

**BURCU GÜZEL FIDANÖZ**

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ DIŞ. HEK. FAK.**

**UZMANLIK TEZİ**

**İSTANBUL-2018**



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**( UZMANLIK TEZİ )**

**BOYUN OMURLARINDAN YARARLANILARAK  
BELİRLENEN İSKELET YAŞININ KIZ BİREYLERDE  
GÜVENİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ:  
RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

**BURCU GÜZEL FİDANÖZ**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. SÖNMEZ FIRATLI**

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
ORTODONTİ PROGRAMI**

**İSTANBUL-2018**

## TEZ ONAYI

### İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Tez Sınav Tutanağı

Adı ve Soyadı	Burcu Güzel Fidanöz
Baba Adı	Mutlu
Doğum Yeri/Tarihi	Erzurum/04.12.1988
Diploma Tarihi / Diploma No	25.06.2013/2013A110108085
Mezun Olduğu Fakülte	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
İhtisas Yaptığı Anabilim Dalı/Bilim Dalı	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı
İhtisas Süresi	Yıl: 4 yıl Ay: 3 ay
Sınav Yapılmasını İsteyen Makam	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

**UZMANLIK TEZİNİN ADI:** Boyun Omurlarından Yararlanılarak Belirlenen İskelet Yaşının Kız Bireylerde Güvenilirliğinin İncelenmesi: Retrospektif Çalışma

**JÜRİ KARARI:** Tez çalışmasının kabulüne karar verildi.

**JÜRİ ÜYELERİ:**

**TARİH: 08.11.2018**

**BAŞKAN**

Prof. Dr. Sönmez Fıratlı  
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı



**ÜYE**

Prof. Dr. Hülya Kılıçoğlu  
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı



**ÜYE**

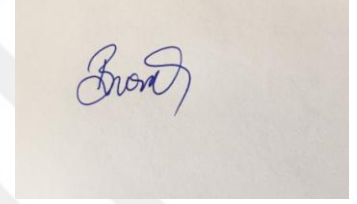
Prof. Dr. Şibel Biren  
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı



**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, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Burcu Güzel Fidanöz(İmza)



## ITHAF

Aileme ve eşime ithaf ediyorum.

## TEŞEKKÜR

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim boyunca bilimsel ve manevi katkıları ile beraber; zamanlamanın, planlı ve düzenli hareket etmenin, özverili çalışmanın önemini öğreten, yeni bir fakültede eğitimimin başından beri kendimi evimde hissetmemde çok büyük katkısı olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Sönmez Fıratlı'ya,

Uzmanlık eğitimime katkılarından dolayı anabilim dalımızın değerli öğretim üyeleri Prof. Dr. Nil Cura, Prof. Dr. Hülya Kılıçoğlu, Prof. Dr. Gülnaz Marşan ve Doç. Dr. Evren Öztaş'a,

Eğitimim boyunca klinik tecrübeleri ve manevi desteklerini esirgemeyen Dr. Deniz Gümrü Çelikel, Dr. Beyza Tağrikulu ve Dr. Muhsin Çifter'e,

Tez çalışmamda kullandığım bilgisayar programının geliştirilmesi, modifikasyonu ve tezimin tüm dijital bölümlerinde yardımcı olan ve yardıma her zaman hazır olduğunu gösteren Recep Doğa Siyli'ye,

Uzmanlık eğitimimin başından beri her zaman gerçek bir yol gösterici olarak tüm klinik bilgilerimi benimle paylaşan, tez çalışmamın tamamında yanımda olan ve manevi desteğini her zaman hissettiğim sevgili arkadaşım Dr. Rümeyza Okutan'a,

Tezime olan katkılarından dolayı değerli arkadaşlarım Uzm. Dt. Melike Tokmak ve Dt. Pınar Ünlü Kutay'a,

Uzmanlık eğitimimin başından beri bir arada olduğumuz için çok şanslı hissettiğim kıymetli asistan arkadaşlarıma, özellikle mutlu veya mutsuz her günümüzü beraber geçirdiğimiz oda arkadaşlarıma,

Hayatımın her alanında emeklerini, desteklerini ve dualarını asla eksik etmeyen; bir evladın sahip olabileceği en iyi yürekli, en fedakar ebeveynler olan annem Gülnaz Güzel ve babam Mutlu Güzel'e,

Yaş aldıkça kıymetlerini daha iyi anladığım, hayatımın vazgeçilmez parçaları sevgili kardeşlerim Burak, Burçak ve Mustafa'ya,

İyi ve kötü her günümde, hastalıkta ve sağlıkta elimi bırakmayan yol arkadaşım, değerli eşim Ali Fidanöz'e

Teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	Xİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ .....	XİV
ÖZET .....	XV
ABSTRACT.....	XVI
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	6
2.1. Büyüme ve Gelişimin Ortodontide Önemi .....	6
2.2. Ortodontik Tedavi Prosedürlerinin İdeal Zamanlaması.....	7
2.3. Retansiyon Prosedürlerinde Büyüme ve Gelişimin Önemi .....	9
2.4. Büyüme ve Gelişim Dönemleri .....	10
2.4.1. Bebeklik Dönemi (İnfantil Dönem) .....	10
2.4.2. Çocukluk Dönemi (Juvenil Dönem): .....	10
2.4.3. Gençlik Dönemi (Adolesan Dönem): .....	11
2.4.4. Yetişkin (Adult) Dönem: .....	11
2.5. Büyüme ve Gelişim Döneminin Belirlenmesi .....	11
2.5.1. Kronolojik Yaş.....	12
2.5.2. Ağırlık ve Boy Artışı.....	12
2.5.3. İkincil Cinsiyet Karakterleri ve Menarş.....	12
2.5.4. Diş Yaşı.....	13
2.5.5. Kemik Yaşı .....	13
2.5.5.1. El-El Bilek Kemikleri .....	15
2.5.5.1.1.El-El Bilek Kemiklerinin Gelişimi ve Anatomisi .....	15
2.5.5.1.2.1. El-El Bilek Atlasları Yardımıyla İskelet Olgunlaşma Döneminin Belirlenmesi .....	23

2.5.5.1.2.2.Kemiklerdeki Kalsifikasyon Süreçleri ve Epifizyal Değişimlere Göre Oluşturulan Sınıflamalar .....	25
2.5.5.2. Boyun Omurları .....	31
2.5.5.2.1. Boyun Omurlarının Gelişimi ve Anatomisi .....	31
2.5.5.2.2.Boyun Omurlarından Yararlanılarak İskelet Yaşının Belirlendiği Yöntemler.....	34
2.5.5.2.2.1.Boyun Omurlarından Yararlanılarak İskelet Yaşını Belirlemede Kullanılan Morfometrik Yöntemler .....	41
2.5.5.2.2.3.Boyun Omuru Gelişimi ile Mandibular Büyüme Atılımı Arasındaki İlişkiyi Araştıran Çalışmalar .....	48
2.5.5.2.2.4.Konu ile İlgili Diğer Literatürler.....	54
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	65
3.1. GEREÇ .....	65
3.2. YÖNTEM .....	66
3.2.1. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Seçilmesi ve Değerlendirilmesi:.....	67
3.2.1.1. Lateral Sefalometrik Radyografiler Üzerinde Bilgisayar Programı Yardımıyla Noktaların İşaretlenmesi ve Görsel İncelemenin Yapılması .....	69
3.2.1.1.1.Bilgisayar Programının Geliştirilmesi: .....	69
3.2.1.1.2. Bilgisayar Programının Kullanılması.....	71
3.3. İstatistiksel İncelemeler .....	78
4. BULGULAR.....	79
4.1. Metot Hatasının İncelenmesi .....	79
4.2. Verilerin İncelenmesi.....	79
4.2.1. Mito ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülünün Değerlendirilmesi.....	80
4.2.2. Boyun Omuru Gövdelerinin Gelişiminde ‘Peak’ Döneme Ait Değişikliklerin Araştırılmasına Dair Bulgular .....	89
4.2.2.1. Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	91
4.2.2.2. Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	92
4.2.2.3. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	93



4.2.2.4. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	93
4.2.2.5. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Arka Yüz Yüksekliği (PH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	94
4.2.2.6. Kontrol Grubunda (n=73) Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde AH3/AP3 Oranında Meydana Gelen Değişimler .....	95
4.2.2.7. Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde AH4/AP4 Oranında Meydana Gelen Değişimler .....	95
4.2.2.8. Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde PH4/AP4 Oranında Meydana Gelen Değişimler .....	96
5. TARTIŞMA .....	97
5.1. Amacın Tartışılması .....	97
5.2. Gereç ve Yöntemin Tartışılması .....	103
5.2.1. Gerecin Tartışılması .....	103
5.2.2. Yöntemin Tartışılması .....	106
5.2.2.1. Örneklem Seçim Yönteminin Tartışılması .....	106
5.2.2.2. Örneklerin El-El Bilek ve Boyun Omuru İskelet Yaşı Hesaplanma Yöntemlerinin Tartışılması .....	107
5.2.2.3. Örneklerin Tek Araştırmacı Tarafından Değerlendirilmesinin Tartışılması .....	110
5.2.2.4. Boyun Omuru Gövdelerindeki Ölçümlerin Bilgisayar Programı Yardımı ile Yapılmasının Tartışılması .....	111
5.3. Bulguların Tartışılması .....	112
5.3.1. Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin Kronolojik Yaşlarının Değerlendirilmesi .....	112
5.3.2. Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin Kronolojik ve El-El Bilek Yaşlarının Değerlendirmesi .....	113
5.3.3. Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin Mito ve Arkadaşları Tarafından Geliştirilen Boyun Omuru Formülünden Elde Edilen İskelet Yaşlarının Tartışılması .....	114
5.3.4. Türk Kız Bireylere Özgü Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülünün Geliştirilmesi .....	115
5.3.5. Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin El-El Bilek ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşlarının Tartışılması .....	116
5.3.6. Kontrol Grubunda Peak Döneme Ait Bulguların Tartışılması .....	121

SONUÇLAR.....	128
KAYNAKLAR .....	129
ETİK KURUL KARARI.....	139
ÖZGEÇMİŞ.....	140



## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Çalışma Grubuna (n=395) Ait 'n' Sayıları ve Ortalama Yaş Bilgileri .....	67
Tablo 3-2: Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin (n=395) Kronolojik Yaşlarının Her Yaş Grubunda Yıl İçindeki Dağılımı.....	68
Tablo 3-3: Kontrol Grubuna (n=115) Ait 'n' Sayıları ve Yaş Ortalaması Bilgileri .....	68
Tablo 3-4: Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin (n=115) Kronolojik Yaşlarının Her Yaş Grubunda Yıl İçindeki Dağılımı.....	69
Tablo 4-1: Metot Hatasına Dair Değerlendirmeler.....	79
Tablo 4-2: Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Boyun Omuru İskelet Yaşı ve Kronolojik Yaşa İlişkin Değerlendirmeler .....	80
Tablo 4-3: Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Arkadaşları Tarafından Geliştirilen Formül ile Hesaplanan Boyun Omuru İskelet Yaşı ile Kronolojik Yaş Arası Farkın Yaş Gruplarına Göre Dağılımı ve İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	81
Tablo 4-4: Kontrol Grubunda (n=115) 'n' sayıları, Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek İskelet Yaşı (EY), Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşının (BY) Yaş Gruplarına Göre Ortalamaları ve İstatistiksel Değerlendirmesi.....	84
Tablo 4-5: Kontrol Grubunun (n=115) Her Yaş Grubunda Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek İskelet Yaşları (EY) ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşları (BY) Arasındaki Farklara İlişkin Değerlendirmeler.....	85
Tablo 4-6: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek Kemik Yaşı (EY) ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde edilen Boyun Omuru Kemik Yaşlarının (BY) İstatistiksel Değerlendirilmesi .....	86
Tablo 4-7: 'Prepeak, peak, postpeak' Gruplarında 'n' Sayıları, Kronolojik Yaş ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşına Dair Değerlendirmeler .....	90
Tablo 4-8: Kontrol Grubunda (n=73) Geliştirdiğimiz Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülüne Ait Parametrelerin Büyüme ve Gelişim Dönemine Göre Değerlendirmesi:	91
Tablo 5-1: Çeşitli Araştırmacılar Tarafından Karşılaştırılan El-El Bilek ve Boyun Omuru Değerlendirme Yöntemleri.....	108

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Endokondral Kemikleşme .....	17
Şekil 2-2: El-Bilek Kemikleri .....	19
Şekil 2-3: El-El Bilek Kemikleri .....	20
Şekil 2-4: Björk'ün Gelişim Evreleri .....	28
Şekil 2-5: Fishman'ın İskeletsel Olgunluk Kriterleri .....	30
Şekil 2-6: Boyun Omurları .....	32
Şekil 2-7: 1. ve 2. Boyun Omurları Atlas (C1) ve Axis (C2) .....	33
Şekil 2-8: Tipik Bir Boyun Omuru Gövdesinin Üstten Görünüşü .....	34
Şekil 2-9: Lamparski'nin Boyun Omuru Olgunlaşma Evreleri.....	35
Şekil 2-10: Hassel-Farman Sınıflandırması.....	36
Şekil 2-11: Bacetti ve Ark. Yönteminde İşaretlenen Noktalar .....	38
Şekil 2-12: Bacetti Yöntemine Göre Boyun Omuru Olgunlaşma Aşamaları: 'CVMS' ..	39
Şekil 2-13: Modifiye Bacetti 'CVMS' Sınıflaması.....	41
Şekil 2-14: Mito ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Üzerinde Yapılan Ölçümler .....	43
Şekil 2-15: Caldas ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdesi Üzerinde Yapılan Ölçümler.....	45
Şekil 2-16: Beit ve Ark. Çalışmalarında 2., 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdeleri Üzerinde Yapılan Ölçümler.....	47
Şekil 2-17: Alhadlag ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdeleri Üzerinde Yapılan Ölçümler.....	48
Şekil 2-18: Mandibular uzunluk (Ar-Pog), korpus uzunluğu (Go-Pog) ve ramus yüksekliğinin (Ar-Go) büyüme atılımlarının boyun omuru gelişim evreleri ile ilişkisi.	49
Şekil 2-19: Boyun Omurları Üzerinde İşaretlenen Noktalar ve Mandibular Büyüme Atağını Belirlemek Üzere Elde Edilen Formül.....	51
Şekil 2-20: Yüze Ait Sefalometrik Ölçümler .....	52
Şekil 2-21: Boyun Omuru Gövdelerine Ait Parametreler .....	61
Şekil 3-1: Bilgisayar Programında İşaretlenen Noktalar .....	72
Şekil 3-2: Program Tarafından Otomatik Belirlenen Noktalar.....	73
Şekil 3-3: Program Tarafından Belirlenen Diğer Noktalar.....	73
Şekil 3-4: İşaretlenen Noktalar Yardımı ile Oluşturulan Doğrular.....	74

Şekil 3-5: Noktalar İşaretlendikten Sonra Programın Ekran Görüntüsü .....	75
Şekil 3-6: Geliştirdiğimiz Formülde Yer Alan PH4/AP4 Parametresi İçin İşaretlenen Noktalar .....	76
Şekil 3-7: Bilgisayar Programının Modifiye Edilmiş Ekran Görüntüsü.....	77
Şekil 4-1:Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Ark. Geliştirdiği Formül ile Hesaplanan Boyun Omuru İskelet Yaşı (MY) ve Kronolojik Yaş (KY) Arası İlişki .....	81
Şekil 4-2: Çalışma Grubunda (n=395) Kronolojik Yaşa Göre AH3/AP3, AH4/AP4 PH4/AP4 Oranlarının Değişimi .....	82
Şekil 4-3: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş ile El-El Bilek Kemik Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi .....	86
Şekil 4-4: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş ile Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi.....	87
Şekil 4-5: Kontrol Grubunda (n=115) El-El Bilek İskelet Yaşı ile Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi .....	88
Şekil 4-6: Kontrol Grubunda (n=115) Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı ile El-El Bilek İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Blant Altman Grafiği ile Gösterimi.....	88
Şekil 4-7:Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	92
Şekil 4-8: Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	92
Şekil 4-9: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	93
Şekil 4-10: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	94
Şekil 4-11: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Arka Yüz Yüksekliği (PH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	94
Şekil 4-12: Kontrol Grubunda (n=73) AH3/AP3 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	95
Şekil 4-13: Kontrol Grubunda (n=73) AH4/AP4 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi .....	96

Şekil 4-14: Kontrol Grubunda (n=73) PH4/AP4 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi.....	96
--	----



**SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ**

Ark: Arkadaşları

CVMS: Cervical Vertebral Maturation Stage

mm: milimetre

GP: Greulich Pyle

TW-2: Tanner Whitehouse 2

TW-3: Tanner Whitehouse 3

SMI: Skeletal Maturation İndicators

CVBA: Cervical Vertebrae Bone Age

CVMI: Cervical Vertebrae Maturation Index

HWM: Hand Wrist Method

kW: Kilowatt

mA: Mikroamper

sn: Saniye

cm: Santimetre

%: Yüzde

n: Örnek sayısı

p: Olasılık

Ort: Ortalama

SD: standart sapma

Sh: standart hata

r: Uyum düzeyi

min: minimum

max: maksimum

CBCT: Cone Beam Computed Tomography

C2: İkinci boyun omuru

C3: Üçüncü boyun omuru

C4: Dördüncü boyun omuru

## ÖZET

Fidanöz BG, Boyun Omurlarından Yararlanılarak Belirlenen İskelet Yaşının Kız Bireylerde Güvenilirliğinin İncelenmesi: Retrospektif Çalışma. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, 2018.

Çalışmamızın amacı Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı hesaplama yönteminin Türk kız bireylerde güvenilirliğinin incelenmesi, Türk kızlarına özgü yeni boyun omuru iskelet yaşı formülünün geliştirilmesi; formülde yer alan parametrelerin büyüme gelişim dönemlerinde değişimleri incelenerek büyüme atılımı ile ilgili bir belirteç olup olmadığının araştırılmasıdır.

Çalışmamızın ilk bölümünde 8,0-15,9 yaş aralığında 395 kız bireye ait radyografiler kronolojik yaşlarına göre 8 gruba ayrılmıştır. Bilgisayar programı ile bireylerin lateral sefalometrik radyografilerindeki boyun omurlarında Mito ve arkadaşlarına ait regresyon uygulanmış ve boyun omuru iskelet yaşları hesaplanmıştır. Bireylerin kronolojik yaşları ile hesaplanan boyun omuru iskeletsel yaşları arasında uyum yüksek bulunmuş ancak Türk kız bireylere özgü boyun omuru iskelet yaşı formülü geliştirmek için yapılan boyutsal ölçümlerin yıllara göre değişimleri incelenerek yeni bir regresyon denklemi oluşturulmuştur.

Çalışmamızın ikinci bölümünde aynı yaş aralığında 115 kız birey kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşları uyumlu olacak şekilde seçilmiş, geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülü bu gruptaki bireylerin radyografilerine uygulanmıştır. Hesaplanan boyun omuru iskelet yaşları ile kronolojik ve el-el bilek iskelet yaşları arası korelasyon çok yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu grupta yer alan bireyler ‘prepak, peak, postpeak’ gruplarına ayrılmıştır. Grupların radyografilerinde geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülünde yer alan boyutsal ölçümler ve oranlarda ‘peak’ dönemi işaret eden bir belirteç araştırılmış ancak tespit edilememiştir.

Sonuç olarak Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı yöntemi Türk kız bireylerin kronolojik yaşları ile uyumludur. Geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülünün Türk kız bireylerin kronolojik yaşları ve el-el bilek yaşları ile korelasyonu çok yüksektir. Ancak ölçümlerimizde pubertal büyüme atılımına dair bir belirteç bulunamamıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Boyun omuru, iskelet yaşı, güvenilirlik



## ABSTRACT

Fidanöz BG. 2018. Investigation the reliability of the cervical vertebrae to determine skeletal age in Turkish Girls: A Retrospective Study. Istanbul University, Faculty of Dentistry, Department of Ortodontics. Postgraduate Thesis. İstanbul.

The aim of this study was to investigate the reliability of the cervical vertebral skeletal age method determined by Mito et al. on Turkish girls, to derive a new skeletal age method specific to Turkish girls; to detect pubertal growth peak indicator by analyzing parameters in our new method.

In the first phase of our study 395 Turkish girls aged 8,0-15,9 years were divided into 8 groups. Their cervical vertebral bone age were calculated on a computer program with the method developed by Mito et al. The correlation between chronological age and cervical vertebral bone age was high but we decided to derive a new method specific to Turkish girls.

In the second phase, 115 girls (8,0-15,9 years) were selected to determine the reliability of new cervical vertebral bone age method. This group consisted of girls who had the same chronological and hand-wrist bone age. The correlation between cervical vertebral bone age and both chronological and hand-wrist bone age were excellent. In this group subjects were divided 'prepeak, peak, postpeak' groups. We tried to find growth peak indicator in our method or our morphometric measurements, however no evidence about it was assessed.

According to our results cervical vertebral bone age determined by Mito at al. and the chronological age of Turkish girls was correlated. The new cervical vertebral bone age had high correlation with chronological age and hand-wrist bone age of Turkish female individuals. However there is no result that indicated pubertal growth peak in our new formula and measurements.

**Key words:** cervical vertebrae, skeletal age, reliability

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ortodontik teşhis ve tedavi planlaması açısından büyüme ve gelişimin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. İskeletsel anomalilerin fonksiyonel tedavisinde, büyümenin yönlendirilmesi ile en kısa sürede en etkili sonucun alınabilmesi için hastanın hangi gelişim döneminde olduğu ve büyüme potansiyeli doğru şekilde belirlenmelidir. Fonksiyonel ve ortopedik tedavilerde pubertal büyüme atılımının doğru olarak saptanması tedavi prognozunu ciddi anlamda etkilemektedir (12, 13, 51, 89). Onun dışında ortodontik tedavinin çekimli veya çekimsiz olması, kamufraj tedavisi, ortognatik cerrahi operasyonunun zamanlaması, tedavi sonu pekiştirme yöntemlerinin seçimi ve süresinin belirlenmesi, konjenital diş eksikliği olan vakalarda implant uygulamasının zamanlaması gibi durumlarda da kalan büyüme potansiyeli önem taşımaktadır (23, 39, 57, 60, 67, 71, 102).

Bireyin büyüme ve gelişimini değerlendirmek için kronolojik yaş, cinsel olgunlaşma özellikleri ve menarş, boy ve kilo artışı, dişlerin sürme ve kalsifikasyon derecelerinin kullanılması birçok kişi tarafından araştırılmış ancak hiçbirinin tek başına yeterli olmadığı savunulmuştur (37, 51, 104). Günümüzde pubertal büyüme atılım evrelerini değerlendirmede pek çok araştırmacı tarafından kabul gören en geçerli ve en güvenilir yöntem kemik yaşının hesaplanmasıdır. Bireyin kemik yaşının saptanmasında yaygın olarak el-el bilek grafilerinden yararlanılmaktadır. Büyüme ve gelişim çalışmaları, kraniofasiyal yapıların pubertal büyüme zamanlamaları ile el-el bilek kemiklerinin olgunlaşma dönemleri arasında yakın ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (36, 47, 49). Ayrıca, el ve el bileğinde birbiri ardına kalsifiye olan belirgin yapıların olması ve el-el bilek kemiklerinin gerçek boyutlarına yakın ve kolay incelenebilir olması, bu radyograflerin klinikteki rutin kullanımını açıklamaktadır (50).

1900'lü yıllardan beri birçok araştırmacı el-el bilek bölgesi ile ilgili çeşitli iskeletsel olgunluk kriterleri belirlemişlerdir (19, 36, 47, 49, 51, 100, 103). El-el bilek radyograflerinin değerlendirilmesinde iki genel yaklaşım söz konusudur. Birincisi, Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse gibi atlasların kullanılmasıdır. Greulich-Pyle atlasında kemik yaşı saptanacak kişinin el-el bilek grafisi, genellikle bir yıl aralıklarla hazırlanmış uygun cinsiyet ve kronolojik yaştaki el-el bilek grafi fotoğrafları ile karşılaştırılır ve eşleştirilir (49). Tanner-Whitehouse atlasında ise el ve el bileğinin 20

kemiği ayrı ayrı önceden hazırlanmış resimlere göre skorlandırılır. Sayılar toplanır ve ilgili tabloda skora karşılık gelen rakam bireyin iskelet yaşını verir (100). Atlasların kullanıldığı bu yöntemlerde bireyin iskelet yaşı yıl olarak ifade edilir ve ortalama bir yaşa yuvarlanır. İkinci genel yaklaşım ise bireylerin iskeletsel gelişim dönemini ve pubertal büyüme eğrisindeki yerini belirlemek amacıyla ulnar sesamoid ve hamatum çengeli gibi çeşitli yapıların kemikleşme derecelerinin ve falanksların epifiz diafiz ilişkilerinin incelenmesidir (1, 39).

El-el bileği kemiklerinin değerlendirilmesinin yanı sıra, ikinci bir radyografiye ihtiyaç duyulmadan; alınan radyasyon oranının, maliyetin ve sürenin azaltılması için boyun omurlarından iskelet yaşı tayini gündeme gelmiştir. İskelet yaşının hesaplanmasında boyun omurlarının kullanılması ilk kez Lamparski tarafından 1972 yılında tanıtılmıştır. Lamparski 10-15 yaşları arasında 500 birey üzerinde yaptığı çalışmada boyun omurları ve el-el bilek kemiklerinin olgunlaşma dönemleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir; kız ve erkek bireyler için bir seri standart geliştirmiştir. Araştırmasının sonucunda iskelet yaşının hesaplanmasında boyun omurlarının kullanılmasının el-el bilek kemiklerini kullanmak kadar güvenli ve geçerli olduğunu savunmuştur (58). Daha sonra 1988 yılında O'Reilly ve Yanniello boyun omurlarında büyüme ve gelişimle meydana gelen değişikliklerin, mandibular büyümenin tahmininde kullanılabilir olduğunu göstermiştir (70). 1995 yılında Hassel ve Farman, Fishman'ın el-el bilek bölgesinde belirlediği 11 olgunlaşma safhasına göre; 8-18 yaşları arasında 220 bireyin boyun omurlarında meydana gelen değişiklikleri inceleyerek iskelet büyüme ve gelişimini tanımlayan altı kategori oluşturmuştur (52). 2002 yılında Baccetti ve ark. boyun omurlarının olgunlaşma evrelerini beş basamakta incelemişler ve geliştirdikleri yöntemi 'Cervical Vertebra Maturation Stage' (CVMS) olarak isimlendirmişlerdir (9). Baccetti ve ark. 2005 yılında kendi çalışmalarını modifiye ederek boyun omurlarının olgunlaşma evrelerini altı basamak olarak gruplamışlardır (10).

Boyun omurlarından iskelet yaşı tayininin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği ile ilgili iki farklı görüş vardır. Birçok araştırmacı iskelet yaşı tayininde boyun omurlarının el-el bilek bölgesi kadar güvenilir olduğunu bildirirken (2, 3, 4, 57, 64, 104, 107), bazıları boyun omurlarından iskelet yaşı tayininin daha az tekrarlanabilir olduğunu ve kişiden kişiye değişmeyen belirgin yapıların bulunmadığını dolayısıyla el-el bilek radyografileri kadar güvenilir olmadığını savunmuşlardır (18, 42, 43, 109). Boyun

omurlarının şekillerinden yararlanılarak elde edilen iskelet yaşının objektifliği sorgulanmaktadır. Çalışılan yöntemin niteliğine göre objektif bir sonuç vermeyebilir, inceleme yapan hekimin tecrübesizliği sonucu etkileyebilir, yöneme alışkın olmayan klinisyenler tarafından uygulanmaları hataya sebep olabilir. Boyun omuru şekil değişiklikleri incelenirken omur gövdelerinin alt kenarında oluşan konkavitenin her bireyde belirgin olmadığı veya literatürde yer alan metotlarda belirtilen sırayı takip etmediği bilinmektedir. Bu sebeple bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Beit ve ark. boyun omurlarında yalnızca morfolojik değişikliklere dayanan yaklaşımın iskelet yaşını hesaplamada ve pubertal atılımı tahmin etmede kronolojik yaşa üstünlük sağlamadığını belirtmişlerdir (16). Başka bir çalışmada ise boyun omuru gövdelerinde meydana gelen şekil değişikliklerini değerlendirirken güvenilirliğin ve tekrarlanabilirliğin düşük olması yöntemin ortodontik tedavi planlamasında zamanlamayı belirlemek için klinik rehber olarak kullanımını engellediğinden bahsedilmiştir. Bu sebeple boyun omurlarında yapılan incelemede subjektif gözlemler yerine belirli oran ve ölçümlerden oluşan formüllerin yer aldığı yöntemlerin kullanımının güvenilirliği arttırdığı belirtilmektedir (68). Perinetti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada boyun omuru iskelet yaşı belirlemede yalnızca görsel incelemenin yer aldığı yöntemlerin güvenilirliğinin ve tekrarlanabilirliğinin yöntemle ilgili eğitimin sürekliliğine bağlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu yöntemlerin eğitiminde referans olarak kullanılan şekillerin klinikte karşılaşılan vakalara ait radyografilere göre oldukça basitleştirilmiş olduğu ve bu sebeple hataya yol açabileceği bildirilmiştir (77). 2012 yılında yayınlanmış bir sistematik derlemede ise iskeletsel olgunlaşmanın belirlenmesinde boyun omurlarından yararlanılan yöntemler araştırılmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar şekle dayalı görsel analizleri basit nitel gözlemler, çeşitli uzunluk ve oranların veya alt kenar konkavitesinin kullanıldığı şekil analizlerini daha nicel gözlemler, geometrik morfometrik ölçümlerin ve lineer regresyon formüllerinin kullanıldığı yöntemleri ise çok daha nicel ve spesifik yöntemler olarak nitelendirmişlerdir (93).

Literatürde bireysel farklılıkları göz önüne alarak objektif sonuçlar elde etmek için morfometrik ölçümlere dayanan regresyon denklemlerinin yer aldığı birçok çalışma vardır. Mito ve ark. 2002 yılında kız bireylerde yaptıkları çalışmada boyun omurlarının gövdelerinde boyutsal ölçümler yapmışlar ve bu ölçümleri oranlayarak kemik yaşını belirleyen bir regresyon analizi oluşturmuşlardır. Bu regresyon analizinden iskelet yaşı

formülü elde etmek için 3. ve 4. boyun omurlarının gövdelerinden ölçüm yapmak üzere kız bireylerin radyografilerinden yararlanmışlardır. (64). Beit ve ark. 2., 3. ve 4. boyun omurlarından ölçüm yaptıkları çalışmada hem kız hem erkek bireylere yer vermiştir (16). Caldas ve ark. 2007 yılında Mito ve ark. boyun omurlarından yararlanılarak iskelet yaşı belirlediği formülü Brezilyalı kız ve erkek bireylerin radyografileri üzerinde uygulamışlar, ancak cinsiyet ve etnik kökenden kaynaklanan farkı elimine etmek için yeni bir formül oluşturulması gerektiğini belirtmişlerdir (25). Daha sonra Caldas ve ark. yine kız ve erkek bireylerin radyografilerinin kullanıldığı çalışmalarında 3. ve 4. boyun omurları üzerinde ölçümler yaparak yeni bir boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülü oluşturmuşlardır (24). Alhadlag ve ark. ise 3. ve 4. boyun omurları üzerinde ölçüm yaparak regresyon denklemi oluşturdukları araştırmalarında yalnızca erkek bireylere ait radyografileri incelemişlerdir (2). Mosfeghi ve ark. 2013 yılında İranlı kız bireylerin radyografileri üzerinde longitudinal olarak tasarladıkları ve mandibular büyüme atılım dönemini belirleyecek bir formül geliştirmeyi amaçladıkları çalışmalarında boyun omuru gövdeleri üzerinde Mito ve ark. çalışmasına ait ölçümlerden yararlanmışlar, 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde yaptıkları ölçümler ile mandibular gelişime ait parametreleri kullanarak yaptıkları regresyon analizinde büyüme atılımını belirleyen bir formül elde etmişlerdir. Bu formülün güvenilirliğini yine Mito ve ark. çalışmasındaki formül ile sınımışlardır (66).

Ülkemizde konu ile ilgili araştırma yapan Fıratlı ve Öztaş'ın cross-sectional çalışmasında erkek ve kız bireylere ait radyografiler ile çalışılmıştır. 1., 2., 3. ve 4. boyun omurları üzerinde oransal ölçümlerin kullanıldığı çalışmada aynı zamanda boyun omuru alt kenarında oluşan konkaviteler de değerlendirilmiştir. Fıratlı ve Öztaş 1. boyun omurundan elde edilen ölçümlerin de kullanıldığı çalışmalarında el-el bilek ve boyun omuru iskelet yaşları arasında % 62-65 oranında uyum olduğunu belirtmişlerdir (34).

Okutan R. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD'de 2016 yılında tamamladığı doktora tezinde büyümesi devam eden erkek bireylerde boyun omurlarından belirlenen iskelet yaşının güvenilirliği ve tekrarlanabilirliğini incelemiştir. Farklı araştırmacıların morfometrik yöntemlerle geliştirdiği farklı boyun omuru iskelet yaşı formüllerini (Mito, Caldas, Alhadlag, Beit) Türk erkek bireylerin lateral sefalometrik radyografilerine uygulayarak elde edilen değerleri aynı bireylerin el-el bilek iskelet yaşları ile kıyaslamış ve aralarındaki uyumu değerlendirmiştir (72).

Bu çalışmada ise Mito tarafından 2002 yılında kız bireyler için geliştirilen boyun omuru iskelet yaşı hesaplama yönteminin Türk kız bireylerde güvenilirliğinin incelenmesi ve Türk kız bireylere özgü yeni bir boyun omuru iskelet yaşı belirleme formülü geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinde büyüme ve gelişim döneminde gerçekleşen morfolojik değişiklikler incelenerek pubertal büyüme atılımı ile ilgili belirgin değişikliklerin olup olmadığı da araştırılacaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Büyüme ve Gelişimin Ortodontide Önemi

Ortodonti pratiğinde yer alan çok çeşitli teşhis ve tedavi metotlarının kural ve araçlarının öğrenilip uygulanabilmesi, hastaya uygulanacak metodun seçilebilmesi tamamen ortodontinin büyüme ve gelişimle olan ilgisinin bilinmesine bağlıdır (50).

Ortodonti diş, çene ve yüz sistemini birlikte değerlendiren, anormal gelişim gösteren vakaları tedavi eden bilim dalıdır. Diş kavislerinin birbirleriyle, çenelerin bazal kaideleriyle ve çevre dokularla ilişkilerinin farklı yaşlardaki doğru formlarını belirleyerek normalden sapmış yapıların tespitini sağlayarak tedavi eder veya meydana gelişlerini önlemeye çalışır (50).

Büyüme ve gelişim boyutta artış ve oranda değişiklikler ortaya çıkaran bir süreçtir. Her bireyin büyüme paterni kendi genetik ve çevresel (sistemik hastalıklar, fonksiyon, kötü alışkanlıklar) faktörlerinden etkilendiği için diğer bireylerden farklıdır; bu durum büyüme gelişim sürecinin karmaşıklaşmasına sebep olmaktadır. Bireyin gelişimini etkileyen etyolojik faktörler ortodontik bölgelere prenatal ve postnatal hayatta yeterli bir süre etki ederek ortodontik anomalileri oluşturmaktadır. Büyüme ve gelişim bittikten sonra şiddetli iskeletsel anomalilerin yalnız ortodontik olarak tedavi edilmesi mümkün değildir. Bu tür erişkin olgularda iskeletsel anomaliler ortognatik cerrahi ile birlikte tedavi edilebilir. İskeletsel kökenli anomalilerin yalnız ortodontik olarak tedavi edilebilmesi ancak büyüme ve gelişim döneminde birtakım aygıtlarla bireyin büyüme ve gelişimini yönlendirerek mümkün olabilir. Bu sebeple bireyin gelişim dönemine uygun tedavi alternatifi sunularak tedavinin başarısı ve stabilitesi sağlanacaktır.

