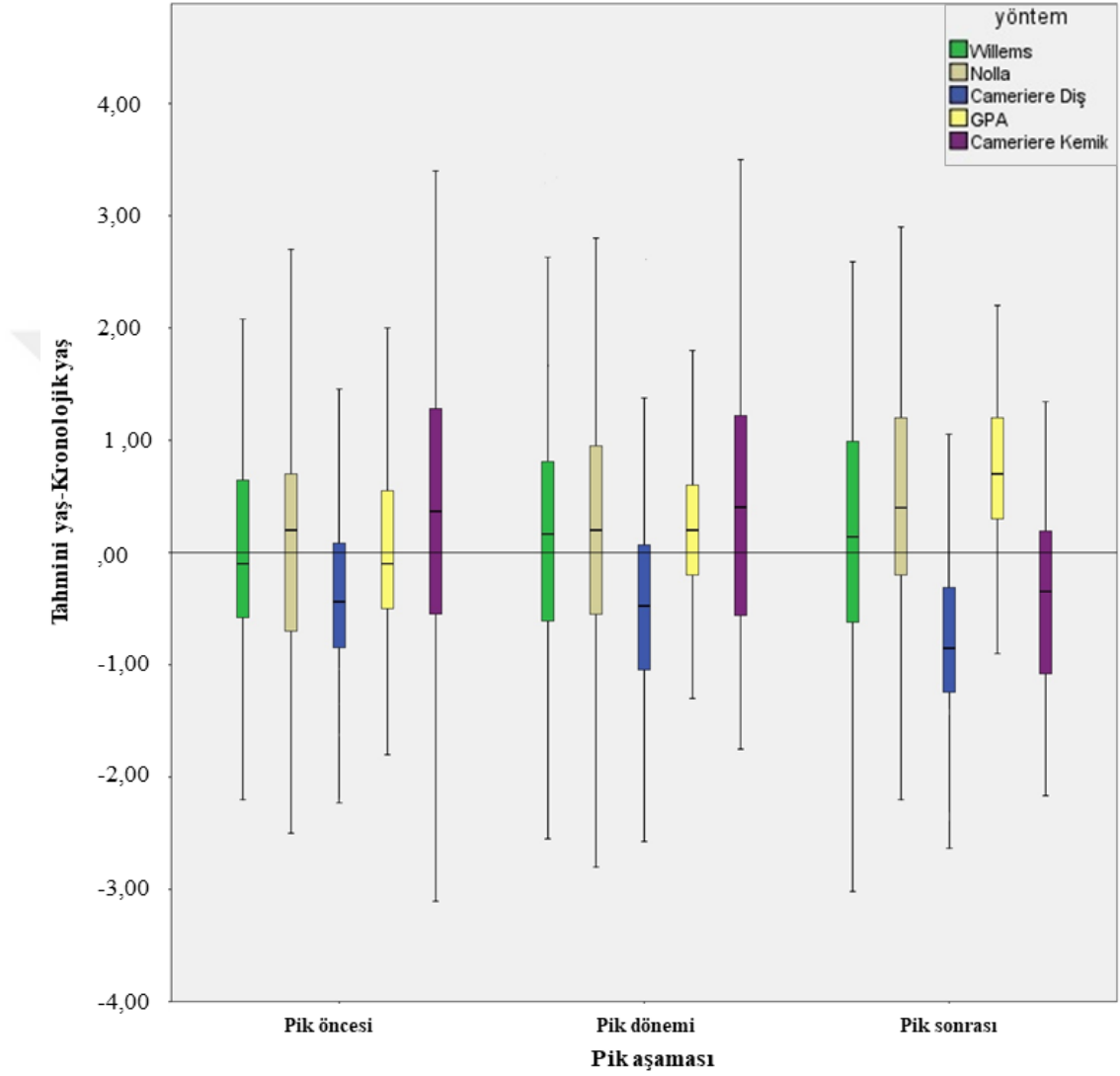
Pik sonrası döneminde; kronolojik yaşa göre Willems metodu erkeklerde 0,43 yaş, kızlarda 0,09 yaş farkla, Nolla metodu erkeklerde 0,48 yaş, kızlarda 0,35 yaş farkla, Cameriere dış yaşı tayini metodu erkeklerde -1,09 yaş, kızlarda -0,87 yaş farkla, GPA metodu erkeklerde 0,62 yaş, kızlarda 0,76 yaş farkla ve Cameriere kemik yaşı tayini metodu ise erkeklerde -0,24 ve kızlarda -0,43 yaş farkla yaşı tespit etmiştir. Pik sonrası dönem için verilerin istatistiksel analizine göre; erkekler için kronolojik yaş ortalaması ile Cameriere dış yaşı tayini metodu ve GPA kullanılarak elde edilen yaş

ortalamları arasında (erkek; Cameriere diş yaşı $p=0,001$, GPA $p=0,0001$) kızlar için ise Nolla, GPA ve Cameriere diş ve kemik yaşı tayini metotları ile elde edilen yaş ortalamları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (kız; Nolla $p=0,015$, GPA $p=0,0001$, Cameriere diş yaşı $p=0,0001$, Cameriere kemik yaşı $p=0,0001$). Pik dönemlerine göre cinsiyet ayrımı yapılarak yaş tahmini yöntemlerinin kronolojik yaş ile olan ilişkisi Tablo 4.10’da gösterilmiştir.

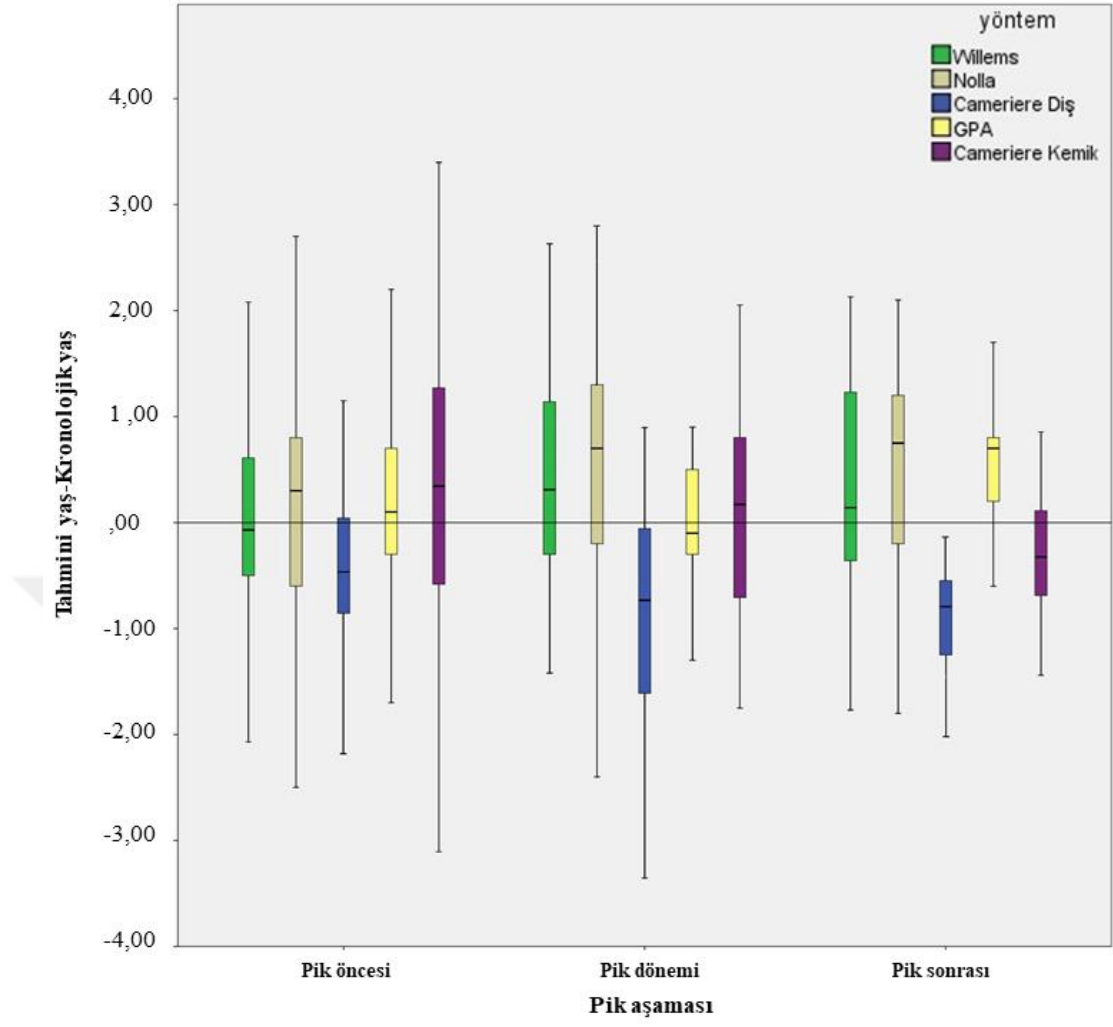
Tablo 4.10. Pubertal büyüme durumu ve cinsiyete göre grupların hesaplanan tahmini yaşlar ve kronolojik yaş ortalamlarının karşılaştırması

	Yöntem	Cinsiyet	n	Kronolojik yaş ($\pm$ SS)	Hesaplanan tahmini yaş ($\pm$ SS)	Fark ($\pm$ SS)	p
Pik öncesi dönem	Willems diş yaşı	Erkek	113	11,49 $\pm$ 0,99	11,49 $\pm$ 1,17	0,006 $\pm$ 0,96	0,943
		Kız	26	10,80 $\pm$ 0,69	10,62 $\pm$ 1,02	-0,17 $\pm$ 0,78	0,262
	Nolla diş yaşı	Erkek	113	11,49 $\pm$ 0,99	11,70 $\pm$ 1,35	0,21 $\pm$ 1,14	0,045
		Kız	26	10,80 $\pm$ 0,69	10,42 $\pm$ 1,33	-0,37 $\pm$ 1,00	0,067
	Cameriere diş yaşı	Erkek	113	11,49 $\pm$ 0,99	11,01 $\pm$ 0,86	-0,47 $\pm$ 0,87	0,0001
		Kız	26	10,80 $\pm$ 0,69	10,57 $\pm$ 0,76	-0,22 $\pm$ 0,73	0,131
	GPA kemik yaşı	Erkek	113	11,49 $\pm$ 0,99	11,62 $\pm$ 0,77	0,13 $\pm$ 0,78	0,065
		Kız	26	10,80 $\pm$ 0,69	10,20 $\pm$ 0,79	-0,59 $\pm$ 0,70	0,0001
Pik dönemi	Cameriere kemik yaşı	Erkek	113	11,49 $\pm$ 0,99	11,74 $\pm$ 1,42	0,25 $\pm$ 1,45	0,068
		Kız	26	10,80 $\pm$ 0,69	11,28 $\pm$ 1,10	0,48 $\pm$ 1,03	0,025
	Willems diş yaşı	Erkek	69	13,53 $\pm$ 0,78	13,89 $\pm$ 1,16	0,35 $\pm$ 1,02	0,005
		Kız	79	11,67 $\pm$ 0,92	11,68 $\pm$ 1,36	0,005 $\pm$ 1,09	0,963
	Nolla diş yaşı	Erkek	69	13,53 $\pm$ 0,78	14,10 $\pm$ 1,35	0,56 $\pm$ 1,20	0,0001
		Kız	79	11,67 $\pm$ 0,92	11,54 $\pm$ 1,42	-0,13 $\pm$ 1,10	0,290
	Cameriere diş yaşı	Erkek	69	13,53 $\pm$ 0,78	12,71 $\pm$ 1,00	-0,82 $\pm$ 0,96	0,0001
		Kız	79	11,67 $\pm$ 0,92	11,34 $\pm$ 0,91	-0,33 $\pm$ 0,76	0,0001
Pik sonrası dönem	GPA kemik yaşı	Erkek	69	13,53 $\pm$ 0,78	13,58 $\pm$ 0,43	0,05 $\pm$ 0,68	0,542
		Kız	79	11,67 $\pm$ 0,92	12,00 $\pm$ 0,87	0,32 $\pm$ 0,59	0,0001
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	69	13,53 $\pm$ 0,78	13,61 $\pm$ 0,82	0,07 $\pm$ 0,96	0,505
		Kız	79	11,67 $\pm$ 0,92	12,38 $\pm$ 0,81	0,70 $\pm$ 1,24	0,0001
	Willems diş yaşı	Erkek	18	14,40 $\pm$ 0,32	14,83 $\pm$ 1,12	0,43 $\pm$ 1,11	0,117
		Kız	95	13,53 $\pm$ 0,92	13,63 $\pm$ 1,40	0,09 $\pm$ 1,23	0,431
	Nolla diş yaşı	Erkek	18	14,40 $\pm$ 0,32	14,88 $\pm$ 1,02	0,48 $\pm$ 1,06	0,068
		Kız	95	13,53 $\pm$ 0,92	13,88 $\pm$ 1,60	0,35 $\pm$ 1,38	0,015
	Cameriere diş yaşı	Erkek	18	14,40 $\pm$ 0,32	13,30 $\pm$ 1,13	-1,09 $\pm$ 1,09	0,001
		Kız	95	13,53 $\pm$ 0,92	12,65 $\pm$ 0,82	-0,87 $\pm$ 0,87	0,0001
	GPA kemik yaşı	Erkek	18	14,40 $\pm$ 0,32	15,02 $\pm$ 0,58	0,62 $\pm$ 0,61	0,0001
		Kız	95	13,53 $\pm$ 0,92	14,29 $\pm$ 0,78	0,76 $\pm$ 0,63	0,0001
	Cameriere kemik yaşı	Erkek	18	14,40 $\pm$ 0,32	14,15 $\pm$ 0,59	-0,24 $\pm$ 0,74	0,187
		Kız	95	13,53 $\pm$ 0,92	13,09 $\pm$ 0,63	-0,43 $\pm$ 0,94	0,0001

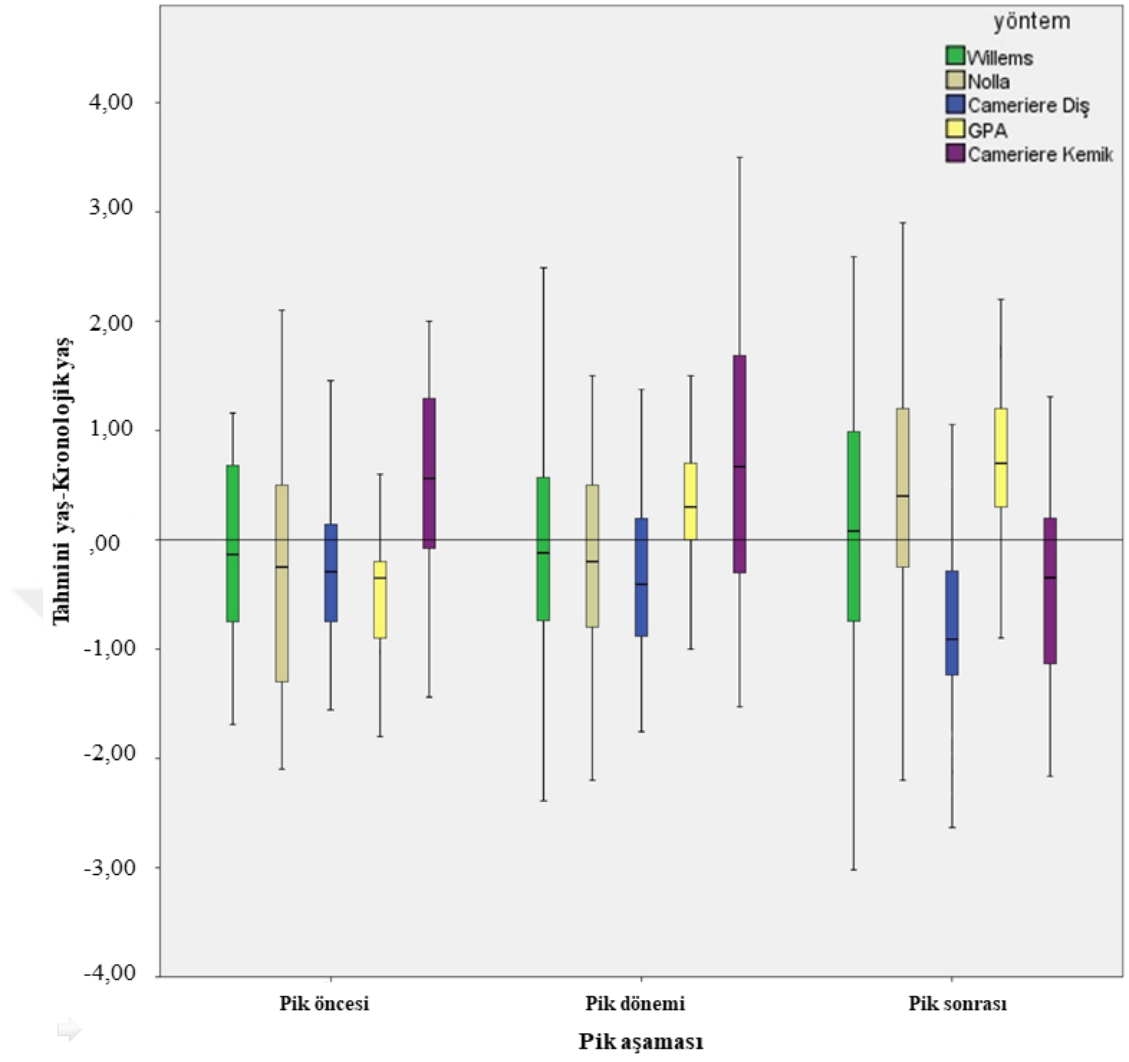
Pik dönemlerine göre cinsiyet ayrımı olmaksızın ve cinsiyet ayrımı yapılarak Willems, Nolla, Cameriere diş yaşı ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve GPA ile belirlenen tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farkların dağılımı Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Pik dönemlerine göre yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği



Şekil 4.10. Pik dönemlerine göre erkeklerde yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği



Şekil 4.11. Pik dönemlerine göre kızlarda yöntemlerin tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki farklarının kutu grafiği

5. TARTIŞMA

Yaş tayini, özellikle adli tıp uygulamaları ve yasal prosedürler için büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, beş farklı yaş tayini yönteminin (Willems, Nolla, Cameriere diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri ve Greulich-Pyle Atlas yöntemleri), Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan çocukların kronolojik yaşları ile uyumlulukları değerlendirilmiş ve pubertal büyüme eğrisi ile olan ilişkisi araştırılmıştır.

Bireylerin işe, askere veya okula alınması, göç, spor aktiviteleri ve sosyal hakların (evlenme hakkı, emeklilik vb.) elde edilmesi, adli durumlarda cezai ve hukuki sorumluluğun tespiti, çocukların maruz kaldığı cinsel saldırı durumlarında kendini koruyup koruyamayacağının belirlenmesi gibi konularda gerçek yaşının bilinmesi önemlidir.^(2, 20) Gerekli durumlarda (kimliği belirsiz cesetler ve şüpheli ölümler v.s.) adli makamlar, adli tıp uzmanı hekimlerden kişinin yaşının belirlenmesini istemektedirler.⁽⁵⁾ Gerçek yaşın bilinmesi adli durumlar dışında özellikle sağlık alanında da önemli bir konudur. Pediatride ve ortopedide endokrin problemler ve büyüme bozukluklarının tanı ve takibinde kullanılırken,⁽⁸⁹⁾ klinik diş hekimliğinde de özellikle pedodonti ve ortodontide tedavinin doğru zamanlaması, tedavi seçimi, tedavi sonucunun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.⁽⁹⁰⁾

Günümüzde yaş tespiti için kullanılan mevcut yöntemler, genellikle farklı toplumlara göre geliştirilmiş olup, kemik ve diş gelişimi toplumdan topluma değişkenlik gösterdiği için hangi metodun en doğru sonucu verdiği hakkında net bir şey söylemek güçtür. Çalışmalar incelendiğinde; toplumlar arasında uyumlu sonuçlar ortaya çıkabilirken, aynı ülkenin farklı bölgelerinde dahi farklı sonuçların da çıkabileceği görülmektedir. Bu nedenle ülkemizde farklı bölgelerde yapılan çalışmaların değerlendirilmesi ve yaş tespiti açısından bölgeleri doğru şekilde temsil eden yöntemlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Yaş tayini için en uygun yöntemin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu yöntemlerde kullanılan kriterler oldukça fazla olup başlıcaları; boy, ağırlık, puberte belirtileri, cilt ve göz değişiklikleri, kıl gelişimi, ruhsal gelişim, diş ve kemik gelişimidir.⁽⁴⁾ Ancak bunlar arasından dişler ve kemiklerin vücuttaki en sert ve dirençli dokular olmaları, ölüm sonrasında dahi uzun süre varlıklarını korumaları,

tam dekompozisyon durumunda, hatta en ciddi yangınlarda dahi bozulmadan kalmaları nedeniyle yaş tayininde kullanılmaları önerilmektedir^(2, 19)

İskelet gelişimi, çocuk hekimliğinde özellikle de ortopedik cerrahide ve endokrinolojide önemli bir değerlendirme kriteridir.⁽²³⁾ Günümüzde çocuklarda kemik yaşının belirlenmesi için geliştirilmiş birçok yöntem mevcut olup sıklıkla radyolojik yöntem tercih edilmektedir. Bu amaçla; servikal vertebralar, kafatası kemikleri, kaburga kemikleri, koks, ayak, el ve bilek gibi çeşitli alanlar kullanılmıştır.^(10, 12, 91-97) El-bilek radyografisi, bu alanda bulunan ve farklı zamanlarda ve farklı oranlarda değişikliklere uğrayan birçok merkez içermesi nedeniyle iskeletin en sık kullanılan bölgesi olmuştur.^(4, 10, 12, 23, 85, 86)

El-bilek radyografileri üzerinden yaş tayini yapılırken genellikle belirli standartlara göre oluşturulmuş atlas ve yöntemler kullanılmaktadır. Atlas kullanımı, hastalardan alınan radyografilerin, el-bilek radyografilerinden oluşan atlaslarla karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Günümüzde el-bilek radyografilerinin karşılaştırılmasıyla yaş tahmininde bulunmak için yaygın olarak GPA⁽¹⁰⁾ ve TWA⁽¹²⁾ kullanılmaktadır. GPA’da kronolojik yaşlara göre normal kemik olguları bulunmaktadır. Olguların radyografileri atlasta bulunan örneklerden en uygun olanı ile eşleştirilerek kemik yaşı belirlenmektedir. TWA’da ise el bileğinde yer alan her bir kemiğe belirli değerler atanmakta, bu değerlerin toplamına göre hazırlanmış olan tablolardan uygun yaş seçilerek kemik yaşı tespit edilmektedir. Bu iki yöntemin karşılaştırıldığı çalışmalarda, uygulama açısından GPA’nın TWA’ya göre daha kolay ve daha hızlı olduğu bildirilmiştir.^(98, 99)

Greulich Pyle⁽¹⁰⁾, yaptıkları çalışmalarında sağ el ve sol el arasında önemsiz düzeyde farklılık olduğunu bildirmiş, sağ ele kıyasla daha az kullanıldığı ve tramvaya daha az maruz kaldığı için sol elin kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da yaş tayini için sol elden alınan el-bilek radyografileri kullanılmıştır.

Kemik yaşı tayini ile ilgili yapılan bir araştırmada, 12-19 yaş arasındaki bireylerin kemik yaşları GPA, TWA ve ATYT kitabı ile karşılaştırılmış ve her üç yöntemin de kronolojik yaşa göre daha yüksek sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Değerlendirilen üç yöntem arasında kronolojik yaşa göre en yakın değer GPA için bulunmuş olup,

yöntemin toplumda her iki cinsiyet için de kullanılmaya uygun olduğu belirtilmiştir.⁽¹⁰⁰⁾

Büken ver ark.⁽¹⁰¹⁾ 2009 yılında yayınlanan çalışmalarında GPA, TWA ve Gök atlasını değerlendirmişlerdir. 11-16 yaş arası 333 çocuğun dahil olduğu çalışmada kız çocukları için TWA'nın, erkek çocukları için de GPA'nın Gök Atlasına göre daha uygun olduğu bildirilmiştir.

Türkiye'nin doğusunda 7-17 yaş arası 767 çocuk üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada GPA kullanarak kemik yaşı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda bazı yaş gruplarında anlamlı fark bulunmasına rağmen, bu ortalama farklılıkların pratik önemi olmayacak kadar düşük olduğu ve bu yöntemin tüm yaş gruplarında kullanılabileceği bildirilmiştir.⁽¹⁰²⁾

Ülkemizde 360 çocuk üzerinde GPA, TWA'nın 2. ve 3. versiyonunun değerlendirildiği bir tez çalışmasında mevcut yöntemlerden GPA'nın daha kullanılabilir olduğu bildirilmiş olup, genel olarak TWA'nın 2. versiyonun olguları daha büyük, TWA'nın 3. versiyonunun ise daha küçük gösterme eğilimde olduğu bildirilmiştir.⁽⁸⁹⁾

Çalışmamızda, yaş tayininde el-bilek radyografilerinin değerlendirilmesi esasına dayanan bir yöntemin de yer alması planlanmıştır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, özellikle Türk popülasyonunda diğer atlaslara göre daha uyumlu olduğunu düşündüğümüz GPA yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda bir diğer yöntem olarak el-bilek radyografileri üzerinden bilgisayar destekli çizim programı aracılığıyla çeşitli kemiklerin ölçümüne izin veren Cameriere tarafından geliştirilen kemik yaşı tayini yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, araştırmacılar yaş tayini için özel olarak tasarlanmış bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, karpal kemiklerin toplam alanı ile ulna ve radiusun epifizleri ile karpal kemikler arasındaki oranın hesaplanmasına dayanmaktadır.⁽⁷⁾ Erişilebilir kaynaklar tarandığında bu yöntemde benzer formülün kullanıldığı sadece bir çalışma olduğu görülmüştür. 5-15 yaş arası 288 Kafkas İtalyan çocuğun değerlendirildiği bu çalışma sonucunda kemik yaşı kronolojik yaşa göre ortalama 0,092 yıl farkla daha düşük olarak belirlenmiştir.⁽¹⁰³⁾

Kemik gelişiminin yanı sıra, yaş tahmininde diş gelişim dönemleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Diş gelişimi intrauterin dönemde başlayan ve erişkinlik dönemine kadar devam eden bir süreçtir. Bu sürecin, diğer organlarla kıyaslandığında kronolojik yaş ile en yüksek korelasyonu gösterdiği belirtilmektedir.⁽⁷⁴⁾ Ayrıca dişlerin diğer organlara kıyasla çevresel faktörler, genetik faktörler ve beslenme gibi faktörlerden çok fazla etkilenmediği bildirilmiştir.^(104, 105) Kemik mineralizasyonu ile karşılaştırıldığında, diş mineralizasyonu aşamalarının beslenme ve endokrin durumundaki değişikliklerden daha az etkilendiği ve gelişen dişlerin bu nedenle kronolojik yaş için daha doğru bir gösterge olduğu belirtilmektedir.⁽¹³⁾

Çocuklarda diş yaşı, dişlerin sürme zamanları veya radyografide gözlenen gelişim aşamaları değerlendirilerek belirlenebilmektedir.⁽¹⁰⁶⁾ Dişlerin sürmeleri kuren ve kök gelişimine bağlı olmasına rağmen, dişlerin sürme zamanları, diş yaşı tayini için çok tercih edilen bir yöntem değildir. Çünkü simetrik dişler de dahi, dişlerin sürme yaşları farklılık gösterebilmektedir.⁽²⁵⁾

Ağızdaki tüm dişlerin tamamen sürmüş veya gelişiminin büyük oranda tamamlanmış olduğu 14–20 yaş aralığındaki dönemde yalnızca 3. daimi büyük azı dişleri yaş tayini için kullanılabilir. Bu dönemde pubertal büyüme atılımının da büyük oranda tamamlanmış olması ve ayrıca panoramik radyografi alınmasının 5 yaş altı çocuklarda önerilmemesi nedeniyle, çalışmamıza 5-14,9 yaş aralığında çocuklar dahil edilmiştir.⁽¹⁰⁷⁾

Diş yaşı tayini için kullanılan yöntemlerin çoğu, genellikle iyi tanımlanmış bir coğrafik bölgedeki çok sayıda kişiden derlenen standart grafiklerle dişlerin radyografik gelişiminin karşılaştırılmasına dayanmaktadır.⁽²³⁾ Günümüze kadar diş yaşının belirlenmesi için radyografiler üzerinden dişlerin gelişim aşamalarını değerlendiren birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde dişler genellikle gelişim aşamalarına göre skorlanmakta ve elde edilen toplam skorlar araştırmacılar tarafından cinsiyetlere göre hazırlanmış olan tablolarda karşılık gelen yaş ile eşleştirilerek kişinin yaşı belirlenmektedir. Geliştirilen bu yöntemler arasında en sık kullanılanlar Nolla, Haavikko, Demirjian ve Willems yöntemleridir.^(67, 70, 108-110)

Alman popülasyonunda 2016 yılında yapılan bir çalışmada, 6-14 yaş arası çocuklarda Demirjian metodu değerlendirilmiş ve çalışma sonucunda Demirjian

metodunun her iki cinsiyet için de doğru sonuçlar verdiği ve Alman popülasyonunda 6-14 yaş arası bireylerde diş yaş tahmini için uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir.⁽¹¹⁰⁾

Brezilya'da, Lopes ve ark.⁽¹⁰⁹⁾ 7-13 yaş arası 403 çocuğun (235 kız ve 168 erkek) radyografilerini Demirjian ve Nolla yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda Nolla yönteminin Brezilyalı çocuklarda büyüme atılımının başlangıcında (yaklaşık 11 ve 12 yaş) dikkatli olmak şartıyla kullanılabileceği bildirilmiş olup, Demirjian yönteminin her iki cinsiyet için diş yaşını fazla tahmin ettiği ve bu nedenle değerlendirilen bölge için uygun olmadığı belirtilmiştir.