Ortodontik tedavinin biyolojik temelini oluşturan büyüme ve gelişim uzun yıllardır ortodontistlerin ilgisini çekmektedir.

Bireyin doğumunda çok yüksek düzeyde olan büyüme hızı puberte dönemine kadar zaman zaman bazı artışlar göstermekle beraber sürekli bir düşüş içerisinde. Puberte döneminde ise tekrar hızlı bir büyüme süreci başlar. Adolesan dönemde ortaya çıkan ve pubertal atılım olarak adlandırılan bu dönemin ortodontistler açısından oldukça büyük önemi vardır (45, 50, 65). Ricketts'e göre de büyümenin ortodontik tedavide

avantaj olarak kullanılabilmesi için ilk olarak büyüme miktarının, ikinci olarak büyüme yönünün, üçüncü olarak da büyüme atılımının en fazla olduğu zamanın bilinmesi gerekmektedir (94).

## 2.2. Ortodontik Tedavi Prosedürlerinin İdeal Zamanlaması

Büyüme ve gelişimin bilinmesi sadece ortodontik anomalilerin teşhisi açısından değil, aynı zamanda tedavi planının belirlenmesi açısından da önemlidir (101). Bunun yanı sıra büyüme ve gelişimin normalden sapması sonucunda diş-çene-yüz yapısında oluşan bozuklukları ortaya koymak ve bu bozuklukları çeneler ve yüz daha gelişim döneminde iken, gelişimden yararlanarak gidermek de ortodontinin görevleri arasındadır.

Fizyolojik gelişim süresi içerisinde ortodontik tedaviler için en ideal dönemin büyüme atılımı dönemi olduğu bilinmektedir. Ancak özellikle iskeletsel sınıf II ve III maloklüzyonlar, maksiller darlık ve ortognatik cerrahi hastalarında büyüme ve gelişimin önemi büyüktür.

İskeletsel CI II maloklüzyonlarda maksilla önde konumlanabilir, mandibula geride konumlanabilir veya bu iki durum bir arada görülebilir. Bu vakalarda vertikal gelişim artmış veya azalmış olabilir. CI II maloklüzyonlu bireylerde mandibula büyüme atılımı boyunca sınıf I maloklüzyonlu bireylere göre daha az büyümektedir (44, 63).

Birçok araştırmacı CI II vakalarda; tedavi zamanlaması, tedavi başarısı ve bireylerin gelişim dönemi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. McNamara, başarılı tedavilerin daha çok pubertal gelişim atılımıyla aynı zamanda yapılan tedaviler olduğunu bildirmiştir (63). Malmgren ve ark. ise 'peak' dönemde tedavi edilen bireylerde meydana gelen iskeletsel etkinin, 'prepeak' döneme göre daha fazla olduğunu savunmuşlardır (62).

Birçok araştırmacı tedavide daha başarılı sonuçlar elde edebilmek için fonksiyonel CI II tedavisinin 'peak' dönemde yapılması gerektiğini savunmuştur (46, 63, 74, 75). Ayrıca peak dönemde tedavi edilen bireylerde kondil daha fazla geriye doğru büyür. Atılım döneminde kullanılan fonksiyonel apareylerin bu dönemde salgılanan büyüme hormonu sayesinde daha fazla büyüme sağladığı bilinmektedir (12).

İskeletsel CI III maloklüzyonlar ise maksillanın geride konumlanması, mandibulanın önde konumlanması veya bu iki durumun kombinasyonu ile meydana



gelebilir. Bu maloklüzyonun tedavi planlamasında özellikle mandibulanın önde konumlandığı vakalarda maloklüzyonun şiddetini ve mandibulanın büyüme potansiyelini dikkatli bir şekilde analiz edip öngörmek çok önemlidir. Bu konuda farklı görüşler olmakla beraber erken dönem ortopedik tedavinin daha olumlu sonuçlar doğurduğu bilinmektedir. Petrovic'in oklüzyonun kondiler ve mandibular büyümeyi kontrol ettiği teorisi (servosistem teorisi) maksiller ve mandibular dental arkların erken yaşta doğru pozisyona getirilmesinin önemini açıklamaktadır (81). Ancak mandibular büyümenin yönlendirilmesi önemli miktarda hasta işbirliği gerektirmektedir. Bu sebeple hasta ve ailenin sabrını tüketmemek adına, iskeletsel anomalinin şiddeti, cinsiyeti, yaşı ve beklentisi göz önünde bulundurulmadan gelişigüzel bir tedavi protokolü oluşturulmamalıdır (61).

Maksillanın geride konumlandığı durumlarda tedavi seçenekleri biraz daha farklıdır çünkü maksilla yoğun damarlanma, membranöz yapı, mezenkimal hücrelerin çokluğu gibi biyolojik özellikleri sebebi ile tedavi için uygulanan kuvvetlere daha hızlı yanıt verir. Bu konuda çalışma yapan birçok araştırmacı gibi Delaire; yüz maskesi ile erken dönemde yapılan maksiller protraksiyonun belirgin iskeletsel değişikliklere neden olduğunu ancak aynı etkinin adolesan dönemde görülmediğini savunmuştur (29). Büyüme atılımı başlamadan maksiller retrognatiye müdahale edilmesi gerektiği kabul edilmektedir.

Midpalatal suturanın büyümesi hakkında da birçok çalışma yapılmıştır. Björk ve Skieller suturadaki büyümenin erişkin döneme kadar sürdüğünü belirtmişlerdir. Midpalatal sutura ile fasiyal suturaların pubertal büyüme atılımı zamanlamasının uyumlu olduğunu saptamıştır (20, 22). Maksiller darlığın tedavisinde genişletmenin iskeletsel etkisinin daha fazla olması için büyüme atılımı öncesinde veya sırasında yapılması gerektiği tüm araştırmacıların ortak görüşüdür. Yaşla birlikte suturada artan direnç tedavinin başarısını etkilemektedir.

Ortognatik cerrahi gerektiren ortodontik tedavilerde hastanın operasyondan sonra kalan büyüme potansiyeli oldukça önemlidir. Özellikle mandibulanın büyümeye devam edeceği maksiller retrognatiye veya mandibular prognatiye sahip vakalarda nüksün önüne geçilmesi imkansızdır. Bu sebeple C1 III maloklüzyonun tekrarlamaması ve zorlu prosedürler içeren ortognatik cerrahinin başarılı olabilmesi için mandibulanın

kalan büyüme potansiyelinin bilinmesi gerekmektedir. Büyüme ve gelişimin sona erdiği iskelet yaşında operasyonun gerçekleştirilmesi ideal sonuçlar verecektir.

Proffit ve ark. mandibular prognati vakalarında doğru operasyon zamanlamasını saptamada el-el bilek radyografilerinin tam olarak güvenilirliğe sahip olmadığını iddia etmişlerdir. 'Postpeak' dönemde her yıl düzenli olarak lateral sefalometrik grafi alınıp, bir önceki yıla karşılaştırıldığında çakıştırmada herhangi bir fark görülme-yene kadar operasyonun ertelenmesinin daha doğru olacağını belirtmişlerdir (83, 84)

Mandibular retrognati sebebiyle planlanan ortognatik cerrahi prosedürlerinde ise büyüme ve gelişimin tamamlanmasını beklemeden gerçekleştirilen operasyonlar mandibulanın kalan büyüme potansiyelini engelleyecektir.

### **2.3. Retansiyon Prosedürlerinde Büyüme ve Gelişimin Önemi**

Ortodontik tedavilerin büyük bir çoğunluğu büyüme ve gelişim devam ederken gerçekleşmekte ve bu süreç içerisinde sona ermektedir. Tedavinin doğru planlanması ve uygulanması kadar retansiyonun sağlanması da önemlidir. Nüksün önlenemediği vakalarda tedavinin başarısından söz etmek doğru bir yaklaşım olmaz. Tedavi bitirildikten sonra hastanın kalan büyüme potansiyeli tedavinin stabilitesini doğrudan etkiler. Bu etki koruma yönünde olabileceği gibi elde edilen sonucu bozarak dento-iskeletsel ilişkiyi kötüleştirebilir. Bu sebeple tedavin başlangıcında hastanın iskelet yaşı ne kadar önemli ise aynı durum tedavi bittikten sonra da geçerlidir. Hastanın kalan büyüme potansiyeli, büyüme yönü ve miktarı bilinmelidir.

Retansiyon apareyleri, başlangıçtaki dentofasiyal morfolojiye ve tedavi bittiği zaman bireyin iskelet yaşı ve kalan büyüme potansiyeline göre seçilmelidir.

Şiddetli Cl II vakalarda sagittal yönde daha önde konumlanan mandibulanından daha uzun süre büyümeye devam eder. Bu tip vakalarda retansiyon süresi boyunca headgear kullanılması önerilir. Mandibular retrognatide ise büyüme ve gelişim bitene kadar aktivatörlerin kullanılması gerekmektedir (61).

Artmış alt yüz yüksekliğine sahip bireylerde büyüme atılımı derin kapanışlı bireylere göre daha erken ve kısa süreli olmaktadır. Bu sebeple Nanda, açık kapanışlı hastalarda erken ortognatik cerrahi operasyonun yapılabileceğini savunmaktadır. İskeletsel derin kapanışa sahip hastaların ise yüz büyümesi daha uzun sürdüğü için,

iskelet yaşı değerlendirmesi retansiyon periyodu boyunca kesinlikle gereklidir. Bu durumu göz ardı etmek nükse neden olabilir (67).

Ortodontik tedavinin ardından diş eksikliklerinin giderilmesi için planlanan implant uygulamalarında protezin oklüzyondan daha aşağıda kalarak alveol gelişimini engellememesi için alveolar büyümenin bitmiş olduğundan emin olunmalıdır.

## **2.4. Büyüme ve Gelişim Dönemleri**

Büyüme ve gelişimin yaşamın belirli döneminde hızlandığı bilinmektedir. Aynı şekilde zamanla yavaşlama gösterir ve bireyin hayatı boyunca tekdüze seyretmez. Bu sebeple bireyin hangi büyüme döneminde olduğunu bilmek son derece önemlidir. Büyüme atılımlarını tedavinin özellikle ortopedik etkisine denk getirebilmek için, bireyin erişkin döneme gelene kadar geçirdiği büyüme atılımları belli safhalarda gösterilmelidir (50).

### **2.4.1. Bebeklik Dönemi (İnfanıl Dönem)**

Doğumdan sonra başlayan bu dönem iki yıl devam eder. Büyüme ve gelişim çok hızlıdır. Ancak bu hız ilk yılın sonunda en alt seviyeye ulaşır. İntrauterin hayatta bebeklik döneminden daha hızlı olan büyüme ve gelişim doğumla beraber azalma eğilimindedir. Buna rağmen bebeklik dönemi bireyin sahip olduğu en hızlı büyüme ve gelişim evresidir.

Bu dönemin fasiyal gelişimdeki önemi süt dişlenmenin gerçekleşiyor olmasıdır. Ortodontik tedavi için uygun bir dönem olmasa da ortodontik anomalilerin gelişimi engellenir. Ortodontik anomalilere neden olacak faktörler giderilir.

### **2.4.2. Çocukluk Dönemi (Juvenil Dönem):**

Bebeklik döneminin sonunda puberta öncesi döneme kadar devam eden dönemdir. Bu dönemin sonunda yani puberta öncesinde büyüme hızı en aza iner. Çocukluk döneminde bebeklik dönemi kadar olmasa da oldukça hızlıdır.

Bu dönemde süt dişler yerini daimi dişlere bırakmaya başlar. Ortopedik tedavi için erken kabul edilen bu dönemde koruyucu ve önleyici tedaviler uygulanabilir (50).

### **2.4.3. Gençlik Dönemi (Adolesan Dönem):**

Çocukluk dönemi kızlarda ortalama 9,6, erkeklerde ortalama 12,6 yaşlarında sona erdikten sonra genç erişkinlik başlar ve bu dönem yaklaşık 22-24 yaşlarına kadar devam eder.

Çocukluk döneminde en aza inen büyüme hızı tekrar artmaya başlar. Cinsiyete bağlı özellikler gelişir. Erkeklerde sakal ve bıyık çıkmaya başlar, ses kalınlaşır, vücuttaki yağ dokusu artar. Kızlarda göğüsler belirginleşir ve menarş görülür. Bu gelişmeler bireyin pubertal büyüme atılımının başladığını gösterir. Büyüme atılımı tepe noktasına ulaşır ve büyüme hızı tekrar azalmaya başlar. Bu dönemin sonunda büyüme biter.

Bu dönem ortodontik tedavi açısından en önemli dönemdir. Hem dişsel hem iskeletsel anomaliler bu dönemde tedavi edilebilir. İskeletsel anomaliler önceliklidir. Adolesan dönemi öncesi tedaviye başlamak zaman kaybı olarak nitelendirilir. Bununla beraber büyüme atılımı tepe noktasını geçtikten sonra uygulanan tedavilerde iskeletsel olara büyük değişiklikler beklenmez.

### **2.4.4. Yetişkin (Adult) Dönem:**

Adolesan dönemden sonra başlar, bu dönemde büyüme ve gelişim tamamen durmuştur. Ortodontik olarak dişsel anomaliler düzeltilebilirken iskeletsel bozukluklara ancak ortognatik cerrahi ile müdahale edilebilir (50).

## **2.5. Büyüme ve Gelişim Döneminin Belirlenmesi**

Ortodontik tedavi planlamasında, uygun zamanın belirlenmesinde ve stabilitenin sağlanmasında büyüme ve gelişimin önemi büyüktür. Bu sebeple büyüme ve gelişimi tespit etmek ortodontide önemli bir konudur. Bireyler bazen normal gelişim gösterirken, bazen de göstermeyebilir. Çocuğun gerek doğum öncesi gerekse doğum sonrası büyüme ve gelişiminin normal ve düzenli olabilmesi için ilk koşul, sağlıklı bir genetik yapıya sahip olmasıdır. Genetiğin yanı sıra çevresel faktörlerin de önemli etkisi vardır. Çevresel faktörlere cinsiyet, hormonal faktörler (ön hipofizin büyüme hormonu, tiroid hormonu), uterus içi ortam, annenin beslenmesi ve ilaçlar, virus enfeksiyonları gibi örnekler verilebilir (50).

Bireyin hangi büyüme ve gelişim döneminde olduğunu belirlemenin çeşitli yöntemleri vardır. Bu amaçla birçok kriterden yararlanılır. Kronolojik yaş, diş yaşı, kemik yaşı, boy ve ağırlık artışı, menarş bu kriterlerdendir (50).

### **2.5.1. Kronolojik Yaş**

Takvim yaşı olarak da adlandırılabilir olan bu yaş, bireyin doğum tarihi ile kronolojik yaşın ölçüleceği tarih arasındaki farktır. Kronolojik yaşın büyüme ve gelişim indikatörü olarak kullanılması bu konuda yapılmış çoğu araştırma tarafından desteklenmemektedir. Bu konuda yaygın kanı büyüme ve gelişimi belirlemede yetersiz olduğudur (11, 37 50).

### **2.5.2. Ağırlık ve Boy Artışı**

Boy artışı ve fasiyal büyüme arasında belirgin bir ilişki bulunduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (21, 55). Ancak boy artışı ırk, genetik, cinsiyet, beslenme, hava sıcaklığı, coğrafi bölge gibi çeşitli etmenlerle değişiklik göstermektedir. Özellikle kız bireylerde boy oranındaki artışın az oluşu pubertal atılımın tam olarak yakalanmasına olanak sağlamamaktadır (51).

Genel olarak büyüme ve gelişim ile paralellik gösterdiğinden tek başına olmasa da ortodontistler için büyüme ve gelişimin tespitinde yardımcı bir kriter olarak kullanılabilir (50).

### **2.5.3. İkincil Cinsiyet Karakterleri ve Menarş**

Büyüme ve gelişim ile iskeletsel olgunlaşmada kız ve erkek bireyler arasında cinsiyete bağlı farklılıklar gözlenmektedir. Pubertal dönemde erkeklerde vücudun bazı bölgelerinde kıllanmalar, sakal ve bıyıkların çıkmaya başlaması, vücuttaki yağ dokusunun artması ve derinin ve saçın yağlanması ile ses kalınlaşması, kızlarda; vücudun belirli bölgelerinde kıllanmalar, göğüslerin belirginleşmesi, belin incilmesi, kalçaların genişlemesi ve menarşın görülmesi bireyin fizyolojik gelişimini gösteren değişimlerdir.

Menarş yaşı kolay hatırlandığından kızlarda büyüme ve gelişimin kullanışlı bir belirteci olarak kullanılabilir. Menarş başlangıcı ile boy artışı arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada boydaki büyüme artışının menarştan bir yıl sonra durduğu rapor edilmiştir (27). Bu sebeple iskeletsel olgunluğun ve yüz büyümesinin değerlendirilmesinde kıymetli bir kriter olarak kullanılabilir. Ancak

buluğa erme ve kız çocuklarında menarş yaşı birçok faktörden etkilenmektedir. Genetik ve ırksal farklılıklar, kentsel veya kırsal yaşam, sosyo-ekonomik durum, beslenme, genel yaşam ve sağlık koşulları bu faktörlerdendir. Günümüzde menarş ve diğer buluğ belirtilerinin daha erken yaşlarda görüldüğü bilinmektedir. Bununla beraber kızlar bu döneme erkeklerden daha erken girmektedir.

Birçok faktörden etkilenen ve yalnızca çocukluktan adolesan döneme geçiş hakkında bilgi veren ikincil cinsiyet karakterleri ve menarş tek başına değil ancak daha kesin bir metoda yardımcı olarak kullanılabilir (17, 50).

#### **2.5.4. Diş Yaşı**

Dişlerin foliküllerinde kuron ve köklerinin kalsifikasyonu ile sürme zamanları diş gelişimi olarak adlandırılabilir iki dönemdir. Ortodonti kliniğinde rutin olarak alınan panoramik radyografiler üzerinde bu kalsifikasyon ve sürme dönemleri kolaylıkla tespit edilebilir. (15). Demirjian metodu en çok kabul gören diş yaşı belirleme yöntemidir (30).

Dişlerin oluşumu ve sürmesi ile ilgili lokal faktörler, sistemik hastalıklar, beslenme yetersizliği gibi etkenlerin varlığından dolayı bu yöntemin güvenilirliği tartışmalıdır. 2. büyük azı dişlerinin sürmesinin tamamlandığı 12 yaş genel olarak ortodontik tedavilere başlanan yaşa denk geldiğinden bu dönemden sonraki olgunlaşmayı gösterecek belirteçlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkemizde bu konu ile ilgili yürütülmüş araştırmalarda aynı kemik yaşına sahip Türk çocuklarında erkek çocukların diş gelişiminin kızlara göre ileride olduğu ve alt çene köpek dişi ile 1 küçük azı dişlerinin kök formasyonunun tamamlanmasının olgunlaşma indikatörü olduğu belirtilirken (105), diş yaşının Türk çocuklarında pubertal dönemi belirlemede yetersiz olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (14, 90).

#### **2.5.5. Kemik Yaşı**

Bireyin olgunlaşma miktarını belirlemek için kronolojik yaşın kullanılması yetersiz kalmaktadır. Çünkü her birey taşıdığı genetik özellikler ve yaşadığı çevresel koşulların etkisinde farklı bir biyoloji ile büyür.

İskeletsel olgunluk durumu şeklinde de tanımlayabileceğimiz kemik yaşı; baş ve yüzün büyümesi ve bütün vücut gelişim düzeyini tespit etmek için kullanılan en güvenilir kriterdir (50).

Kemik yaşı aynı zamanda ‘Radyografik olarak gözlemlenen kemik gelişiminin o düzeyin genellikle kazanıldığı kronolojik yaş olarak belirtilmesi’ şeklinde veya ‘standartların oluşturulduğu çocukların belirli bir derecede iskelet gelişimini genellikle yakaladıkları kronolojik yaştır’ olarak da tanımlanmıştır (49).

Kemik yaşı ortodontide olduğu gibi birçok farklı alanda önem taşımaktadır. Antropolojide tarihi incelemelerde, adli tıpta, pediatrik incelemelerde hastalık araştırmalarında sıkça kullanılmaktadır.

Pubertal büyüme atılım evrelerini değerlendirmede, çeşitli kriterler göz önüne alınmasına rağmen, bugün en geçerli ve en güvenilir yöntemin kemik yaşı gibi biyolojik ölçümlerin kullanımı olduğu birçok araştırmacı tarafından savunulmaktadır (10).

Kemik yaşını saptamak amacı ile el-el bileği, dirsek, omuz, ayak, ayak bileği, kalça, diz gibi vücuttaki birçok ‘epifiz’ içeren bölge kemik yaşı tayininde kullanılabilir (59, 70). İskelet sisteminin gelişimi, değişik kemikleşme merkezlerinin gelişmesi esasına dayanır ve bu durum o bölgelerden çekilen radyografilerin incelenmesiyle belirlenebilir. Vücudun farklı bölgelerinden radyografi alınarak kemik yaşı saptanabilir. Ancak fazla sayıda radyografi ALARA prensibi ile ters düşer maliyet ve zaman kaybına neden olur. Bu sebeple rutin uygulamalarda kemik yaşının saptanmasında bir takım özelliklerin aranması gerekir. Bu açıdan radyografisi alınacak bölge için şu kriterlere dikkat edilmelidir:

1. Mümkün olan en az sayıda radyografi ile amaca ulaşılabilmesi,
2. Doğumdan erişkinliğe kadar birbiri ardına kemikleşen kalsifiye yapıların olduğu bir bölge olması,
3. Kemiklerin radyografideki görüntülerinin gerçek boyutlarına yakın olması ve rahatlıkla görülebilmesi (süperpozisyon olmadan),
4. Hastadan radyografi alınabilmesi için harcanan zamanın en aza indirgenmiş olması (7).

İnsan iskelet sisteminde bu kriterleri sağlayabilecek bölgeler mevcuttur. Bunlar arasında el ve ayak kemiklerini sayabiliriz. Bazı araştırmacıların ayak kemiklerinden yararlanmayı tercih etmelerine karşın daha kolay ve daha az zaman gerektirmesi sebebi ile el-el bilek grafilerinden yararlanılmaktadır (50).

### 2.5.5.1. El-El Bilek Kemikleri

El- el bilek radyografilerinin iskelet yaşı belirteci olarak kullanılması bu konuda çalışma yapan araştırmacıların büyük çoğunluğu tarafından kabul görmektedir. El-el bilek radyografileri ile uzun yıllardır birçok çalışma yapılmıştır.

Wilhelm Conrad Röntgen 1895 yılında X-ışını keşfederek radyografik görüntüleme tekniklerinin temelini oluşturmuştur (1).

El-el bilek grafisi ilk olarak Sydney Rowland tarafından 1896'da alınmıştır (98). Ranke ise iskeletsel olgunlaşmayı el-el bilek radyografileri ile inceleyen ilk kişidir(87).

J.Poland, el-el bilek radyografileri ile ilk atlası yayınlamıştır (82). J. W. Pryor, Amerikalı bireylerde el-el bilek bölgesinin iskeletsel gelişimini radyografi ile incelemiş ve kızların erkeklerden daha önce geliştiğini aynı zamanda bazı bireylerde kemikleşme sırasının atipik seyrettiğini bildirmiştir (85).

Farklı araştırmacıların rapor ettiği bu konu ile ilgili birçok çalışmanın ardından T.Wintage Todd 'Atlas os Skeletal Maturation of the Hand' isimli el-el bilek atlasını hazırlayarak ilk klinik rehberi yayınlamıştır (52). 1950 yılında W. Greulich S. Idell Pyle ile Todd'un çalışmalarına devam ederek yaygın kullanımda bulunan atlası oluşturmuşlardır (49).

Tanner ve ark. 1962 yılında günümüzde Greulich-Pyle atlası kadar yaygın olarak kullanılan Tanner Whitehouse el-el bilek kemik yaşı atlasını yayınlamıştır (100). Atlasta yer alan metot iki kez revize edilerek Tanner Whitehouse 2 (TW-2) ve Tanner Whitehouse 3 (TW-3) metodu olarak ilk metodun yerini almıştır (1).

Björk, 1967 yılında 9-17 yaş arasında, el-el bilek bölgesindeki kemik gelişimini kapsayan gelişim göstergelerini tanımlamıştır (22). Fishman, 1982 yılında el-el bilek bölgesindeki altı anatomik safhayı kullanarak dört basamaklı bir iskeletsel gelişim sistemi geliştirmiştir (36, 38). Hagg ve Taranger, el-el bilek grafilerinde orta parmak orta falanksı değerlendirerek iskeletsel gelişim safhaları oluşturmuşlardır (51).

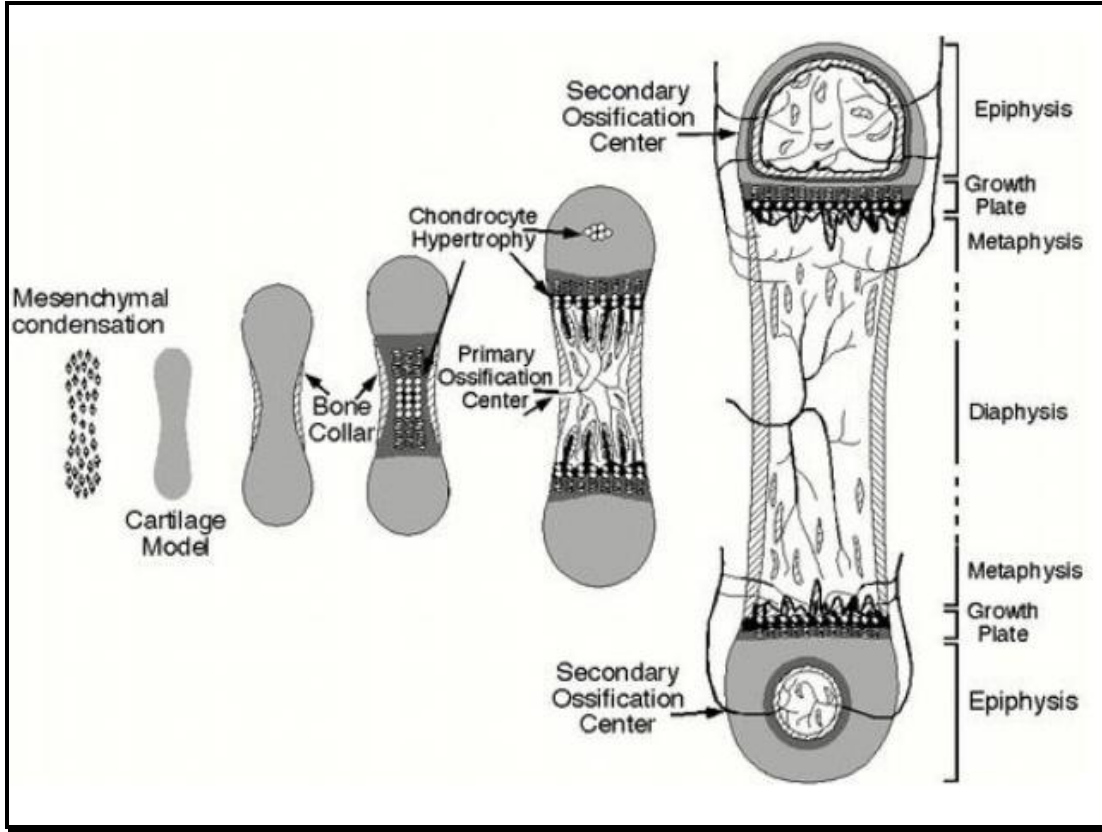
#### 2.5.5.1.1.El-El Bilek Kemiklerinin Gelişimi ve Anatomisi

Doğum ncesi dönemde yumuşak doku içerisinde sert dokulara ait ilk gelişim mezenkim içerisindeki hücre yoğunlaşmasıdır. Sınırları belirsiz bu yoğunlaşma sahalarına 'skleroblastem' adı verilmektedir. Kemik dokusu bu skleroblastemden gelişecektir. Ancak skleroblastemden kemik meydana gelmesi iki ayrı şekilde



gerçekleşir. Önce bir kıkırdak taslak meydana gelir, sonra bu taslak kemik haline dönüşür. Bu tip kemikleşme olayına “indirek kemikleşme” veya “endokondral kemikleşme” adı verilir. Bu kemikleşme türü uzun ve kısa kemiklerin büyümesi ve gelişmesinden sorumludur. Kol, bacak, el ve ayak parmak kemikleri gibi uzun kemikler ile kafa kaidesi kemikleri endokondral kemikleşmeyle meydana gelir (Şekil 2-1). Skleroblastemden meydana gelen ikinci kemikleşme olayı ise, herhangi bir kıkırdak taslak oluşmaksızın, kemiğin doğrudan oluşmasıdır. Bu tip kemikleşme olayına da “direk kemikleşme” adı verilir. Temel olarak yassı kemiklerin kemikleşme türüdür. Os frontale ve os parietale'nin tümü, os occipitale, os temporale, mandibula ve maksilla bu yolla kemikleşir (33, 50, 106).

Uzun kemikler, kemikleşme özelliklerine göre bölgelere ayrılarak da incelenir. Kemiğin korpusunu oluşturan ve bir primer kemikleşme merkezi içeren bölgeye “diafiz” denir. Her uzun kemikte bir tane diafiz bulunur. Diafizden başlayan kemikleşme zamanla kemiğin her iki ucuna doğru ilerler. Kemiğin büyük bölümünün buradan kemikleşmesinden ve buradaki merkezin embriyonel dönemde oluşmaya başlamasından dolayı, diafizdeki kemikleşme merkezine “primer kemikleşme merkezi” denir. Kemiğin bir veya her iki ucunda bulunan ve diafizden ayrı olarak kemikleşen bölgelere “epifiz” denir. Tibia, radius, ulna gibi büyük boyutlu uzun kemiklerde her iki uçta da epifiz varken; metakarp, metatars, falanks gibi küçük boyutlu uzun kemiklerde birer epifiz vardır. Bu kemiklerde epifiz içeren uç ayrı kemikleşirken, diğer uç diafizle beraber kemikleşir. Diafizde bir tane kemikleşme merkezi olmasına karşın, epifizde birden çok kemikleşme merkezi olabilir. Epifizdeki kemikleşme merkezine, hem kemikleşmede daha az oranda rol aldığı, hem de doğumdan sonra oluşmaya başladığı için “sekonder kemikleşme merkezi” de denir. Diafizle epifiz arasında bulunan ve kemik uzamasının olduğu bölgeye “metafiz” denir (5, 31, 33, 50, 88)



Şekil 2-1: Endokondral Kemikleşme

El-el bilek kemiklerinin genel anatomisinden bahsedecek olursak (5, 31, 33, 50)

#### 2.5.5.1.1.1.El kemikleri (Ossa Manus):

Her bir el iskeletinde 27 adet kemik bulunur. El kemikleri; el bileği kemikleri (ossa carpi), el tarağı kemikleri (ossa metacarpi) ve el parmak kemikleri (ossa digitorum manus) olarak üç kısımda incelenir.

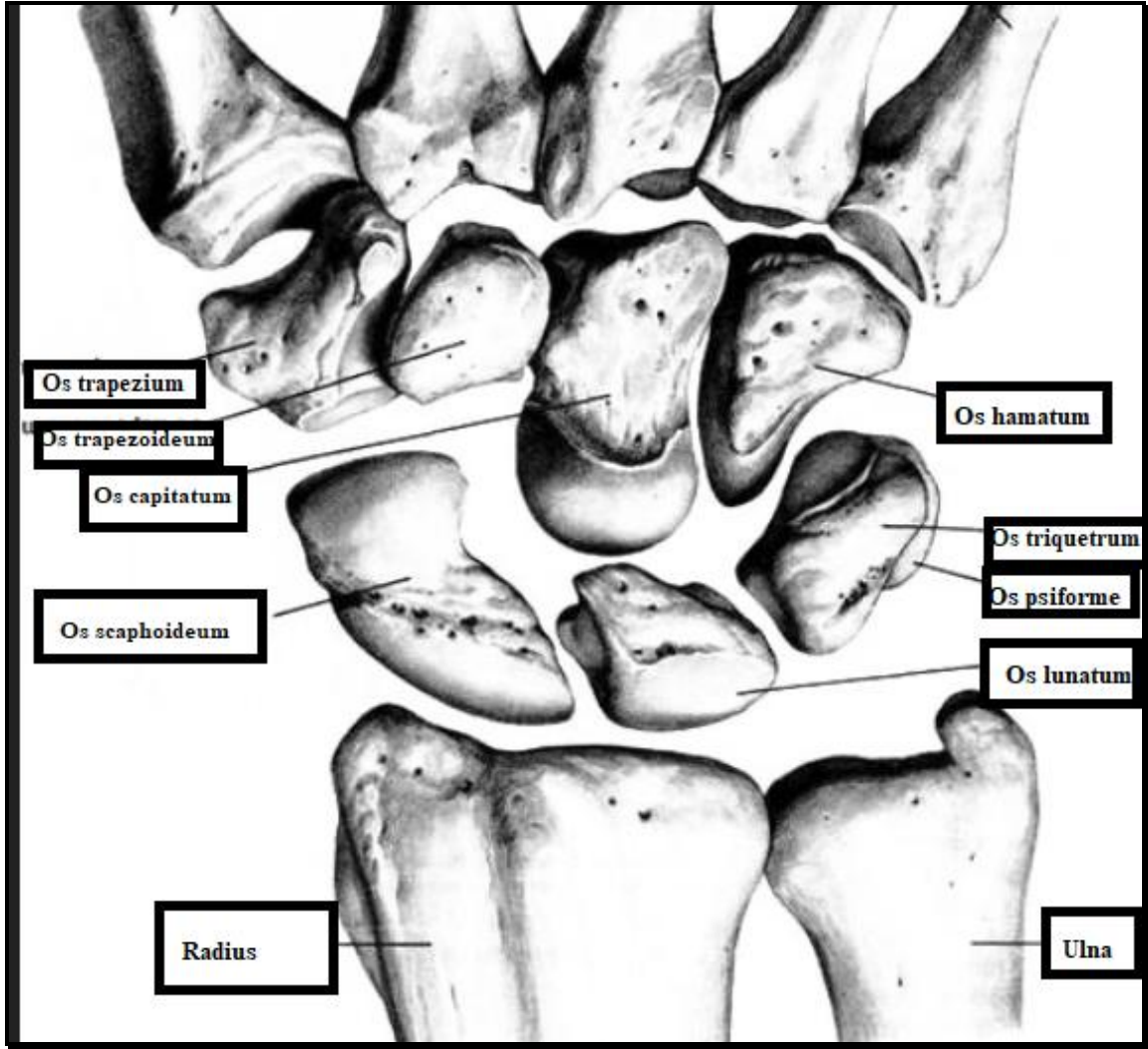
#### El Bileği Kemikleri (Ossa Carpi)

Distal ve proksimal olarak iki sıra halinde dizilmiş olan ve her bir sırada dörder kemik bulunan, toplam sekiz kısa kemikten oluşmuştur. Bu kemikleri bir arada tutan bağlar oldukça sıkıdır; bu sebeple hareketleri kısıtlıdır ve tek bir ünite gibi hareket ederler.

Proksimal sıra kemikleri dıştan içe doğru sırasıyla şöyledir:

**Os scaphoideum:** Proksimal sıranın en büyük kemiğidir. Uzun eksenini, distale, laterale ve öne yönelmiştir. Üst-iç tarafta radius'la, içte os lunatum'la, alt-içte os capitatum'la, altta os trapezium'la ve os trapezoideum'la eklem yapan yüzleri vardır.