Hindistan'ın güneyinde 6-16 yaş aralığında 660 çocuk üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada; Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, kronolojik yaşa göre en doğru sonucu Nolla yönteminin, en farklı sonucu ise Haavikko yönteminin verdiği bildirilmiştir.⁽⁶⁷⁾

Nur ve ark.⁽⁷⁰⁾ Türkiye'nin kuzeydoğusunda yaşayan 5-16 yaş arası çocuklarda Nolla ve Demirjian metodlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, kronolojik yaşa göre Demirjian yöntemiyle daha fazla, Nolla metodu ile daha düşük sonuçlar elde edildiğini bildirmişler ve Nolla metodunun bölge için daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Güngör ve ark.⁽¹⁰⁸⁾ 2015 yılında Batı Akdeniz Bölgesinde yaptıkları çalışmalarında, Demirjian yöntemini değerlendirmişlerdir. 10-18 yaş arası 535 çocuğun yer aldığı çalışmada, Demirjian yönteminin bölgede uygulanabilir olduğu, ancak bazı yaş gruplarında revizyona ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir.

Dünyada yaş tahmini için sıklıkla tercih edilen yöntem olan Demirjian yönteminin kronolojik yaşa göre daha yüksek sonuçlar vermesi üzerine Willems ve ark.⁽¹³⁾ erkekler ve kızlar için yeni diş gelişim skorları hazırlamışlardır. Demirjian yönteminin modifiye edilmiş hali olan ve Demirjian yöntemine göre daha basit, kullanımı kolay ve daha doğru sonuçlar verdiği belirtilen Willems yöntemi ile yapılan birçok çalışmada, kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir.⁽¹¹¹⁻¹¹⁷⁾

Djukic ve ark.⁽¹¹⁴⁾ 2013 yılında yayınlan çalışmaları Sırp çocuklarda Demirjian ve Willems yöntemlerini değerlendirmişlerdir. 4-15 yaş aralığındaki 686 çocuğun (322 erkek ve 364 kız) yer aldığı çalışma sonucunda Sırp çocuklarında diş yaşı tayini için Willems yönteminin Demirjian yöntemine göre daha doğru olduğu belirtilmiştir.

Hindistan'da 6-15 yaş arası çocuklarda Demirjian ve Willems yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki yöntemin de diş yaşını kronolojik yaşa göre daha yüksek tahmin ettiği ve Willems yönteminin Demirjian yöntemine göre daha yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir.⁽¹¹⁵⁾

Mani ve ark.⁽¹¹⁶⁾ Malay'daki çocukların diş yaşlarını Demirjian ve Willems metodu ile karşılaştırmışlardır. 7-15 yaş arası 428 çocuğa ait panoramik radyografiler üzerinden yürütülen çalışmada, Willems yönteminin Demirjian yöntemine göre daha doğru sonuç verdiği bildirilmiştir.

Apaydın ve ark.⁽¹¹³⁾ 2018 yılında yayınlanan çalışmalarında 5-15 yaş arası 330 çocukta (165 erkek ve 165 kız) Demirjian ve Willems yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada Willems yöntemi ile elde edilen tahmini yaş ile kronolojik yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken Demirjian yöntemi için anlamlı farklılık bildirilmiştir.

Ülkemizde Akkaya ve ark.⁽¹¹²⁾ 799 çocuk (412 kız, 387 erkek) üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, Demirjian ve Willems metotlarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda Willems metodunun Demirjian metoduna göre daha doğru sonuçlar verdiğini ve tüm yöntemler için kronolojik yaşa göre daha yüksek sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Trakya Bölgesinde yapılan bir başka çalışmada da benzer şekilde Demirjian ve Willems yöntemleri değerlendirilmiş ve Willems yönteminin bölge için Demirjian yöntemine göre daha uygun olduğu bildirilmiştir.⁽¹¹⁷⁾

Çalışmamızda, diş yaşının belirlenmesi için radyografiler üzerinden diş gelişim aşamalarının değerlendirilmesine dayanan Willems ve Nolla yöntemleri ile birlikte, dişlerin kök ucu açıklık derecelerine göre diş yaşını belirleyen ve nispeten daha yeni bir yöntem olan Cameriere yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin değerlendirildiği çalışmalarda da, yöntemin kronolojik yaşı yakın tahmin ettiği bildirilmektedir.

Meksika popölasyonunda 2012 yılında yapılan bir çalışmada, 5-15 yaş arası ocuklarda Cameriere yöntemi değerdendirilmiş ve yöntemin Meksikalı ocuklarda diş yaşı tahmini için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu çalışmada yöntemin erkeklerde yüzde yüz doğru sonuç verdiği tespit edilmiştir ⁽¹¹⁸⁾

Latić-Dautović ve ark.⁽¹¹⁹⁾ 2017 yılında yayınlanan çalıřmalarında, Bosna Hersekli ocuklarda Cameriere'nin Avrupa formölünün geçerliliđini değerdendirmiřlerdir. Çalıřma sonucunda, yař tahmini için bu formölün 14 yař altındaki Bosna-Hersekli ocuklarda yararlı bir araç olabileceđi bildirilmiřtir.

Özveren ve ark.⁽¹²⁰⁾ 2019 yılında yayınlanan çalışmalarında Willems ve Cameriere yöntemlerini değerdendirmişlerdir. 6-15 yaş arası 636 çocuğun (319 erkek; 317 kız) yer aldığı çalışmada Cameriere yönteminin Willems yöntemine göre daha iyi bir doğruluk yüzdesi gösterdiği ancak her iki yöntemin de Trakya bölgesindeki çocuklarda diş yaşı tahmini için kullanılabileceği bildirilmiştir.

a. Çalışmada kullanılan yöntemlerin, kronolojik yaş ile olan ilişkisinin değerdendirilmesi

GPA standartlarının geliştirildiği aynı coğrafı alanda Loder ve ark.⁽⁴⁵⁾ tarafından yapılan çalışmada, siyah ve beyaz çocuklar için GPA'nın uygulanabilirliği değerdendirilmiştir. Çalışmada 461 siyah ve 380 beyaz ocuk olmak üzere toplam 841 çocuğun (452 erkek, 389 kız) radyografileri değerdendirilmiş olup kızlarda 0,31 yaş ve erkeklerde 0,08 yaş ortalama tahmin hatası tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca Beyaz ocuklar için -0,02 yaş, siyah çocuklar için ise 0,35 yaş ortalama tahmin hatası olduğu belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere göre atlasın bütün çocuklar özellikle de siyah kız çocukları için uygun olmadığı rapor edilmiştir.

Büken ve ark.⁽¹⁰¹⁾ 2009 yılında yayınlanan çalışmalarında GPA, TWA ve Gök atlasını değerdendirmişlerdir. 11-16 yaş arası 333 çocuğun dahil olduğu çalışmada kız çocukları için en iyi sonucu -0,21 yıl ortalama tahmin hatasıyla TWA'nın, erkek çocukları için de -0,02 yıl ortalama tahmin hatasıyla GPA'nın verdiği bildirilmiştir.

Ölkemizde yapılan bir araştırmada GPA, TWA ve ATYT kitabı kullanılarak 12-19 yaş arasındaki bireylerin kemik yaşları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda GPA'nın kronolojik yaşa göre kızlarda ortalama 0,17 yıl, erkeklerde 0,09 yıl farklılık

gösterdiği, ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. TWA için kızlarda 0,63 yıl ve erkeklerde 0,09 yıl farklılık bildirilirken ATYT kitabı için ise kızlarda 2,17 yıl ve erkeklerde 1,21 yıl farklılık bildirilmiştir. Çalışmada üç yöntemin de kronolojik yaşa göre daha yüksek sonuçlar verdiği bildirilmiş olup bunlar arasında kronolojik yaşa göre en yakın sonucu GPA yönteminin verdiği ve yöntemin toplumda her iki cinsiyet için de kullanılmaya uygun olduğu belirtilmiştir.⁽¹⁰⁰⁾

Bizim çalışmamızda da her iki cinsiyet için bu çalışmalarla uyumlu olarak GPA ile kronolojik yaşa göre daha yüksek tahminde bulunulmuştur. Bu değerler kızlar için 0,41 yıl, erkekler için 0,15 yıl olarak tespit edilmiştir.

Cameriere ve ark.⁽¹⁰³⁾ tarafından 5-15 yaş arası çocuklarda el-bilek radyografileri değerlendirilerek yaşı tayini yapılmıştır. Çalışma sonucunda el-bilek radyografileri üzerinden karpal kemikler ve radius ve ulnanın epifizleri değerlendirilerek tespit edilen kemik yaşı kronolojik yaşa göre -0,092 yıl (kız; -0,135, erkek; -0,052) ortalama tahmin hatası göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise bu çalışmanın aksine Cameriere tarafından geliştirilen kemik yaşı tayini yöntemi ile her iki cinsiyet için de kronolojik yaşa göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerler kızlar için 0,13 yıl, erkekler için 0,14 yıl olarak tespit edilmiştir.

Cameriere tarafından geliştirilen ve el-bilek radyografileri üzerinden ölçüme dayalı olarak yapılan bu yöntemle ilgili çok sınırlı sayıda çalışma mevcut olup yapılan çalışmalarda kronolojik yaş ile karşılaştırma sonucu verilerinden bahsedilmemiştir. Cameriere tarafından geliştirilen formül bu çalışmalarda genellikle çalışma yapılan topluma göre modifiye edilmiştir.

Maber ve ark.⁽¹⁶⁾ 2006 yılında yayınlanan çalışmalarında, Bangladeşli ve İngiliz Kafkas etnik kökeninden 3-16 yaş arası bireylerde Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda en doğru sonucu Willems, en farklı sonucu da Nolla yönteminin verdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada Willems yöntemi -0,12 yıl (kız; -0,20, erkek; -0,05) ortalama tahmin hatası gösterirken, Nolla yöntemi -1,02 yıl (kız; -1,18, erkek; -0,87) ortalama tahmin hatası göstermiştir.

Cameriere ve ark.⁽¹²¹⁾ tarafından (2008) 5-15 yaş aralığındaki Beyaz İtalyan, İspanyol ve Hırvat çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada Cameriere, Demirjian ve Willems metotları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre Cameriere metodu erkeklerde 0,49 ve kızlarda 0,47 yıl ortalama tahmin hatası vermiş ve kronolojik yaşa göre en doğru sonucu göstermiştir. Ayrıca Willems metodu da (kız; 0,93, erkek; 0,93) Demirjian metoduna kıyasla daha yakın, Cameriere metoduna göre daha farklı sonuçlar göstermiştir.

Mısır'da 2010 yılında yapılan bir çalışmada Willems ve Cameriere yöntemleri karşılaştırılmıştır. 5-16 yaş arası 286 çocuğun dahil edildiği bu araştırmada her iki yöntemle belirlenen diş yaşının gerçek yaş ile anlamlı bir korelasyon gösterdiği ancak Willems yönteminin (%98,62) Cameriere yöntemine (%98,02) göre çok az farkla daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Willems yöntemi diş yaşını ortalama olarak $0,15 \pm 0,62$ yıl daha fazla tespit ederken Cameriere yöntemi $0,29 \pm 1,04$ yıl daha düşük tespit etmiştir.⁽⁷⁵⁾

Bosna-Hersek popülasyonunda (2011) 1089 bireyde Willems, Cameriere ve Haavikko yöntemlerinin değerlendirildiği bir çalışmada, Cameriere yöntemi ile elde edilen tahmini yaş, kronolojik yaşa göre kızlarda 0,09 yaş fazla, erkeklerde 0,02 yaş daha düşük bulunmuştur. Haavikko yöntemi değerlendirildiğinde, kızlarda 0,29 yaş ve erkeklerde 0,09 yaş daha düşük tahminde bulunulurken, Willems yönteminde ise kızlarda 0,24 yaş ve erkeklerde ise 0,42 yaş daha fazla tahminde bulunulmuştur. Çalışma sonucunda Cameriere yönteminin her iki cinsiyet için de en doğru sonuçları verdiği ve bunu sırasıyla Haavikko ve Willems yönteminin izlediğini bildirilmiştir.⁽¹²²⁾

Pinchi ve ark.⁽¹²³⁾ (2012) İtalya'da yaptıkları çalışmalarında Demirjian, Willems, Cameriere ve Haavikko yöntemlerini değerlendirilmişler, Willems ve Demirjian yöntemlerinin Cameriere ve Haavikko yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar verdiğini, ancak yaşı daha yüksek tahmin etme eğiliminde olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, Cameriere yönteminin de her iki cinsiyet için yaşı büyük ölçüde (~ 1 yıl) daha düşük tahmin ettiği belirtilmiştir.

Cameriere ve ark.⁽¹⁰³⁾ tarafından 5-15 yaş arası 288 (152 erkek, 136 kız) çocuğun panoramik radyografileri değerlendirilerek diş yaşı tayini yapılmıştır. Çalışma

sonucunda dişlerin kök ucu açıklık derecelerine göre belirlenen diş yaşının 0,11 yıl (kızlar; 0,15, erkekler; 0,07) ortalama tahmin hatası gösterdiği bildirilmiştir.

Hindistan'ın güneyinde yapılan bir çalışmada (2015) 6-16 yaş aralığındaki bireylerde Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemleri değerlendirmiştir. Bu çalışmada Willems yöntemi kronolojik yaşa göre diş yaşını erkeklerde 0,7 yaş, kızlarda 0,11 yaş (toplam örnekleme 0,4±1,53 yaş) daha düşük tahmin ederken Nolla yöntemi erkeklerde 0,31 yaş kızlarda 0,63 yaş (toplam örnekleme 0,47±0,83 yaş) daha fazla tahmin etmiştir. Çalışma sonucunda Nolla yönteminin diğer yöntemlere göre daha doğru sonuç verdiği, ancak dört yöntemin de uygulanan bölgede kronolojik yaşı bilinmeyen bireylerin yaşını tahmin etmede güvenilir olduğu belirtilmiştir.⁽⁶⁷⁾

Kumerasan ve ark.⁽⁶⁸⁾ tarafından (2016) 5-15 yaş arası Malezyalı çocuklarda Demirjian, Willems, Nolla, Haavikko ve Cameriere yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmada, Nolla, Willems ve Demirjian yöntemlerinin diş yaşını sırasıyla 0,54, 0,54 ve 0,97 yıllık bir ortalamayla daha fazla tahmin ettiği, Cameriere ve Haavikko yöntemlerinin de sırasıyla 0,41 ve 1,31 yıllık ortalamayla daha düşük tahmin ettiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda Malezya nüfusu için Cameriere yönteminin diş yaşı tahmininde son derece geçerli ve güvenilir olduğu ve bunu Willems ve Nolla metotlarının takip ettiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın aksine bizim çalışmamızda en doğru tahmini Nolla yöntemi vermiş olup bunu sırasıyla Willems ve Cameriere yöntemleri izlemiştir.

Alman popülasyonunda (2016) yapılan bir çalışmada Wolf ve ark.⁽¹¹⁰⁾ 6-14 yaş arası 479 çocuktan alınan panoramik radyografiler üzerinden Demirjian ve Cameriere metotlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada, Demirjian yöntemi kronolojik yaşa göre erkeklerde 0,16, kızlarda 0,18 yıllık ortalama fark ile diş yaşını daha yüksek tahmin ederken, Cameriere yöntemi erkeklerde 0,07, kızlarda 0,08 yıllık ortalama fark ile daha düşük tahminde bulunmuştur.

Balla ve ark.⁽⁷⁷⁾ Hindistan'ın güneyinde yaptıkları çalışmalarında, 7-15 yaş arası 150 bireyin panoramik radyografilerini incelemişlerdir. Çalışmada Cameriere yöntemi kronolojik yaşa göre erkeklerde 0,62 yıl, kızlarda 0,54 yıl farkla daha düşük tahminde bulunurken, Willems yöntemi erkekler 0,41 yıl ve kızlarda 0,18 yıl daha yüksek tahminde bulunmuştur. Çalışma sonucunda Cameriere yönteminin gerçek

yaşı biraz düşük tahmin etmesine rağmen Willems yöntemine göre daha iyi bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada (2017) 5-15 yaş arası çocuklarda Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemlerini değerlendirmiş olup en doğru tahmini Willems yönteminin verdiği ve bunu sırasıyla Demirjian, Nolla ve Haavikko yöntemlerinin takip ettiği bildirilmiştir. Willems yöntemi ile tespit edilen diş yaşı ile kronolojik yaş arası ortalama farklar erkek, kız ve toplam örnekleme sırasıyla $0,09 \pm 0,80$, $0,08 \pm 0,80$ ve $0,09 \pm 0,80$ yıl olarak, Nolla yöntemi için ise sırasıyla $-0,13 \pm 0,80$, $-0,30 \pm 0,82$ ve $-0,20 \pm 0,81$ yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tüm yöntemler için hesaplanan diş yaşı ile kronolojik yaş arasında anlamlı farklılık gözlenmiş olmasına rağmen, mevcut popülasyonda yaş tahmini için tüm yöntemlerin uygulanabilir olduğu bildirilmiştir.⁽⁷⁶⁾

Ülkemizde Kırzioğlu ve ark.⁽⁶⁹⁾ tarafından 7-13 yaş arası 425 çocuk üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada Nolla, Haavikko ve Demirjian yöntemleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda kronolojik yaşa göre Nolla yönteminin -0,54 yaş (erkekler; -0,53, kızlar; -0,57), Haavikko metodunun -0,58 yaş (erkekler; -0,60, kızlar; -0,56) ve Demirjian metodunun 0,64 yaş (erkekler; 0,52, kızlar; 0,75) farkla diş yaşını tespit ettiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, bu üç yöntemin Türk çocukları için tamamen uygun olmadığı ve nüfusa özgü standartların oluşturulmasının esas olduğu bildirilmiştir.

Miloğlu ve ark.⁽¹²⁴⁾ (2011) Türkiye'nin doğusunda 6-18 yaş arası 719 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden diş yaşını değerlendirdikleri çalışmalarında, Nolla yöntemi kronolojik yaşa göre kızlarda -0,5 yıl ve erkeklerde -0,2 yıl (tüm gruplarda toplamda -0,3 yıl) ortalama tespit hatası vermiş olup, hata oranlarının erkeklerde kızlara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda bu yöntemin erkekler için uygun, kızlar için ise uygun olmadığı rapor edilmiştir.

Nur ve ark.⁽⁷⁰⁾ 2012 yılında yayınlanan çalışmalarında Nolla ve Demirjian metodlarını değerlendirmişlerdir. Türkiye'nin kuzeydoğusunda yapılan ve 5-16 yaş arası 673 çocuğun dahil edildiği bu çalışmada, kronolojik yaşa göre Demirjian yöntemiyle 0,86 yıl (kız; 0,89, erkek; 0,84) daha fazla, Nolla metodu ile -0,54 yıl (kız; -0,57, erkek; -

0,50) daha düşük sonuçlar elde edildiği ve Nolla metodunun bölge için daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Türkiye'nin batısında yapılan bir çalışmada 7-17 yaş arası 357 erkek ve 331 kız olmak üzere toplam 688 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden Nolla yöntemi değerlendirilmiştir. Çalışmada tespit edilen tahmini diş yaşı ve kronolojik yaş arası ortalama farkın erkeklerde -1 - 0,13 yıl arasında (erkekler için ortalama fark; -0,5), kızlarda ise -1,15 - 0,25 yıl arasında (kızlar için ortalama fark; -0,49) değiştiği bildirilmiştir.⁽¹²⁵⁾

Gülşahi ve ark.⁽¹²⁶⁾ 2015 yılında yayınlanan çalışmalarında Cameriere yönteminin Türk toplumu için uygulanabilirliğinin değerlendirmişlerdir. 8-15 yaş arası 603 çocuğun panoramik radyografileri değerlendirildiği bu çalışmada -0,35 yaş (erkek; -0,47, kız; -0,24) ortalama tahmin hatası bildirilmiş olup yöntemin kızlarda daha doğru sonuç verdiği belirtilmiştir.

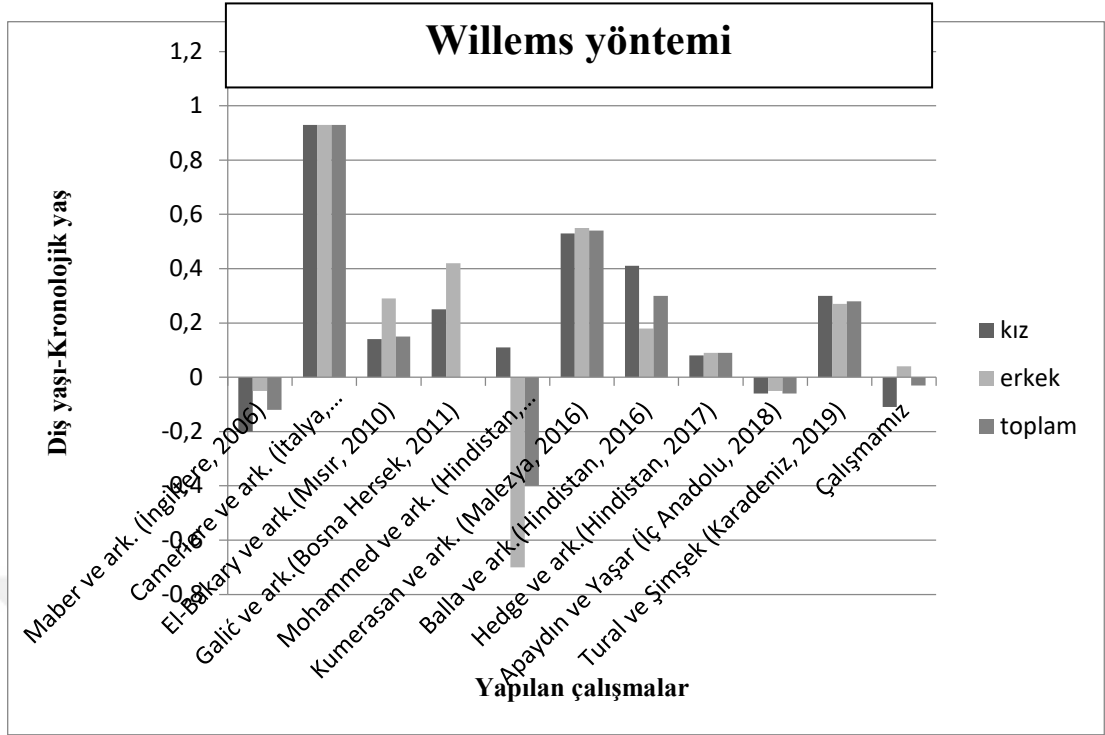
Karadeniz Bölgesi'nde 2018 yılında yapılan bir çalışmada 4-16 yaş arası çocuklarda Nolla metodu kullanarak yaş tayini yapılmıştır. Çalışmada kızlarda diş yaşı kronolojik yaşa göre ortalama $0,17 \pm 0,77$ yıl düşük, erkeklerde ise $0,48 \pm 0,77$ yıl büyük olarak tespit edilmiş olup yöntemin bazı yaş grupları hariç geçerli olduğu bildirilmiştir.⁽¹²⁷⁾

Apaydın ve ark.⁽¹¹³⁾ 2018 yılında yayınlanan çalışmalarında Demirjian, Willems ve Cameriere yöntemlerini karşılaştırmışlardır. 5-15,9 yaş aralığındaki 330 (165 kız ve 165 erkek) bireyin yer aldığı çalışma sonucunda Demirjian yöntemi için 0,304 yıl (erkek; 0,31 yıl, kız; 0,3 yıl) fazla, Willems ve Cameriere yöntemleri için de sırasıyla 0,060 yıl (erkek; -0,056, kız; -0,062) ve 0,580 yıl (erkek; -0,603, kız; -0,550 yıl) daha düşük ortalama tahmin hatası bildirmişlerdir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde Willems yöntemi hariç diğer iki yöntem ile elde edilen yaşlar ile kronolojik yaşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada Willems metodunun Türk alt popülasyonunda diş yaşını tatmin edici bir şekilde belirlediği sonucuna varmışlardır.

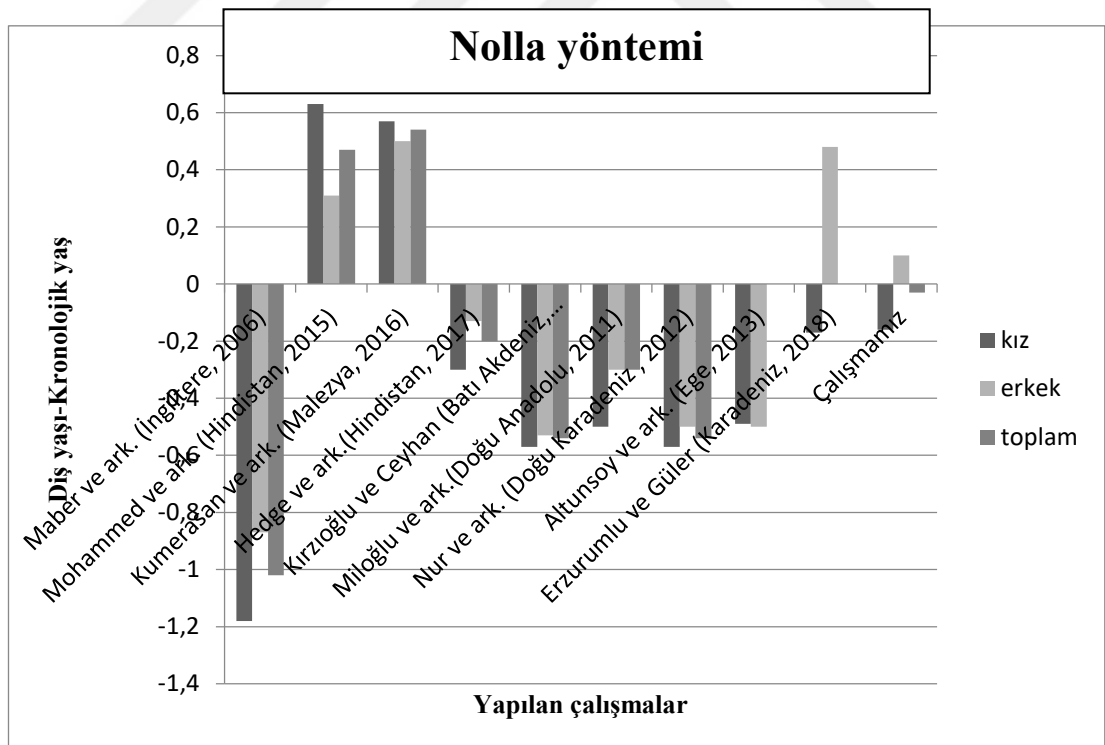
Karadeniz bölgesinde yapılan bir tez çalışmasında (2019) 6-13 yaş arasındaki 640 bireyin panoramik radyografileri üzerinden Demirjian, Haavikko, Cameriere ve