- **Os lunatum:** Yarım ay şeklindedir. Parmal yüzü dorsal yüzünden daha geniştir. Proksimal ucu radius ve distal radioulnar eklemin eklem diskiyle eklenir. Dışta os scaphoideum'la, içte triquetrum'la, altta os capitatum ve os hamatum'la eklem yapan yüzeyleri vardır.
- **Os triquetrum:** Piramide benzer. Üst-dışta os lunatum'la, önde os pisiforme ile alt-dışta os hamatum'la eklem yapan yüzleri vardır.
- **Os pisiforme:** Bezelyeye benzer. Arkada os triquetrum'la eklem yapar.  
Distal sıra kemikleri dıştan içe doğru sırasıyla şöyledir:
- **Os trapezium:** Alt dışta 1. metakarpla, altta 2. metakarpla, içte os trapeziumla ve üstte os scaphoideumla eklem yapar.
- **Os trapezoideum:** Dorsal ve palmar yüzleri girintili çıkıntılı olup, palmar yüz daha küçüktür. Altta 2. metakarpla, içte os capitatum'la, üstte os scaphoideum'la ve dışta os trapezium'la eklem yapar.
- **Os capitatum:** El bilek kemiklerinin en büyüğüdür. Altta 2., 3., ve 4. metakarplarla, üstte os lunatum'la, dışta os trapezoideum ve os scaphoideum'la, içte os hamatum'la eklem yapar.
- **Os hamatum:** Altta 4. ve 5. metakarplarla, üstte os lunatum'la, içte os triquetrum'la, dışta os capitatum'la eklem yapar.



Şekil 2-2: El-Bilek Kemikleri

### El Tarak Kemikleri (Ossa Metacarpi)

El tarak kemikleri beş adet ince, uzun kemiklerdir. Avuç içi ve el sırtının iskeletini oluştururlar. Her bir metakarpal kemiğin üst ucuna “basis”, gövdesine “corpus”, alt ucuna “caput” denir. El tarak kemikleri dıştan içe doğru (baş parmağtan başlayarak) os metacarpale I, II, III, IV, V şeklinde Romen rakamı ile numaralandırılır. En uzun metakarpal kemik II. metakarp, en kısıası ise I. metakarpdır.

### El Parmak Kemikleri (Ossa Digitorum, Phalanges)

Başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer adet olmak üzere her elde 14 adet bulunur. Proksimalden distale doğru 1., 2., ve 3. falanks diye isimlendirildiği gibi,

phalanks proksimalis, phalanks media ve phalanks distalis olarak da isimlendirilir. Her bir falanksın iki ucu ve bir de gövdesi bulunur.

Birinci sıradaki kemikler, proksimalde metakarpal kemiklerle ve distalde bir sonraki falankslarla; ikinci sıradakiler, birinci ve üçüncü falankslarla, distal sıradakiler ise sadece proksimal uçları ile ikinci falanks ile eklem yapar.



**Şekil 2-3: El-El Bilek Kemikleri**

1-capitatum, 2-hamatum, 3-radiusun distal epifizi, 4-3. parmak proksimal falanks epifizi, 5-2.parmak proksimal falanks epifizi, 6-4. parmak proksimal falanks epifizi, 7-2.metakarpal epifizi,8-1. parmak distal falanks epifizi, 9-3. metakarpal epifizi, 10-4. metakarpal epifizi, 11-5.parmak proksimal falanks epifizi, 12-3.parmak orta falanks epifizi, 13-4.parmak orta falanks epifizi, 14-5. metakarpal epifizi, 15-2.parmak orta falanks epifizi 16-triquetral, 17-3.parmak distal falanks epifizi, 18-4.parmak distal falanks epifizi, 19-1.metakarpal epifizi, 20 1.parmakproksimal falanks epifizi, 21-5.parmak distal falanks epifizi, 22-2.parmak distal falanks epifizi, 23-5.parmak ortafalanks epifizi, 24-lunatum, 25-trapezium, 26-trapezoid, 27 scaphoid, 28-ulnanın distal epifizi, 29-pisiform, 30-ulnar sesamoid

Karpal kemikler birer merkezden kemikleşir. Birinci yılda sırasıyla os capitatum ve os hamatum, üçüncü yılda os triquetrum, beşinci yılda sırasıyla os lunatum ve os trapezium, altıncı yılda os scaphoideum, sekizinci yılda os trapezoideum, on ikinci yılda ise os pisiforme kemikleşmeye başlar. Metakarpal kemikler iki merkezden kemikleşirler. Birinci metakarpal kemikte falankslara benzer şekilde, biri gövdesinde diğeri proksimal ucunda olmak üzere iki kemikleşme merkezi vardır. Diğer metakarpal kemikler ise birisi gövdede, diğeri de distal ucunda olmak üzere iki merkezden kemikleşir. Falankslar biri gövdesinde diğeri de proksimal ucunda olmak üzere iki merkezden kemikleşirler. Gövdelerindeki kemikleşme intrauterin hayatın 8. haftasında başlar. Birinci sıra kemiklerin proksimal uçlarında 3-4. yıllarda, ikinci ve üçüncü sıra kemiklerinde ise 4-5. yıllarda kemikleşme başlar. Bu iki merkez her üç sırada da 18-20 yaşlarında birbirleriyle kaynaşır. Distal falankslar el kemiklerinin içerisinde ilk kemikleşmeye başlayandır ve diğer falankslarda gövdede görülen kemikleşme, bunlarda distal uçlarında görülür.

### **Ön Kol Kemikleri**

Dirsek ile el bileği arasındaki üst ekstremité bölümüne ön kol (antebrachium) denir. Ön kolda radius ve ulna kemikleri bulunur.

#### **Radius:**

Ön koldaki iki kemikten dış yanda olanıdır. İki ucu ve bir gövdesi vardır. Proksimaldeki ucuna 'caput radii' denir, humerus ve ulnaya eklem yapar. Distal ucu kemiğin en geniş bölümüdür. Distalde os scaphoideum ve os lunatuma medialde ulnaya eklem yapar.

#### **Ulna:**

Ön koldaki iki kemikten iç yanda olanıdır. Proksimaldeki ucu humerus ve radiusla eklem yapar. Distaldeki ucuna 'caput ulnae' denir, radius ve el bileği ile eklem yapar.

### **2.5.5.1.2. El-El Bilek Kemiklerinin İskelet Yaşı Tayininde Kullanılmasının Avantajları ve Dezavantajları**

Birçok araştırmanın sonucuna göre iskelet yaşı tespitinde el-el bilek kemiklerinin kullanılmasının avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- El bileği küçük ve radyolojik olarak iyi araştırılabilen bir bölgedir.
- El bileği bölgesinde çok sayıda kemik bir arada bulunur ve bu kemiklerin kalsifikasyonları geniş bir zaman aralığında gerçekleşir.
- Parmak kemiklerinin epifiz ve diafiz kısımlarının kaynaşma zamanları farklıdır.
- Tek bir film ile istenilen bölgeye ulaşılabilir, zaman ve maliyet açısından avantajlıdır.
- Son yıllarda geliştirilen bir metotla el bileği ve kafatası tek bir film üzerinde görüntülenebilmektedir.
- Radyografilerdeki kemik görüntüsünün gerçek boyutlarına yakın ve süperpozisyonların az olması nedeniyle net bir görüntü elde edilebilir (50).

Yirminci yüzyılın başından bugüne kadar, çalışılan el-el bilek radyografilerinde tek el ve sol taraf kullanılmıştır. Tek elden radyografi alınması ile alınan radyasyon dozu % 50, maliyet ise %30-40 azalmaktadır. Sol elin seçilmesinin nedeni ise, çoğu toplumda sağ tarafını kullananların sayısının fazla olması nedeniyle bu tarafın daha fazla kaza riskine sahip olması ve sık kullanılan tarafta kemik gelişiminin 3 aya kadar daha ileride olma ihtimalinin bulunmasıdır (49).

El-el bilek kemiklerinin dezavantajları ise:

- İkinci bir radyografi gerektirdiği için ekstra radyasyon, maliyet ve zaman kaybına neden olur.
- Farklı iskelet bölgelerinde gelişim değişiklik gösterebilir. El-el bilek bölgesinin yüz bölgesinden uzak olması ve iskelet sisteminin küçük bir komponenti olması nedeniyle gelişimi temsil etmek için her zaman ideal olmayabilir.

El-el bilek iskelet yaşı kronolojik yaşın aksine tam olarak hesaplanmaz. Klinik örneklerde yaklaşık altı ay kadar hata payı görülebilir (95).

### **2.5.5.1.3 El-El Bilek Kemiklerinden Faydalanarak İskeletsel Olgunlaşma Dönemi Belirleme Yöntemleri**

El-el bilek kemiklerinin kireçlenme ve epifizlerin kaynaşmasından yararlanılarak yaş tayininde şu kemik gruplarından yararlanılır (50):

- Radius ve ulnanın epifiz ve diafizleri

- Bilek kemiklerinin kireçlenme zamanları (sırasıyla: os capitatum, os hamatum, os triquetrum, os lunatum, os scaphoideum, os trapezium, os trapezoideum)
- Metakarp ve metakarp epifizleri
- Falanks ve falanks epifizleri
- Ulnar sesamoid kalsifikasyonu

El-el bilek kemiklerinden yararlanılarak iskelet yaşı tayin edilirken iki yol izlenir. Bu yollardan ilki el-el bilek atlasları ile bireyin radyografisini karşılaştırmak ikincisi ise unlar sesamoid ve hamatum çengeli gibi çeşitli yapıların kemikleşme derecelerinin ve falanksların epifiz diafiz ilişkilerini incelemektir.

#### **2.5.5.1.2.1. El-El Bilek Atlasları Yardımıyla İskelet Olgunlaşma Döneminin Belirlenmesi**

Günümüzde bu amaçla en yaygın kullanılan atlaslar Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse atlaslarıdır.

##### **Greulich-Pyle Atlası**

Bugün en yaygın olarak kullanılan metot Greulich-Pyle'in (49) geliştirdikleri metot olup 1937'de Todd ve arkadaşlarının başlattıkları çalışmanın devamıdır. Todd (103), kız ve erkeklerin belli yaş gruplarında kemik yaşı standartlarını saptamıştır. Ölümünden sonra yardımcıları Greulich ve Pyle başlamış olan çalışmayı tamamlayarak, 1950 yılında yayınlamışlardır. Atlastaki fotoğraflar 1931-1942 seneleri arasında Cleveland Ohio'da incelenen 2500 çocuğu içeren bir seri radyografiye dayanmaktadır. Bu yayında araştırmacılar el-el bilek radyografilerini, sadece kemiklerin oluşum ve kalsifikasyonlarını değil, çeşitli bölümlerdeki değişik olgunluk belirtilerini de göz önüne alarak geniş kapsamlı bir incelemeye tabi tutmuşlar ve radiografiyi atlastaki 58 fotoğraftan biri ile eşleştirmişlerdir. Atlastaki her fotoğraf, her cins için ayrı bir standardı gösterir, bu standartlar her kronolojik yaş grubu için 100 tane radyografinin ortalamasından elde edilmiştir. Kız ve erkek bireylerin kemikleşme olaylarının farklılık göstermiş olması ve kız çocuklarında bu olayın daha erken oluşması, atlasın iki ana bölümden oluşmasını sağlamıştır (8). Atlasın birinci bölümünde erkek, ikinci bölümünde de kız çocukları için genellikle 1 yıllık aralıklarla hazırlanmış el ve el bilek filmlerinden çekilmiş resimler bulunmaktadır. Herhangi bir çocuğun kemik yaşını saptamak için bu bireyden alınan el-el bilek grafisi, atlastaki kendi cinsiyetine ve kendi kronolojik yaşına uyan resimler ile karşılaştırılır. Eğer kemik gelişimi atlastakinden



geride ise daha önceki standartlarla, ileride ise daha sonraki standartlarla karşılaştırılarak atlasta bir standart seçilir. Bu standart kemik yaşını gösterir (49, 95). Atlasın üçüncü bölümü ise doğumdan erişkin yaşa kadar el ve bileğin her bir kemiğine ait bireysel gelişim evreleri ile bu evrelerin kız ve erkek standartlarından hangisine uyduğu ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Kemik yaşı saptanırken gerektiğinde bu bölüme de başvurulabilir (49).

Çok yaygın olarak kullanılsa da bu atlasın bazı dezavantajları bulunmaktadır; ilk olarak atlastaki fotoğrafların çoğunlukla bir yıllık değişimleri göstermesidir. Özellikle erkek çocuklarına göre kız çocuklarında bir yıl boyunca daha fazla iskeletsel değişiklik meydana gelmekte ve kız çocukları olgun dönemlerine erkeklerden daha erken bir kronolojik yaşta ulaşmaktadır. Diğer ise, atlasın bütün sağlıklı çocukların iskeletsel gelişiminin birbiriyle aynı olduğunu varsayması, bütün kemiklerin aynı iskeletsel yaşta olduğunu ve ve kemik gelişiminin sabit bir patern izlediğini kabul etmesidir. Fakat aslında sağlıklı çocukların da kemik gelişiminde çeşitli varyasyonlar mevcuttur. Bu varyasyonlar genetikten etkilenebilir (61).

### **Tanner-Whitehouse Atlası**

Tanner ve arkadaşları tarafından 1962 yılında yayınlanan bu atlas, 1945-1958 yılları arasında radyografi alınan ve İngiliz toplumunun orta sosyo-ekonomik seviyesinin örnekleri olan 2564 çocuktan elde edilen radyografilerden standardize edilmiştir. Bu atlasta kemik yaşı belirlenmesi konusunda yeni bir sistem geliştirmişlerdir. Bu metot revize edilerek 1975 yılında Tanner Whitehouse-2 (TW-2) metodu olarak, 2001 yılında Tanner Whitehouse-3 (TW-3) metodu olarak yayınlanmıştır. Bu atlas iki yönden Greulich Pyle atlasından daha üstündür. Bunlardan birincisi; elin farklı kemikleri farklı iskeletsel gelişim düzeyinde olabilir düşüncesine dayanarak her bir kemiğin iskeletsel gelişim döneminin ayrı ayrı değerlendirilmesidir. Diğer ise; değerlendirmenin sonucunda belirlenen iskelet yaşının her zaman yıllık olarak ifade edilmemesidir (8, 97).

Bu sistemde üç skorlama sistemi vardır. TW-2 20 kemik yöntemi belirli safhalardaki kriterlere bakılarak 20 kemiğin herbirinin yakından incelenmesini öngörür. Bu kemikler; radius, ulna, 1., 3., 5. metakarplar, 1., 3. ve 5. parmak kemiklerinin proksimal ve distal falanksları, 3. ve 5. parmak kemiklerinin orta falanksları ve karpal kemiklerdir (os capitatum, os hamatum, os triquetrum, os lunatum, os scaphoideum, os

trapezium, os trapezoideum). El ve el bileğinin bu 20 kemiği, A'dan H'ye veya I'ya kadar skorlandırılır. 'A' kalsifikasyonun henüz başlamadığını 'I' veya 'H' ise kalsifikasyonun tamamlandığını gösterir. Her skorun bir puan değeri vardır. Kemikler için bulunan puanlar toplanır ve ilgili tablodan bu toplam rakama karşılık gelen sayı kişinin iskelet yaşını verir. Kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı tablolar mevcuttur. RUS yönteminde karpal kemikler dışında ulna ve kısa kemikler skorlandırılır. Karpal yönteminde ise sadece el bilek kemikleri skorlandırılır. Her yöntemin ayrı ayrı tabloları ve puanlamaları vardır (8, 97, 100).

#### **2.5.5.1.2.2. Kemiklerdeki Kalsifikasyon Süreçleri ve Epifizyal Değişimlere Göre Oluşturulan Sınıflamalar**

##### **Kemiklerdeki Kalsifikasyon Süreçleri:**

**Os Pisiformis (Nohutsu Kemik):** Bilek kemikleri arasında kalsifikasyona en geç başlayan kemiktir. Yapılan araştırmalara göre, birey büyüme atılımının tepe noktasına varmadan önce bu kemik kalsifiye olur. Bu nedenle, kemikteki kalsifikasyon belirtileri, bireyin büyüme atılımının başladığını veya başlamak üzere olduğunu belirtisi olarak kabul edilir.

**Os Hamatum (Çengel Kemik):** Bu kemik iki aşamada incelenir. İlk safha, hamatum çengelindeki ilk kalsifikasyon belirtilerinin yani çengelin oluşmaya başlaması dönemidir. İkinci aşama ise; hamatum çengelinin iyice belirgin olduğu dönemdir. Radyografilerde görülmeye başlaması, bireyin pubertal büyüme atılımının başladığını, belirgin olduğu dönem ise; pubertal büyüme atılımının tepe noktaya yaklaştığını gösterir.

**Ulnar Sesamoid (Susamsı Kemik):** El-el bilek grafilerinde görülen 'ulnar sesamoid', başparmağın proksimal eklem bölgesinde bulunur. Ulnar sesamoid kemiğin kalsifikasyona başlamış olması, pubertal büyüme atılımının başladığını gösterir. Ulnar sesamoid genellikle kızlarda maksimum pubertal büyüme atılımından  $12 \pm 2,1$  ay, erkeklerde ise  $9 \pm 1,4$  ay önce kalsifiye olur (7, 19).

##### **Epifizlerdeki Değişimler**

Metakarplar beş adet olup başparmaktan itibaren 1'den 5'e kadar numaralandırılır. Parmak kemikleri veya falanksalar başparmak haricinde üç

boğumludur. Başparmakta ise iki adet boğum vardır. Metakarplar gibi başparmaktan itibaren numaralandırılırlar.

Epifiz diafiz ilişkisi sırası ile; epifizin görülmeye başlaması, daha sonra diafize eşit olana kadar büyümesi, diafizi örtmesi, diafiz ile kaynaşmaya başlaması, tamamen kaynaşması, önce kaynaşma çizgisinin oluşması daha sonra tamamen kaybolması şeklinde gerçekleşmektedir. Epifiz diafiz ilişkisinde önce başparmağın sonra sırası ile diğer parmakların epifizleri incelenir.

Grave ve Brown 14 kemikleşme olayını tek kemiklerin ossifikasyonu ve epifizyal değişiklikler olarak 2 kategoride toplamıştır (47). Tek kemiklerin ossifikasyonu psiformun başlangıç ossifikasyonunu, hamatum çengelinin başlangıç ve ilerlemiş ossifikasyonunu ve 1. parmağın sesamoid kemiğinin ossifikasyonunu içerir. Epifizyal değişiklikler 1., 2., 3. parmaklar ve radiusa göre kaydedilmiştir.

Björk (21) indeksi de Grave ve Brown'un metoduna benzer şekilde 9 evrede incelenmiştir(Şekil 2-4). Bu evreler sırası ile:

- 1- **PP2 Evresi:** 2. parmağın proksimal falanksının epifiz genişliği diafiz genişliğine eşittir. Büyüme atılımı henüz başlamamıştır.
- 2- **MP3 Evresi:** 3. parmağın orta falanksının epifiz genişliği diafiz genişliğine eşittir. Büyüme atılımı henüz başlamamıştır, birey juvenil dönemdedir.
- 3- **Pisi, H1, R Evresi:**

Pisi: Pisiform kemik kalsifiye olmaya başlar ve radyografide görülebilir hale gelir. Bu kemik bilek kemikleri içerisinde en geç kalsifiye olmaya başlayan kemiktir.

H1: Hamatum çengeli radyografide görülebilecek kadar belirginleşir.

R: Radius epifiz ve diafiz genişliği eşittir.

Bu kriterler büyüme atılımının başlamak üzere olduğunu ve bireyin adolesan döneme henüz geçtiğini gösterir.

- 4- **S, H2 Evresi:**

S: Başparmağın metakarpofalanks bölgesinde ulnar sesamoid kemiğin radyografide görülebilecek şekilde kemikleşme dönemidir.

H2: Os hamatum çengelinin sınırlarının iyice belirginleştiği dönemdir.

Pubertal büyüme atılımının tepe noktaya erişmek üzere olduğunu gösterir.

5- **MP3 'cap', PP1 'cap', R 'cap' Evresi:**

MP3 'cap': Orta parmak orta falanks epifizinin diafizi bir kapsül şeklinde örttüğü dönemdir.

PP1 'cap': Başparmak proksimal falanks epifizinin diafizi bir kapsül şeklinde örttüğü dönemdir.

R 'cap': Radius epifizini diafizini bir şapka şeklinde örter.

Bu kriterler, büyüme atılımının tepe noktada olduğunu gösterir.

6- **DP3u Evresi:** Orta parmak distal falansında epifiz ve diafiz tamamen kemikleşerek kaynaşmıştır.

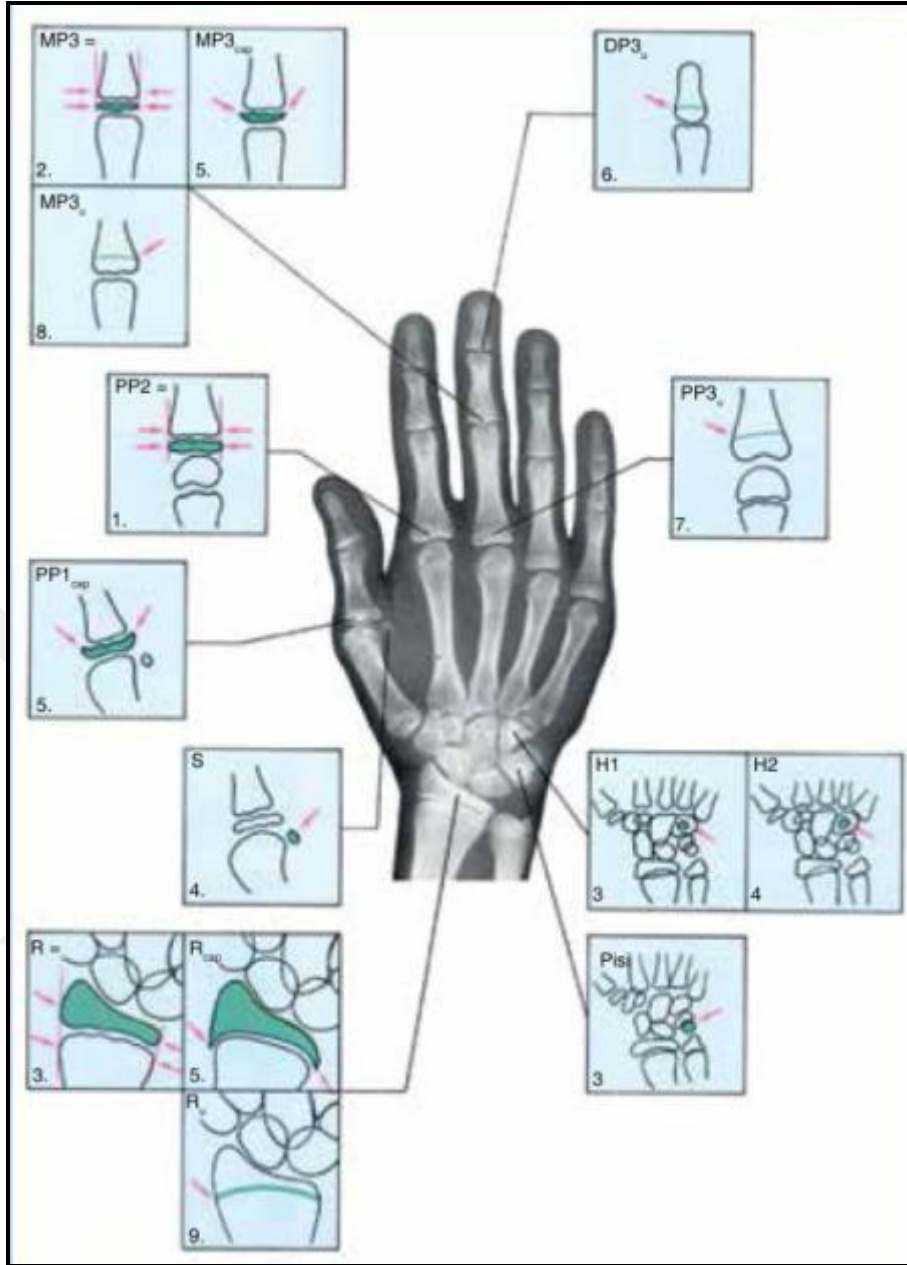
Pubertal atılımın tepe noktasının aşıldığı ve büyümenin yavaşlama dönemine girdiğini belirtir.

7- **PP3u Evresi:** Orta parmak proksimal falanksında epifiz ve diafiz tamamen kemikleşerek kaynaşmıştır.

Bu dönemden itibaren, büyüme atılımı yavaş yavaş sona ermek üzeredir.

8- **MP3u Evresi:** Orta parmak orta falanksında epifiz ve diafiz tamamen kemikleşerek kaynaşmıştır.

9- **Ru Evresi:** Radius ve ulnanın epifizlerinin diafizleriyle kaynaştığı ve epifiz çizgisinin görüldüğü dönemdir. Birey erişkin döneme geçmek üzeredir.



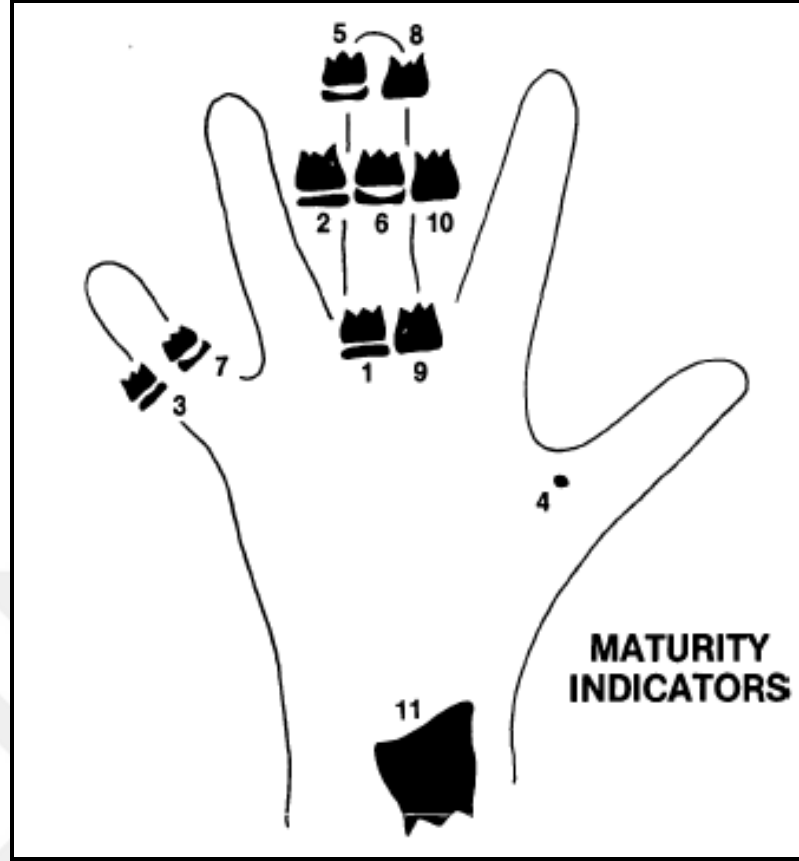
**Şekil 2-4: Björk'ün Gelişim Evreleri**

Fishman'ın geliştirdiği yöntem de iskeletsel olgunlaşmayı metodolojik olarak ele almayı kolaylaştırmaktadır. Bu yöntemde 3. ve 5. parmak ile radiusta bulunan altı anatomik bölgedeki dört kemiğin ossifikasyonuna dayanmaktadır. Bu ossifikasyon olayları sırasıyla, seçilen falankslar üzerindeki epifizyal genişleme, başparmaktaki ulnar sesamoid kemiğin ossifikasyonu, seçilen epifizlerin diafizleri örtmesi ve seçilen epifizlerin diafizlerle kaynaşması şeklinde gerçekleşmektedir (36).

Yöntemin ilk basamağı ulnar sesamoidin görülüp görülmediğine karar vermektir. Eğer görülmemiş ise üçüncü parmağın proksimal ve orta, beşinci parmağın da orta falanks epifiz diafiz ilişkilerini, sesamoid görülmüş ise üçüncü parmağın distal falanks epifizinin diafizi ile kaynaşma durumu incelenir. Kaynaşma yoksa üçüncü parmağın distal ve orta beşinci parmağın da orta epifizlerinin diafizlerini örtme durumu, kaynaşma varsa üçüncü parmağın proksimal ve orta falanks epifizleri ile radius epifizlerinin diafizleri ile kaynaşma durumu incelenir.

Fishman'a göre iskeletsel olgunlaşma kriterleri şöyle sıralanabilir:

1. Üçüncü parmak proksimal falanks epifiz diafizine eşit olması
2. Üçüncü parmak orta falanks epifiz diafizine eşit olması
3. Beşinci parmak orta falanks epifiz diafizine eşit olması
4. Ulnar sesamoidin kalsifikasyona başlaması
5. Üçüncü parmak distal falanks epifizinin diafizi örtmesi
6. Üçüncü parmak orta falanks epifizinin diafizi örtmesi
7. Beşinci parmak orta falanks epifizinin diafizi örtmesi
8. Üçüncü parmak distal falanks epifizinin diafizi ile kaynaşması
9. Üçüncü parmak proksimal falanks epifizinin diafizi ile kaynaşması
10. Üçüncü parmak orta falanks epifizinin diafizi ile kaynaşması
11. Radius epifizinin diafizi ile kaynaşması



Şekil 2-5: Fishman'ın İskeletsel Olgunluk Kriterleri

Hagg ve Taranger ise çalışmalarında ulnar sesamoid kalsifikasyonunu ve orta parmak distal falanks, orta parmak orta falanks ve radius epifiz diafiz ilişkilerini incelemişlerdir (51).

**Sesamoid:** Sesamoid kemiğin pubertal büyüme atılımının ivmelendiği dönemde görüldüğünü belirtmişlerdir.

**MP3-F:** 3. parmak orta falanks epifiz ve diafiz genişliği eşittir. 'F' epifiz diafiz genişliklerinin eşitliğini belirtir. Maksimum boy artışına ulaşılmamıştır.

**MP3-FG:** 3. parmak orta falanks epifiz genişliği diafiz genişliğine eşittir ve sağ açılardan distal sınıra demarkasyon çizgisi oluşturan epifizin medial ve lateral sınırları vardır. FG basamağına ulaşıldığında birey pubertal atılım evresinde genellikle hızlanma periyodundadır.

**MP3-G:** 3. parmak orta falanksında capping görülmektedir. Maksimum boy artışına şimdi veya bir yıl önce ulaşılmıştır. Birey maksimum büyüme atılımı evresindedir.

**MP3-H:** 3. parmak orta falanksında epifiz ve diafiz kaynaşmaya başlamıştır. Maksimum boy artışı evresi geçilmiştir fakat büyüme tamamlanmamıştır. Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmıştır.

**DP3-I:** 3. parmak distal falanks epifiz ve diafiz kaynaşmıştır. Pubertal büyüme atılımının yavaşlama evresinde görülür.

**R-I:** Radiusta epifiz ve diafiz kaynaşmaya başlamıştır. Büyüme ve gelişimin tamamlanmasına bir yıl vardır veya tamamlanmıştır.

**R-IJ** (kaynaşma neredeyse tamamlanmıştır) ve **R-J** evrelerine (kaynaşma tamamlanmıştır) büyüme ve gelişim tamamlandıktan sonra rastlanmaktadır.

#### **2.5.5.2. Boyun Omurları**

Büyüme ve gelişimin belirlenmesi iskeletsel olgunluğun tespit edilmesinde boyun omurlarından yararlanabileceği fikri gündeme getirilmiştir. Ortodontik tedaviler için rutin olarak alınan lateral sefalometrik radyografiler üzerinde yer alan boyun omurlarının zamanla oluşturdukları şekil değişikliklerinden faydalanarak el-el bilek kemiklerini incelemek için ekstra radyasyona gerek kalmadan kemik yaşının hesaplanabileceği savunulmuştur. Zaman ve maliyetten tasarruf ederek radyasyon dozunu azaltma fikri ortodontistlerin ilgisini çekmiştir.

##### **2.5.5.2.1. Boyun Omurlarının Gelişimi ve Anatomisi**

Embriyonel hayatın ikinci ayının başlangıcında vertebra taslakları meydana getiren mezenkim kıkırdak dokusu şeklinde gelişmeye başlar ve ikinci ayın sonunda bütün vertebra taslakları kıkırdaklaşmış olur. Arka çıkıntıların birleşmesi dördüncü ayın sonunda tamamlanır. Bu şekilde her taraftan kapalı vertebral kanal meydana gelmiş olur. Embriyonel bağ dokusu gelişerek, intervertebral diskusları meydana getirmeye başlar. Embriyonel hayatın ikinci ayının ortalarında transvers çıkıntıları ile eklem çıkıntıları meydana gelir. Spinal çıkıntılar ise daha geç olarak arka çıkıntıların birleştiği yerde oluşurlar. Vertebraların kemikleşmesi embriyonel hayatın üçüncü ayında başlar tamamen kemikleşmeleri ise 20-22 yaşa kadar sürer (83, 101).

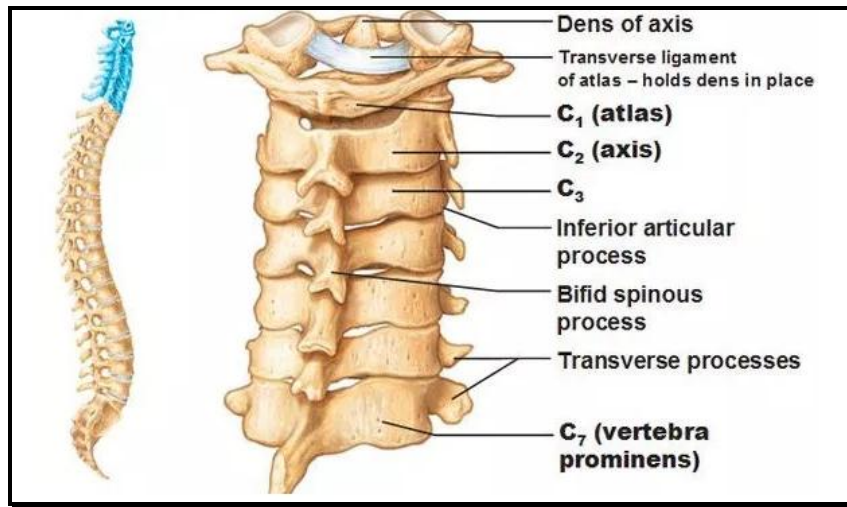


Omurların büyümesi alt ve üst yüzeylerinde kıkırdak dokudan meydana gelmektedir ve uzun kemikler gibi epifizyal plaklardan büyürler. Endokondral kemikleşme tamamlandıktan sonra boyun omuru gövdelerinin büyümesi periostal apozisyon ile sağlanır (58).

Boyun omuru gövdelerinin şekilleri gelişimin farklı dönemlerinde farklıdır. Boyun omuru gövdeleri, büyüme ve gelişim süresinde takoz görünümünden dikdörtgene ve kareye değişmekte, iskelet yaşı ilerledikçe de gövdenin dikey boyutları yatay boyutlarından daha büyük hale gelmektedir. Ayrıca iskelet yaşı ilerledikçe boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında konkavite oluşmaktadır (58).

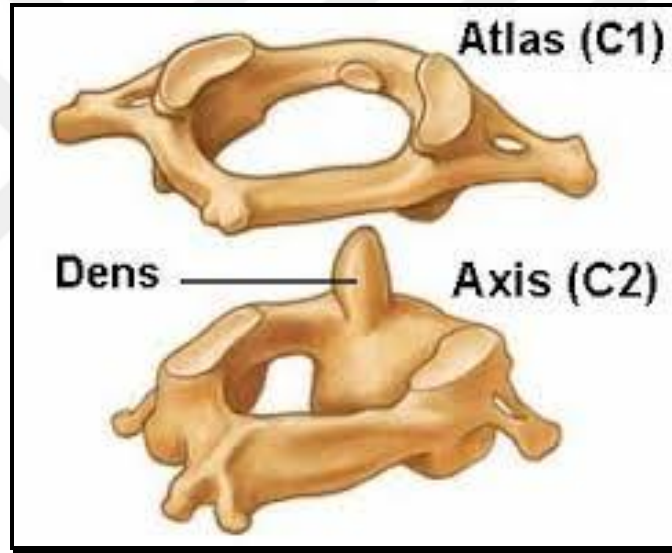
Boyun omurları yedi tanedir ve transvers proseslerinde delik bulunmaktadır. Küçük olmalarının sebebi ise omurganın boyun kısmının yalnız başın ağırlığını taşımakla yükümlü olmasıdır. Boyun omurlarında:

- Gövdesi kısadır ve üstten bakıldığında kare şeklindedir. Gövdenin üst yüzü konkav, alt yüzü ise konvektir.
- Transvers prosesleri oluk şeklinde olup foramen transversarium denilen yuvarlak bir delikleri vardır.
- Processus spinosusu küçük ve çatallıdır.
- Foramen vertebrale üçgen şeklindedir (31).