Willems yöntemleri ile diş yaşı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Willems yöntemi 0,28 (erkek; 0,27, kız; 0,3) yaş ve Cameriere yöntemi -0,30 (erkek; -0,33, kız; -0,28) yaş ortalama tespit hatası vermiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre Cameriere yönteminin diğer yöntemlere kıyasla daha yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir.⁽⁷³⁾

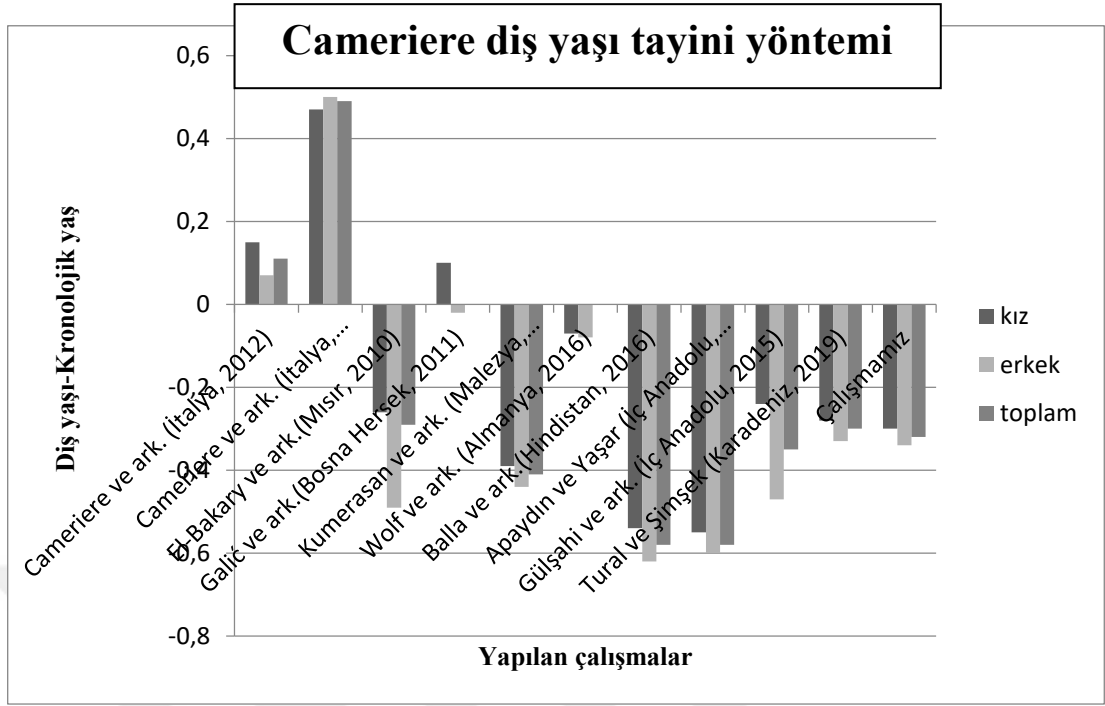
Tüm bu çalışmalar değerlendirildiğinde, çalışmaların çoğunluğunda Willems yöntemi ile fazla tahminde bulunulduğu görülmektedir. Bizim çalışma sonucumuzda ise kızlarda daha düşük erkeklerde ise daha yüksek tahminde bulunulmuştur. Cinsiyet ayrımı yapılmaksızın değerlendirildiğinde ise tespit edilen sonuçların daha düşük olduğu görülmektedir (Bizim Willems yöntemi ortalama fark değerlerimiz: kızlar; -0,11 yaş, erkekler; 0,04 yaş, total; -0,03 yaş). Nolla yöntemi ile ise tam aksine çalışmaların birçoğunda daha düşük tahminde bulunulmuştur. Ülkemizde yapılan çalışmalarda da benzer şekilde daha düşük tahminde bulunulmuş olup sadece Erzurumlu ve Güler'in yapmış oldukları çalışmada kızlarda daha düşük, erkeklerde daha yüksek tahminde bulunulmuştur. Bu sonuç bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik göstermekle birlikte cinsiyet ayrımı olmadan tüm çocuklar değerlendirildiğinde çalışmamızda daha düşük sonuçlar elde edilmiştir (Bizim Nolla yöntemi ortalama fark değerlerimiz: kızlar; -0,16 yaş, erkekler; 0,10 yaş, total; -0,03 yaş). Bölgemizde diğer çalışmalarla kıyaslandığında Willems ve Nolla metodu ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre daha yakın tahminlerde bulunulduğu görülmektedir. Cameriere metodunda da bizim çalışmamızla uyumlu olarak çalışmaların çoğunluğunda daha düşük tahminlerde bulunulmuştur. Çalışmamızda elde edilen ortalama tahmin hatalarının ülkemizde yapılan diğer çalışmalarla da uyumlu olduğu görülmektedir. (Bizim Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ortalama fark değerlerimiz: kızlar; -0,30, erkekler; -0,34, total; -0,32).Yapılan çalışmalardan elde edilen kronolojik ve tahmini yaşlara ait ortalama fark değerlerinin yer aldığı grafikler Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Willems yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları



Şekil 5.2. Nolla yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları



Şekil 5.3. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları

b. Çalışmada kullanılan yöntemlerin kronolojik yaş ile olan ilişkisinin, yaş gruplarına göre değerlendirilmesi

Loder ve ark.⁽⁴⁵⁾ tarafından yapılan bir çalışmada siyah ve beyaz çocuklar için GPA'nın uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Çalışmada 461 siyah ve 380 beyaz çocuk olmak üzere toplam 841 çocuğun (452 erkek, 389 kız) radyografileri değerlendirilmiş olup çocuklar; erken çocukluk dönemi (0-4 yaş), orta çocukluk dönemi (4-8 yaş), geç çocukluk dönemi (8-13) ve adolesan dönem (13-18 yaş) olmak üzere dört gruba ayrılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda; elde edilen kemik yaşları kronolojik yaşa göre erken çocukluk dönemi ($0,12 \pm 0,69$ yaş), geç çocukluk dönemi ($0,16 \pm 1,30$ yaş) ve adolesan dönemde ($0,41 \pm 1,21$ yaş) daha yüksek olarak bulunurken, orta çocukluk döneminde ise ($-0,06 \pm 0,97$ yaş) daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bu dört dönem arasından sadece erken çocukluk dönemi ve adolesan dönem için istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bildirilmiştir.

Pakistan'da yapılan bir çalışmada 8-18 yaş arası 402 çocuğun radyografileri GPA ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada; 8-15 yaş arası erkekler ve 8-13 yaş arası kızların kemik yaşlarının GPA standartlarına göre sırasıyla 1 yıl ve 0,5 yıl daha geride olduğu

bildirilmiş olup, 15 yaş sonrası erkekler ve 13 yaş sonrası kızlarda (yaklaşık olarak ergenlik ve sonrası) iskelet yaşının daha ileri olduğu tespit edilmiştir.⁽¹²⁸⁾

İtalya’da Pinchi ve ark.⁽¹²⁹⁾ tarafından (2014) yapılan bir çalışmada GPA, TWA’nın 2. versiyonu ve TWA’nın 3. versiyonu değerlendirilmiştir. Adli amaçla yapılan bu araştırmada, 6-20 yaş arası 307 bireye ait röntgenler her üç yönetime göre incelenmiş ve çalışma sonucunda GPA’nın özellikle 17 yaşına kadar olan kızlarda yaşı daha fazla tahmin etme eğiliminde olduğu ve 15 yaşına kadar olan erkeklerde ise yaşı daha düşük tahmin etme eğiliminde olduğu bildirilmiştir.

Koç ve ark.⁽¹³⁰⁾ 7-17 yaş arası 225 erkek çocuğun el-bilek radyografilerini GPA yöntemini ile değerlendirdikleri çalışmalarında; 7-13 yaş arası için kemik yaşını kronolojik yaşa göre daha düşük, 14-17 yaş arası için daha yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Bu durumu, pubertal gelişim sırasında Türk çocuklarının GPA standartlarının geliştirildiği Amerikalı çocuklarınkinden farklı bir iskeletsel gelişim temposuna sahip olmalarıyla açıklamışlardır. Bu nedenle GPA’nın, Türk popülasyonundaki erkek çocukları için tamamen uygun olmadığı ancak bazı modifikasyonlarla kullanılabileceği bildirilmiştir.

Büken ve ark.⁽¹⁰¹⁾ (2009) tarafından yapılan bir çalışmada GPA, TWA ve Gök atlası değerlendirilmiştir. 11-16 yaş arası 333 çocuğun dahil olduğu çalışmada, GPA ile elde edilen ortalama tahmini yaşlar kronolojik yaşa göre değerlendirildiğinde; 14 yaşa kadar olan erkek çocuklarında daha düşük tahminde bulunurken, 14 yaş üzeri için daha yüksek tahminde bulunmuştur. Kız çocuklarında ise tüm yaş gruplarında daha yüksek değerler tespit edilmiştir.

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada, 5-19 yaş arası bireylerde kronolojik yaş ile GPA değerlerinin farkı değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre araştırmacılar 5-8 ve 12-14 yaş arası erkeklerde ve 5-6,5, 9-12 ve 17-19 yaş arası kızlarda kemik yaşının kronolojik yaşa göre daha geride olduğunu bildirmişlerdir.⁽¹³¹⁾

GPA yöntemi ile diğer çalışmalara benzer şekilde, çalışmamızda da kızlar için tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha fazla tahminde bulunulduğu görülmüştür. Erkeklerde ise Taravari ve ark.’nın⁽¹³¹⁾ çalışmasına benzer şekilde bizim çalışmamızda da 12-14 yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha düşük tahminde

bulunulmuştur. Diğer çalışmalardan farklı olarak ise 12 yaş altındaki erkekler için daha yüksek tahminde bulunulduğu görülmüştür.

Maber ve ark.⁽¹⁶⁾ (2006) 3-16 yaş arası bireylerde Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemlerini değerlendirmişlerdir. Mevcut çalışmada, Willems yöntemi ile 5 yaş grubu hariç 8 yaşına kadar olan tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre yüksek tahminde bulunulurken, 9 yaş üzeri için daha düşük tahminde bulunulduğu bildirilmiştir. Nolla yöntemi için ise tüm yaş gruplarında daha düşük tahminde bulunulmuştur.

Hindistan'ın güneyinde yapılan bir çalışmada (2015), 6-16 yaş aralığındaki bireylerde Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, Nolla yöntemi ile erkekler için 8-9,99 yaş grubu hariç tüm yaş gruplarında ortalama diş yaşı kronolojik yaşa göre daha yüksek bulunurken, kız çocuklarında 6-7,99 yaş grubu hariç tüm yaş gruplarında daha yüksek olarak bulunulmuştur. Willems yönteminde; erkekler için tüm yaş gruplarında ortalama diş yaşları kronolojik yaşa göre daha düşük tahminde bulunulurken, kız çocuklarında 10-11,99 yaş grubu hariç tüm yaş gruplarında daha düşük tahminde bulunulmuştur.⁽⁶⁷⁾

Wolf ve ark.⁽¹¹⁰⁾ Alman popülasyonunda (2016) yaptıkları çalışmalarında, 6-14 yaş arası 479 çocuktan alınan panoramik radyografiler üzerinden, Demirjian ve Cameriere metotlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada, Cameriere yöntemi ile erkekler için 6-11 yaş grubunda kronolojik yaşa göre fazla tahminde bulunulurken, 11 yaş üzerindeki yaş gruplarında daha düşük tahminde bulunulduğu bildirilmiştir. Kızlarda ise 6-10 yaş grupları için fazla tahminde bulunulurken, 11-14 yaş grupları için daha düşük tahminde bulunulmuştur.

Hindistan'da yapılan çalışmada (2017), 5-15 yaş arası çocuklarda Demirjian, Willems, Nolla ve Haavikko yöntemlerini değerlendirilmiştir. Willems yöntemi ile tespit edilen ortalama diş yaşı ile ortalama kronolojik yaş karşılaştırıldığında; kızlarda 7, 8, 10 ve 13 yaş gruplarında daha düşük tahminde bulunulurken, geri kalan yaş gruplarında daha yüksek tahminde bulunulduğu bildirilmiş olup, erkeklerde ise 12 yaş grubu hariç tüm yaş gruplarında daha yüksek tahminde bulunulduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada Nolla yöntemi için; kızlarda 15 yaş grubu haricinde

daha düşük tahminde bulunulurken, erkeklerde 5, 6, 13 ve 15 yaş grupları haricinde daha düşük tahminde bulunulmuştur.⁽⁷⁶⁾

Ülkemizde Kırzioğlu ve ark.⁽⁶⁹⁾ tarafından 7-13 yaş arası 425 çocuk üzerinde gerçekleştirilen araştırmada Nolla, Haavikko ve Demirjian yöntemleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Nolla yönteminin kızlarda tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre diş yaşını daha düşük tespit ettiği, erkeklerde ise sadece 13 yaş grubunda daha yüksek, geri kalan tüm yaş gruplarında ise daha düşük olarak tespit ettiği bildirilmiştir.

Türkiye'nin doğusunda Miloğlu ve ark.⁽¹²⁴⁾ tarafından 6-18 yaş arası 719 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden diş yaşının değerlendirildiği çalışmada, Nolla yöntemi kronolojik yaşa göre 9 yaş grubu erkeklerde diş yaşını kronolojik yaşla aynı değerde tespit ederken, kızlar ve erkekler için geri kalan tüm yaş gruplarında daha düşük sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.

Nur ve ark.⁽⁷⁰⁾ Türkiye'nin kuzeydoğusunda yapılan ve 5-16 yaş arası 673 çocuğun dahil edildiği çalışmalarında Nolla ve Demirjian yöntemlerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, Nolla yöntemi ile kız ve erkekler için tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha düşük sonuçlar tespit edildiği belirtilmiştir.

Türkiye'nin batısında 7-17 yaş arası toplam 688 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden Nolla yönteminin değerlendirildiği çalışmada Nolla yönteminin kronolojik yaşa göre erkeklerde 15, kızlarda 14 ve 15 yaş gruplarında yüksek, her iki cinsiyet için geri kalan tüm yaş gruplarında ise daha düşük sonuçlar verdiği rapor edilmiştir.⁽¹²⁵⁾

Gülşahi ve ark.⁽¹²⁶⁾ 8-15 yaş arası 603 çocuğun panoramik radyografileri üzerinden Cameriere yöntemini değerlendirdikleri çalışmalarında, yöntemin kronolojik yaşa göre kızlarda sadece 9 yaş grubunda yüksek, diğer yaş gruplarında düşük, erkeklerde ise tüm yaş gruplarında düşük tahminde bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca cinsiyet ayrımı yapılmaksızın tüm yaş grupları değerlendirildiğinde de erkeklere benzer şekilde tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha düşük sonuçlar tespit edilmiştir.

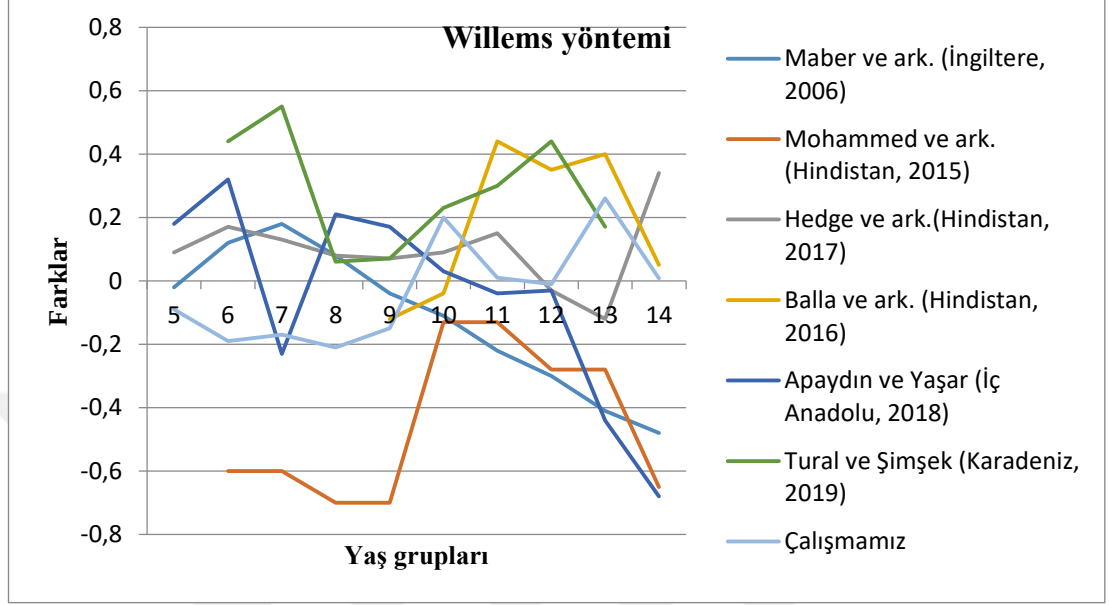
Karadeniz Bölgesi'nde (2018) 4-16 yaş arası çocuklarda Nolla yönteminin değerlendirildiği bir çalışmada kızlar için 5, 6, 7 ve 14 yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha fazla tahminde bulunulurken geriye kalan tüm yaş gruplarında daha düşük tahminde bulunulmuştur. Erkeklerde ise sadece 16 yaş grubunda kronolojik yaşa göre daha düşük tahminde bulunulurken diğer tüm yaş gruplarında daha fazla tahminde bulunulduğu belirtilmiştir.⁽¹²⁷⁾

Apaydın ve ark.⁽¹¹³⁾ 2018 yılında yayınlanan çalışmalarında Demirjian, Willems ve Cameriere yöntemlerini karşılaştırmışlardır. 5-15,9 yaş aralığındaki 330 (165 kız ve 165 erkek) bireyin yer aldığı çalışma sonucunda, Willems yöntemi ile elde edilen ortalama diş yaşlarını, ortalama kronolojik yaşa göre 5, 6, 8, 9, 10 yaş grupları haricinde daha düşük olarak bulmuşlardır. Cameriere yönteminde ise ortalama diş yaşı 5, 6 ve 8 yaş grubu haricinde daha düşük bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada Cameriere yönteminin 13, 14 ve 15 yaş grupları için diş yaşını 1 yıldan daha fazla olacak şekilde daha düşük tahmin ettiği bildirilmiş olup, bu durum bu yaş grubundaki dişlerin neredeyse gelişimini tamamladıkları için küçük apeks açıklığının ölçülmesindeki güçlüklerle bağlı olabileceğiyle açıklanmıştır.

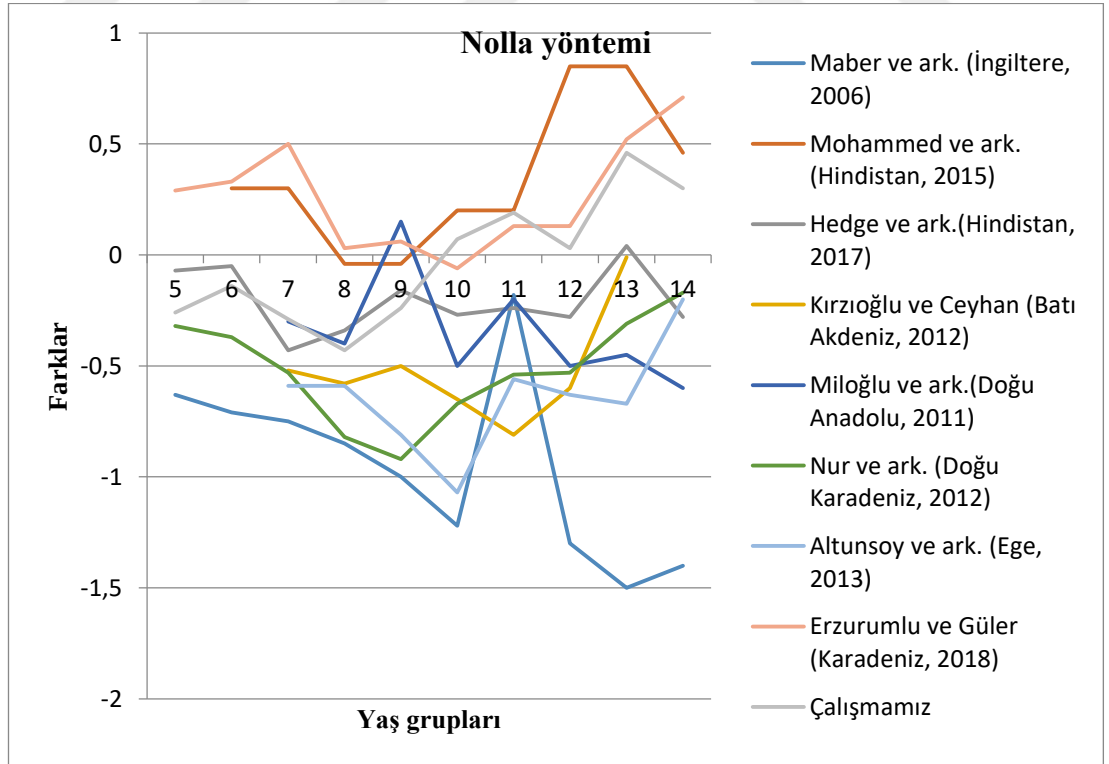
Karadeniz bölgesinde (2019) 6-13 yaş arası 640 bireyin panoramik radyografileri üzerinden Demirjian, Haavikko, Cameriere ve Willems yöntemleri ile diş yaşının değerlendirildiği bir tez çalışmasında, Cameriere yönteminin kronolojik yaşa göre erkeklerde 6 ve 7 yaş grubunda, kızlarda ise sadece 6 yaş grubunda daha yüksek sonuçlar gösterdiği, her iki cinsiyet için de geri kalan tüm yaş gruplarında daha düşük sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Willems yönteminde ise erkeklerde 13, kızlarda 8 ve 9 yaş grupları haricinde kalan tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre daha yüksek tahminde bulunulduğu belirtilmiştir.⁽⁷³⁾

Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde, Willems ve Nolla yöntemi kullanılarak elde edilen tahmini yaş değerlerinin birbirleri ile uyumlu olmadığı, ancak Cameriere yöntemi için daha yakın sonuçlar alındığı ve yaş ilerledikçe elde edilen yüksek tahmin değerlerinin, düşük tahmin değerlerine doğru ilerlediği görülmüştür. Bunun muhtemel nedeni olarak Willems ve Nolla yöntemlerinin görsel değerlendirmeye dayanması ve bunun da araştırmacılar arası farklılık yaşanabilmesine neden olabileceğini, Cameriere yönteminde ise araştırmalar arası farklılığın az olmasının, yöntemde ölçüme dayalı olarak değerlendirme

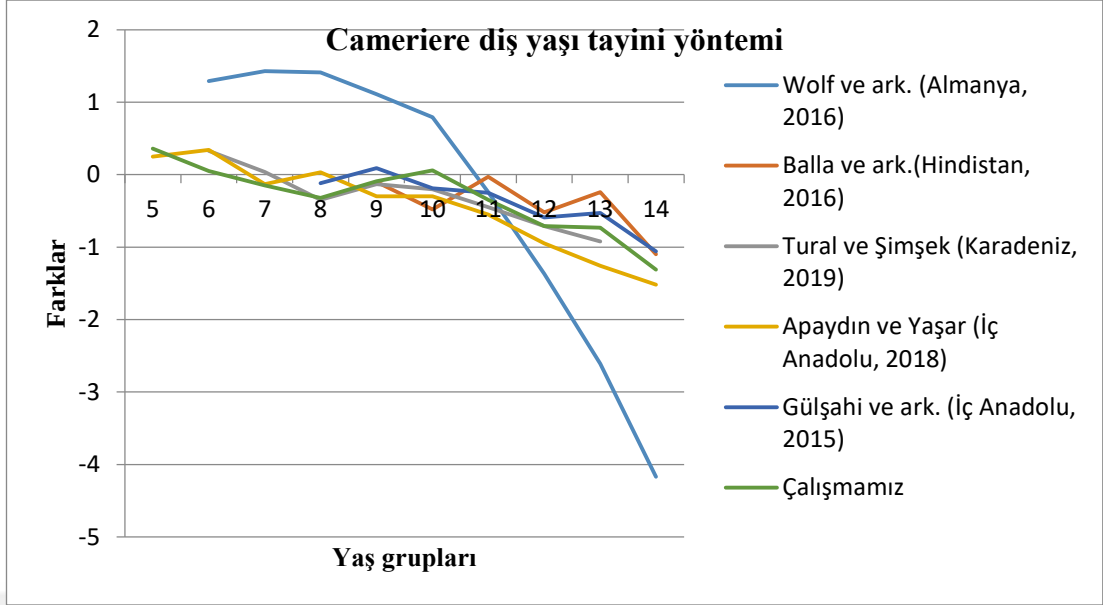
yapılması olabileceğini düşünüyoruz. Yapılan çalışmalarda, yaş gruplarına göre elde edilen kronolojik ve tahmini yaşlara ait ortalama fark değerlerine ait grafikler Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Yaş gruplarına göre Willems yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları



Şekil 5.5. Yaş gruplarına göre Nolla yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları



Şekil 5.6. Yaş gruplarına göre Cameriye dış yaşı tayini yöntemi ile yapılan çalışmalara ait ortalama fark sonuçları

c. Çalışmada kullanılan yöntemlerin pubertal büyüme durumuna göre değerlendirilmesi

Puberte biyolojik etkenlere bağlı maturasyonel, hormonal ve gelişimsel bir süreçtir. Pubertal gelişimin başlangıcı veya ilerlemesi, çeşitli popülasyonlarda dikkat çekici değişiklikler gösterebilir. Aynı coğrafi bölgelerde sosyoekonomik durum, genetik, ırksal ve çevresel faktörler gibi birçok faktörden etkilenebilir.^(132, 133) Puberte, büyümede belirgin bir artış ile başlar ve bu sürecinin sonunda bireyin büyüme ve gelişmesi büyük oranda tamamlanmıştır.⁽¹⁵⁾ Pubertal büyüme atılımının öncesi ve sonrasında iskelet gelişimi daha az olmakla birlikte pubertal dönemde kemik gelişimi hızlanmaktadır.⁽⁸³⁾ Yapılan bir çalışmada 8-18 yaş arası bireylerde kemik yaşı değerlendirilmiş olup 8-15 yaş arası erkekler ve 8-13 yaş arası kızların kemik yaşlarının daha geride olduğu bildirilmiştir. Ayrıca 15 yaş sonrası erkekler ve 13 yaş sonrası kızlarda (yaklaşık olarak ergenlik ve sonrası) iskelet yaşının daha ileri olduğu görülmüştür.⁽¹²⁸⁾ Ancak kemik yaşının, ergenlik dönemi sonrası kronolojik yaşa göre geciktiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Wenzel ve ark.⁽¹³⁴⁾ kemik yaşını değerlendirdikleri çalışmada, erkeklerde 9,5 yaşından önce kemik yaşının kronolojik yaşa göre geride kaldığını, 12 yaşına kadar kronolojik yaşlarla yakın seyrettiğini ve bundan sonra oldukça geride kalma eğiliminde olduklarını bildirmişlerdir. Kızlarda ise 8-11 yaşlarında hafif bir gecikme, ardından ergenlik döneminde ve hemen sonrasında bir ilerleme görüldüğü bildirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen

kemik yaşlarının özellikle erkek çocuklarında ergenlik döneminde ve sonrasında bazı büyük sapmalar gösterdiği belirtilmiştir.