Şekil 2-6: Boyun Omurları

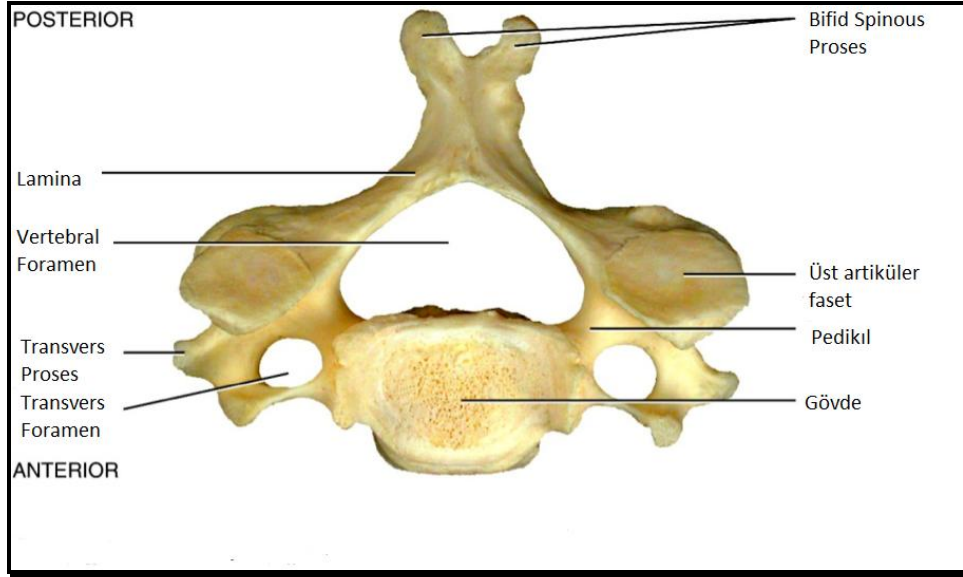
Birinci boyun omuru (C1); atlas, kafa ile eklem yapar ve gövdesinin olmaması ile karakterizedir. Diğer omurlardan farklı olarak spinoz prosesi yoktur ve burada tüberkulum posterius atlantis denilen bir kabartı vardır. Yan parçaların üst yüzünde oksipital kemikle eklem yapan geniş konkav eklem yüzeyleri vardır. Yan parçaların alt yüzünde her iki tarafta aksis ile eklem yapan yüzeyleri mevcuttur. İkinci boyun omuru (C2), aksis, şekil bakımından atlasa diğer boyun omurlarından daha çok benzer. Atlasa destek olur bu sayede baş rotasyon yapar. En önemli özelliği gövdesinin üst yüzünden çıkan ve yukarıya doğru uzanan yaklaşık iki cm uzunluğundaki çıkıntısıdır. Dişe benzediği için 'Dens' adı verilen bu çıkıntının yan taraflarında atlasın alt eklem yüzeyleri ile eklem yapan yüzeyleri bulunur (Şekil 2-7).



Şekil 2-7: 1. ve 2. Boyun Omurları Atlas (C1) ve Axis (C2)

Üçüncü (C3) ve dördüncü (C4) boyun omurlarının iki temel parçası vardır; gövdesi ve kavsi. Ayrıca omur kavsinden çıkan ve farklı yönlerde uzanan çıkıntıları bulunur. Arkaya doğru uzanan çıkıntıya spinoz prosesi adı verilir. Spinoz proseslerin uzunluk ve şekilleri omurganın çeşitli parçalarında farklıdır (31).

Vertebra prominens diye adlandırılan yedinci boyun omuru ise göğüs omurlarına benzemesi nedeniyle diğer boyun omurlarından ayrılır (31).



**Şekil 2-8: Tipik Bir Boyun Omuru Gövdesinin Üstten Görünüşü**

#### **2.5.5.2.2. Boyun Omurlarından Yararlanılarak İskelet Yaşının Belirlendiği Yöntemler**

Konu ile ilgili ilk araştırma 1972 yılında Lamparski (58) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı ortodontik tedavinin rutin kayıtlarından olan lateral sefalometrik radyografiler üzerinde yer alan boyun omurlarının büyüme ve gelişim döneminde şekil değişikliğine uğramasından yola çıkmıştır. 10-15 yaş aralığındaki kız ve erkek bireyleri incelemiş ve kemik yaşının belirlenmesinde boyun omurlarının da el-el bilek kemikleri kadar güvenilir olduğunu bildirmiştir. Ayrıca boyun omurlarının olgunlaşma dönemleri ile el-el bilek kemiklerinin olgunlaşma dönemleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek 2. ve 6. boyun omurlarının olgunlaşma dönemleri ile ilgili olarak hem kız hem de erkek bireyler için bir seri standart geliştirmiştir. Lamparski tarafından geliştirilen ve bireylerin çocukluktan erişkinliğe kadar olan büyüme ve gelişim dönemlerine göre boyun omurlarının olgunlaşma evreleri şöyledir (Şekil 2-9):

**Evre 1:** Bütün boyun omuru gövdelerinin alt kenarı düzdür. Üst sınırlar arkadan öne doğru belirgin şekilde eğimlidir, omur şekilleri takoz görünümündedir.

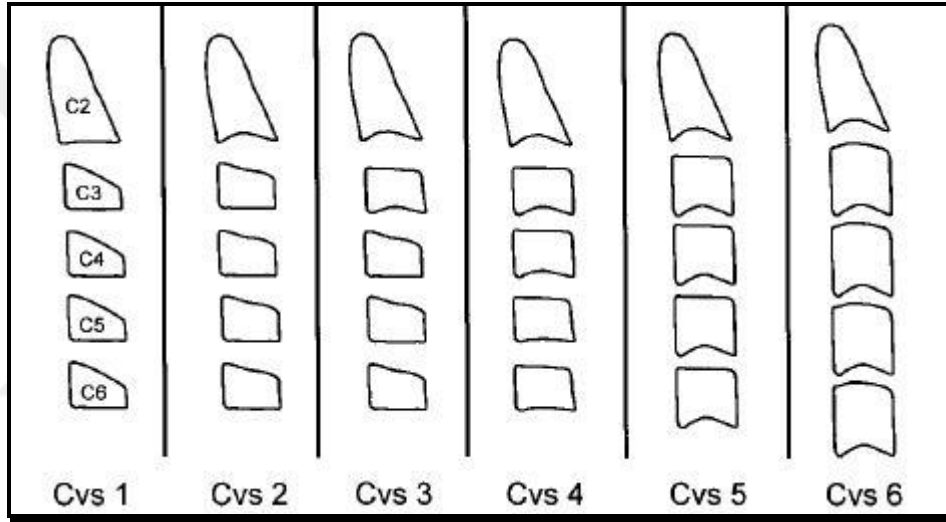
**Evre 2:** İkinci boyun omurunun alt kenarında bir konkavite oluşmuştur. Omur gövdesinin ön dikey yükseklikleri artmıştır. Diğer omurların alt kenarları hala düzdür.

**Evre 3:** Üçüncü boyun omurunun alt kenarında bir konkavite oluşmuştur. Diğer omurların alt kenarları hala düzdür.

**Evre 4:** Bu evrede bütün boyun omuru gövdeler dikdörtgen şeklindedir. Üçüncü boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite artmıştır ve dördüncü boyun omurunun alt kenarında belirgin bir konkavite oluşmaya başlamıştır. Beşinci ve altıncı boyun omuru alt kenarı konkaviteyi henüz başlangıç aşamasındadır.

**Evre 5:** Boyun omurları hemen hemen kare şeklini almışlardır. Omurlar arası uzaklıklar önemli miktarda azalmıştır. Altıncı omur gövdesinin alt kenarındaki konkavite derinliği oldukça sınırlıdır.

**Evre 6:** Bütün boyun omuru gövdelerinin dikey yükseklikleri artmıştır. Yükseklikleri genişliklerinden fazladır, konkavite derinlikleri artmıştır.



**Şekil 2-9: Lamparski'nin Boyun Omuru Olgunlaşma Evreleri**

Lamparski yöntemi daha sonra Hassel ve Farman (52) tarafından geliştirilmiştir. Bu araştırmacılar ise Fishman tarafından el-el bilek bölgesine uygulanan 11 olgunlaşma evresine göre 8-18 yaş aralığındaki 220 bireyin 2., 3., 4. Boyun omuru gövdelerinde ve denste (odontoid process) meydana gelen şekil değişikliklerine göre iskeletsel büyüme ve gelişimi tanımlayan 6 evre oluşturmuşlardır ( $r=0,89, p < 0,001$ ) (Şekil 2-10):

**1. evre, başlangıç evresidir:** Fishman'ın 1. ve 2. iskeletsel olgunluk dönemine rastlar. Adolesan büyüme henüz başlamıştır. % 80-100 oranına varan oldukça fazla miktarda büyüme beklenmektedir. 2., 3., 4. boyun omurları takoz şeklinde olup üst sınırları arkadan öne doğru meyillidir.

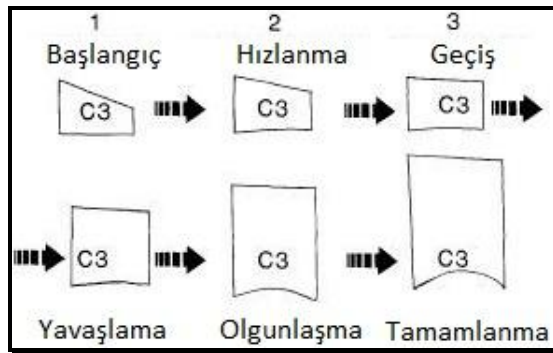
**2. evre, hızlanma evresidir:** Fishman'ın 3. ve 4. iskeletsel olgunlaşma dönemine denk gelir. Adolesan büyüme hızlanmıştır. Beklenen büyüme miktarı yaklaşık % 60-85 oranındadır. 2. Ve 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite oluşmaya başlar. 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarı düzdür. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri dikdörtgene benzemeye başlar.

**3. evre, geçiş evresidir:** Fishman'ın 5. ve 6. iskeletsel olgunluk dönemine rastlar. Adolesan büyüme tepe noktasına doğru hızla artar. % 25-65 oranında adolesan büyüme beklenir. 2. ve 3. boyun omuru gövdesinin alt kenar konkavite derinleşerek belirgin hale gelir. 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarında konkavite oluşmaya başlar. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri dikdörtgen şeklini almıştır.

**4. evre, yavaşlama evresidir:** Fishman'ın 7. ve 8. iskeletsel olgunluk dönemine denk gelmektedir. Adolesan büyüme iyice yavaşlar. % 10-25 arasında büyüme beklenir. 2., 3., ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında konkavite derinleşir. 3. ve 4. boyun omuru gövde şekilleri kareye benzemeye başlar.

**5. evre, olgunluk evresidir:** Fishman'a göre 9. ve 10. iskeletsel olgunluk dönemine rastlar. Adolesan büyüme fazla değildir. % 5-10 oranında büyüme beklenir. 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarındaki konkavite derinleşir. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri kare şeklini alır.

**6. evre, tamamlanma evresidir:** Fishman'a göre 11. iskeletsel olgunluk dönemine rastlar. Adolesan büyüme tamamlanmıştır, büyüme beklenmez. 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdesi alt kenarındaki konkavite derinleşmiştir. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri ya kare şeklindedir ya da dikey boyutları yatay boyutlarından fazladır.



**Şekil 2-10: Hassel-Farman Sınıflandırması**

Bacetti ve arkadaşlarının çalışmalarında ise 214 bireyin 6 yıl boyunca yıllık alınan lateral sefalometrik radyografileri üzerinden toplam mandibular uzunluk ölçülmüş ‘Condilyon-Gnathion’ arası mesafenin en çok arttığı yıl mandibular büyüme atılımının gerçekleştiği dönem olarak tanımlanmıştır. 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinde gerçekleşen şekil değişiklikleri altı yılda art arda alınan lateral sefalometrik radyografiler üzerinde incelenmiştir. Bu incelemede morfolojik değişiklikler görsel ve sefalometik analizlerden oluşmaktadır.

Baccetti ve ark. 2002 yılında yayınladıkları çalışmalarında 214 bireyin altı yıl boyunca yıllık alınmış lateral sefalometrik radyografilerinden total mandibular uzunluğu ölçmüşler ve ‘Condilyon-Gnathion’ mesafesindeki yıllık artışın en fazla olduğu yılı mandibular büyüme atılımının gerçekleştiği dönem olarak tanımlamışlardır. 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin morfolojilerini altı ardışık sefalometrik radyografide analiz etmişlerdir. Bu analiz, boyun omuru gövdelerinin morfolojik özelliklerinin görsel ve sefalometrik olarak değerlendirilmesinden oluşmaktadır (9):

### 1. Görsel Analiz:

İki araştırmacı birbirinden bağımsız olarak;

- 2. 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarında konkavite olup olmadığına
- 3. ve 4. boyun omurlarının şekillerine bakmışlardır.

**Trapezoid (Yamuk):** Üst sınırları arkadan öne doğru meyillidir.

**Rectangular Horizontal (Yatay dikdörtgen):** Arka ve ön kenar uzunlukları eşittir. Üst ve alt kenarları ön ve arka kenarlarından uzundur.

**Squared (Kare):** Arka, ön, alt, üst kenarları birbirine eşittir.

**Rectangular Vertical (Dikey dikdörtgen):** Ön ve arka kenarları, alt ve üst kenarlarından uzundur.

### 2. Sefalometrik Analiz:

Lateral sefalometrik radyografilerde görülen 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerindeki şu noktalar işaretlenmiştir (Şekil 2-11):

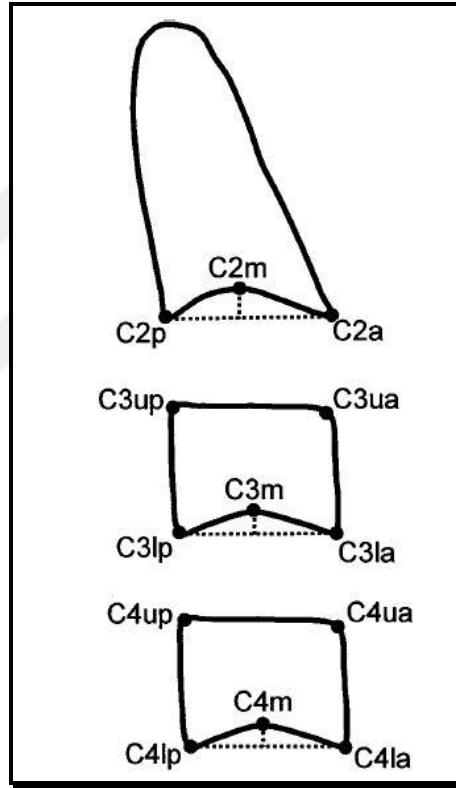
**C2p, C2m, C2a:** 2. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en arka, en derin ve en ön noktaları

**C3up, C3ua:** 3. boyun omuru gövdesinin arka ve ön kenarlarının en üst noktaları

**C3lp, C3m, C3la:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en arka, en derin ve en ön noktaları

**C4up, C4ua:** 4. boyun omuru gövdesinin arka ve ön kenarlarının en üst noktaları

**C4lp, C4m, C4la:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en arka, en derin ve en ön noktaları



**Şekil 2-11: Bacetti ve Ark. Yönteminde İşaretlenen Noktalar**

Bu işaretlenen noktalar üzerinden aşağıdaki ölçümler yapılmıştır:

**C2Conc:** 2. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite derinliğinin ölçülmesi (2. omur gövdesinin alt kenarının (C2p-C2a) konkavitenin en derin noktasına (C2m) olan dik uzaklığıdır.)

**C3Conc:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite derinliğinin ölçülmesi (3. omur gövdesinin alt kenarının (C3p-C3a) konkavitenin en derin noktasına (C3m) olan dik uzaklığıdır.)

**C4Conc:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite derinliğinin ölçülmesi (4. omur gövdesinin alt kenarının (C4p-C4a) konkavitenin en derin noktasına (C4m) olan dik uzaklığıdır.)

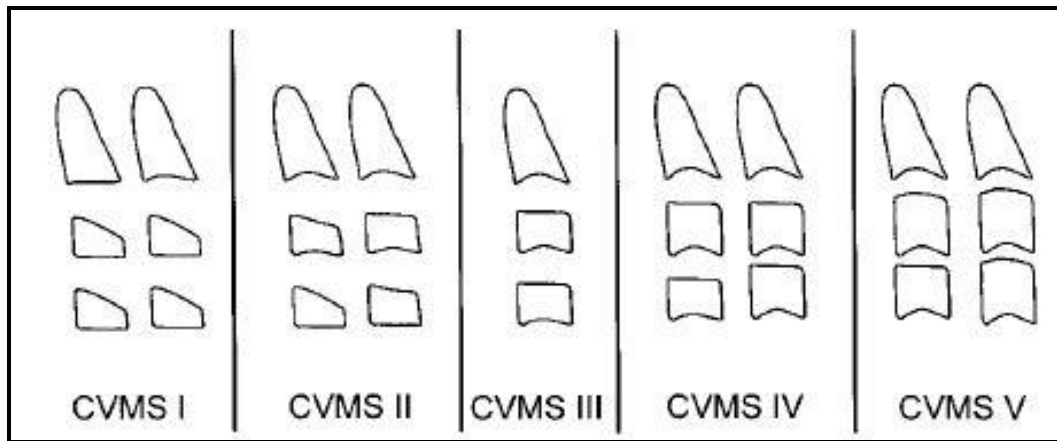
**C3BAR:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenar uzunluğunun (C3lp-C3la) anterior yüksekliğine (C3ua-C3la) oranıdır.

**C3PAR:** 3. boyun omuru gövdesinin posterior yüksekliğinin (C3up-C3lp) anterior yüksekliğine (C3ua-C3la) oranıdır.

**C4BAR:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenar uzunluğunun (C4lp-C4la) anterior yüksekliğine (C4ua-C4la) oranıdır.

**C4PAR:** 4. boyun omuru gövdesinin posterior yüksekliğinin (C4up-C4lp) anterior yüksekliğine (C4ua-C4la) oranıdır.

Altı yıllık gözlem süresince yaşla birlikte boyun omurlarının alt kenarlarında konkavite oluştuğu ve bunun anlamlı derecede arttığı ve yine yaşla birlikte boyun omurlarında görülen şekil değişikliğinden dolayı ve 'C3BAR, C3PAR, C4BAR ve C4PAR' oranlarının azaldığı görülmüştür. Bu veriler ve mandibular büyüme göz önüne alınarak Baccetti ve ark. boyun omurlarının olgunlaşmasını beş aşamada tanımlamışlardır(Şekil 2-12).



Şekil 2-12: Bacetti Yöntemine Göre Boyun Omuru Olgunlaşma Aşamaları: 'CVMS'



**CVMS I:** 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarları düzken vakaların yarısında 2. boyun omuru gövdesinde konkavite görülebilir. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri takoz şeklindedir. Mandibular büyüme atılımının en az 1 yıl sonra gerçekleşeceği düşünülmektedir.

**CVMS II:** 2. ve 3. boyun omuru alt kenarında konkavite bulunmaktadır. 3. ve 4. boyun omuru gövdesi takoz veya yatay dikdörtgen şeklindedir. Bu aşamadan sonra bir yıl içinde mandibular büyüme atılımı gerçekleşir.

**CVMS III:** 2., 3., 4., boyun omuru gövdelerinin alt kenarında konkavite vardır. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri yatay dikdörtgen şeklindedir. Mandibular büyüme atılımı bu aşamadan bir veya iki yıl önce gerçekleşmiştir.

**CVMS IV:** 2., 3., 4. boyun omuru alt kenarı hala konkavken omurlardan en az biri kare şeklini almıştır. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az bir yıl önce sona ermiştir.

**CVMS V:** 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarında belirgin bir konkavite vardır. 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinden en az biri dikey dikdörtgen şeklindedir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az iki yıl önce sona ermiştir.

Bacetti ve ark. daha sonra kendi çalışmalarını modifiye ederek boyun omurlarına göre büyüme atılımı 6 evrede incelenmiştir (Şekil 2-13) (10):

**CVMS I:** 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarları düzdür. Üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdeleri takoz şeklindedir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan ortalama iki yıl sonra beklenmektedir.

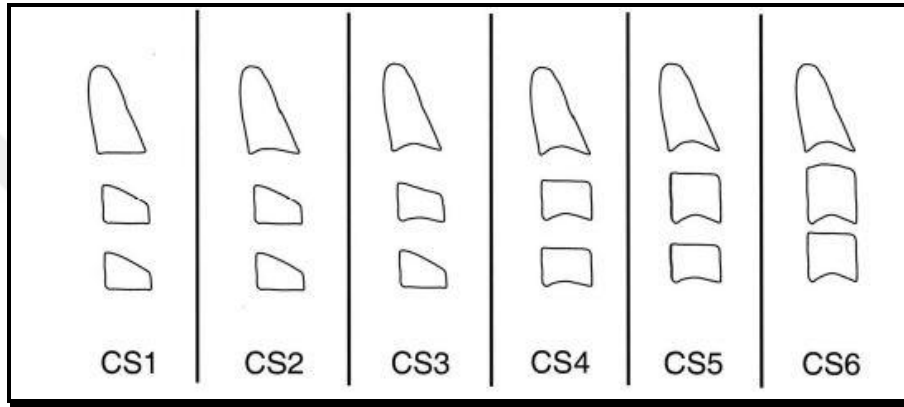
**CVMS II:** 2. boyun omuru gövdesinin alt kenarında konkavite vardır. Üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdeleri hala takoz şeklindedir. Bu aşamadan ortalama bir yıl sonra mandibular büyüme atılımı gerçekleşecektir.

**CVMS III:** 2. ve 3. boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında konkavite vardır. Üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinden biri yatay dikdörtgen şeklinde olabilir. Mandibular büyüme atılımı bu aşamadan sonraki yıl içinde gerçekleşir.

**CVMS IV:** 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında konkavite vardır. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri yatay dikdörtgen şeklindedir. Mandibular büyüme atılımı bu aşamadan bir veya iki yıl önce gerçekleşmiştir.

**CVMS V:** 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarındaki konkavite devam eder. 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinden en az biri kare şeklindedir. Diğer boyun omuru gövdesi kare şeklinde değilse hala yatay dikdörtgen şeklindedir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az bir yıl önce sona ermiştir.

**CVMS VI:** 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında belirgin bir konkavite vardır. 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinden en az biri dikey dikdörtgen şeklindedir. Diğer boyun omuru gövdesi dikey dikdörtgen şeklinde değilse kare şeklindedir. Mandibular büyüme atağı bu aşamadan en az iki yıl önce sona ermiştir.



**Şekil 2-13: Modifiye Bacetti 'CVMS' Sınıflaması**

#### **2.5.5.2.2.1. Boyun Omurlarından Yararlanılarak İskelet Yaşını Belirlemede Kullanılan Morfometrik Yöntemler**

İskelet yaşı hesaplamada boyun omurlarından yararlanılmasının yukarıda belirtilen çalışmalar ile literatüre girmesinden sonra konu ile ilgili oldukça fazla araştırma yapılmıştır. Son dönemde yapılan çalışmalarda boyun omuru iskelet yaşının güvenilirliği üzerine yoğunlaşmıştır. Bireylerin büyüme paternindeki farklılıkları göz önünde bulundurulunca güvenilir sonuçlar elde edebilmek için yöntemin objektif parametreler ve ölçümler içermesi gerektiği bilinmektedir. Bu sebeple günümüzde rapor edilmiş çalışmalarda görsel analiz yerine morfometrik ölçümlerin yer aldığı, bu sayede gözlemciden kaynaklanan hataların en aza indirilmesi; yüksek güvenilirlik ile beraber yüksek tekrarlanabilirlik amaçlanmıştır. Çalışmamızın bu bölümünde morfometrik ölçümler ile kemik yaşı formülü elde edilmiş araştırmalara yer verilmiştir.

Fıratlı ve Öztaş, yaşları 9-15 arasında değişen 325 bireyin lateral sefalometrik radyografileri üzerinde boyun omurları boyutlarında büyüme ve gelişimle meydana

gelen değişikliklerin iskelet yaşı tayininde kullanılıp kullanılmayacağını inceledikleri çalışmalarında 1., 2., 3. ve 4. boyun omurları üzerinde 17 referans noktası işaretlemişler, 13 milimetrik ölçüm yapmışlar ve bu ölçümlerden 9 oran oluşturmuşlardır. Bireylerin el- el bilek iskelet yaşları Greulich-Pyle atlası kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda boyun omurları boyutlarında büyüme ve gelişimle meydana gelen değişikliklerin iskelet yaşı tayininde kullanılabileceği ve 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin ön kenar yüksekliklerinin alt kenar uzunluklarına oranlarının uygun parametreler olduğu belirtilmiştir (34).

Fıratlı ve Öztaş başka bir çalışmalarında ise, lateral sefalometrik radyografilerde görülen boyun omurlarına ait boyutsal oranlardan yararlanarak yeni bir iskelet yaşı belirleme yöntemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yaşları 9-15 arasında değişen 206 bireyin (112 kız-94 erkek) el-el bilek iskelet yaşları Greulich Pyle atlasına göre belirlenmiştir. 1., 2., 3. ve 4. boyun omurları üzerinde 17 referans noktası işaretlemiş, 13 milimetrik ölçüm yapmış ve 9 oran üzerinden ve bir regresyon denklemi oluşturmuşlardır. Boyun omurlarından hesaplanan iskelet yaşı ile el-el bilek radyografilerinden elde edilen iskelet yaşı arasında kızlarda %60-65, erkeklerde %61-68 arasında uyum olduğunu belirtmişlerdir. 3. ve 4. boyun omuru gövdesinde meydana gelen değişikliklerin büyüme ve gelişimi en iyi yansıtan en yükek korelasyon katsayılı ölçümler olduğunu rapor etmişlerdir (35).

Mito ve ark. 2002 yılında yaptıkları çalışmalarının ilk aşamasında, yaşları 7,0 ile 14,9 arasında değişen 176 kız bireyi her bir yaş grubu 22 kızdan oluşacak şekilde sekiz gruba ayırmıştır. Bireylerin lateral sefalometrik radyografilerinde 3. ve 4. boyun omurlarının;

- gövdesinin ön yüksekliği (AH)
- gövde yüksekliği (H)
- gövdesinin arka yüksekliği (PH)
- gövde yatay genişliği (AP) ölçülmüştür (Şekil 2-14).

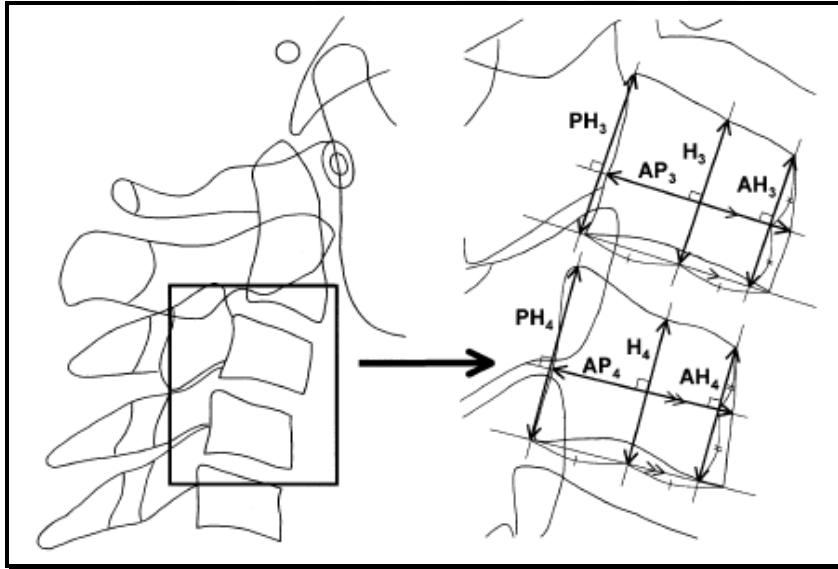
Bu ölçümler üzerinde AH/AP, H/AP, PH/AP, AH/H, H/PH, AH/PH oranları hesaplanarak bir regresyon denklemi elde edilmiştir.

Boyun Omuru Kemik Yaşı:

$$- 0,20 + 6,20 \times (AH_3/AP_3) + 5,90 \times (AH_4/AP_4) + 4,74 \times (AH_4/PH_4)$$

Bu regresyon denkleminde kronolojik yaş bağımlı değişken, boyun omuru gövdelerinden ölçülen oranlar ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır.

Mito ve ark. aynı çalışmanın ikinci aşamasında yaşları 8,0-13,9 arasında değişen 66 kız bireyi kontrol grubu olarak belirlemiştir. Bu gruptaki bireylerin el-el bilek radyografilerinden TW2 -RUS metoduna göre iskelet yaşları hesaplanmış ve oluşturdukları regresyon denklemi ile belirledikleri boyun omuru iskelet yaşı arasındaki korelasyonun, boyun omuru iskelet yaşı ve kronolojik yaş arasındaki korelasyondan anlamlı derecede fazla olduğunu bulmuşlardır. TW-2- RUS yöntemi ile belirledikleri iskelet yaşı ile regresyon denklemi ile belirledikleri iskelet yaşı arasındaki fark 0,75 yıl çıkarken regresyon denklemiyle belirledikleri iskelet yaşı ve kronolojik yaş arasındaki fark 1,17 yıldır (64).



**Şekil 2-14: Mito ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Üzerinde Yapılan Ölçümler**

San Roman ve ark. 5-18 yaş arası 958 İspanyol çocuğun lateral sefalometrik radyografilerindeki boyun omuru gövdelerinin şekil (altı evrede), yükseklik (dört evrede) ve alt kenarlarındaki konkavite (altı evrede) değişimlerini değerlendirmişler ve yeni bir yöntem geliştirmişlerdir. Aynı zamanda el-el bilek ve 'CVMS' yöntemlerinin korelasyonunu araştırmışlardır. El-el bilek iskelet yaşı Grave ve Brown sınıflamasına göre belirlenmiştir. İskeletsel olgunlaşmayı değerlendirmek için en iyi parametrenin

boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkavite olduğunu iddia etmişlerdir. İskeletsel olgunluk dönemini belirlemek için kızlar ve erkekler için iki ayrı regresyon denklemi oluşturmuşlardır:

**Kızlar için iskeletsel olgunluk dönemi:**  $0,029 + 0,914$  konkavite aşaması+  $0,745$  yükseklik aşaması

**Erkekler için iskeletsel olgunluk dönemi:**  $-0,838 + 0,771$  konkavite aşaması+  $0,840$  yükseklik aşaması+  $0,229$  şekil aşaması

Buldukları yeni yöntemin iskeletsel olgunluğu değerlendirmede el-el bilek radyografileri yerine kullanılabileceğini (kızlarda  $r=0,85$ , erkeklerde  $r=0,79$ ) ve özellikle erkekler için Hassel ve Farman (kızlarda  $r=0,84$ , erkeklerde  $r=0,77$ ) sınıflamasının Lamparski (kızlarda  $r=0,79$ , erkeklerde  $r=0,69$ ) yöntemine göre daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (91).

Caldas ve ark. 2007 yılında Mito ve arkadaşlarının boyun omurlarından yararlanılarak iskelet yaşı belirlediği regresyon denklemini Brezilyalı kız ve erkek bireylerin radyografileri üzerinde uygulamıştır. Bu çalışmada yaşları 7,0-15,9 aralığında yer alan 128 kız, 110 erkek bireyin radyografilerine yer verilmiştir. Bireylerin el-el bilek radyografilerinden TW-3 metodu ile ölçülmüş ve boyun omuru iskelet yaşı güvenilirliğini belirlemek üzere altın standart olarak kabul edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; kız bireylerde boyun omuru iskelet yaşı ve kronolojik yaş ile el bilek iskelet yaşı ve kronolojik yaş arasında anlamlı bir fark ( $p<0,05$ ) bulunmaktadır. Ancak boyun omuru iskelet yaşı ile el-el bilek iskelet yaşı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ( $P>0,05$ ) bulunmamıştır. Erkek bireylerde ise boyun omuru iskelet yaşı ile hem el-el bilek iskelet yaşı hem de kronolojik yaş anlamlı derecede farklı ( $p<0,05$ ) bulunmuşken; kronolojik yaş ile el-el bilek iskelet yaşları istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Mito'nun yalnızca Japon kız bireylerin radyografileri üzerinden geliştirdiği iskelet yaşı formülünün Brezilyalı yalnızca kız çocuklarına uygulanabileceği cinsiyet ve ırk farklılıkları sebebi ile erkek çocuklarda güvenilir olmadığı bu sebeple yeni bir formüle ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (25).

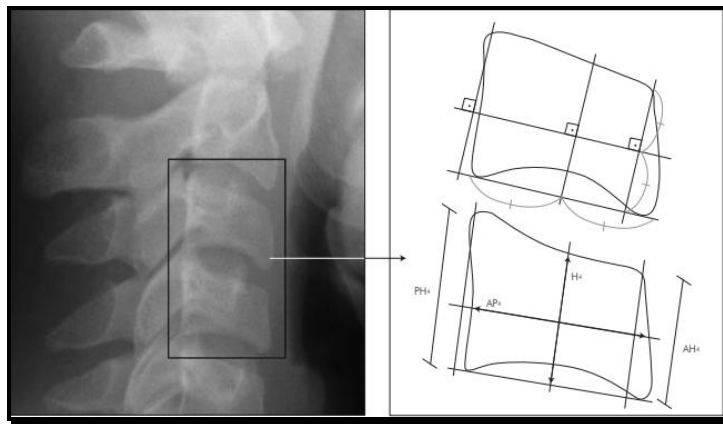
Caldas ve ark. diğer bir çalışmalarında ise boyun omurlarından iskelet yaşını belirlemek için lateral sefalometrik radyografileri kullanarak kız ve erkekler için iki ayrı regresyon denklemi oluşturmuşlardır. Çalışmaya yaşları 7 ile 15,9 aralığında 128 kız

110 erkek birey dahil edilmiştir. Bireylerin üçüncü ve dördüncü boyun omurlarının gövdeleri üzerinde ölçümler yapılarak bir regresyon denklemi geliştirilmiştir (Şekil 2-15). Bu formülde kemik yaşı bağımlı değişken, boyun omuru gövdelerinden ölçülen oranlar ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmanın diğer aşamasında oluşturulan regresyon denklemlerinin güvenilirliğini değerlendirmek amacı ile yine yaşları 7 ile 15,9 arasında değişen 55 kız 54 erkek bireyin boyun omuru kemik yaşları, TW-3 yöntemiyle belirlenen el-el bilek kemik yaşlarıyla karşılaştırılmıştır. Bulgulara göre bireylerin el-el bilek kemik yaşı, boyun omuru kemik yaşı ve kronolojik yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (ANOVA  $p:0,5721$  (kız),  $p:0,6007$  (erkek)). Sonuç olarak iskeletsel olgunluğu belirlemede, boyun omurlarından hesaplanan kemik yaşının kullanılabileceği, el-el bilek kemiklerinden belirlenen iskelet yaşı ve kronolojik yaşla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.

$$\text{'Kızlar için boyun omuru kemik yaşı'} = 1,3523 + 6,7691 \times \frac{AH_3}{AP_3} + 8,6408 \times \frac{AH_4}{AP_4}$$

$$\text{'Erkekler için boyun omuru kemik yaşı'} = 1,4892 + 11,3736 \times \frac{AH_3}{AP_3} + 4,8726 \times \frac{H_4}{AP_4}$$

Elde edilen formüllerle lateral sefalometrik radyografiler üzerinden iskelet yaşının hesaplamasının güvenilir olduğu, hem kız hem de erkek bireylerde uygulanabileceği, bu amaçla kullanılan bilgisayar programının objekifliği arttıracığı belirtilmiştir (24).