Pubertal büyümenin kemik gelişimi yanında diş gelişim hızını da etkilediği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada pubertal değişikliklerin başlangıcından hemen önce, diş yaşının kronolojik yaşa göre fazla hesaplama eğiliminde olduğu bildirilmiş olup, bu durumun genel büyümenin yanı sıra diş dokularının büyümesinde de ani bir etkiyi yansıttığı belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından aynı çalışmada daha yüksek yaş grupları için daha düşük hesaplamaların da olduğu bildirilmiş ve bu durumun diş gelişiminin sabit ve tek düze bir süreç olmadığını, ancak pubertal hız dalgalanmalarıyla ilişkili olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.⁽¹¹⁶⁾ Çalışmamızda da pik öncesi dönem, pik dönemi ve pik sonrası dönemde diş ve kemik yaşı tayini yöntemlerinin değerlendirilmesi planlanmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, sonuçlar genel olarak yaşlara göre sınıflandırılmıştır. Erişilebilir kaynaklarda doğrudan pubertenin değerlendirildiği çalışma bulunmamakla birlikte, yapılan birkaç çalışmada sadece yaşa bakarak pubertal atılım öncesi ve sonrası hesaplama bahsedilmiştir. Bizim çalışmamızda ise elde edilen diş ve kemik yaşı sonuçları pik öncesi, pik dönemi ve pik sonrası döneme göre ayrı ayrı olarak incelenmiştir. Tüm yaş gruplarında cinsiyet ayrımı yapılmadan pubertal büyüme dönemlerine göre değerlendirme yapıldığında; Willems yöntemi, her üç pubertal büyüme döneminde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken, kronolojik yaşa göre en yakın tahmini pik öncesi dönemde vermiştir. Nolla yöntemi, pik öncesi dönem ve pik döneminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken, pik sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. GPA yöntemi ile tüm yöntemler içerisinde pik öncesi dönemde en yakın tahminde bulunulmuştur. Pik dönemi ve pik sonrası dönemde ise, pik öncesi dönemde kronolojik yaşa göre en yakın sonucu veren GPA yöntemi istatistiksel olarak önemli düzeyde anlamlı farklı sonuç göstermiştir. Her üç pubertal büyüme döneminde de, Cameriere diş yaşı ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri kullanılarak elde edilen tahmini yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

Pubertal büyüme dönemleri cinsiyetlere göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde; pik öncesi dönemde, Willems yönteminin her iki cinsiyette de istatistiksel olarak önemli

farklılık göstermediği, diğer diş yaşı tayini yöntemlerinin erkeklerde istatistiksel olarak farklılık gösterirken, kemik yaşı tayini yöntemlerinin ise kızlarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Pik döneminde de Willems ve Nolla diş yaşı tayini yöntemleri erkeklerde, kemik yaşı tayini yöntemleri de kızlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ise her iki cinsiyette de istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Pik sonrası dönemde her iki cinsiyette de Willems yöntemi, erkeklerde de Nolla ve Cameriere kemik yaşı tayini yöntemleri dışındaki gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde çalışmamızın sonuçları yapılan çalışmalarla kıyaslandığında benzer sonuçlar göstermektedir. Çalışmamızdan elde edilen verilere göre Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan 5-15 yaş arası çocuklarda kullanıldığımız 5 farklı yaş tayini yönteminin cinsiyet ve yaş gruplarına göre kronolojik yaşla uyumlarının farklılık gösterdiğini aynı zamanda pubertal dönemlere göre değerlendirildiğinde de yöntemlerin birbirinden farklı sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar Batı Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan çocuklara özgü özellikleri yansıtmaktadır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, farklı toplumların yanı sıra aynı ülkenin farklı bölgelerinde yaşayan bireylerde dahi büyüme ve gelişim açısından çevresel, iklimsel ve coğrafi koşullara bağlı olarak farklılıkların mevcut olduğu, bu durumun diş ve kemik gelişimini de etkilediği görülmektedir. Ülkemiz coğrafi bölge sayısı açısından zengin bir ülke olduğu için yaş tayini yapılırken bu faktörlerin göz ardı edilmemesi önemlidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

-Çalışmaya dahil edilen çocuklarda cinsiyet ve yaş grupları arası ayrım yapılmaksızın diş yaşı tayini için kullanılan yöntemler kronolojik yaşla karşılaştırıldığında; 5-15 yaş aralığındaki çocuklarda kronolojik yaşa göre en yakın değeri Nolla yöntemi vermiştir. Bunu sırasıyla Willems ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri takip etmiştir.

-Çalışmaya dahil edilen çocuklarda cinsiyet ve yaş grupları arası ayrım yapılmaksızın tüm yöntemler kronolojik yaşla karşılaştırıldığında; 10-15 yaş aralığındaki çocuklarda kronolojik yaşa göre en yakın değeri Willems yöntemi vermiş olup bunu sırasıyla Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi, Nolla yöntemi, GPA yöntemi ve Cameriere diş yaşı yöntemi izlemiştir.

-Yaş grupları cinsiyete göre ayrıldığında; 5- 15 yaş grubunda kullanılan diş yaşı tayini yöntemleri için hem erkeklerde hem kızlarda kronolojik yaşa göre en yakın sonucu Willems yöntemi göstermiştir. Bunu sırasıyla Nolla ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri izlemiştir. 10-15 yaş aralığında kullanılan tüm yöntemler değerlendirildiğinde ise; erkeklerde kronolojik yaşa göre en yakın sonucu Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi vermiştir. Bunu sırasıyla GPA, Willems, Nolla ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri izlemiştir. Kızlarda ise en yakın sonucu Willems yöntemi gösterirken bunu sırasıyla Nolla, Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi, GPA ve Cameriere diş yaşı tayini yöntemleri takip etmiştir.

-Sonuçlar yaş gruplarına göre cinsiyet ayrımı yapılmaksızın ayrı ayrı değerlendirildiğinde Willems yöntemi 5,7, 8, 11, 12, 14 yaş gruplarında, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi 6 ve 9 yaş gruplarında, Nolla yöntemi 10 yaş grubunda, Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi ise 13 yaş grubunda kronolojik yaşla daha uyumlu sonuçlar göstermiştir.

-Cinsiyete göre ayrıldığında erkeklerde; Willems yöntemi 5, 7, 8, 9, 11, 14 yaş gruplarında, Nolla yöntemi 6 yaş grubunda, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi 10 yaş grubunda, Cameriere kemik yaşı tayini yöntemi 12 ve 13 yaş grubunda kronolojik

yaşla daha uyumlu sonuçlar göstermiştir. Kızlarda ise Willems yöntemi 5, 11, 12, 13, 14 yaş gruplarında, Cameriere diş yaşı tayini yöntemi ise 6, 7, 8, 9, 10 yaş grubunda daha uyumlu sonuçlar göstermiştir.

-Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde 10 yaşına kadar Willems ve Nolla yöntemlerinin kronolojik yaşa göre daha düşük tahminde bulunduğu, Cameriere diş yaşı yönteminin ise önce yüksek tahminde bulunurken yaş ilerledikçe daha düşük tahminde bulunduğu görülmüştür. 10-15 yaş grubunda ise Nolla ve GPA yöntemlerinin kronolojik yaşa göre daha yüksek tahminde bulunduğu, Cameriere diş yaşı ve kemik yaşı tayini yöntemlerinin de önce daha yüksek tahminde bulunurken yaş ilerledikçe daha düşük tahminde bulunduğu görülmüştür.

-Yaş gruplarına göre yapılan çalışmalarla kıyaslandığında, çalışmamızın diğer çalışmalarla ve diğer çalışmaların kendi içlerinde sadece Cameriere diş yaşı tayini yönteminde tutarlı oldukları görülmüştür.

-Çalışmamızda yöntemler pubertal büyüme dönemlerine göre ayrı ayrı incelendiğinde; sadece Willems yönteminin tüm pik dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir.

-Genel olarak baktığımızda tüm yöntemlerin en yakın sonucu pik öncesi dönemde verdiği görülmektedir.

-Pik öncesi dönemde Willems yöntemi dışında, diş yaşı tayini yöntemlerinin kızlarda, kemik yaşı tayini yöntemlerinin ise erkeklerde daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Pik döneminde ise diş yaşı tayini yöntemlerinin kızlarda, kemik yaşı tayini yöntemlerinin de erkeklerde daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Pik sonrası dönemde ise diş ve kemik yaşı tayini yöntemleri arasında kızlar ve erkekler için böyle bir uyumun olmadığı görülmüştür. Yaş tayininde sadece yaş gruplarına göre değil aynı zamanda pubertal büyüme dönemlerine göre de hesaplamaların yapılmasının daha doğru sonuçlara ulaşmak için gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Günümüzde yaş tespiti için kullanılan mevcut yöntemler, genellikle farklı toplumlara göre geliştirilmiştir. Ancak kemik ve diş gelişimi toplumdan topluma değişiklik gösterdiği için hangi yöntemin bizim toplumumuzda en doğru sonucu verdiği hakkında net bir şey söylemek güçtür. Ülkemizde de birçok yöntemle diş yaşı ve

kemik yaşı değerlendirilmiş olmasına rağmen hangi yöntemin kronolojik yaşa göre en yakın sonucu verdiği hakkında kesin bir sonuç bildirilmemiştir. Bu nedenle bireylerin cinsiyetlerini ve yaşadıkları bölgenin özelliklerini araştıran ve farklı yöntemleri içeren araştırma sayısının arttırılması yaşın doğru şekilde belirlenebilmesine katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

1. Tunc ES, Koyuturk AE. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Int*. 2008;175(1):23-6.
2. Harorlı A. Adli Diş Hekimliği. Erzurum: Eser Ofset; 2006.
3. Tunalı İ. Adli Tıp. Ankara: Seçkin Yayıncılık; 2001;43.
4. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. Adli Tıpta Yaş Tayini. 2. baskı. İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları; 1985.
5. Baransel Isır A. Adli Hekimlikte Yaş Tayini. *Klinik Gelişim Dergisi*. 2009;22(Adli Tıp Özel Sayısı):114-21.
6. 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 Sci Int*. 2008;174(1):60-3.
7. Cameriere R, Ferrante L, Mirtella D, Cingolani M. Carpals and epiphyses of radius and ulna as age indicators. *Int J Legal Med*. 2006;120(3):143-6.
8. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*. 1976;3(5):411-21.
9. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol*. 1973;45(2):211-27.
10. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford California: Stanford University Press; 1959.
11. Nolla CM. The development of permanent teeth. *J Dent Child*. 1960;27:254-66.
12. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). 2nd ed. London: Academic Pres; 1983.
13. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci*. 2001;46(4):893-5.
14. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*. 2006;120(1):49-52.
15. Bundak R, Neyzi O, Günöz H, Darendeliler F. Büyüme-Gelişme ve Bozuklukları. In: Neyzi O, Ertuğrul T, editors. *Pediyatri*. Cilt 1. 4. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2010;89-137.

16. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006;159:68-73.
17. Korde SJ, Daigavane P, Shrivastav S. Skeletal maturity indicators review article. *Int J Sci Res.* 2015;6(3):361-70.
18. Bala M, Pathak A, Jain RL. Assessment of skeletal age using MP3 and hand-wrist radiographs and its correlation with dental and chronological ages in children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2010;28(2):95-9.
19. Hancı İ. *Adli Tıp ve Adli Bilimler.* Ankara: Seçkin Yayıncılık; 2002.
20. Bilge Y. *Adli Tıp: İstanbul Tıp Kitabevi;* 2013; 18-19.
21. Polat O. *Adli Tıp.* İstanbul: Der Yayınları; 2000;33.
22. Baransel Isır A, Dülger HE. 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.
23. Koshy S, Tandon S. Dental age assessment: the applicability of Demirjian's method in south Indian children. *Forensic Sci Int.* 1998;94(1-2):73-85.
24. İnce OT, Kondolot M, Yalçın SS. Büyümenin izlenmesi ve büyüme duraklaması. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi.* 2011;5(3):181-92.
25. Ülgen M. Ortodonti Anomoliler, Sefalometri, Etiyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. 2007.
26. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health.* 2002;31(6):192-200.
27. Mahajan S. Evaluation of skeletal maturation by comparing the hand wrist radiograph and cervical vertebrae as seen in lateral cephalogram. *Indian J Dent Res.* 2011;22(2):309-16.
28. Uğurlu M, Ceylan İ. Pubertal büyüme atılımı evrelerinin belirlenmesinde servikal vertebra maturasyonlarının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2018;28(4):457-61.
29. Szemraj A, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?—A systematic review. *Eur J Radiol.* 2018;102:125-8.
30. Green LJ. The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthod.* 1961;31(3):189-93.

31. Simmons K, Greulich WW. Menarcheal age and the height, weight, and skeletal age of girls age 7 to 17 years. *J Pediatr*. 1943;22(5):518-48.
32. Neyzi O, Gündüz H. Büyüme Gelişme ve Bozuklukları. In: Neyzi O, Ertuğrul T, editors. *Pediatrici*. Cilt 1. 2. Baskı: Nobel Tıp Kitapevleri; 1993;61-100.
33. Neyzi O, Alp H, Orhon A. Sexual maturation in Turkish girls. *Annals of human biology*. 1975;2(1):49-59.
34. Javadinejad S, Sekhavati H, Ghafari R. A comparison of the accuracy of four age estimation methods based on panoramic radiography of developing teeth. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect*. 2015;9(2):72-8.
35. Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt Jr EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res*. 1963;42(6):1490-502.
36. Nyström M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evälahti M, Kataja M. Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. *Forensic Sci Int*. 2000;110(3):179-88.
37. Gilsanz V, Ratib O. Hand bone age: a digital atlas of skeletal maturity: Springer Science & Business Media; 2005.
38. Sadler TW. *Langman's Medikal Embriyoloji*. Seventh Edition. Çeviri Editörü: Başaklar AC. *Langman's Medikal Embriyoloji*. 7. Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara; 1996.
39. Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human-Clinically Oriented Embryology* 6th Edition Çeviri editörleri: Yıldırım M, Okar İ, Dalçık H. İnsan Embriyolojisi Klinik Yönleri ile. 1. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul; 2002.
40. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi* 1. 3. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001.
41. Yıldırım M. *İnsan Anatomisi* 1. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006.
42. Mourelle R, Barbería E, Gallardo N, Lucavechi T. Correlation between dental maturation and bone growth markers in paediatric patients. *Eur J Paediatr Dent*. 2008;9(1):23-9.
43. Kama Devecioğlu J, Gündüz Arslan S, Darı O, Özer T. Erkek Bireylerde Servikal Vertebra Kemik Yaşının Kronolojik ve İskelet Yaş ile Karşılaştırılması. *Dicle Tıp Dergisi*. 2006;33(1):36-41.
44. Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *Int J Legal Med*. 2000;113(5):253-8.