**Şekil 2-15: Caldas ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdesi Üzerinde Yapılan Ölçümler**

Beit ve ark. 6-18 yaş arası 378'i kız, 352'si erkek olmak üzere 730 birey üzerinde yaptıkları çalışmalarında, lateral sefalometrik radyografiler üzerinden ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin alt kenarındaki konkaviteyi, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin anterior yüksekliklerini ve üst ile alt kenarları arasındaki açıyı ölçmüşler ve bu değerler üzerinden boyun omuru iskelet yaşı tayini için kız ve erkek bireyler için ayrı iki regresyon denklemleri oluşturmuşlardır (Şekil 2-16). Anlamlı bir değişikliğe sebep olmadığı için açısız değerlere regresyon denklemlerinde yer vermemişlerdir. Bireylerin el-el bilek iskelet yaşlarını ise Greulich Pyle atlasına göre belirlemişlerdir.

**'Kızlar için boyun omuru kemik yaşı':**  $4,559 + 9,897 \times C2 \text{ konkavite} + 6,866 \times C3 \text{ konkavite} + 10,066 \times C4 \text{ konkavite} + 6,193 \times C3 \text{ anterior yükseklik} + 2,844 \times C4 \text{ anterior yükseklik}$

**'Erkekler için boyun omuru kemik yaşı':**  $5,242 + 5,758 \times C2 \text{ konkavite} + 6,629 \times C3 \text{ konkavite} + 9,176 \times C4 \text{ konkavite} + 2,953 \times C3 \text{ anterior yükseklik} + 4,306 \times C4 \text{ anterior yükseklik}$

Regresyon denklemine göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile Greulich Pyle atlasından hesaplanan el-el bilek iskelet yaşı ve el-el bilek iskelet yaşı ile kronolojik yaş arasındaki korelasyon karşılaştırılmıştır. Boyun omurlarından hesaplanan iskelet yaşı ile el-el bilek iskelet yaşı arasındaki korelasyon el-el bilek iskelet yaşı ile kronolojik yaş arasındaki korelasyondan düşük çıkmıştır.

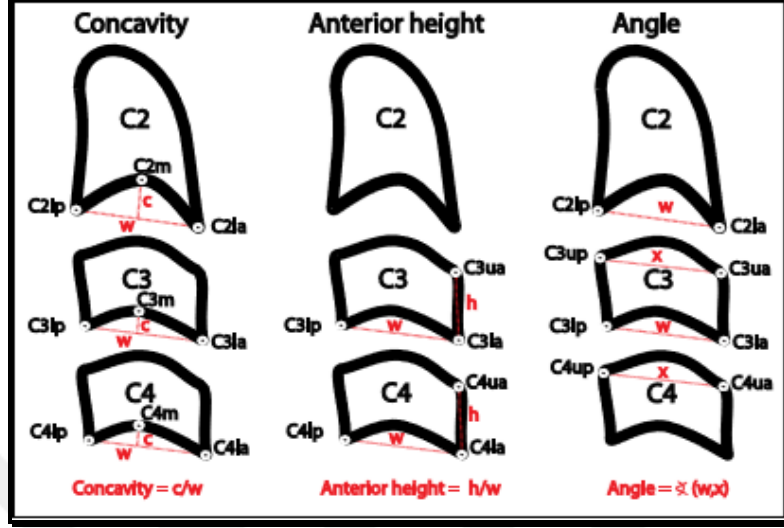
Çalışmanın sonucuna göre;

-iskelet yaşını doğru tahmin etmede boyun omuru morfolojilerini temel alan iskelet yaşı hesaplama yöntemlerinin yeterli bilgi içermediğini,

- korelasyon analizleri ve regresyon modelleri oluşturularak elde edilen boyun omuru morfoloji değerlendirmesinin diğer yöntemlere üstün olduğunu göstermek için yeterli bir kanıt içermediğini,

-iskelet yaşı belirlemede veya pubertal büyüme atılımını saptamada boyun omuru gövdelerinin morfolojilerinin değerlendirilmesinin kronolojik yaştan daha üstün olmadığını,

-incelenen populasyonda büyüme atılımı kronolojik yaş kullanılarak değerlendirildiğinde yalnızca birkaç hastada gözden kaçırılacağına iddia etmişlerdir (16).



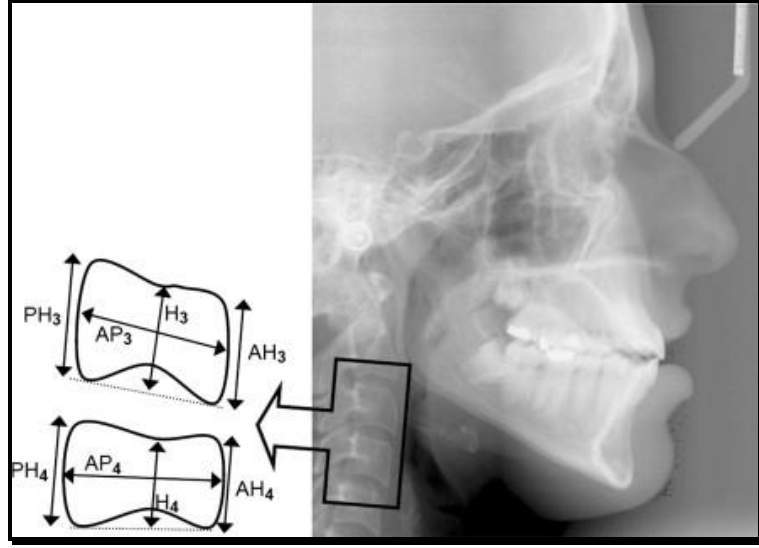
Şekil 2-16: Beit ve Ark. Çalışmalarında 2., 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdeleri Üzerinde Yapılan Ölçümler

Alhadlag ve ark. yaşları 10-15 arasında 122 erkek bireyi kronolojik yaşlarına göre altı gruba ayırmışlardır. Bireylerin lateral sefalometrik radyografileri çizilmiş, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin anterior yüksekliği (AH), posterior yüksekliği (PH), yüksekliği (H) ve anterior-posterior uzunluğu (AP) ölçülmüş ve AH/H, AH/PH, AH/AP, H/PH, H/AP, PH/AP oranları hesaplanmıştır. Kronolojik yaş ve ölçülen parametreler arasındaki oranları kullanarak boyun omurlarından iskelet yaşını belirlemek için yeni bir regresyon denklemi üretmişlerdir (Şekil 2-17).

**Boyun Omuru Kemik Yaşı (CVBA):**  $5,406 + 4,682 \times AH3/AP3 + 4,925 \times AH4/AP4$

Geliştirdikleri bu regresyon denklemi ile hesapladıkları iskelet yaşı ile kronolojik yaş, TW-3 ve Greulich-Pyle (GP) yöntemleri ile hesaplanan el-el bilek iskelet yaşları arasındaki farkı ve korelasyonu değerlendirmişlerdir. CVBA ve kronolojik yaş arasında 0,29 yıl, CVBA ve TW-3 arasında 0,19 yıl, CVBA ve GP arasında 0,35 yıl fark bulmuşlardır. Ürettikleri denklemden hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile GP ve TW-3 yöntemleri ile hesaplanan iskelet yaşları arasındaki korelasyon yüksek bulunmuştur. Kronolojik yaş ise iskelet gelişimini belirlemede kabul edilebilir bir indikatör olarak belirtilmiştir (2).





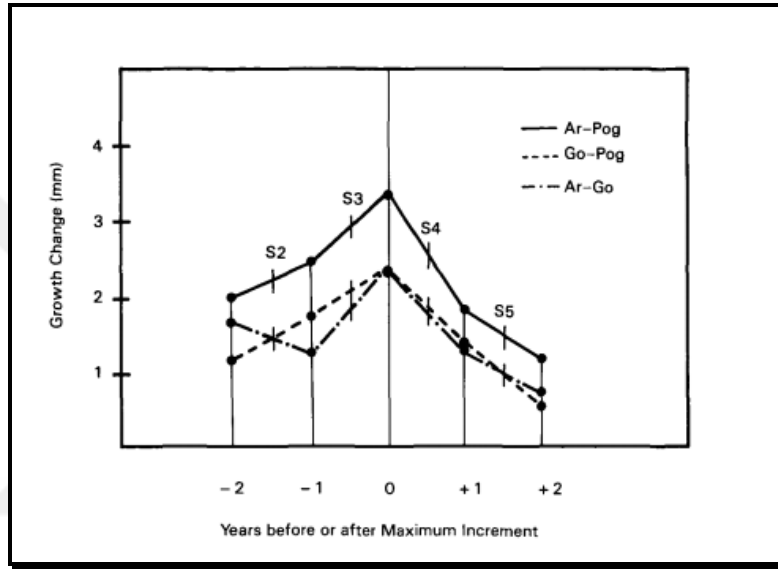
**Şekil 2-17: Alhadlag ve Ark. Çalışmasında 3. ve 4. Boyun Omuru Gövdeleri Üzerinde Yapılan Ölçümler**

#### **2.5.5.2.2.3. Boyun Omuru Gelişimi ile Mandibular Büyüme Atılımı Arasındaki İlişkiyi Araştıran Çalışmalar**

Büyüme ve gelişimi devam eden bireylerde iskeletsel maloklüzyonların tedavisinde beklenti tedavi ile elde edilen değişikliğin büyük bir kısmının iskeletsel olmasıdır. Hastalarda elde edilen ortopedik etkiyi arttırarak ideal ve stabil tedavi sonuçlarına ulaşılabilir. Özellikle mandibular yetersizlikten kaynaklanan Angle sınıf II maloklüzyonlarda tedavinin mandibular büyüme atılımı ile aynı döneme denk getirilmesi istenen sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple iskeletsel olgunluk belirteçlerinin pubertal büyüme atılımı veya bireyin iskelet yaşı yerine doğrudan mandibular büyüme atılımını belirlemek üzere kullanılıp kullanılmayacağını araştıran çalışmalar literatürde yer almıştır.

O'Reilly ve Yaniello, 13 kız bireyin 9-15 yaşları arasında alınmış yıllık sefalometrik radyografilerinden boyun omurlarının gelişimi ve mandibular büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmalarında Lamparski'ye ait boyun omuru olgunlaşma aşamalarını kullanmış ve bu aşamaların mandibular büyüme atılımına denk gelen dönemlerini araştırmışlardır. Mandibular büyümeyi ramus yüksekliği, (Articulare-Gonion, Ar-Go), korpus uzunluğu (Gonion-Pogonion, Go-Pog) ve mandibular uzunluk (Articulare-Pogonion, Ar-Pog) boyutlarında meydana gelen yıllık değişikliklerin

ölçülmesi ile tespit etmişler, en çok değişikliklerin gerçekleştiği yılı mandibular büyüme atılımı olarak belirlemişlerdir. Boyun omuru evreleri CS1'den CS3'e gelişimin hızlandığı dönemi belirtmektedir; CS2 ve CS3 evrelerinin büyümenin tepe noktasına (peak) ulaşmak için hızlandığı yıldan hemen önce gerçekleştiği belirlenmiştir.(Şekil 2-18). Elde edilen bulgulara göre boyun omuru gelişim evrelerinin mandibular büyüme atılımını değerlendirmede kullanılabileceğini rapor etmişlerdir (70).



**Şekil 2-18: Mandibular uzunluk (Ar-Pog), korpus uzunluğu (Go-Pog) ve ramus yüksekliğinin (Ar-Go) büyüme atımlarının boyun omuru gelişim evreleri ile ilişkisi**

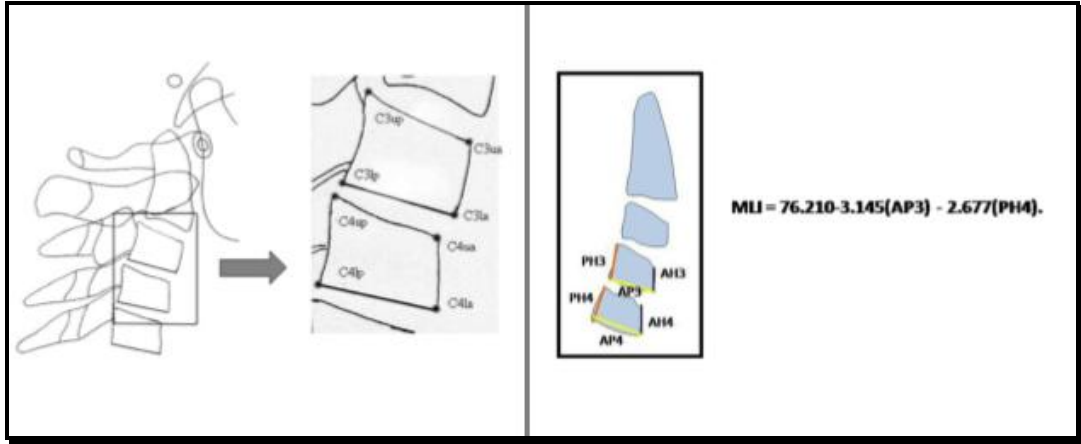
Bacetti ve ark. boyun omuru gelişim evrelerinden mandibular büyüme atılımını tespit edecek bir model geliştirmeyi amaçladıkları çalışmalarında 18 kız, 12 erkek bireye ait sefalometrik radyografiye yer vermişlerdir. Çalışma longitudinal olarak dizayn edilmiştir ve bireylerin 6 yıllık ardışık alınmış radyografilerini kullanmışlardır. Her radyografi üzerinde Condylion-Gnathion (Co-Gn) uzunluklarını ölçerek yıllık mandibular büyüme miktarını belirlemişler ve en çok artış gösteren yılı mandibular büyüme atılım dönemi olarak belirtmişlerdir. 2., 3., ve 4. boyun omurları da tüm radyografiler üzerinde incelenmiş, hem görsel hem sefalometrik analiz yapılmıştır. Boyun omuru gövdelerine ait şekiller ve alt kenar konkaviteyi incelenmiştir. Boyun omuru gelişim evreleri (CVMS) I-V olarak sıralanmıştır. Mandibulada yapılan ölçümler boyun omuru evreleri ile karşılaştırılarak mandibular büyüme atılımının CVMS II ile III

arasında gerçekte olduğu bildirilmiştir. Mandibular büyüme atılımını belirlemek için tek radyografinin yeterli olacağı öngörülmüştür (9).

Moshfeghi ve ark. mandibular büyüme atılımının ölçülebileceği ve sefalometrik radyografide boyun omuru analizine dayanan bir denklem oluşturmaya çalıştıkları araştırmalarında 33 İranlı kız bireyin 9 ve 11 yaşlarında (2 yıl ara ile) alınmış lateral sefalometrik radyografilerini değerlendirmişler; elde ettikleri bulguları Mito ve arkadaşlarına ait boyun omuru iskelet yaşı hesaplama yöntemi ile kıyaslamışlardır. Çalışmada kullanılacak tüm radyografilerin Bacetti yöntemine göre CVMS evresi (9) 1 veya 2 olacak şekilde seçilmiştir. Bunun sebebi mandibular büyüme atılımının gerçekleştiği CVM evresinin genellikle 3. evre olarak kabul görmesi, çalışmadaki bireylerin ikinci kayıtları alınana kadar bu evrenin gerçekleşmesinin beklenmesidir. Radyografilerde 3.ve 4. boyun omuru gövdelerine ait işaretlemeler yapılmıştır (Şekil 2-19). Mandibular uzunluk için Articulare-Pogonion (Ar-Po) noktaları seçilmiştir; articulare noktasının seçiminin sebebi radyografi üzerinde bulunmasının kolay olması olarak belirtilmiştir. Mandibular büyüme miktarı da her bireye ait ikinci radyografide ölçülen uzunluktan birinci radyografide ölçülen uzunluğun çıkarılması ile bulunmuştur.

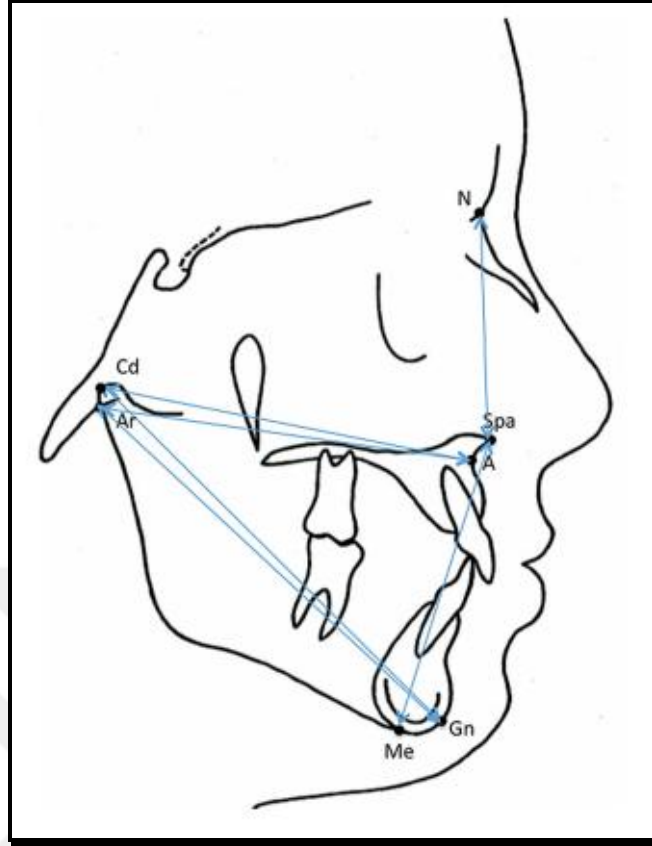
$$\text{Mandibular Uzunluk Artışı (MLI)} = \text{Ar-pog (2)} - \text{Ar-Pog(1)}$$

Elde edilen veriler ile çoklu regresyon analizi oluşturulmuş ve boyun omuru ölçümlerine dayanan mandibular büyüme öngörüsü denklemi geliştirilmiştir (Şekil 2-19). Daha sonra denklemin güvenilirliği Mito ve arkadaşlarına ait boyun omuru iskelet yaşı yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Kendi yöntemlerinin mandibular büyüme öngörüsünü Mito ve arkadaşlarının yönteminden daha yüksek bulduklarını belirten araştırmacılar bunun sebebini etnik farklılıklar ve kendi çalışmalarında büyüme atılımına daha yakın bireylere yer verilmesi olarak açıklamışlardır. Çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre İranlı kız bireylerde boyun omuru gövdelerinden yararlanarak mandibular büyüme atılımının belirlenmesinin mümkün olduğunu rapor etmişlerdir (66).



**Şekil 2-19: Boyun Omurları Üzerinde İşaretlenen Noktalar ve Mandibular Büyüme Atağını Belirlemek Üzere Elde Edilen Formül**

2015 yılında yayınlanan longitudinal çalışmada Engel ve ark. altı ay arayla lateral sefalometrik radyografisi alınmış, 9-14 yaş aralığında, Angle sınıf II maloklüzyona sahip 29 kız bireyin radyografilerini değerlendirmişlerdir. Boyun omuru olgunlaşma dönemini belirlemek için Bacetti'ye ait CVMS metodu kullanılmış, her radyografide ayrıca Condylion-Gnathion ve Articulare-Gnathion (Co-Gn, Ar-Gn, mandibuler uzunluk), Articulare-A noktası (Ar-A, maksiller uzunluk), Nasion-Anterior Nasal Spine, Anterior Nasal Spine-Menton (N-Spa, Spa-Me, yüz yükseklikleri) işaretlenerek fasiyal büyüme miktarları takip edilmiştir (Şekil 2-20). CVM evreleri beş ayrı gözlemci tarafından belirlenmiştir. Yüze ait ölçümlerde ise büyümenin en fazla olduğu dönem tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ile bir regresyon analizi yapılmış ancak boyun omuru olgunlaşma dönemi ile fasiyal büyüme atılımı arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca beş farklı gözlemcinin yaptığı boyun omuru incelemelerinde gözlemciler arası uyumu belirten 'Kappa değeri' 0,30 olarak belirlenmiş bu sebeple uyum düşük bulunmuştur (%95 CI:0,27-0,35) (32).



**Şekil 2-20: Yüze Ait Sefalometrik Ölçümler**

2016 yılında Perinetti ve ark. Franchi ve arkadaşlarının (40) 2000 yılında yayınlanan çalışmalarında yer alan longitudinal sefalometrik radyografi kayıtlarını kullanarak yeni bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada 15 kız 9 erkek toplam 24 bireyin 7-17 yaşları arasında yıllık alınmış radyografi kayıtları bulunmaktadır. Bireylerin ayrıca boyun omuru gelişim evreleri (CVMS) belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı ise CS3-4 aralığının ve boy uzunluğundaki artışın en çok olduğu dönemin mandibular büyüme atılımını belirlemede kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır. Mandibular büyümeyi belirlemek için ramus uzunluğu (Condylion-Gonion, Co-Goi), toplam mandibular uzunluk (Condylion-Gnathion, Co-Gn) ve bu iki değer aritmetik ortalaması (ortalama mandibular büyüme mMG) parametreleri ile belirlenmiş yıllık değişimleri izlenmiştir. Condylion noktasının Articulare noktasına tercih edilmesinin sebebi de Articulare'nin gerçek anatomik bir nokta olmayışı olarak açıklanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre CS3-4 aralığı boy uzunluğunda artışın tepe noktası ile benzer zamanda gerçekleşmektedir. Bu iki parametre mandibular büyüme atılımını

belirlemede bazı farklılıklar göstermektedir. Ancak ramus uzunluğuna ait veriler yerine toplam mandibular uzunluk ve ortalama mandibular büyüme (Co-Gn, mMG) parametreleri göz önünde bulundurulduğunda klinik rutininde mandibular büyüme atılımını belirlemede kullanılabilecekleri rapor edilmiştir (80).

Perinetti ve ark. 2018 yılında yayınlanan çalışmalarında ise mandibular büyüme atılımı ile ilgili bireysel farklılıkları belirlemeyi amaçlamış, boyun omuru olgunlaşma evrelerinin (CVMS) bu konudaki güvenilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla Oregon ve Burlington Gelişim Çalışmaları'na ait longitudinal lateral sefalometrik radyografi kayıtları kullanılmıştır. 26 kız, 24 erkek toplam 50 bireyin 9-16 yaşları arasında alınan en az 7 adet yıllık radyografileri üzerinde çalışılmıştır. Boyun omuru gelişim dönemleri ise Bacetti ve arkadaşlarına ait yöntemi modifiye ederek oluşturdukları CVM 'code' sistemi (78) ile belirlenmiştir. Mandibular büyüme Condylion-Gnathion (Co-Gn) ölçümü ile tespit edilmiş; her bireye ait radyografilerden yıllık mandibular büyüme miktarı belirlenmiştir. Tüm bireylerde mandibular büyümenin en fazla olduğu yıla karşılık gelen gelişim evresi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; erkek bireylerin kız bireylere göre daha geç olgunlaştığı, CVMS 2., 3., ve 4. evrelerinin beklenen aksine birer yılda tamamlanmadığı ve farklı sürelerle sahip olduğu, mandibular büyümenin en fazla olduğu kronolojik yaşın ise ortalama 11-12 yılları olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklem ele alındığında mandibular büyüme atılımının 9 bireyde CVMS 2. evreden sonra (%18), 12 bireyde CVMS 3. evreden sonra (%24), 16 bireyde ise (%32) CVMS 4. evreden sonra gerçekleştiği rapor edilmiştir. Ayrıca CVMS 1. evrenin ardından 9 bireyde, 5. evrenin ardından da 4 bireyde mandibular büyüme atılımı gerçekleşmiştir. 3 ve 4. boyun omuru gelişim evrelerinden sonra atılımın gerçekleşmesinin temel olarak alınan Bacetti yöntemi ile uyumlu olmadığı bildirilmiştir. 2., 3 ve 4. evrelerin diagnostik duyarlılıkları (sensivite) ayrı ayrı ölçülerek hepsinin 0,25'in altında kaldığı yani oldukça düşük bulunduğu da belirtilmiştir. Bu bulgular ışığında CVMS 2, 3, ve 4. evrelerin mandibular büyüme atılımını belirlemede yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır (79).

Bu çalışmanın yayınlanmasının ardından, araştırmacıların baz aldıkları boyun omuru olgunlaşma evreleri (CVMS) yöntemini geliştiren Franchi ve arkadaşlarının çalışma ile ilgili eleştirileri aynı dergide yayınlanmıştır. Bu yazıda eleştirilen noktalar şunlardır:

- Perinetti ve ark. iki ayrı gelişim çalışmasının (Oregon ve Burlington Gelişim Çalışmaları) benzer sonuçlar vereceğini, incelenen gelişim çalışması ne olursa olsun, tanısal güvenilirliğin benzer olduğunu savunmuşlardır.
- Elde edilen en çarpıcı sonuçlardan biri ‘prepubertal dönem’ olarak kabul edilen 1. ve 2. evrelerde mandibular büyüme atılımının gerçekleştiğini belirtmeleridir. Bu durum yalnızca Burlington Gelişim Çalışması’na ait bireylerde görülmüştür.
- Her iki gelişim çalışması ayrı ayrı değerlendirilirse diagnostik duyarlılık sonuçları farklıdır ve bu bulgu iyi açıklanmamıştır. Bu durum ölçüm yapan araştırmacıların boyun omuru gelişim evrelerine dair farklı bilgi düzeyi ve deneyime sahip olması ile açıklanabilir.
- Yazarların her bir yıllık yaş aralığı için CVMS yöntemlerinin tanısal güvenilirliğini neden hesapladıkları açık değildir ve bunu yaptıktan sonra meta-analizdeki toplam ağırlıklı ortalamayı hesaplamışlardır.
- Araştırmacılar 2., 3. ve 4. boyun omuru gelişim evrelerinin mandibular büyüme atılımını belirlemede güvenilir bulmamışlardır. Bu sonuçların objektif ‘code’ sistemini kullanırken elde edildiği vurgulanmalıdır. Bu nedenle, bu verilerin doğrudan orijinal CVMS yöntemine aktarılamayacağını düşünülmektedir (41).

#### **2.5.5.2.2.4.Konu ile İlgili Diğer Literatürler**

Bu bölümde yıllardan beri araştırmacıların yoğun ilgi gösterdiği boyun omuru iskelet yaşı ile ilgili morfometrik yöntemler dışındaki çalışmalara yer verilecektir.

Boyun omuru ile iskelet yaşı tayini yapılan çalışmalarda, kronolojik yaş ve el-el bilek iskelet yaşı ile karşılaştırılmış; güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik araştırılmıştır:

Küçükkeleş ve ark. yaşları 8-18 arasında değişen 99 kız 81 erkek toplam 180 bireyin lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, Hassel ve Farman tarafından geliştirilen ‘CVMI’ ile Fishman’a ait ‘SMI’ yöntemleri arasındaki uyumu incelemişler ve bu iki yöntemin birbiriyle ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada ayrıca yöntemlerin tekrarlanabilirliği araştırılmıştır. SMI yönteminin tekrarlanabilirliğinin CVMI’ya göre daha yüksek olduğunu ve

‘prepeak’ (%78) ve ‘postpeak’ (%74) dönemi belirlemede gözlemciler arasındaki uyum düzeyinin daha yüksek, ‘peak’ (%66) döneminde ise uyum düzeyinin daha düşük olduğunu iddia etmişlerdir. Sonuç olarak ortodontik tedavi kayıtlarının rutininde yer alan lateral sefalometrik radyografilerde boyun omuru gövdeleri üzerinden iskelet yaşını belirleyerek pubertal büyüme atılımını saptamanın güvenilir bir yöntem olduğunu bu sayede hastanın alacağı radyasyon miktarını azaltacağını bildirmişlerdir. (57).

Özer ve ark. çalışmalarında altı ‘CVMI’ evresi ile modifiye altı MP3 evresi arasındaki korelasyonu değerlendirmişlerdir. Çalışmada 9-19 yaş arası 150 erkek bireyin lateral sefalometrik grafipleri ve standart periapikal radyografilerle alınan MP3 radyografileri kullanılmıştır. ‘CVMI’ yönteminin araştırmacılar arası tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği %98, modifiye MP3 yönteminin tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği ise %96,6 bulunmuştur. Aynı araştırmacının başlangıç ve üç hafta sonraki ölçümlerindeki korelasyon ise %99,3’dür. ‘CVMI’ yöntemi ve modifiye MP3 yöntemi arasındaki korelasyon %89,3 olarak değerlendirilmiş ve her iki yöntemin de pubertal dönemdeki büyümenin belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (73).

Uysal ve ark. yaş aralığı 5,3-24,1 yıl olan 213 erkek, 290 kız toplam 503 bireye ait lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri üzerinde yaptıkları çalışmada kronolojik yaş, el-el bilek iskelet yaşı ve boyun omuru iskelet yaşı arasındaki korelasyonu değerlendirmişlerdir. Boyun omuru iskelet yaşı Hassel ve Farman’ın geliştirdiği yöntemle göre, el-el bilek iskelet yaşı ise Björk ve Grave ile Brown’un sistemlerine göre belirlenmiştir. Spearman korelasyon katsayıları kronolojik yaş ile boyun omuru iskelet yaşı arasında 0,72 ( $P<,001$ ), kronolojik yaş ile el-el bilek iskelet yaşı arasında 0,79 ( $P<,001$ ) ve boyun omuru iskelet yaşı ile el-el bilek iskelet yaşı arasında 0,86 olarak belirlenmiştir. Her iki cinsiyet için de yüksek korelasyon rapor edilen bu sonuçlara göre Türk bireylerde pubertal büyüme atılımını belirlemede boyun omuru iskelet yaşı el-el bilek iskelet yaşı gibi yüksek güvenilirlik gösteren bir yöntemdir. Araştırmacılar Türk popülasyonunda boyun omuru iskelet yaşının ortodonti pratiğinde rehber olarak kullanılabileceğini savunmuşlardır (104).

Chen ve ark. yaptıkları longitudinal çalışmalarında, 8-18 yaşları arası normal oklüzyona sahip 32 erkek, 55 kız toplam 87 bireye yer vermiştir. Bu bireylerin el-el bilek ve lateral sefalometrik grafipleri altı ardışık yıl boyunca her yıl alınmıştır. Çalışmada ilk olarak büyüme aşamasını belirlemede boyun omurlarında görülen



morfolojik değişikliklerin el-el bilek radyografileri kadar geçerli olup olmadığını belirlemeyi, ikinci olarak ise lateral sefalometrik radyografilerden objektif olarak iskeletsel olgunluğu değerlendirmede 2. ve 5. boyun omuru ölçümlerinden karakteristik parametreler seçmeyi amaçlamıştır. Bireyler kronolojik yaşlarına göre iki gruba ayrılmıştır. İlk grup yaşları 8-9 olan 16 erkek, 27 kız 43 birey, ikinci grup ise yaşları 12-13 olan 16 erkek, 28 kız 44 bireyden oluşmaktadır. 87 bireyin 511 lateral sefalometrik grafisi, el-el bilek radyografilerinden belirlenen Fishman'ın 'SMI' indikatörlerine göre 11 gruba ayrılmıştır. Daha sonra ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci boyun omuru gövdelerinden 62 morfolojik ölçüm yapılmış ve değerlendirilmiştir. Değerlendirilen 62 parametrenin 44'ü SMI ile pozitif korelasyon, 6 tanesi negatif korelasyon göstermiş 12 tanesi ise korelasyon göstermemiştir. Sonuç olarak boyun omuru gövdelerinden ölçülen parametreler ve 'SMI' arasındaki korelasyon son derece yüksek bulunmuştur. En yüksek korelasyon gösteren değerler, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin açı ve oran değerleridir. Kantitatif boyun omuru metodu (QCVM) olarak adlandırdıkları yöntemlerinin adolesan dönemde iskelet yaşı belirlemenin oldukça basit, etkili ve objektif bir yöntemi olduğunu bildirmişlerdir (28).

Gabriel ve ark. longitudinal büyüme kayıtlarından 15 kız 15 erkek bireyden 30 tek, 30 çift lateral sefalometrik radyografi örnekleri seçmişlerdir. Çift olan radyografiler çalışmadaki örnek bireylerden iki yıl içinde alınan radyografilerdir. Klinik tecrübeye sahip ve 'CVMS' methodu hakkında eğitilmiş on ortodontist, ekranda yan yana duran lateral sefalometrik radyografilerdeki boyun omuru morfolojilerini değerlendirmiş ve hangisinin önce alınan hangisinin iki yıl içinde alınan radyografiler olduğunu seçmişler ve 'CVMS' aşamalarını ve değişip değişmediğini belirtmişlerdir. Aynı çalışma üç hafta sonra tekrarlanmıştır. Sonuç olarak 'CVMS' aşamalarının belirlenmesinde gözlemciler arası uzlaşmanın %50'nin altında olduğu gözlemlenmiştir. Aynı gözlemcinin sonuçlarının üç hafta sonra kendi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında % 62 oranında aynı cevapları verdiği görülmüştür. En fazla anlaşmazlık 'CVMS 1'de en az ise 'CVMS 5'de gözlemlenmiştir. Çalışmada 'CVMS' methodunun tekrarlanabilirliğinin düşük olduğu ve ortodontik tedavi zamanlamasının belirlenmesinde kesin bir klinik rehber olarak kullanılamayacağı sonucuna varmışlardır (43).

Fudalej ve ark. postpeak dönemdeki kraniofasiyal büyümenin tahmin edilmesinde 'CVMS' yönteminin geçerliliğini araştırmıştır. Çalışmalarında 125 kız (yaş

ortalaması 15,23 ) ve 51 erkek (yaş ortalamaları 15,75 ) bireyin tedavi sonu (T2) ve tedaviden en az on yıl sonraki pekiştirme sonrası alınan (T3) (erkekler için ortalama yaş 29,01, kızlar için ortalama yaş 28,08) lateral sefalometrik radyografileri kullanılmıştır. T2 döneminde alınan lateral sefalometrik radyografiler ‘CVMS’ sınıflamasına göre gruplandırılmıştır. Aynı zamanda T2 ve T3 dönemleri arasındaki kraniofasial büyüme Condylion-Gnathion, Condylion-Gonion, Gonion-Gnathion, Sella-Gnathion, Nasion-Menton, ANS-Menton, Sella-Gonion mesafelerinin ölçülmesi ile değerlendirilmiştir. T2 dönemindeki 35 erkek 73 kız ‘CS 3’te, 16 erkek 40 kız ‘CS 4’te ve 12 kız ‘CS 5’te bulunmuştur. Aynı cinsiyetler arası karşılaştırmalar, ‘CVMS 3 ve 4’ aşamasında olan erkeklerin bütün değerlerinin değişimi ile, ‘CVMS 3 ve 4’ aşamasında olan kızların ise sadece Condylion-Gnathion ve Sella-Gnathion değerlerinin değişimi ile ayırt edilebildiği görülmüştür. Cinsiyetler arası karşılaştırmalar ise ‘CS 3’ aşamasında olan erkeklerin kızlara göre bütün ölçümlerinde anlamlı düzeyde daha fazla değişime sahip olduklarını göstermiştir. ‘CS 4’ aşamasında olan erkekler kızlarla karşılaştırıldığında sadece iki değişkende (Sella-Gnathion, Condylion-Gnathion) belirgin farklılık gözlemlenmiştir. Sonuç olarak ‘CVMS’ yönteminin postpubertal dönemdeki kraniofasial büyümenin miktarının belirlenmesinde sadece orta düzeyde etkili olduğu bu sebeple maksimum büyümeyi tespit ederken farklı bir biyolojik indikatörden daha yararlanılması gerektiği bildirilmiştir (42).

Nestman ve ark. ‘CVMS’ yönteminin tekrarlanabilirliğini araştırdıkları çalışmalarında, 10-16 yaş arası 15 kız, 15 erkek bireyden oluşan toplam 30 radyografi on deneyimli ortodontist tarafından değerlendirilmiştir. Ortodontistler ‘CVMS’ yönteminin aşamaları konusunda eğitilmiştir. Ortodontistlere 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenarının düz mü konkav mı olduğu ve 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin takoz, yatay dikdörtgen, kare, dikey dikdörtgen şekillerinden hangisine en çok uyduğu sorulmuştur.

Çalışmanın sonuçlarına göre, araştırmacılar arası uzlaşma konkavite değerlendirmesinde şekil değerlendirmesine göre daha yüksektir. ‘CVMS’ aşamalarının değerlendirilmesinde ise 300 değerlendirmenin 80’i başarısız olmuştur. Bunun nedeni ortodontistlerin bazı vakalarda ikinci boyun omuru gövdesinin alt kenarına düz derken, üçüncü boyun omuru gövdesinin alt kenarında konkavite olduğunu iddia etmesidir. ‘CVMS’ aşamalarının değerlendirilmesinde araştırmacılar arası uzlaşma orta düzeydedir

(Kendall's W-0,45). Bu nedenle araştışıcılar 'CVMS' yönteminin tekrarlanabilirliğinin zayıf olduğunu ve ortodontik tedavi zamanının belirlenmesinde kesin bir rehber olarak kullanılamayacağını belirtmiştir (68).

Altan ve ark. 9-16 yaş arası 41 kız bireyden gözlem süresince bir yıllık aralıklarla alınmış toplam 179 lateral sefalometrik radyografiler üzerinden boyun omurlarının büyüme ve gelişimini longitudinal olarak incelemiş ve boyun omuru gövdelerinde zamanla meydana gelen anatomik ve boyutsal ölümlerindeki değişikliklerin iskeletsel olgunluğu belirlemek için alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Çalışmaya dahil edilen radyografiler Hassel ve Farman tarafından geliştirilen 'CVMI' yöntemine göre altı gruba ayrılmış ve 1., 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin boyutlarındaki değişim değerlendirilmiştir. Toplam uzunluk artışı en belirgin olarak 2. boyun omuru gövdesinde görülmüş, 1., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerindeki uzunluk artışının birbiriyle yaklaşık olarak aynı ancak 2. boyun omuruna göre daha az olduğu belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen diğer sonuçlara göre 3. boyun omuru hariç diğer boyun omuru gövdelerindeki toplam uzunluk artışı en fazla 'CVMI 2' ve 'CVMI 3' arasındadır ve yükseklik artışı uzunluk artışından yaklaşık üç kat daha fazladır. Boyun omuru gövdelerinin longitudinal büyüme paterninin uzun kemiklerinkiyile benzer olduğu sonucuna varmışlardır (4).

Zhao ve ark. 'CVMS' methodunun geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırdıkları longitudinal çalışmalarında 5 kız 13 erkek toplam 18 bireyin en az dört yıl boyunca yıllık olarak alınmış 86 lateral sefalometrik radyografisini değerlendirmişlerdir. Her bir radyografide toplam mandibular uzunluk (Gonion-Gnathion) llmş ve 'CVMS' yönteminin geçerliliğinin değerlendirilmesinde artmış değerler altın standart olarak belirlenmiştir. Eğer radyografi mandibular büyüme atılımından önce ise 'CS3' olarak gruplandırılmıştır. Ortalama 17,2 yıl tecrübeye sahip 11 ortodontist 'CVMS' yöntemi hakkında özel bir eğitim aldıktan sonra radyografileri bir ay ara ile iki kere değerlendirmiştir. 'Kendall's W' analizine göre gözlemciler arası anlaşma her iki değerlendirme de 0,8'in üstünde çıkmıştır. Ancak toplam 4730 gözlem yüzde olarak değerlendirildiğinde, araştışmacılar arası anlaşma her iki değerlendirme de %50'nin altındadır. (Başlangıç %39,3, bir ay sonra% 44,9). Aynı gözlemcinin başlangıç ve bir ay sonraki değerlendirmesinin korelasyonu incelendiğinde ise geniş bir aralık (%40,7-%79,1) dikkat çekmektedir ancak 'Weighted Kappa' analizine göre (0,53-0,86)

istatistiksel olarak başarılı yorumlanmıştır. Geçerlilik açısından, altın standart ve gözlemcilerin başlangıç sınıflandırması arasında orta düzeyde uyum (kappa değerleri: 0,44-0,61) rapor edilmiştir. Araştırmacılar arasında en yüksek korelasyon 'CS6'da (%54,5), en düşük korelasyon ise 'CS3'de (%26,8) görülmüştür. Sonuç olarak her ne kadar 'CVMS' yönteminin geçerliliği ve tekrarlanabilirliği istatistiksel olarak kabul edilebilir düzeyde olsa da iskeletsel olgunluk seviyesini değerlendirme diğer büyüme parametrelerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (109).

Santiago ve ark. pubertal atılımı belirlemede boyun omuru olgunluk aşamalarının güvenilirliğine ilişkin bir sistematik derleme yayınlamıştır. Araştırmaların derlemeye dahil edilme kriterleri şu şekildedir:

1. İnsanlarda lateral sefalometrik radyografiler kullanılarak 'CVMS' yönteminin doğruluğu ve tekrarlanabilirliğini nitel veya nicel olarak değerlendiren cross-sectional ve longitudinal tanımlayıcı çalışmalar
2. El-el bilek radyografilerini standart yöntem olarak kabul edip 'CVMS' yöntemiyle korelasyonunu karşılaştıran çalışmalar
3. 'CVMS' yönteminin tekrarlanabilirliğini değerlendiren çalışmalar

Toplam 343 çalışma incelenmiş ve 23 çalışma değerlendirmeye alınmıştır. Bu çalışmalar değerlendirilirken şu sorular sorulmuştur:

1. Çalışmanın amaçları net bir şekilde ifade edilmiş mi?
2. Çalışma tasarımının temel unsurları çalışmanın başında belirtilmiş mi?
3. Örneklem büyüklüğü hesaplanmış mı?
4. Çalışma popülasyonunun demografik özellikleri rapor edilmiş mi?
5. Örneklerin seçilme kriterleri net bir şekilde tanımlanmış mı?
6. Çalışma ölçümlerin nasıl ve ne zaman alındığını içeren malzeme ve yöntemlerin özelliklerini tanımlar mı?
7. Çalışmanın aynı araştırmacı ve veya araştırmacılar arası uzlaşmayı inceleyen yeterli düzeyde bir güvenilirlik değerlendirmesi var mı?
8. Ölçümler kör olarak mı yapılmış?

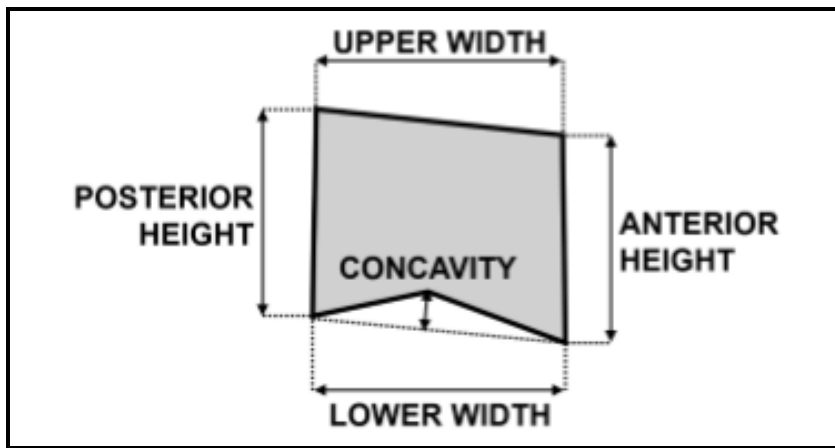
9. Çalışma ilgili her bir ilgili değişken için ölçümlerin yöntemleri hakkında detay veriyor mu?
10. Sonuçların açıklayıcı tablo ve figürleri içeren tam ve yeterli raporlamaları var mı?
11. Yapılan istatistiksel analiz veri için uygun mu?
12. Belirtilen veya güven aralığı sağlanan p değeri var mı?

Çalışmalar için bu soruların cevabı evet ise '1', hayır ise '0' kalite değerlendirme puanı verilmiştir. Eğer çalışmanın skoru 0-6 arasında ise düşük, 7-10 arasında ise orta, 11 ve 12 ise yüksek metodolojik kalitede olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalardan yalnızca Uysal ve ark.'ının çalışması yüksek metodolojik kalitede bulunmuştur. Kalan 22 çalışmanın 5'inin orta, 17'sinin ise düşük metodolojik kalitede olduğu belirtilmiştir. Araştırmanın sonucunda bazı çalışmaların 'CVMS' yöntemi ile 'HWM' yöntemi arasında yüksek korelasyon olduğunu gösteriyor olsa da bu parametrelerin 'CVMS' methodunun geçerliliğini belirlemek için yeterli olmadığı, ayrıca bu sonuçların kanıt düzeyi düşük altı makaleye dayanarak elde edildiği iddia edilmiştir (93).

Patcas ve ark. tiroid kalkanı ve tiroid kalkanı olmadan çekilen lateral sefalometrik radyografilerin etkili radyasyon dozunu, el-el bilek radyografisinin etkili radyasyon dozuyla karşılaştırmıştır. Tiroid koruyucu ile çekilen radyografinin etkili radyasyon dozu koruyucu olmadan çekilen lateral sefalometrik radyografinin etkili radyasyon dozunun yaklaşık %60'ı kadardır. Çalışmanın sonucunda, tiroidin radyasyona karşı son derece hassas bir organ olduğu, eğer iskelet yaşı değerlendirilecekse el-el bilek radyografisi çekilmesinin tiroid koruyucu olmadan lateral sefalometrik radyografi çekilmesine tercih edilebileceği savunulmuştur (76).

Perinetti ve ark. 'CVMS' aşamalarının görsel analizinin diagnostik doğruluğu ve tekrarlanabilirliğini değerlendirmiştir. Çalışmada yaşları 7-18 arasında 132 (72 kız-59 erkek) bireyin lateral sefalometrik radyografilerine yer verilmiştir. 132 sefalometrik radyografi 'CVMS' yöntemine göre altı eşit gruba ayrılmıştır. 60 radyografi araştırmacıları eğitmek için; kalan 72 radyografi (ortalama yaşları  $12,9 \pm 2,6$  olan 37 kız 35 erkek) ise çalışmada kullanılmak için ayrılmıştır. On araştırmacı, 'CVMS' yöntemi için en az iki seans eğitim görmüştür. İlk eğitimde, 'CVMS' evreleri anlatıldıktan sonra

araştırmacılar bu 60 radyografideki boyun omuru gövdelerini çizmeleri, şekil ve konkavite değerlendirmeleri yapmaları istenmiştir. Daha sonra araştırmacılara boyun omuru gövdelerinin doğru çizilmiş şekilleri ve rakamsal değerleri verilmiştir. 4-6 hafta sonra araştırmacılar ikinci bir eğitime tabi tutulmuş ve tüm araştırmacılar değerlendirmelerinde %75 başarıya ulaşana kadar seanslar tekrarlanmıştır. Daha sonra çalışmada kullanılacak olan 72 radyografi değerlendirme için verilmiştir (T1). Bu radyografilerde 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin (C2, C3, C4) alt kenarında konkavite olup olmadığının referans standardı 1 mm olarak kabul edilmiştir. Benzer standartlar C3 ve C4'ün şekil değerlendirilmesinde de kullanılmıştır. Boyun omuru gövdelerinin anterior ve posterior yüksekliklerinin toplamının yarısı ile superior ve inferior genişlikleri toplamının yarısı arasındaki fark 1 mm'nin altında ise boyun omuru gövde şekilleri takoz veya yatay dikdörtgen olarak,  $\pm 1$  mm ise kare olarak ve 1 mm'nin üstünde fazla ise dikey dikdörtgen olarak sınıflandırılmışlardır. Değerlendirme dört hafta sonra tekrarlanmıştır (T2). Bulgulara göre, referans standardı ile genel anlaşma her iki değerlendirmede de %68 civarındadır aynı araştırmacının T1 ve T2 değerlendirmeleri arasındaki korelasyonu %76,9'dur. Referans standartları ile bütün kappa katsayıları 0,86'nın üstündedir ve aynı araştırmacının tekrarlanabilirliği 0,88'dir. Hassasiyet aralığı (sensitivity range) , %53,3- %99,9 (T1 dönemindeki CS5'den T2 dönemindeki CS1'e), pozitif öngörü değer aralığı (positive predictive values) %52,4- %94,3 (T2 CS5- T1 CS6), doğruluk aralığı (accuracy range) %83,6-%94,9 (T2 CS4-T1 CS1)'dir.



**Şekil 2-21: Boyun Omuru Gövdelerine Ait Parametreler**

Yaklaşık olarak üç olgunun biri yanlış sınıflandırılmıştır. Anlaşmazlık genellikle 'CVMS 4' ve 'CVMS 5' aşamalarında görülmüştür. Araştırmanın sonucunda 'CVMS'

aşamalarının görsel analizinin diagnostik doğruluğu ve tekrarlanabilirliği tatmin edici düzeyde bulunmasıyla beraber yalnız görsel incelemenin yer aldığı yöntemlerin başarısının konu ile ilgili eğitimin devamlılığna bağlı olduğunu bildirmişlerdir (77).

Santiago ve ark. 2014 yılında yayınladıkları cross-sectional çalışmalarında boyun omuru olgunlaşma düzeyinin sayısal olarak değerlendirebilmek için yeni bir bilgisayar yazılımı geliştirmiş (DVA) ve bu programın uygulanabilirliğini MLRM (Multilominal Lojistik Regresyon Modeli) aracılığı ile değerlendirmiştir. 116 erkek 120 kız olmak üzere toplam 236 bireyin lateral sefalometrik radyografilerindeki 2., 3., 4. boyun omuru gövdelerinin dijital görüntüleri geliştirilen bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Bu örnekler öncelikle Fishman'ın iskeletsel olgunluk kriterlerine göre 11 kategoriye ayrılmış daha sonra QCMC (quantitative cervical maturational changes) analizine göre dört grupta toplanmıştır (QCMC I (SMI 1-3), II (SMI 4-7), III (SMI 8-9), IV (10-11)). Belirlenen ilgili yedi adet değişken ölçülmüş ve her 'QCMC' kategorisindeki boyun omuru gövdelerinin morfolojik değişimi analiz edilmiştir. Bulgulara göre değişkenler analizi için bütün 'QCMC' kategorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Cinsiyet, kronojik yaş ve dijital boyun omuru analiz programı tarafından belirlenen dört değişken (Ang\_C3, MP\_C3, MP\_C4 and SP\_C4) göz önüne alınarak oluşturulan 'MLRM', dört boyun omuru olgunluk kategorilerinden her birine ait olan bireyin olasılığını hesaplamak için kullanılmıştır ve %81,4 doğru olduğu belirtilmiştir. Başlangıçta Fishman'a göre belirlenen ve daha sonra 'MLRM' tarafından ayrılan kategoriler arasında neredeyse mükemmel bir korelasyon olduğu görülmüştür ( $k=0,832$ ). Sonuç olarak, boyun omuru gövdelerinden ölçülen dört parametrenin yaş ve cinsiyet ile kombine edilmesiyle oluşturulan bu modelin iskelet gelişimi tahmininde kullanılabileceği belirtilmiştir (92).

Sohrabi ve ark. yaptıkları çalışmalarında, 'CVMS' yönteminin zayıf tekrarlanabilirlik nedenini araştırmış ve buna dayalı verilen klinik kararların tekrarlanabilirliğini değerlendirmişlerdir. 9-15 yaşları arasındaki 70 İranlı bireyin lateral sefalometrik radyografileri beş deneyimli ortodontist tarafından iki kere incelenmiştir. Ortodontistlere, 2. ve 3. boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarında konkavite olup olmadığı ve 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinin şekilleri (takoz, yatay dikdörtgen, kare, dikey dikdörtgen) sorulmuştur. Bu radyografiler Baccetti ve ark.'nın geliştirdiği 'CVMS' yöntemine göre gruplandırılmış ve 'CVMS 1 ve 2' ideal tedavi

zamanı öncesi Faz I, 'CVMS 3' ideal tedavi zamanı Faz II ve 'CVMS 4 ve 5' ideal tedavi zamanı sonrası Faz III olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Değerlendirmeler iki hafta sonra tekrarlanmıştır. Bulgulara göre 'CVMS' yönteminin klinik yaklaşımı dikkate alınarak yapılan birinci ve ikinci değerlendirmeler arasında bu yöntemin gözlemciler arası tekrarlanabilirliği 0,48'den 0,61'e (moderate-substantial), aynı gözlemciler arası tekrarlanabilirliği 0,72'den 0,74'e yükselmiştir. Çalışmanın sınırlamaları olarak 'CVMS' yöntemini kullanabilmek için radyografide ilk dört boyun omurunun net olarak görüntülenmesinin gerekmesi ve ideal tedavi zamanlamasının belirlenmesinde sadece C1 II maloklüzyonların fonksiyonel tedavisinin göz önünde bulundurulması gösterilmiştir. Sonuç olarak, iskelet yaşının belirlenmesinde 'CVMS' yönteminin gözlemciler arası tekrarlanabilirliği düşük-orta, aynı gözlemciye ait tekrarlanabilirliği ise geçerli bulunmuştur. 'CVMS' yönteminin güvenilirliği sınıflama sistemine göre daha başarılı bulunmuş ve C1 II maloklüzyonların ideal tedavi zamanlarının belirlenmesinde mükemmel olmasa da neredeyse kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. 'CVMS' yönteminin düşük tekrarlanabilirliğinin üçüncü ve dördüncü boyun omuru morfolojilerinin belirlenmesindeki zorluktan kaynaklandığı ve ikinci değerlendirmelerin kazanılan deneyimden dolayı birinci değerlendirmeden daha başarılı olduğu iddia edilmiştir (96).

Rainey ve ark. mandibular büyümenin değerlendirilmesinde boyun omuru olgunlaşma yöntemlerinin güvenilirliğini araştırdıkları çalışmada 20 ortodontiste Bacetti'nin CVMS yöntemi ile ilgili eğitim verilmiştir. Çalışmada yer alan ortodontistler farklı seviyede klinik tecrübeye sahiptir. Aldıkları eğitimin ardından cinsiyetleri belirtilmeyen 18 yaşından küçük bireylere ait 72 lateral sefalometrik radyografi 30 saniyelik süre ile ekrana yansıtılmış ve çalışmaya katılan ortodontistlerin 2., 3., ve 4. boyun omuru gövdelerini değerlendirerek boyun omuru iskelet yaşı evrelerini belirlemeleri istenmiştir. Çalışmanın ikinci fazında da üç ay sonra aynı radyografiler rastgele sırayla ekrana yansıtılarak tekrar evrelendirmeleri istenmiştir. Buna göre gözlemcinin ilk ve ikinci fazda yaptığı ölçümler arası uyum %89 (ortalama); gözlemciler arası uzlaşma da %88 (ortalama) olarak belirlenmiştir. Bu bulgulardan yola çıkılarak CVM evrelendirme sisteminin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu belirtilmiştir (86).



Perinetti ve ark. 2017 yılında yayınladıkları çalışmalarında CVMS yönteminin düşük tekrarlanabilirlik göstermesi sebebi ile pratikte objektif ve şeffaf bir yöntem olarak kullanılmayışının nedenini araştırmışlar ve bir alternatif yöntem olarak 'CVM code' olarak adlandırdıkları yöntemden bahsetmişlerdir. 17 erkek, 15 kız bireyden oluşan 32 kişilik bir gruptan 10 yaşından 16 yaşına kadar yıllık lateral sefalometrik radyografiler alınarak 6 yıllık longitudinal bir inceleme yapılmıştır. Radyografilere Bacetti'ye ait CVMS yöntemi uygulanarak boyun omuru olgunlaşma aşamaları belirlenmiştir. Daha sonra 17 referans noktası kullanılarak 2., 3., ve 4. boyun omuru gövdelerine ait 11 çizgisel, 8 açısal değer ölçülmüş bu değerler ile 2., 3., ve 4. boyun omuru gövdelerinin alt kenar konkaviteyi ile 3., ve 4. boyun omuru gövdelerinin şekilleri değerlendirilmiştir. Bu ölçümlerden elde edilen boyun omuru olgunlaşma kodları (CVM code) aynı zamanda Bacetti yönteminde yer alan CVMS evrelerine çevrilmiştir. Buna göre 2'den 4'e CVMS evrelerinin birer yıl sürdüğü izlenmiştir. Ancak 2 ile 5. evreler arasında birer yıllık süre izlenen birey sayısı yalnızca 4'tür. Sonuç olarak iskelet yaşını belirlemede kullanılan yöntemin bireysel farklılıklardan etkilenebileceği, elde ettikleri 'code' sisteminin geliştirilerek büyüme atılımı tespit etmede kullanılabileceği rapor edilmiştir (78).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. GEREÇ

Çalışmamızın materyalini 1 Mayıs 2008-31 Aralık 2017 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvurmuş bireylerin radyografileri oluşturmaktadır. Bu amaçla Ortodonti Anabilim Dalı dijital radyografi arşiv programı SİDEXİS'te yer alan radyografiler taranmış ve belirlenen kriterlere göre çalışmada kullanılmak üzere basit rastgele örneklem oluşturularak yaklaşık 5500 kız birey arasından 510 bireyin tedavi öncesinde alınmış lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri seçilmiştir.

Araştırmamız için seçilen hastaların el-el bilek ve lateral sefalometrik radyografilerinin aynı gün alınmış olmasına dikkat edilmiştir. Bu radyografiler 'SİRONA' marka 'ORTOPHOS XG PLUS DS CEPH' tipi, 60-90 kW gücünde 12 mA ve 14,9 sn ışınlama yapan radyografi cihazı ve buna bağlı sefalostattan yararlanılarak elde edilmiştir. Işın kaynağı ile obje arasında 130 cm mesafe bulunmaktadır. Objeye sensör mesafesi ise hastanın sagittal düzlemi ve film düzlemi arasındaki mesafeye göre ayarlanarak 15 cm olarak alınmaktadır. Hasta sagittal düzlemi film düzlemine paralel, yere dik, Frankfort düzlemi yere paralel olacak şekilde pozisyonlandırılmaktadır; dişleri sentrik kapanış durumundadır. Hastayı ışınlama süresince sabit tutmak için sefalostat kullanılmaktadır. Sefalostattaki kulak çubukları hastanın dış kulak yolu ağzına gelecek şekilde ayarlanmakta ve aygıtın kolları sıkıştırılarak kulak çubuklarının dış kulak yolu içine girmesi sağlanmaktadır. Sefalostatın orbita çubuğu, hastanın sol taraf orbitası üzerine getirilmektedir. Daha sonra aygıtın çubuğunun ucu, hastanın yumuşak doku nazion noktasına gelecek şekilde ayarlanmaktadır. Merkezi ışın, sefalostattaki kulak çubukları ve film kasetinin merkezi aynı eksen üzerinde yer alacak şekilde ayarlanmakta ve dış kulak yoluna doğru yere paralel ve filme dik olarak gönderilmektedir.

El-el bilek radyografileri ise aynı cihaz ile 64 kW'lık, 16 mA ve 9,1 sn ışınlama yapılarak alınmaktadır. El-el bilek radyografilerinin çekilmesinde şu kurallara dikkat edilmektedir:

- El, el ve kol kemikleri arasında açı oluşmadan, parmaklar serbestçe aralanmış biçimde kasede yaslanarak konumlandırılmakta; ışının filmin ortasına

gelmesine, radius ve ulna kemiklerinin distal uçlarının filmde görüntü vererek, parmak uçlarının filmde taşmamasına dikkat edilmektedir.

- Merkezi ışın film düzlemine dik ve orta noktasından geçecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu şekilde kemiklerin üst üste görünüm vermeleri en aza indirilmektedir.
- Sensör ile ışın kaynağı arasındaki mesafe 160 cm olarak sabitlenmiştir.
- El-bilek filmlerinin çekilmesi sırasında bireyin elindeki yüzük, saat ve bilezik gibi aksesuarlar çıkartılmaktadır.
- Radyografilerin standart olmalarına dikkat edilmektedir.

### 3.2. YÖNTEM

Çalışmamızda yer alan bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri şöyledir:

- Ortodonti Anabilim Dalı kliniğinde ortodontik tedavi görmüş ve/veya tedavisi devam etmekte olan,
  - Sistemik herhangi bir hastalığı bulunmayan,
  - Sefalometrik ve el-el bilek radyografileri aynı cihazda ve aynı gün çekilmiş,
  - Radyografilerdeki kemiksel yapıların net olarak gözlenebildiği,
  - 8,0-15,9 yaş aralığındaki Türk kız bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.
- Çalışmanın materyalini bu bireylerin tedavi öncesi el-el bilek ve lateral sefalometrik radyografileri oluşturmuştur.
- Daha önce ortodontik tedavi görmüş,
  - Sistemik rahatsızlığı olan,
  - Dudak damak yarığı ve gelişim geriliği olan,
  - Radyografilerdeki kemiksel yapıların süperpoze olduğu ve net olarak gözlenemediği,
  - Radyografileri farklı cihazlarda veya farklı günlerde çekilmiş olan,
  - Cinsiyeti erkek olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmanın materyalini oluşturan kız bireyler 8,0-15,9 yaş aralığından rastgele seçilmiştir. Bireyler kronolojik olarak:

- 8,0-8,9 yıl
- 9,0-9,9 yıl

- 10-10,9 yıl
- 11,0-11,9 yıl
- 12,0-12,9 yıl
- 13,0-13,9 yıl
- 14,0-14,9 yıl
- 15,0-15,9 yıl aralığında olmak üzere 8 yaş grubuna ayrılarak değerlendirilmiştir.

Çalışma grubu için 395, kontrol grubu için ise aynı kriterlere sahip 115 birey olmak üzere dijital radyografi arşivinden toplam 510 bireyin radyografileri çalışmamızda değerlendirilmiştir (Tablo 3-1,Tablo 3-3).

### 3.2.1. Lateral Sefalometrik Radyografilerin Seçilmesi ve Değerlendirilmesi:

Çalışma grubu için lateral sefalometrik radyografileri üzerinde Mito ve arkadaşlarının çalışmalarında geliştirilen formül ile (64) boyun omuru iskelet yaşı belirlenecek ve yaş aralığı 8,0-15,9 yıl olan kız bireylerin radyografileri kronolojik yaşlarına göre 8 gruba ayrılmıştır. Bu gruba ait 'n' sayıları ve ortalama yaş bilgileri Tablo 3-1'de verilmiştir. Gruplarda farklı sayıda bulunmak üzere toplam 395 bireyin radyografileri ele alınmıştır. Çalışma grubundaki bireylerin yaş ortalaması  $11,86 \pm 2,26$  yıldır. Her yaş grubunda bireylerin kronolojik yaşlarının belirli bir aralığa yığılmadan homojen dağılımına dikkat edilmiştir (Tablo 3-1, Tablo 3-2).

**Tablo 3-1: Çalışma Grubuna (n=395) Ait 'n' Sayıları ve Ortalama Yaş Bilgileri**

Yaş grupları	N	Ortalama (yıl)	Std. Sapma (yıl)	Median (yıl)	Minimum (yıl)	Maximum (yıl)
8.0-8,9 yıl	45	8,44	0,28	8,41	8,00	8,91
9,0-9,9 yıl	60	9,45	0,29	9,50	9,00	9,91
10-10,9 yıl	52	10,54	0,27	10,66	10,00	10,91
11-11,9 yıl	53	11,51	0,26	11,50	11,00	11,91
12-12,9 yıl	47	12,50	0,29	12,58	12,00	12,91
13-13,9 yıl	41	13,38	0,25	13,33	13,00	13,91
14-14,9 yıl	49	14,45	0,28	14,50	14,00	14,91
15-15,9 yıl	48	15,32	0,29	15,25	15,00	15,91
Toplam	395	11,86	2,26	11,75	8,00	15,91

**Tablo 3-2: Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin (n=395) Kronolojik Yaşlarının Her Yaş Grubunda Yıl İçindeki Dağılımı**

8-8,9 yıl (n=45)		9-9,9 yıl (n=60)		10-10,9 yıl (n=52)		11-11,9 yıl (n=53)		12-12,9 yıl (n=47)		13-13,9 yıl (n=41)		14-14,9 yıl (n=49)		15-15,9 yıl (n=49)	
Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)
8,00 yıl	3 (6,7)	9,00 yıl	6 (10)	10,00 yıl	2 (3,8)	11,00 yıl	1 (1,9)	12,00 yıl	2 (4,3)	13,00 yıl	2 (4,9)	14,00 yıl	3 (6,1)	15,00 yıl	7 (14,6)
8,08 yıl	5 (11,1)	9,08 yıl	5 (8,3)	10,08 yıl	3 (5,8)	11,08 yıl	1 (1,9)	12,08 yıl	4 (8,5)	13,08 yıl	4 (9,8)	14,08 yıl	4 (8,2)	15,08 yıl	9 (18,8)
8,16 yıl	4 (8,9)	9,11 yıl	1 (1,7)	10,16 yıl	5 (9,6)	11,16 yıl	6 (11,3)	12,16 yıl	5 (10,6)	13,16 yıl	4 (9,8)	14,16 yıl	5 (10,2)	15,16 yıl	6 (12,5)
8,25 yıl	2 (4,4)	9,16 yıl	4 (6,7)	10,25 yıl	2 (3,8)	11,25 yıl	5 (9,4)	12,25 yıl	3 (6,4)	13,25 yıl	6 (14,6)	14,25 yıl	5 (10,2)	15,25 yıl	6 (12,5)
8,31 yıl	1 (2,2)	9,25 yıl	4 (6,7)	10,33 yıl	4 (7,7)	11,33 yıl	6 (11,3)	12,33 yıl	4 (8,5)	13,33 yıl	8 (19,5)	14,33 yıl	4 (8,2)	15,33 yıl	3 (6,3)
8,33 yıl	4 (8,9)	9,33 yıl	6 (10)	10,41 yıl	2 (3,8)	11,41 yıl	6 (11,3)	12,41 yıl	4 (8,5)	13,41 yıl	4 (9,8)	14,41 yıl	2 (4,1)	15,41 yıl	4 (8,3)
8,41 yıl	4 (8,9)	9,41 yıl	3 (5)	10,50 yıl	4 (7,7)	11,50 yıl	4 (7,5)	12,58 yıl	3 (6,4)	13,50 yıl	4 (9,8)	14,50 yıl	6 (12,2)	15,50 yıl	1 (2,1)
8,50 yıl	5 (11,1)	9,50 yıl	3 (5)	10,58 yıl	3 (5,8)	11,58 yıl	3 (5,7)	12,66 yıl	9 (19,1)	13,66 yıl	3 (7,3)	14,58 yıl	6 (12,2)	15,58 yıl	4 (8,3)
8,58 yıl	4 (8,9)	9,58 yıl	4 (6,7)	10,66 yıl	9 (17,3)	11,66 yıl	4 (7,5)	12,75 yıl	3 (6,4)	13,75 yıl	2 (4,9)	14,66 yıl	4 (8,2)	15,66 yıl	1 (2,1)
8,66 yıl	4 (8,9)	9,66 yıl	12 (20)	10,75 yıl	7 (13,5)	11,75 yıl	8 (15,1)	12,83 yıl	4 (8,5)	13,83 yıl	2 (4,9)	14,75 yıl	2 (4,1)	15,75 yıl	1 (2,1)
8,75 yıl	1 (2,2)	9,75 yıl	4 (6,7)	10,83 yıl	8 (15,4)	11,83 yıl	3 (5,7)	12,91 yıl	6 (12,8)	13,91 yıl	2 (4,9)	14,83 yıl	3 (6,1)	15,83 yıl	3 (6,3)
8,83 yıl	4 (8,9)	9,83 yıl	6 (10)	10,91 yıl	3 (5,8)	11,91 yıl	6 (11,3)	-	-	-	-	14,91 yıl	5 (10,2)	15,91 yıl	3 (6,3)
8,91 yıl	4 (8,9)	9,91 yıl	2 (3,3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kontrol grubu için radyografi arşivinden çalışma grubu ile aynı kriterlere sahip ve aynı yaş aralığında (8,0-15,9 yıl) 115 kız birey rastgele seçilmiştir. Bu amaçla seçilen bireylerin kronolojik yaş ortalaması  $11,77 \pm 2,32$  yıldır. Bu gruba ait 'n' sayıları ve yaş ortalamaları ise Tablo 3-3'te verilmiştir. Kontrol grubunda yer alan bireylerin kronolojik yaşları ile el-el bilek radyografilerinden tespit edilen iskelet yaşları aynıdır. Bu sebeple kontrol grubunda yalnızca kronolojik yaşlarına göre gruplandırılan çalışma grubuna göre daha az sayıda bireye ulaşılabilmektedir. Bireylerin el-el bilek iskelet yaşları Tanner Whitehouse 2 metodu ile belirlenmiştir. Radyografiler seçilirken çalışma grubu ile aynı şekilde her yaş grubu içinde homojen dağılıma dikkat edilmiş, bireyler belirli bir aralıkta yığılmayacak şekilde seçilmiştir (Tablo 3-3, Tablo 3-4).

**Tablo 3-3: Kontrol Grubuna (n=115) Ait 'n' Sayıları ve Yaş Ortalaması Bilgileri**

Yaş grupları	N	Std.				
		Ortalama (yıl)	Sapma (yıl)	Median (yıl)	Minimum (yıl)	Maksimum (yıl)
8,0-8,9 yıl	15	8,46	0,30	8,41	8,00	8,91
9,0-9,9 yıl	16	9,36	0,30	9,25	9,00	9,91
10-10,9 yıl	14	10,40	0,34	10,29	10,00	10,91
11-11,9 yıl	15	11,23	0,19	11,25	11,00	11,58
12-12,9 yıl	15	12,46	0,29	12,41	12,00	12,83
13-13,9 yıl	14	13,36	0,29	13,38	13,00	13,91
14-14,9 yıl	12	14,44	0,31	14,41	14,00	14,83
15-15,9 yıl	14	15,44	0,28	15,41	15,08	15,91
Toplam	115	11,77	2,32	11,50	8,00	15,91

**Tablo 3-4: Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin (n=115) Kronolojik Yaşlarının Her Yaş Grubunda Yıl İçindeki Dağılımı**

8-8,9 yıl (n=15)		9-9,9 yıl (n=16)		10-10,9 yıl (n=14)		11-11,9 yıl (n=15)		12-12,9 yıl (n=15)		13-13,9 yıl (n=14)		14-14,9 yıl (n=12)		15-15,9 yıl (n=14)	
Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)	Dağılım	n (%)
8.00 yıl	1 (6.7)	9.00 yıl	1 (6.3)	10.00 yıl	3 (21.4)	11.00 yıl	3 (20)	12.00 yıl	1 (6.7)	13.00 yıl	3 (21.4)	14.00 yıl	1 (8.3)	15.00 yıl	2 (14.3)
8.08 yıl	2 (13.3)	9.08 yıl	3 (18.8)	10.08 yıl	1 (7.1)	11.08 yıl	3 (20)	12.08 yıl	2 (13.3)	13.16 yıl	3 (21.4)	14.08 yıl	1 (8.3)	15.16 yıl	1 (7.1)
8.16 yıl	1 (6.7)	9.16 yıl	3 (18.8)	10.16 yıl	1 (7.1)	11.16 yıl	1 (6.7)	12.25 yıl	2 (13.3)	13.25 yıl	1 (7.1)	14.16 yıl	1 (8.3)	15.25 yıl	2 (14.3)
8.33 yıl	3 (20)	9.25 yıl	2 (12.5)	10.25 yıl	2 (14.3)	11.25 yıl	3 (20)	12.33 yıl	1 (6.7)	13.50 yıl	3 (21.4)	14.25 yıl	2 (16.7)	15.30 yıl	1 (7.1)
8.41 yıl	1 (6.7)	9.33 yıl	1 (6.3)	10.33 yıl	1 (7.1)	11.33 yıl	2 (13.3)	12.41 yıl	2 (13.3)	13.58 yıl	2 (14.3)	14.41 yıl	2 (16.7)	15.41 yıl	3 (21.4)
8.58 yıl	1 (6.7)	9.50 yıl	1 (6.3)	10.58 yıl	1 (7.1)	11.50 yıl	2 (13.3)	12.66 yıl	3 (20)	13.75 yıl	1 (7.1)	14.50 yıl	1 (8.3)	15.58 yıl	1 (7.1)
8.66 yıl	3 (20)	9.66 yıl	3 (18.8)	10.66 yıl	2 (14.3)	11.58 yıl	1 (6.7)	12.75 yıl	2 (13.3)	13.91 yıl	1 (7.1)	14.75 yıl	1 (8.3)	15.75 yıl	2 (14.3)
8.75 yıl	1 (6.7)	9.83 yıl	1 (6.3)	10.83 yıl	2 (14.3)	-	-	12.83 yıl	2 (13.3)	-	-	14.83 yıl	3 (25)	15.83 yıl	1 (7.1)
8.91 yıl	2 (13.3)	9.91 yıl	1 (6.3)	10.91 yıl	1 (7.1)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.91 yıl	1 (7.1)

Çalışma grubunda belirlenen yaş aralığına ve dahil edilme kriterlerine uygun 395 bireyin lateral sefalometrik radyografileri bilgisayara aktarılmış, alfabetik sıraya göre radyografiler karışık olacak şekilde 1'den 395'e kadar numaralandırılmıştır. Daha sonra bireylerin isimleri silinerek sadece verilen numaralar bırakılmıştır. Böylece araştırmacının lateral sefalometrik radyografileri değerlendirirken bireye ait isim, doğum tarihi, kronolojik yaşı hakkında herhangi bir bilgiye sahip olması engellenmiştir. Lateral sefalometrik radyografiler üzerinde boyun omurları ile ilgili ölçümler yapılması amacıyla Okutan'ın doktora bitirme tezinde yeni bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Çalışmamızda kendi araştırma konumuza uygun modifikasyonlar yapılarak bu bilgisayar programı kullanılmıştır (72).