45. Loder RT, Estle DT, Morrison K, Eggleston D, Fish DN, Greenfield ML, Guire KE. Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standards to black and white children of today. *Am J Dis Child*. 1993;147(12):1329-33.
46. Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MJR. A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist with standards derived from a study of 2600 healthy British children. Part II. The scoring system. Paris, France: International Child Centre; 1962.
47. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method): Saunders London; 2001.
48. Demirkıran DS, Çelikel A, Zeren C, Arslan MM. Yaş tespitinde kullanılan yöntemler. *Dicle Tıp Dergisi* 2014;41(1):238-43.
49. Özdiler E, editor. Güncel Bilgiler Işığında Ortodonti. 1. Baskı. Ankara: Gümüş Kitabevi; 2015.
50. Bei M. Molecular genetics of tooth development. *Curr Opin Genet Dev*. 2009;19(5):504-10.
51. Thesleff I. Epithelial-mesenchymal signalling regulating tooth morphogenesis. *J Cell Sci*. 2003;116(9):1647-8.
52. Thesleff I. The genetic basis of tooth development and dental defects. *Am J Med Genet A*. 2006;140(23):2530-5.
53. Yavuzylmaz H. Diş Morfolojisi - Fizyolojisi ve Oklüzyon. 4. Baskı. Ankara: T.H.K. Basımevi; 2001.
54. Tucker A, Sharpe P. The cutting-edge of mammalian development; how the embryo makes teeth. *Nat Rev Genet*. 2004;5(7):499-508.
55. Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M. Endodonti. 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları; 2000.
56. Haavikko K. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim*. 1970;66(3):103-70.
57. Koch G, Poulsen S. Çocuk Dişhekimliğine Klinik Yaklaşım. Çeviri Editörü: Aren G. 2.Baskı. İstanbul, Rotatif Yayınevi, 183-196.
58. Massler M, Shour I. Studies in tooth development: theories of eruption. *Am J Orthod Oral Surg*. 1941;27(10):552-76.

59. Craddock HL, Youngson CC. Eruptive tooth movement—the current state of knowledge. *Br Dent J*. 2004;197(7):385-91.
60. Proffit WR, Frazier-Bowers SA. Mechanism and control of tooth eruption: overview and clinical implications. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(2):59-66.
61. Wang XP. Tooth eruption without roots. *J Dent Res*. 2013;92(3):212-4.
62. Davis JM, Law DB, Lewis TM. *An Atlas of Pedodontics*. 2nd ed: W.B. Saunders Company;1981;4.
63. Logan WHG, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. *J Am Dent Assoc*. 1933;20(3):379-428.
64. Schour I, Massler M. The development of the human dentition. *J Am Dent Assoc*. 1941;28:1153-60.
65. Sağır S. Dişlerin Çıkış Ve Gelişim Aşamalarından Yaş Tahmini Metodu Oluşturulması. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora tezi, 2013, Ankara (Danışman: Prof. Dr. Erksin GÜLEÇ).
66. Gleiser I, Hunt JR, Edward E. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol*. 1955;13(2):253-83.
67. Mohammed RB, Sanghvi P, Perumalla KK, Srinivasaraju D, Srinivas J, Kalyan US, Rasool SM. Accuracy of four dental age estimation methods in southern Indian children. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(1):HC01-HC8.
68. Kumaresan R, Cugati N, Chandrasekaran B, Karthikeyan P. Reliability and validity of five radiographic dental-age estimation methods in a population of Malaysian children. *J Investig Clin Dent*. 2016;7(1):102-9.
69. Kırzioğlu Z, Ceyhan D. Accuracy of different dental age estimation methods on Turkish children. *Forensic Sci Int*. 2012;216(1-3):61-7.
70. Nur B, Kusgoz A, Bayram M, Celikoglu M, Nur M, Kayipmaz S, Yildirim S. Validity of Demirjian and Nolla methods for dental age estimation for Northeastern Turkish children aged 5–16 years old. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(5):e871-7.
71. Fanning EA. A longitudinal study of tooth formation and root resorption. *N Z Dent J*. 1961;57:202-17.
72. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc*. 1974;70(1):15-9.

73. Tural M. Çocuklarda farklı diş yaşı tespit yöntemlerinin güvenilirliğinin değerlendirilmesi. Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 2019, Ordu (Danışman Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ŞİMŞEK).
74. Ambarkova V, Galić I, Vodanović M, Biočina-Lukenda D, Brkić H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic Sci Int.* 2014;234:187.e1- e7.
75. El-Bakary AA, Hammad SM, Mohammed F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. *J Forensic Leg Med.* 2010;17(7):363-7.
76. Hegde S, Patodia A, Dixit U. A comparison of the validity of the Demirjian, Willems, Nolla and Häavikko methods in determination of chronological age of 5–15 year-old Indian children. *J Forensic Leg Med.* 2017;50:49-57.
77. Balla SB, Venkat Baghirath P, Hari Vinay B, Vijay Kumar J, Babu DBG. Accuracy of methods of age estimation in predicting dental age of preadolescents in South Indian children. *J Forensic Leg Med.* 2016;43:21-5.
78. Susman EJ, Rogol A. Puberty and Psychological Development. In: Lerner RM, Steinberg L, editors. *Handbook of Adolescent Psychology*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey John Wiley & Sons, Inc., 2004;15-44.
79. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967;37(2):134-43.
80. Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod.* 1985;88(5):433-8.
81. Lopes LJ, de Oliveira Gamba T, Visconti MAPG, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Utility of panoramic radiography for identification of the pubertal growth period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(4):509-15.
82. Abdel-Kader HM. The reliability of dental x-ray film in assessment of MP3 stages of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(4):427-9.
83. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1982;82(4):299-309.

84. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod.* 2012;82(3):501-6.
85. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.
86. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 1976;69(6):611-9.
87. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(1):58-66.
88. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *Am J Orthod.* 1975;67(4):458-59.
89. Kaplan A. 12 Yaş ve Üstü Pediatrik Yaş Gurubunda Kemik Yaşı Tayini için Çekilen El Bileği Grafisinde Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Yöntemlerinin Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 2014, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Ensar YEKELER).
90. Azzawi AM, El Hosary AM, Ezzat AM. Dental age assessment among a group of children in Tanta city. *Tanta Dent J.* 2016;13(2):89-95.
91. Sağlam AMŞ, Gazilerli Ü. The relationship between dental and skeletal maturity. *J Orofac Orthop.* 2002;63(6):454-62.
92. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod.* 2006;76(6):984-9.
93. Meindl RS, Lovejoy CO. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *Am J Phys Anthropol.* 1985;68(1):57-66.
94. Işcan MY, Loth SR, Wright RK. Metamorphosis at the sternal rib end: a new method to estimate age at death in white males. *Am J Phys Anthropol.* 1984;65(2):147-56.
95. Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human evolution.* 1990;5(3):227-38.

96. Whitaker JM, Rousseau L, Williams T, Rowan RA, Hartwig WC. Scoring system for estimating age in the foot skeleton. *Am J Phys Anthropol.* 2002;118(4):385-92.
97. Franklin D, Cardini A. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: interlandmark approaches. *J Forensic Sci.* 2007;52(5):1015-9.
98. Cole AJL, Webb L, Cole TJ. Bone age estimation: a comparison of methods. *Br J Radiol.* 1988;61(728):683-6.
99. King DG, Steventon DM, O'sullivan MP, Cook AM, Hornsby VPL, Jefferson IG, King PR. Reproducibility of bone ages when performed by radiology registrars: an audit of Tanner and Whitehouse II versus Greulich and Pyle methods. *Br J Radiol.* 1994;67(801):848-51.
100. Üzel M. Türk popülasyonunda puberte dönemi kemik gelişimi ve yaş tayini üzerine anatomik ve radyolojik araştırma. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 2002, İstanbul (Danışman Prof. Dr. Feridun Vural).
101. 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 Sci Int.* 2009;183(1-3):103.e1-.e7.
102. Cantekin K, Celikoglu M, Miloglu O, Dane A, Erdem A. Bone age assessment: the applicability of the Greulich–Pyle method in Eastern Turkish children. *J Forensic Sci.* 2012;57(3):679-82.
103. 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. *J Forensic Sci.* 2012;57(5):1263-70.
104. Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(4):199-212.
105. Akay G, Atak N, Güngör K. Adli dişhekimliğinde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemleri. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2018;39(2):73-82.
106. Eid RMR, Simi R, Friggi MNP, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to 14 years using Demirjian's method. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12(6):423-8.

107. Whaites E, Drage N. Essentials of dental radiography and radiology: Elsevier Health Sciences; 2013;172.
108. Gungor OE, Kale B, Celikoglu M, Gungor AY, Sari Z. Validity of the Demirjian method for dental age estimation for Southern Turkish children. *Niger J Clin Pract.* 2015;18(5):616-9.
109. Lopes LJ, Nascimento HAR, Lima GP, Santos LAND, Queluz DP, Freitas DQ. Dental age assessment: Which is the most applicable method? *Forensic Sci Int.* 2018;284:97-100.
110. Wolf TG, Briseño-Marroquín B, Callaway A, Patyna M, Müller VT, Willershausen I, Ehlers V, Willershausen B. Dental age assessment in 6-to 14-year old German children: comparison of Cameriere and Demirjian methods. *BMC Oral Health.* 2016;16(1):120.
111. Sehrawat JS, Singh M. Willems method of dental age estimation in children: A systematic review and meta-analysis. *J Forensic Leg Med.* 2017;52:122-9.
112. Akkaya N, Yilanci HÖ, Göksülük D. Applicability of Demirjian's four methods and Willems method for age estimation in a sample of Turkish children. *Leg Med (Tokyo).* 2015;17(5):355-9.
113. Apaydin BK, Yasar F. Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(3):257-63.
114. Djukic K, Zelic K, Milenkovic P, Nedeljkovic N, Djuric M. Dental age assessment validity of radiographic methods on Serbian children population. *Forensic Sci Int.* 2013;231(1-3):398. e1-. e5.
115. Grover S, Marya CM, Avinash J, Pruthi N. Estimation of dental age and its comparison with chronological age: accuracy of two radiographic methods. *Med Sci Law.* 2012;52(1):32-5.
116. Mani SA, Naing L, John J, Samsudin AR. Comparison of two methods of dental age estimation in 7–15-year-old Malays. *Int J Paediatr Dent.* 2008;18(5):380-8.
117. Ozveren N, Serindere G. Comparison of the applicability of Demirjian and Willems methods for dental age estimation in children from the Thrace region, Turkey. *Forensic Sci Int.* 2018;285:38-43.

118. De Luca S, De Giorgio S, Butti AC, Biagi R, Cingolani M, Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: study of a Mexican sample. *Forensic Sci Int.* 2012;221(1-3):155. e1-. e7.
119. Latic-Dautovic M, Nakas E, Jeleskovic A, Cavric J, Galic I. Cameriere's European formula for age estimation: a study on the children in Bosnia and Herzegovina. *South Eur J Orthod Dentofac Res.* 2017;4(2):26-30.
120. 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.
121. Cameriere R, Ferrante L, Liversidge HM, Prieto JL, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2008;176(2-3):173-7.
122. Galić I, Vodanović M, Cameriere R, Nakaš E, Galić E, Selimović E, Brkić H. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. *Int J Legal Med.* 2011;125(2):315-21.
123. Pinchi V, Norelli GA, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. *J Forensic Odontostomatol.* 2012;30(2):17-25.
124. Miloglu O, Celikoglu M, Dane A, Cantekin K, Yilmaz AB. Is the assessment of dental age by the Nolla method valid for eastern Turkish children? *J Forensic Sci.* 2011;56(4):1025-8.
125. Altunsoy M, Nur BG, Akkemik Ö, Ok E, Evcil MS. Dental age assessment: validity of the Nolla method in a group of western Turkish children. *Marmara Dental Journal* 2013;2:49-52.
126. Gulsahi A, Tirali RE, Cehreli SB, De Luca S, Ferrante L, Cameriere R. The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. *Forensic Sci Int.* 2015;249:319. e1-. e5.
127. Ünal Erzurumlu Z, Güler Ç. Karadeniz bölgesinde bir grup çocukta diş yaşı tespitinde Nolla yönteminin geçerliliğinin değerlendirilmesi. *7tepe Klinik Dergisi.* 2018;14(1):51-4.

128. Shaikh AH, Rikhasor RM, Qureshi AM. Determination of skeletal age in children aged 8-18 years. *J Pak Med Assoc.* 1998;48(4):104-6.
129. Pinchi V, De Luca F, Ricciardi F, Focardi M, Piredda V, Mazzeo E, Norelli GA. Skeletal age estimation for forensic purposes: a comparison of GP, TW2 and TW3 methods on an Italian sample. *Forensic Sci Int.* 2014;238:83-90.
130. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int.* 2001;43(6):662-5.
131. Taravari V. Çocukluk çağı radyolojik el bileği kemik yaşı tayini ve greulich pyle atlası ile karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 2013, İstanbul (Danışman Prof. Dr. Ensar YEKELER).
132. Wheeler MD. Physical changes of puberty. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 1991;20(1):1-14.
133. Büken B, Şafak AA, Yazıcı B, Büken E, Mayda AS. Is the assessment of bone age by the Greulich–Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Sci Int.* 2007;173(2-3):146-53.
134. Wenzel A, Droschl H, Melsen B. Skeletal maturity in Austrian children assessed by the GP and the TW-2 methods. *Ann Hum Biol.* 1984;11(2):173-7.