### 3.2.1.1. Lateral Sefalometrik Radyografiler Üzerinde Bilgisayar Programı Yardımıyla Noktaların İşaretlenmesi ve Görsel İncelemenin Yapılması

#### 3.2.1.1.1. Bilgisayar Programının Geliştirilmesi:

Bilgisayar programı; dijital radyografi arşivi Sidexis'ten 'jpeg' formatında dışarı aktarılan 395 hastaya ait radyografilerin içinden seçilen her bir radyografi üzerinde çalışmak üzere tasarlanmıştır. Bu program ile Mito ve arkadaşlarının çalışmasında yer alan boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülünde yer alan noktalar 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri ('C3 ve C4' bölgeleri) üzerinde işaretlenmiş; bu formüle göre boyun omuru iskelet yaşı hesaplanmıştır.

Program DotNet Framework 4.0 platformu kullanılarak C-Sharp dilinde MS Visual Studio 2010 uygulaması kullanılarak geliştirilmiştir. DotNET Framework,

bileşen yönelimli uygulamaların geliştirilmesini destekleyen, farklılık gösteren bilgisayar dillerinin bir arada çalışmasını mümkün kılan ve Windows platformu için güvenlik, taşınabilirlik ve ortak bir programlama dili ortamı sağlayan bir platformdur. Programın bir bilgisayarda çalıştırılabilmesi için bilgisayarın Windows işletim sistemine sahip ve DotNET Framework 4.0 yüklü olması yeterlidir.

Program bir adet '.exe' uzantılı uygulama dosyasından ibarettir. Program okuyacağı ve yazacağı verileri/dosyaları bu uygulama dosyasının bulunduğu klasöre bağlı olarak hesaplar (relative path-kesin olmayan dizin). Radyoloji görüntülerini, çalıştırılan uygulama dosyasının bir üst klasöründe mevcut 'TezRontgenSiralı' adlı bir klasörde arar ve bu klasörde mevcut bütün '.jpeg' uzantılı resimleri seçilebilir olarak kullanıcıya sunar. Kullanıcı tarafından yapılan işaretlemeleri ise kullanıcın adına göre yine çalıştırılan uygulama dosyasının bir üst klasöründe <AraştırmacıAdı> şeklinde bir klasör oluşturarak içine formatlı '.txt' uzantılı şekilde kaydeder.

Program yaklaşık olarak altı aylık bir süreçte geliştirilmiştir. Bu süreçte programın kullanılması esnasında kolaylık sağlayacağı düşünülen işaretlenecek bölgenin büyütülmesi, bölgenin büyütülmesi esnasında kullanılacak enterpolasyon yöntemleri, nokta seçimlerinin nokta isimlerine göre seçimine ek olarak demo bir model üzerinden de yapılabilmesi, literatürde tanımlı regresyon denkleminin sonuçlarının gösterilip gösterilmemesi, 'CVMS' gruplarının seçimi esnasında seçilmiş olan noktalara göre 'C3 ve C4' bölgelerinde oluşan çizgilerin gösterilip gösterilmemesi ve bu çizgi gösteriminin seçimi yapan araştırmacıya bir alternatif olarak sunulup sunulmaması gibi kriterlere karar verilerek program son halini almıştır. Program üzerinde yapılan çalışmalar her bir radyografi-işaretleme yapan araştırmacı için formatlı bir '.txt' uzantılı dosya olarak kaydedildikten sonra bütün verilerin bir excel dosyası formatında dışarı aktarılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Dışarı aktarılan '.jpeg' uzantılı resimler incelendiğinde resimlerin satır ve sütun boyutlarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmayı ilgilendiren 'C3 ve C4' bölgelerinin her bir röntgenin neredeyse orta noktasına gelmektedir. Resimlerin kullanıcıya yan kenar-üst kenar oranı değişmeden sunulması önemlidir. Çünkü boyun omuru iskelet yaşına karar verirken yatay dikdörtgen, dikey dikdörtgen ve kare şekilleri farklı sonuçlara işaret eder. Bu kapsamda görüntüler yatay kenar-dikey kenar oranları bozulmayacak şekilde programda görüntülenmektedir.

### 3.2.1.1.2. Bilgisayar Programının Kullanılması

Bu bölüm öncelikle Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı formülünde (64) yer alan noktaların boyun omuru gövdeleri üzerinde seçilmesini içerir. Bu noktaların seçilmesi sonucunda program regresyon denkleminde bulunan nokta ve oranları görüntüler.

Programı kullanacak kişi seçildikten sonra işaretleme yapılacak radyografi, yüklenecek resim dosyası bölümünden 1'den 395'e kadar numaralandırılmış radyografiler arasından seçilmiştir. Noktaların işaretlenmesi iki aşamalı olarak tasarlanmıştır. Öncelikle büyük çerçevenin C3-C4 bölgesine (3. ve 4. boyun omuru gövdeleri) tıklanarak kırmızı çerçeve oluşturulmuş, ardından işaretlenecek nokta demo resmi üzerinden çift tıklanarak belirlendikten sonra kırmızı çerçevenin sınırlarında kalan bölgenin büyük halinin bulunduğu çalışma bölgesinde işaretleme yapılmıştır. Bütün bu işaretlemeler sırasında büyütme boyutunun 110 ve enterpolasyon modelinin 'bicubic' olmasına dikkat edilmiştir. Aynı noktalar metot hatasını belirlemek amacı ile araştırmacı tarafından bir ay sonra tekrar işaretlenmiştir.

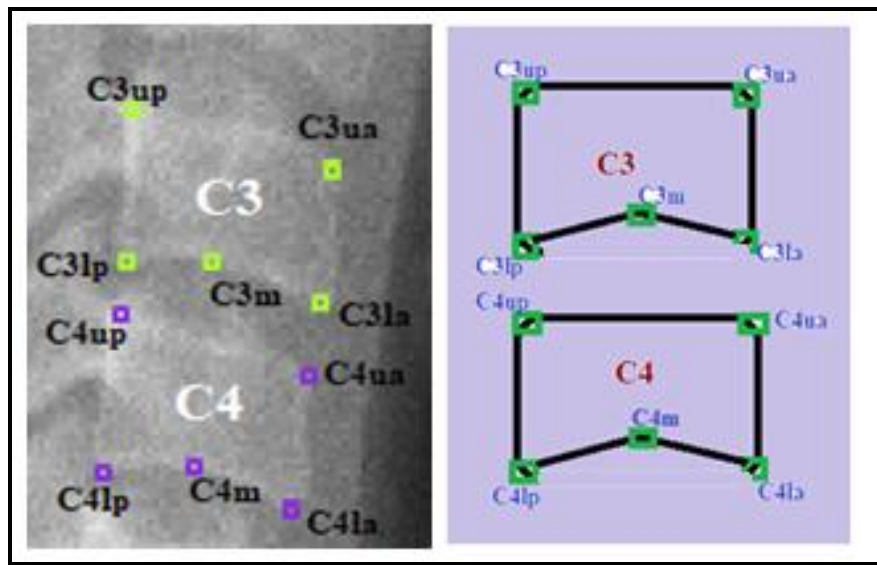
#### Boyun Omurları Üzerinde İşaretlenen Noktalar (Şekil 3-1):

1. **C3up:** 3. boyun omuru gövdesinin arka kenarının en üst noktasıdır.
2. **C3ua:** 3. boyun omuru gövdesinin ön kenarının en üst noktasıdır.
3. **C3lp:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en arka noktasıdır.
4. **C3m:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki girintinin en derin noktasıdır.
5. **C3la:** 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en ön noktasıdır.
6. **C4up:** 4. boyun omuru gövdesinin arka kenarının en üst noktasıdır.
7. **C4ua:** 4. boyun omuru gövdesinin ön kenarının en üst noktasıdır.
8. **C4lp:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en arka noktasıdır.
9. **C4m:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki girintinin en derin noktasıdır.
10. **C4la:** 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarının en ön noktasıdır.
11. **S3la:** C3ua noktasının C3lp-C3la doğrusu üzerindeki dik izdüşümüdür (Bilgisayar programı tarafından otomatik olarak belirlenmektedir (Şekil 3-2).



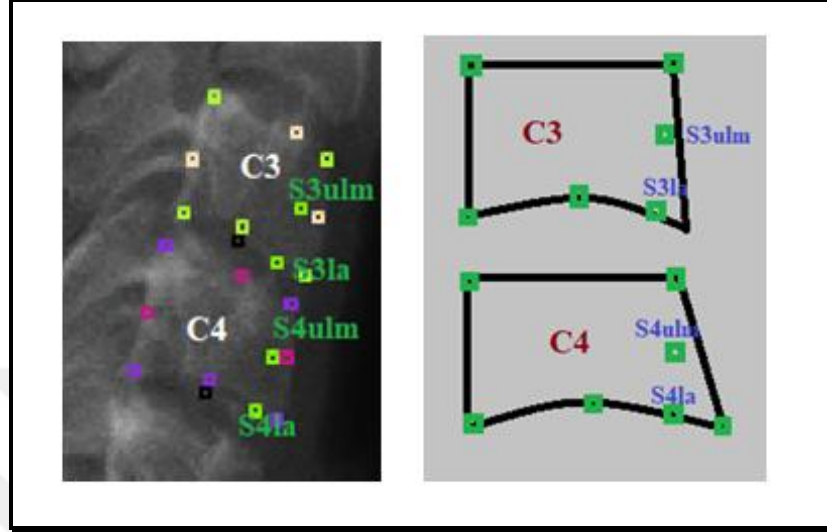
12. **S3ulm:** C3ua-S3la doğrusunun orta noktasıdır (Bilgisayar programı tarafından otomatik olarak belirlenmektedir) (Şekil 3-2).
13. **S4la:** C4ua noktasının C4lp-C4la doğrusu üzerindeki dik izdüşümüdür (Bilgisayar programı tarafından otomatik olarak belirlenmektedir) (Şekil 3-2).
14. **S4ulm:** C4ua-S4la doğrusunun orta noktasıdır (Bilgisayar programı tarafından otomatik olarak belirlenmektedir) (Şekil 3-2).
15. **C3APam:** C3ua-S3la doğrusunu dik olarak kesen ve S3ulm noktasından geçen doğrunun boyun omuru gövdesinin ön kenarını kestiği noktadır (Şekil 3-3).
16. **C3APpm:** C3ua-S3la doğrusunu dik olarak kesen ve S3ulm noktasından geçen doğrunun boyun omuru gövdesinin arka kenarını kestiği noktadır (Şekil 3-3).
17. **C4APam:** C4ua-S4la doğrusunu dik olarak kesen ve S4ulm noktasından geçen doğrunun boyun omuru gövdesinin ön kenarını kestiği noktadır (Şekil 3-3).
18. **C4APpm:** C4ua-S4la doğrusunu dik olarak kesen ve S4ulm noktasından geçen doğrunun boyun omuru gövdesinin arka kenarını kestiği noktadır (Şekil 3-3).

Bu noktalardan öncelikli olarak ‘C3up, C3ua, C3lp, C3la, C4up, C4ua, C4lp, C4la’ noktaları işaretlenmiştir (Şekil 3-1).



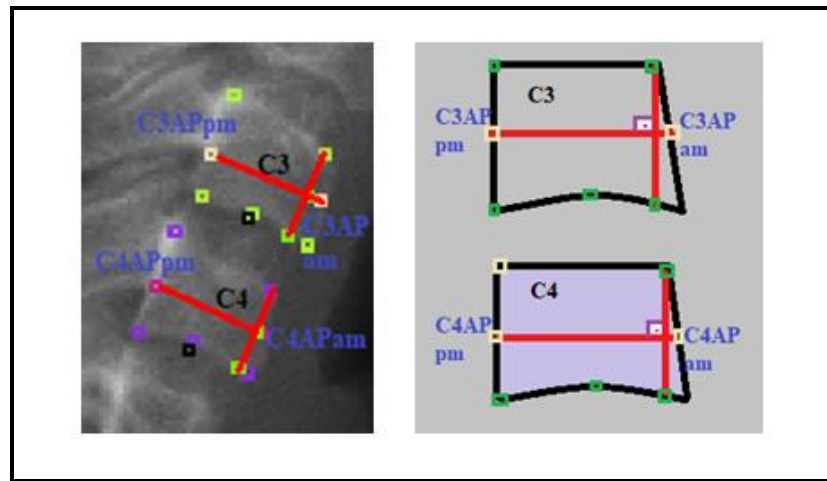
Şekil 3-1: Bilgisayar Programında İşaretlenen Noktalar

‘S3ulm, S4ulm, S3la, S4la’ noktaları bilgisayar programı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır (Şekil 3-2).



Şekil 3-2:Program Tarafından Otomatik Belirlenen Noktalar

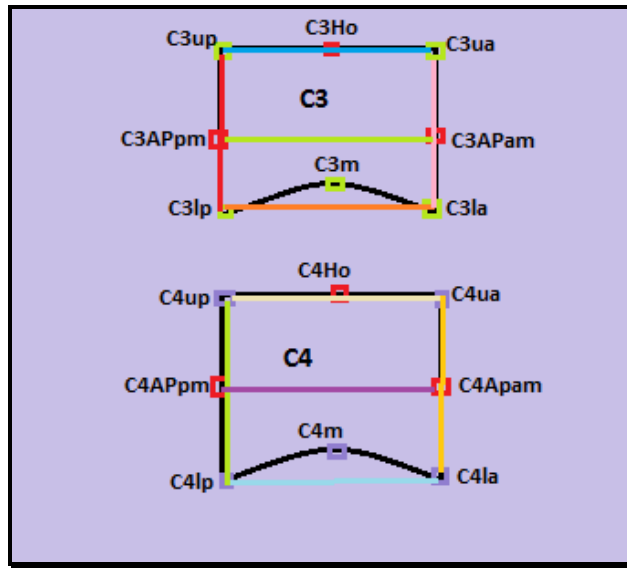
Otomatik olarak hesaplanan bu noktalara göre ‘C3APam, C3APpm, C4APam, C4APpm’ noktaları programın çalışma bölgesi üzerinde oluşturduğu yardımcı çizgiler yardımıyla işaretlenmiştir (Şekil3-3).



Şekil 3-3:Program Tarafından Belirlenen Diğer Noktalar

Bu noktalar kullanılarak 14 doğru oluşturulmuştur (Şekil 3-4):

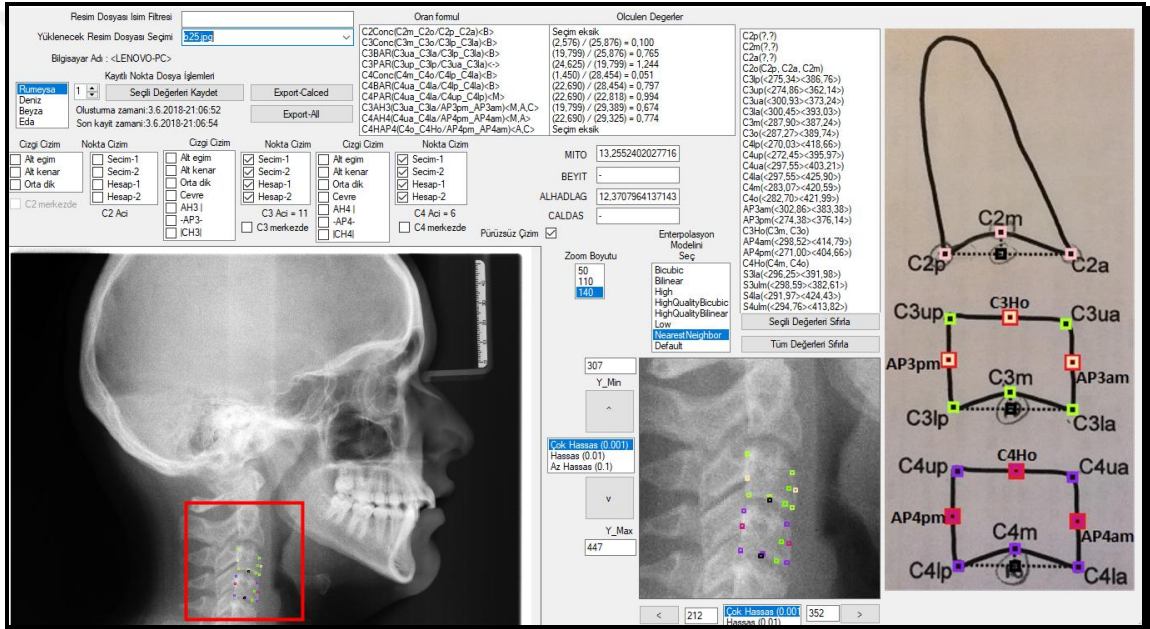
1. **C3up-C3ua**: 3. boyun omuru gövdesinin üst kenarını oluşturur.
2. **C3ua-C3la (AH3)**: 3. boyun omuru gövdesinin ön kenarını oluşturur.
3. **C3la-C3lp**: 3. boyun omuru gövdesinin alt kenarını oluşturur.
4. **C3lp-C3up (PH3)**: 3. boyun omuru gövdesinin arka kenarını oluşturur.
5. **C3APam-C3APpm (AP3)**: S3ulm noktasından geçen ve 3. boyun omuru gövdesinin ön ve arka kenarlarını birleştiren yatay uzunluktur.
6. **C3ua-S3la**: 3. boyun omuru gövdesinin ön kenarının üst noktası ile bu noktanın boyun omuru alt kenarına dik izdüşümü arasındaki uzunluktur.
7. **C4up-C4ua**: 4. boyun omuru gövdesinin üst kenarını oluşturur.
8. **C4ua-C4la (AH4)**: 4. boyun omuru gövdesinin ön kenarını oluşturur.
9. **C4la-C4lp**: 4. boyun omuru gövdesinin alt kenarını oluşturur.
10. **C4lp-C4up (PH4)**: 4. boyun omuru gövdesinin arka kenarını oluşturur.
11. **C4APam-C4APpm (AP4)**: S4ulm noktasından geçen ve 4. boyun omuru gövdesinin ön ve arka kenarlarını birleştiren yatay uzunluktur.
12. **C4ua-S4la**: 4. boyun omuru gövdesinin ön kenarının üst noktası ile bu noktanın boyun omuru alt kenarına dik izdüşümü arasındaki uzunluktur.



Şekil 3-4: İşaretlenen Noktalar Yardımı ile Oluşturulan Doğrular

Bu doğrular kullanılarak üç oran oluşturulmuştur:

1. **C3ua-C3la/C3APam-C3APpm (AH3/AP3):** 3. boyun omuru gövdesinin ön kenar uzunluğunun S3ulm noktasından geçen ve 3. boyun omuru gövdesinin ön ve arka kenarlarını birleştiren yatay uzunluğa oranıdır.
2. **C4ua-C4la/C4APam-C4APpm (AH4/AP4):** 4. boyun omuru gövdesinin ön kenar uzunluğunun S4ulm noktasından geçen ve 4. boyun omuru gövdesinin ön ve arka kenarlarını birleştiren yatay uzunluğa oranıdır.
3. **C4ua-C4la/C4up-C4lp (AH4/PH4):** 4. boyun omuru gövdesinin ön kenar uzunluğunun arka kenar uzunluğuna oranıdır.



Şekil 3-5: Noktalar İşaretlendikten Sonra Programın Ekran Görüntüsü

Bilgisayar programına literatürde var olan dört regresyon denklemi tanımlanmıştır (Mito, Caldas, Alhadlag, Beit); çalışmamızda yer alan radyografiler için ise yalnızca Mito ve arkadaşlarına ait boyun omuru iskelet yaşı formülü kullanılmıştır (Şekil 3-5).

Mito ve Ark. Geliştirdikleri Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülü (64) aşağıda verildiği şekildedir:

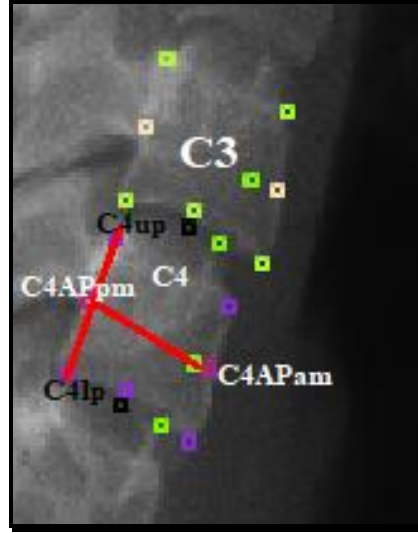
$$-0,20 + 6,20 \times (C3ua-C3la/C3APam-C3APpm) + 5,90 \times (C4ua-C4la/C4APam-C4APpm) + 4,74 \times (C4ua-C4la/C4up-C4lp)$$

Formül işaretlenen noktaların oluşturdukları kenar uzunluklarına olarak şu şekilde betimlenebilir:

$$-0,20 + 6,20 \times (AH3/AP3) + 5,90 \times (AH4/AP4) + 4,74 \times (AH4/PH4)$$

Çalışmamızın birinci aşamasında çalışma grubuna seçilen 395 bireyin kronolojik yaşları ile Mito ve arkadaşları tarafından geliştirilen formül ile hesaplanan boyun omuru iskelet yaşları arasındaki uyuma bakılmıştır. Bu formüle göre seçilen bireylerin iskelet yaşları hesaplandıktan sonra yeni bir regresyon denklemi oluşturularak Türk kız bireylerde uygulanabilecek boyun omuru iskelet yaşı formülü elde edilmiştir. Yeni formülde Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği formülden farklı olarak dördüncü boyun omuru gövdesinin arka yüz yüksekliğinin yatay genişliğine oranı olan PH4/AP4 parametresi kullanılmıştır. Bu oran için işaretlenecek noktalar programda mevcuttur.

'PH4/AP4' = 'C4up-C4lp/C4APam-C4APpm'= 4. boyun omuru gövdesinin arka kenar uzunluğunun S4ulm noktasından geçen ve 4. boyun omuru gövdesinin ön ve arka kenarlarını birleştiren yatay uzunluğa oranıdır (Şekil 3-6).



**Şekil 3-6: Geliştirdiğimiz Formülde Yer Alan PH4/AP4 Parametresi İçin İşaretlenen Noktalar**

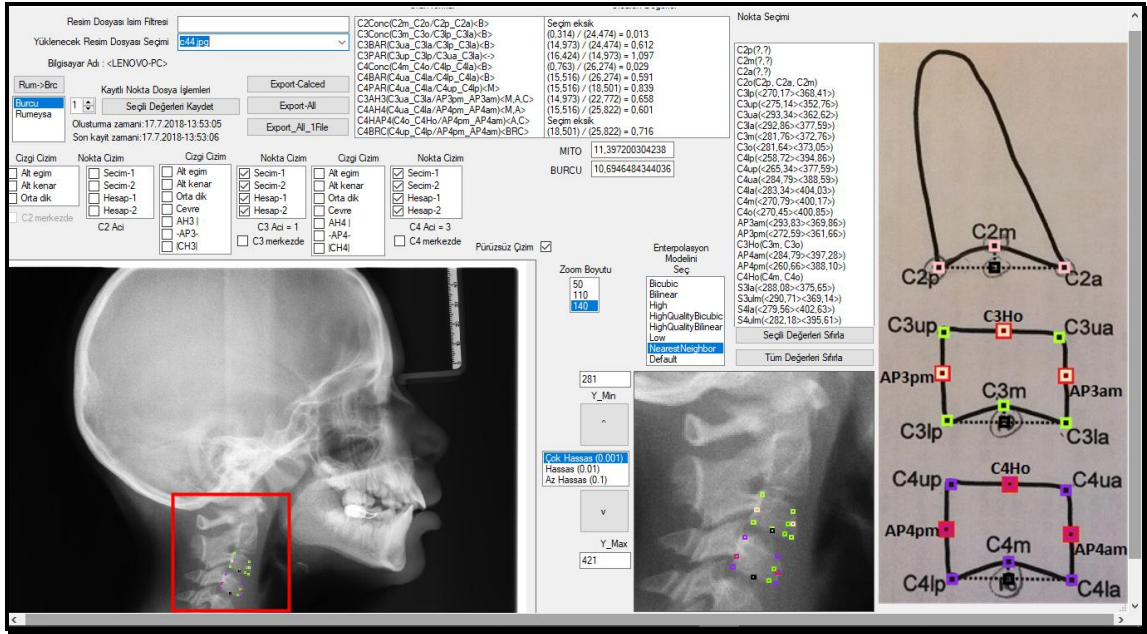
Kontrol grubuna ait radyografilere uygulanmak üzere geliştirdiğimiz yeni boyun omuru iskelet yaşı formülü şu şekildedir:

$$4.512 + 6.247 \times (AH3/AP3) + 8.875 \times (AH4/AP4) - 4.547 \times (PH4/AP4)$$



Parametreleri ifade eden noktalar belirtilecek olursa boyun omuru iskelet yaşı formülü;  $4.512 + 6.247 \times (C3ua-C3la/C3APam-C3APpm) + 8.875 \times (C4ua-C4la/C4APam-C4APpm) - 4.547 \times (C4up-C4lp/ C4APam-C4APpm)$  olarak ifade edilebilir.

Kontrol grubuna ait ölçümlerin yapılacağı sırada program ekranını modifiye edilerek yalnızca Mito ve arkadaşlarının geliştirdikleri formül ile çalışmamızda geliştirilen yeni boyun omuru iskelet yaşı formülünün sonuçlarını gösterecek şekilde güncellenmiştir (Şekil 3-7).



Şekil 3-7: Bilgisayar Programının Modifiye Edilmiş Ekran Görüntüsü

Çalışmamızın ikinci aşamasında araştırma kriterlerimize uygun yaş ortalaması  $11,77(\pm 2,32)$  yıl olan 8,0-15,9 yaş aralığındaki 115 kız bireyden oluşturduğumuz kontrol grubuna ait el-el bilek radyografilerinden TW- 2 metodu ile el-el bilek iskelet yaşları belirlenmiştir. Aynı bireylerin lateral sefalometrik radyografileri çalışma grubunda izlenen yol ile programa aktarılmış, geliştirdiğimiz yeni boyun omuru iskelet yaşı formülü uygulanarak bu iki yöntem arasındaki uyum belirlenmiş ve formülün güvenilirliği araştırılmıştır.

### 3.3. İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlara (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yer verilmiştir. Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınanmıştır. Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin ikiden fazla grup arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi ve Bonferroni düzeltmeli ikili değerlendirmeler kullanılmıştır. Yaş değerleri arasındaki farklılığı test etmek amacıyla Paired t test kullanılmıştır. Nicel değişkenler arası uyum düzeyinin belirlenmesinde Intraclass correlation coefficient (sınıf içi korelasyon katsayısı-ICC) kullanılmıştır. Boyun omuru kemik yaşının tahmini için Stepwise multiple linear regression analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

**Tablo 3-8: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC) Değerlerinin Yorumlanması**

ICC	Yorum
< 0,40	Başarısız (Poor)
0,40 — 0,59	Zayıf (Fair)
0,60 — 0,74	İyi (Good)
0,75 — 1,00	Mükemmel (Excellent)

## 4. BULGULAR

### 4.1. Metot Hatasının İncelenmesi

Örnekleme yer alan 510 birey arasından rastgele seçilen 80 bireyin lateral sefalometrik radyografisinde ilk ölçümden bir ay sonra Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı formülünde yer alan her nokta aynı araştırmacı tarafından tekrar seçilerek işaretlenmiş ve bilgisayar programında tekrar ölçüm yapılmıştır. Birinci ve ikinci ölçümler arasındaki fark sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ile değerlendirilmiştir. Bu iki nicel değişken arasında mutlak değer bakımından ortalama fark  $0,40 \pm 0,28$  yıl olarak bulunmuştur. İki ölçüm arasında 0,979 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır ( $r:0,979, p<0,001$ ) (Tablo4-1).

**Tablo 4-1: Metot Hatasına Dair Değerlendirmeler**

	Birinci ölçüm	İkinci ölçüm	Mutlak fark	ICC	P
	Ort±ss	Ort±ss	Ort±ss		
<b>Yaş</b>	13.13±2.39	13.11±2.40	0.40±0.28	0.979	<0.001**

ICC: Intraclass correlation coefficient

\*\*\* $p<0.001$

### 4.2. Verilerin İncelenmesi

Çalışmamız, 1 Mayıs 2008-31 Aralık 2017 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi için başvuran bireylerin tedavi öncesi radyografileri üzerinden yürütülmüştür. Bu amaçla Ortodonti Anabilim Dalı dijital radyografi arşivi Sidexis'ten yaklaşık 5500 radyografi incelenmiş, belirlenen kriterlere göre çalışmada kullanılmak üzere 510 kız bireyin lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri seçilmiştir.

Çalışmamızın bu bölümünde ilk olarak 395 kız bireyden oluşan çalışma grubunun kronolojik yaşları ile Mito ve arkadaşlarının geliştirdikleri formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşları arasındaki uyuma dair veriler değerlendirilmiştir. Daha sonra aynı grupta yapılan ölçümlerden elde edilen bulguların değerlendirilmesi ile Türk kız bireylere özgü boyun omuru iskelet yaşı formül geliştirilmiştir. Bu formülün 115 kız bireyden oluşan kontrol grubu radyografilerine uygulanmasının ardından, bireylerin el-el bilek ve boyun omuru iskelet yaşları ile kronolojik yaşları arasındaki korelasyon



değerlendirilmiştir. Bu bölümün son kısmında ise kontrol grubundaki 115 birey el-el bilek radyografilerine göre büyüme ve gelişim dönemi ‘prepak, peak ve postpeak’ olarak ayrılmış, bireylerin boyun omuru gövdeleri üzerinde ölçülen parametreler (5 uzunluk ölçümü ve 3 oran) aracılığı ile büyüme atılımını özellikle ‘peak’ dönemi işaret eden belirteçlerin olup olmadığı incelenmiştir.

#### 4.2.1. Mito ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülünün Değerlendirilmesi

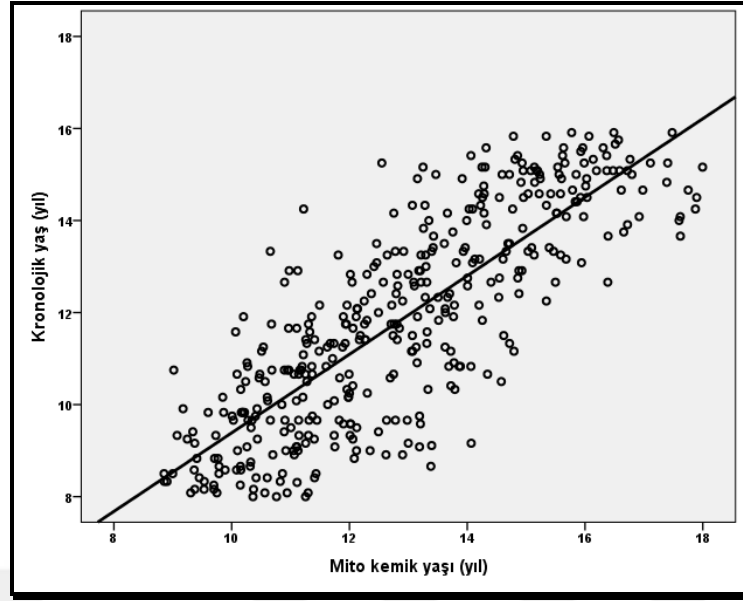
Çalışma grubuna dahil edilen 395 bireyin lateral sefalometrik radyografilerine ait ölçümlerden elde edilen Mito ve arkadaşlarına ait formül ile hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ve kronolojik yaş değerleri arasında ortalama  $1,33\pm 1,05$  yıl fark olduğu saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Olguların kronolojik yaşları ile Mito ve ark. ait formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşları arasında 0,838 düzeyinde ilişki (ICC) olduğu saptanmıştır ( $r:0.838$ ,  $p<0.001$ ) (Tablo 4-2) (Şekil 4-1)

**Tablo 4-2: Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Boyun Omuru İskelet Yaşı ve Kronolojik Yaşa İlişkin Değerlendirmeler**

	Fark (yıl) (mutlak değer), ort $\pm$ ss	ICC (95% GA)
Mito ve ark. ait boyun omuru iskelet yaşı ve Kron. yaş	1.33 $\pm$ 1.05***	0.838 (0.803, 0.867)***

ICC: Intraclass correlation coefficient

\*\*\* $p<0.001$



**Şekil 4-1:Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Ark. Geliştirdiği Formül ile Hesaplanan Boyun Omuru İskelet Yaşı (MY) ve Kronolojik Yaş (KY) Arası İlişki**

Çalışma grubumuzda yer alan 395 bireyin kronolojik yaşları ile Mito ve arkadaşlarına ait formülden hesaplanan boyun omuru iskelet yaşları arasındaki farkın tüm yaş gruplarına göre dağılımı ayrıntılı olarak Tablo 4-3'te verilmiştir:

**Tablo 4-3: Çalışma Grubunda (n=395) Mito ve Arkadaşları Tarafından Geliştirilen Formül ile Hesaplanan Boyun Omuru İskelet Yaşı ile Kronolojik Yaş Arası Farkın Yaş Gruplarına Göre Dağılımı ve İstatistiksel Değerlendirilmesi**

Yaş grupları	N	Kronolojik yaş	Mito boyun omuru iskelet yaşı	Fark(Yıl)(mutlak değer)
		Ort±ss	Ort±ss	Ort±ss
8-8.9	45	8.44±0.28	10.35±1.04	1.91±1.01
9-9.9	60	9.45±0.29	11.18±1.20	1.77±1.23
10-10.9	52	10.54±0.27	11.71±1.33	1.35±1.13
11-11.9	53	11.51±0.26	12.27±1.13	1.08±0.88
12-12.9	47	12.50±0.29	13.27±1.22	1.13±0.91
13-13.9	41	13.38±0.25	14.19±1.44	1.23±1.00
14-14.9	49	14.45±0.28	15.20±1.46	1.26±1.05
15-15.9	48	15.32±0.29	15.60±1.12	0.88±0.70
<b>Toplam</b>	395	11.86±2.26	12.90±2.17	1.33±1.05***

ICC: Intraclass correlation coefficient

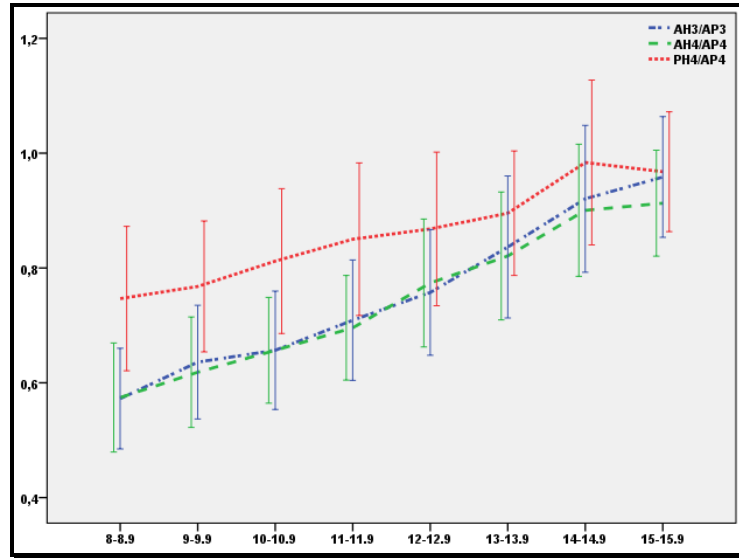
\*\*\* $p < 0.001$

Çalışma grubunda Mito ve arkadaşları tarafından geliştirilen formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı ile kronolojik yaş arası korelasyon yüksek bulunmuştur. Ancak Türk kız bireylerin iskelet yaşı değerlendirmesinde kullanılmak üzere daha yüksek korelasyon gösteren yeni bir formül üretmek için yine aynı grupta boyun omuru gövdelerine ait AH, H, PH ve AP parametreleri ve bu parametrelerin yıllara göre değişimleri değerlendirilmiştir. Bilgisayar programında yer alan bu parametrelere ilişkin AH/AP, PH/AP, AH/PH, H/AH, H/PH, H/H ve H/AP oranları hesaplanmıştır. Bu oranlar kullanılarak boyun omuru iskelet yaşı belirlemek amacıyla stepwise çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analize kronolojik yaş bağımlı değişken, bu oranlar ise bağımsız değişkenler olarak dahil edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve modelde anlamlı şekilde yer bulan AH3/PH3, AH4/PH4 ve PH4/AP4 değişkenlerinin kronolojik yaşa ait varyansın %65.6'sını açıklayabildiği saptanmıştır (Şekil 4-2) [ $F:248.112$ ,  $p<0.001$ ,  $R:0.810$ ,  $R^2:0.656$ ]. Modele göre elde edilen denklem aşağıda verilmiştir:

$$\text{Boyun omuru iskelet yaşı} = 4.512 + 6.247 \times (\text{C3ua-C3la/C3APam-C3APpm}) + 8.875 \times (\text{C4ua-C4la/C4APam-C4APpm}) - 4.547 \times (\text{C4up-C4lp/ C4APam-C4APpm})$$

Kenar uzunlukları olarak ifade edildiği şekli ile formül aşağıda verilmiştir:

$$\text{Boyun omuru iskelet yaşı} = 4.512 + 6.247 \times (\text{AH3/AP3}) + 8.875 \times (\text{AH4/AP4}) - 4.547 \times (\text{PH4/AP4})$$



Şekil 4-2: Çalışma Grubunda (n=395) Kronolojik Yaşa Göre AH3/AP3, AH4/AP4 ve PH4/AP4 Oranlarının Değişimi

Regresyon denklemi ile elde edilen yeni boyun omuru iskelet yaşı kontrol grubuna ait lateral sefalometrik radyografilere uygulanmak üzere bilgisayar programına entegre edilmiştir. Programa daha önce yer almayan ‘PH4/AP4’ oranının hesabı da eklenmiştir. Dördüncü boyun omuru gövdesinin arka yüz yüksekliğinin yatay genişliğine oranını veren bu parametre programda mevcut noktalar üzerinden işaretleme yapılarak oluşturulabilmektedir:

$$\text{‘PH4/AP4’} = C4up-C4lp / C4APam-C4Appm \text{ (Şekil 3-6)}$$

Çalışmamızın ikinci aşamasında kontrol grubuna ait 115 lateral sefalometrik radyografi 1’den 115’e kadar numaralandırılarak bilgisayar programına yüklenmiştir. Çalışma grubu ile aynı yol izlenecek şekilde 3. ve 4. boyun omuru gövdelerine (C3-C4 bölgeleri) ait noktalar işaretlenmiş ve geliştirdiğimiz yeni formüle göre iskelet yaşları hesaplanmıştır. Bu grupta yer alan bireyler çalışma grubu ile aynı yaş aralığında (8,0-15,9 yıl) yer almaktadır ancak farklı olarak kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşları eşit bireyler gruba dahil edilmiştir. 115 bireyin kronolojik yaşları, Tanner Whitehouse-2 metodu ile hesaplanmış el-el bilek iskelet yaşları, yeni formül ile elde edilen boyun omuru iskelet yaşları kıyaslanarak aralarındaki korelasyon araştırılmıştır. Günümüzde ortodonti pratiğinde geçerliliğini koruyan el-el bilek iskelet yaşı; bilgisayar programı yardımı ile tespit ettiğimiz yeni boyun omuru iskelet yaşının güvenilirliğini belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Kontrol grubunda yer alan bireylerin yaş gruplarına göre ‘n’ sayılarının dağılımı, 8,0-15,9 yaş aralığında her yıla ait kronolojik yaş, el-el bilek iskelet yaşı ve geliştirdiğimiz formüle göre boyun omuru iskelet yaşı ortalamaları Tablo 4-4’te verilmiştir:

**Tablo 4-4: Kontrol Grubunda (n=115) 'n' sayıları, Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek İskelet Yaşı (EY), Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşının (BY) Yaş Gruplarına Göre Ortalamaları ve İstatistiksel Değerlendirmesi**

Yaş grupları	N	Kronolojik yaş (yıl) (KY)	El bilek iskelet yaşı (yıl) (EY)	Boyun omuru iskelet yaşı (yıl) (BY)
		Ort±ss	Ort±ss	Ort±ss
<b>8-8.9</b>	15	8.46±0.30	8.52±0.26	8.98±0.55
<b>9-9.9</b>	16	9.36±0.30	9.47±0.26	9.86±0.38
<b>10-10.9</b>	14	10.40±0.34	10.56±0.31	10.54±0.51
<b>11-11.9</b>	15	11.23±0.19	11.48±0.34	11.28±0.41
<b>12-12.9</b>	15	12.46±0.29	12.63±0.27	12.18±0.89
<b>13-13.9</b>	14	13.36±0.29	13.56±0.28	12.70±0.90
<b>14-14.9</b>	12	14.44±0.31	14.58±0.25	14.04±0.83
<b>15-15.9</b>	14	15.44±0.28	15.49±0.33	15.05±0.71
<b>Toplam</b>	<b>115</b>	<b>11.77±2.32</b>	<b>11.92±2.33</b>	<b>11.73±2.04</b>

Kontrol grubunda yer alan bireylerin her yaş grubunda kronolojik yaşları, el-el bilek iskelet yaşları ve geliştirdiğimiz formül ile elde edilen boyun omuru iskelet yaşlarının istatistiksel olarak karşılaştırılıp, elden edilen farkların yıl cinsinden mutlak değerleri Tablo 4-5'te verilmiştir:

**Tablo 4-5: Kontrol Grubunun (n=115) Her Yaş Grubunda Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek İskelet Yaşları (EY) ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşları (BY) Arasındaki Farklara İlişkin Değerlendirmeler**

Yaş grupları	N	Kronolojik yaş - El el bilek iskelet yaşı farkı (yıl)	Kronolojik yaş – Geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı farkı (yıl)	El bilek iskelet yaşı - Geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı farkı (yıl)
		Ort±ss	Ort±ss	Ort±ss
<b>8-8.9</b>	15	0.14±0.13	0.56±0.60	0.55±0.53
<b>9-9.9</b>	16	0.14±0.13	0.52±0.37	0.42±0.32
<b>10-10.9</b>	14	0.27±0.23	0.42±0.32	0.26±0.27
<b>11-11.9</b>	15	0.30±0.25	0.34±0.22	0.36±0.36
<b>12-12.9</b>	15	0.18±0.16	0.58±0.51	0.71±0.52
<b>13-13.9</b>	14	0.33±0.19	0.87±0.77	0.89±0.90
<b>14-14.9</b>	12	0.33±0.26	0.71±0.67	0.65±0.66
<b>15-15.9</b>	14	0.24±0.22	0.71±0.54	0.54±0.52
<b>Toplam</b>	<b>115</b>	<b>0.23±0.21***</b>	<b>0.58±0.53***</b>	<b>0.54±0.55***</b>

ICC: Intraclass correlation coefficient

\*\*\* $p < 0.001$

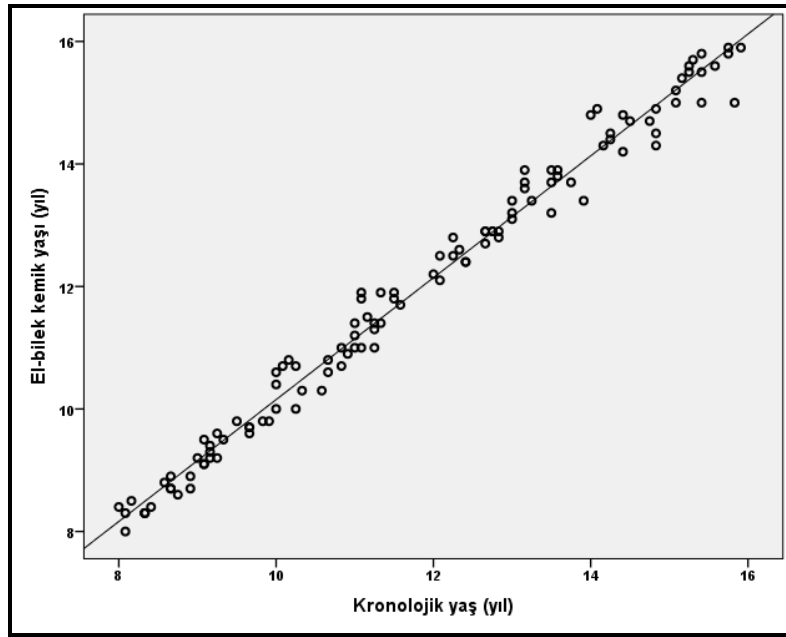
Kontrol grubunda yer alan tüm bireylerin kronolojik yaşları, el-el bilek iskelet yaşları, boyun omuru iskelet yaşlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması; bu parametreler arası farklar ve korelasyona ait genel ortalamalar ise Tablo 4-6'da yer almaktadır:

**Tablo 4-6: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş (KY), El-El Bilek Kemik Yaşı (EY) ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde edilen Boyun Omuru Kemik Yaşlarının (BY) İstatistiksel Değerlendirilmesi**

	Fark (yıl) (mutlak değer), ort±ss	ICC (95% GA)
<sup>1</sup> Kronolojik Yaş ve El-bilek Kemik Yaşı	0.23±0.21***	0.995 (0.990, 0.998)***
<sup>2</sup> Kronolojik Yaş ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru Kemik Yaşı	0.58±0.53***	0.966 (0.951, 0.977)***
<sup>3</sup> El-bilek Kemik Yaşı ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru Kemik Yaşı	0.54±0.55***	0.968 (0.952, 0.978)***

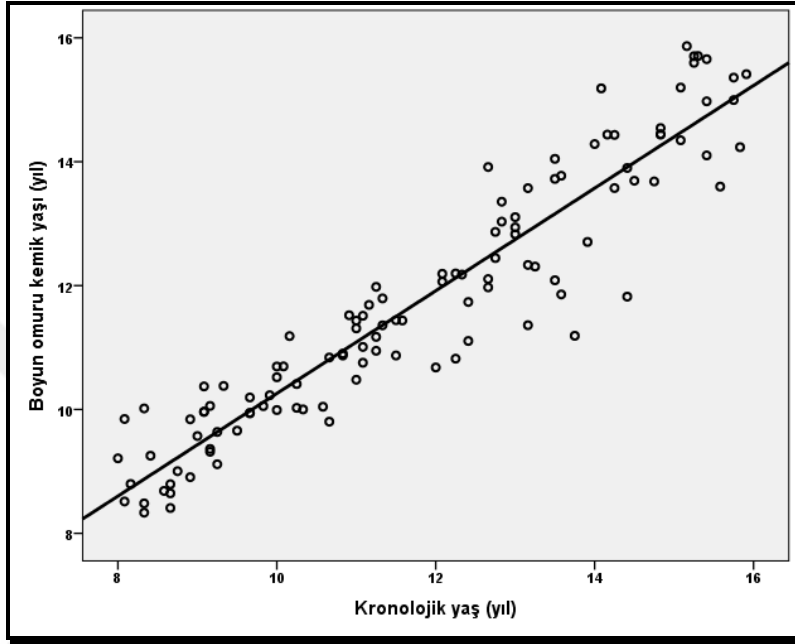
ICC: Intraclass correlation coefficient \*\*\*p<0.001

Kontrol grubunda kronolojik yaş ile el-el bilek kemik yaşı arasında ortalama 0.23±0.21 fark olduğu saptanmıştır (Şekil 4-3). Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.001$ ). İki değer arasındaki uyum 0.995 düzeyinde (ICC) hesaplanmıştır ( $p<0.001$ )



**Şekil 4-3: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş ile El-El Bilek Kemik Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi**

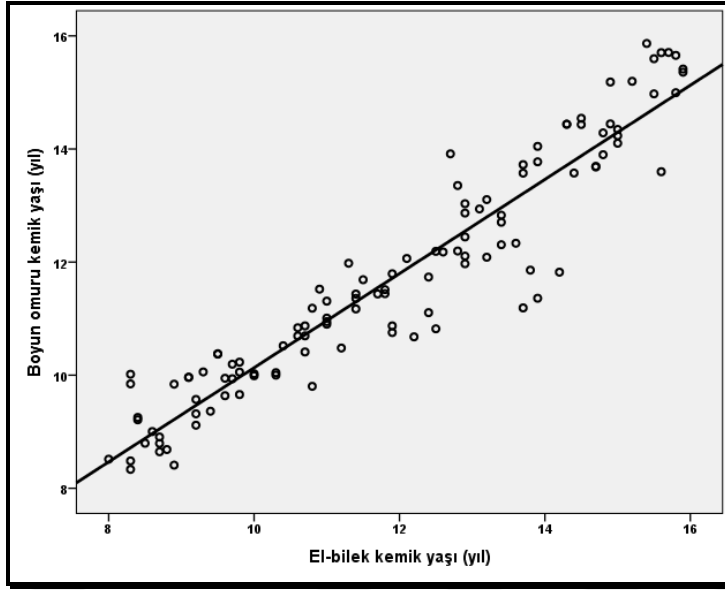
Kronolojik yaş ile geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı değerleri arasında ortalama  $0.58 \pm 0.53$  yıl fark olduğu saptanmıştır (Şekil 4-4). Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Bu iki değer arasında 0.966 düzeyinde uyum (*ICC*) bulunmuştur ( $p < 0.001$ ).



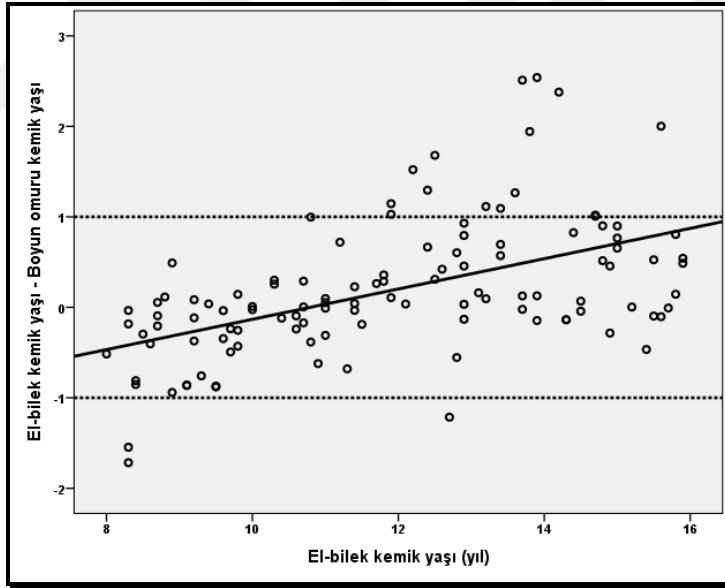
**Şekil 4-4: Kontrol Grubunda (n=115) Kronolojik Yaş ile Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi**

Geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı ile el-el bilek iskelet yaşı değerleri arasındaki ortalama fark ise  $0.54 \pm 0.55$  yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 4-5). Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Bu değerler arasında 0.968 düzeyinde uyum (*ICC*) olduğu saptanmıştır ( $p < 0.001$ ).





**Şekil 4-5: Kontrol Grubunda (n=115) El-El Bilek İskelet Yaşı ile Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Grafik ile Gösterimi**



**Şekil 4-6: Kontrol Grubunda (n=115) Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşı ile El-El Bilek İskelet Yaşı Arasındaki Uyumun Bland Altman Grafiği ile Gösterimi**

Kontrol grubuna ait olgularda el-el bilek iskelet yaşı ile geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı arasındaki fark genel olarak bir yılı aşmamaktadır. Aradaki farkın bir yıldan fazla olduğu ve boyun omuru iskelet yaşı

daha büyük olduğu olgu sayısı 3'tür. El-el bilek iskelet yaşının boyun omuru iskelet yaşından bir yıldan daha büyük olduğu olgu sayısı ise 16'dır. Olguların yaşı büyüdükçe el-el bilek iskelet yaşının boyun omuru iskelet yaşından daha büyük olduğu izlenmektedir (Şekil 4-6). Bu durum boyun omurlarında meydana gelen şekil değişikliklerinin büyüme ve gelişimin daha geç döneminde gerçekleştiği bilgisi ile uyumludur (101).

#### **4.2.2. Boyun Omuru Gövdelerinin Gelişiminde 'Peak' Döneme Ait Değişikliklerin Araştırılmasına Dair Bulgular**

Boyun omuru iskelet yaşını belirlemek üzere elde edilen yeni formülde yer alan parametreler incelenerek büyüme atılımının tepe noktasını işaret eden belirteç olup olmadığı araştırılmıştır.

Bu inceleme için kontrol grubunda geliştirdiğimiz formüle göre boyun omuru iskelet yaşları hesaplandıktan sonra, el-el bilek radyografileri incelenmiştir. Kontrol grubunda yer alan bireyler el-el bilek radyografileri yardımı ile Björk'ün (21) gelişim evrelerine göre 'prepeak, peak ve postpeak' gruplarına ayrılmıştır:

**Prepek grubuna;** Björk'ün 3. (Pisi , H1, R evresi) ve 4. gelişim evresinde (S, H2 evresi) bulunan bireyler dahil edilmiştir.

**Peak grubuna;** Björk'ün 5. gelişim evresinde (MP3 cap, PP1 cap, R cap evresi) yer alan bireyler dahil edilmiştir.

**Postpeak grubuna** ise; Björk'ün 6. (DP3u evresi), 7. (PP3u evresi) ve 8. (MP3u evresi) gelişim evrelerinde bulunan bireyler dahil edilmiştir.

Bu gruplarda kontrol grubu içerisinde yer alan ve 'juvenil' dönemde bulunan bireyler (Björk'ün 1. ve 2. gelişim evresi) ile hangi gelişim döneminde bulunduğu kesin olarak ayırt edilemeyen bireylere yer verilmemiştir. Bu nedenlerle 'prepak, peak, postpeak' gruplarında toplam 73 bireyin radyografileri yer almıştır. Prepeak grubunda 20, peak grubunda 27, postpeak grubunda ise 26 birey bulunmaktadır; gruplardaki birey sayılarının birbirine yakın oluşu bulguların güvenilirliği için önemlidir (Mito 2002).

'Prepeak, peak, postpeak' gruplarına dahil edilen bireylerin 'n' sayıları, kronolojik yaşları ve geliştirdiğimiz formül ile hesaplanan boyun omuru iskelet yaşlarına ait bilgiler Tablo 4-7'de verilmiştir:

**Tablo 4-7: 'Prepeak, peak, postpeak' Gruplarında 'n' Sayıları, Kronolojik Yaş ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşına Dair Değerlendirmeler**

		<b>Prepeak</b>	<b>Peak</b>	<b>Postpeak</b>
		<b>n:20</b>	<b>n:27</b>	<b>n:26</b>
<b>Kronolojik yaş</b>	<b>Min-Mak</b>	8.66-11.08	9.08-12.66	12.00-15.58
	<b>Ort±ss</b>	9.78±0.70	11.24±0.94	13.54±0.88
<b>Geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru kemik yaşı</b>	<b>Min-Mak</b>	8.41-11.51	9.66-13.91	10.68-15.18
	<b>Ort±ss</b>	9.98±0.69	11.27±0.83	13.01±1.09

Geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülü ile elde edilen bulgulara göre büyüme ve gelişimin 'peak' dönemde bulunan kız bireylerin boyun omuru iskelet yaşı ortalama 11.27±0.83 yıldır.

Kontrol grubu içinden seçtiğimiz bu bireylerin radyografilerinde geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülünde yer alan AH3, AP3, AH4, AP4, PH4 boyutsal ölçümleri ile bu boyutsal ölçümlerden elde edilen AH3/AP3, AH4/AP4, PH/AP4 oranları ve kontrol grubunda yeni formüle göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşının yıllara göre değişimleri incelenmiştir.

Yapılan istatistiksel incelemelerde 'peak' dönemde yer alan olgularda diğer olgularda mevcut olmayan bir oran, uzunluk artışı vb. tespit edilmeye çalışılmıştır. Üç büyüme ve gelişim grubunda belirtilen boyutsal ölçümler ve oranlara ait değerlendirmeler Tablo 4-8'de verilmiştir:

**Tablo 4-8: Kontrol Grubunda (n=73) Geliştirdiğimiz Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülüne Ait Parametrelerin Büyüme ve Gelişim Dönemine Göre Değerlendirmesi:**

	<sup>1</sup> Prepeak	<sup>2</sup> Peak	<sup>3</sup> Postpeak	Prepeak- Peak	Peak- Postpeak	Prepeak- Postpeak	P
	Ort±ss	Ort±ss	Ort±ss	Fark Ort (sh)	Fark Ort (sh)	Fark Ort (sh)	
<b>AH3</b>	15.61±1.91	19.14±2.72	23.43±3.55	3.52 (0.85)	4.29 (0.79)	7.81 (0.85)	<0.001***
<b>AP3</b>	26.36±2.40	27.35±2.19	27.97±2.24	0.99 (0.67)	0.62 (0.62)	1.61 (0.67)	
<b>AH4</b>	15.21±1.60	17.99±2.09	22.04±2.73	2.77 (0.66)	4.06 (0.61)	6.83 (0.66)	<0.001***
<b>AP4</b>	26.03±2.09	27.14±2.57	27.22±1.81	1.11 (0.65)	0.08 (0.6)	1.19 (0.65)	
<b>PH4</b>	19.60±1.93	21.01±3.12	23.54±2.83	1.41 (0.81)	2.53 (0.75)	3.94 (0.81)	<0.001***
<b>AH3/AP3</b>	0.59±0.07	0.70±0.12	0.84±0.12	0.11 (0.03)	0.14 (0.03)	0.25 (0.03)	<0.001***
<b>AH4/AP4</b>	0.59±0.07	0.67±0.07	0.81±0.09	0.08 (0.02)	0.15 (0.02)	0.22 (0.02)	<0.001***
<b>PH4/AP4</b>	0.76±0.09	0.78±0.13	0.87±0.10	0.02 (0.03)	0.09 (0.03)	0.11 (0.03)	0.002**
<b>İskelet yaşı</b>	9.98±0.69	<b>11.27±0.83</b>	13.01±1.09	1.28 (0.27)	1.74 (0.25)	3.02 (0.27)	<0.001***

Tek yönlü varyans analizi

\*\*p<0.01

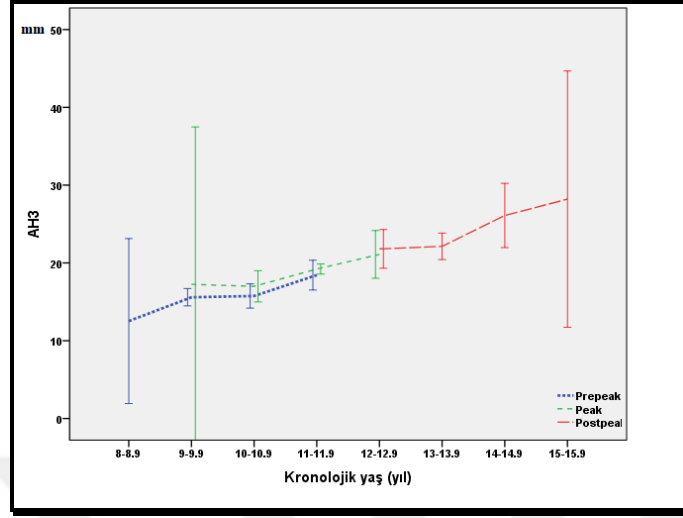
\*\*\*p<0.001

sh: Standart hata

#### 4.2.2.1. Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdasının Ön Yüz Yüksekliği (AH3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

AH3 değeri incelendiğinde; prepeak, peak ve postpek dönemlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, prepeak olguların AH3 değerlerinin peak ve postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ). Peak

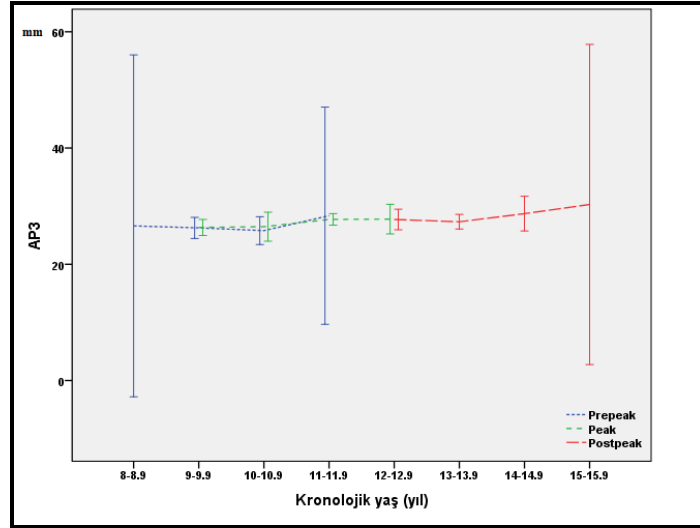
olguların AH3 değerlerinin postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ) (Şekil 4-7).



**Şekil 4-7: Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi**

#### 4.2.2.2. Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

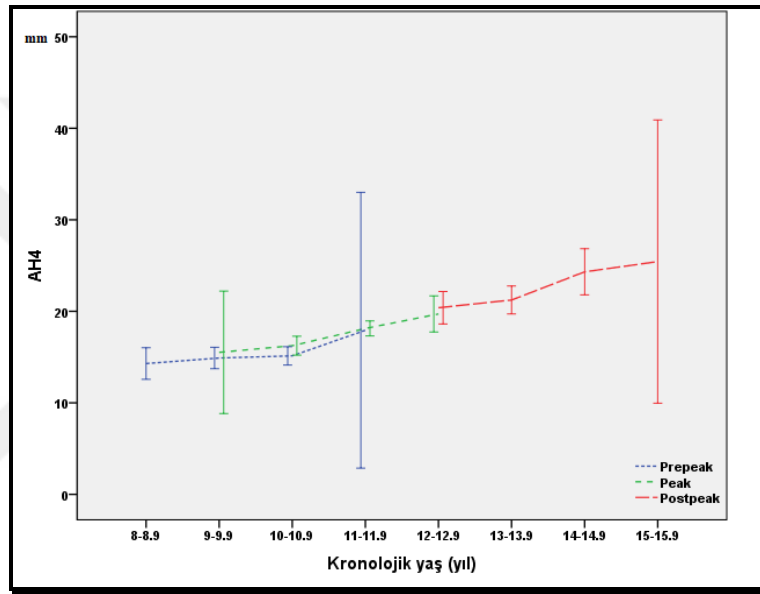
Büyüme ve gelişim dönemleri arasında AP3 değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Şekil 4-8).



**Şekil 4-8: Kontrol Grubunda (n=73) Üçüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP3) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi**

#### 4.2.2.3. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

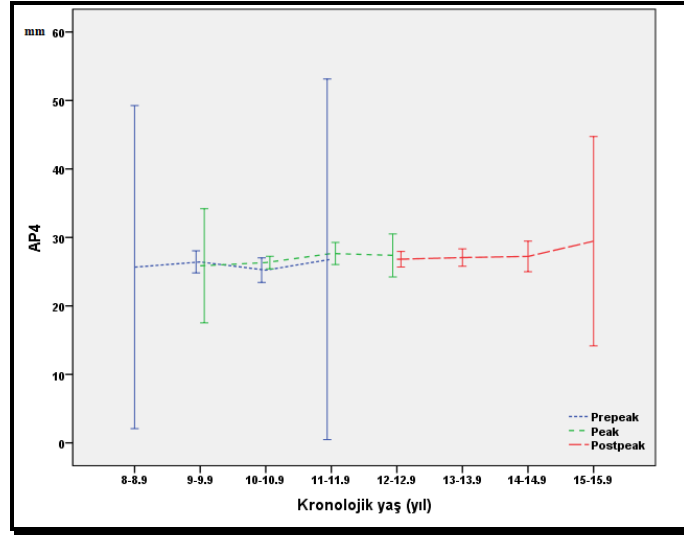
AH4 değerine ait incelemede; üç büyüme ve gelişim evresinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, prepeak olguların AH4 değerlerinin peak ve postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ). Peak olguların AH4 değerlerinin postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ) (Şekil 4-9).



Şekil 4-9: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Ön Yüz Yüksekliği (AH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

#### 4.2.2.4. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

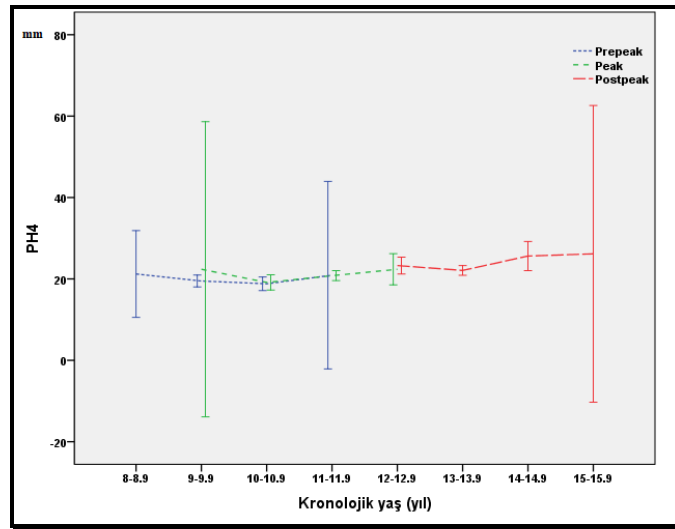
Büyüme atılımına göre AP4 değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Şekil 4-10).



**Şekil 4-10: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesine Ait Yatay Genişlik (AP4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi**

#### 4.2.2.5. Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Arka Yüz Yüksekliği (PH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

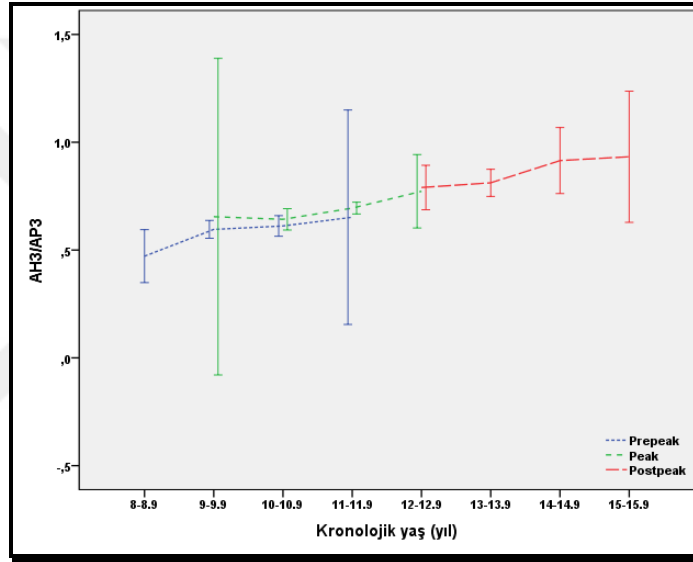
PH4 değerinin incelemesinde büyüme ve gelişim dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, postpeak olguların PH4 değerlerinin prepeak ve peak olguların değerlerinden büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p < 0.001$ ,  $p: 0.004$ ) (Şekil 4-11).



**Şekil 4-11: Kontrol Grubunda (n=73) Dördüncü Boyun Omuru Gövdesinin Arka Yüz Yüksekliği (PH4) Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi**

#### 4.2.2.6. Kontrol Grubunda (n=73) Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde AH3/AP3 Oranında Meydana Gelen Değişimler

Prepeak, peak, postpeak dönemlerinde üçüncü boyun omuru gövdesinin ön yüz yüksekliğinin yatay genişliğine oranını ifade eden **AH3/AP3** değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, prepeak olguların AH3/AP3 değerlerinin peak ve postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p:0.003$ ,  $p<0.001$ ). Peak olguların AH3/AP3 değerlerinin postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ) (Şekil 4-12).

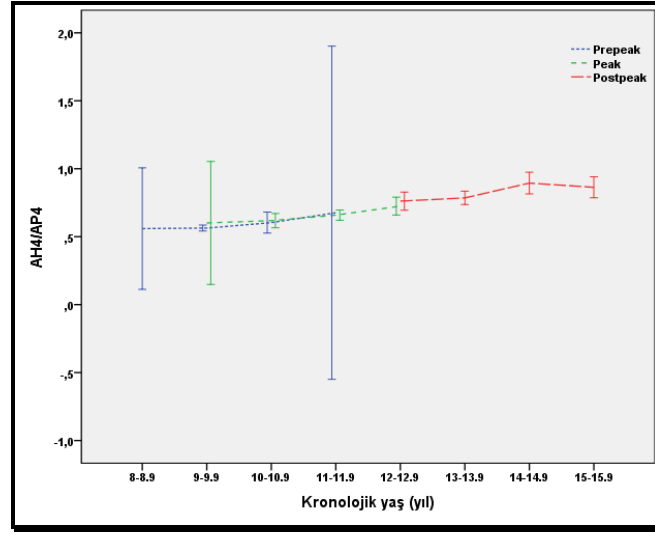


Şekil 4-12: Kontrol Grubunda (n=73) AH3/AP3 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

#### 4.2.2.7. Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde AH4/AP4 Oranında Meydana Gelen Değişimler

Büyüme atılımına göre dördüncü boyun omuru gövdesinin ön yüz yüksekliğinin yatay genişliğine oranı olan **AH4/AP4** değerleri bakımından üç döneme ait bulgulara istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, prepeak olguların AH4/AP4 değerlerinin peak ve postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p:0.002$ ,  $p<0.001$ ). Peak olguların AH4/AP4 değerlerinin postpeak olguların değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ) (Şekil 4-13).

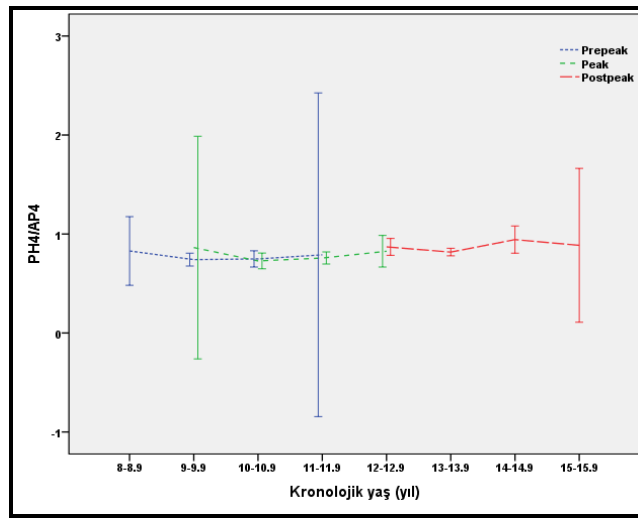




Şekil 4-13: Kontrol Grubunda (n=73) AH4/AP4 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

#### 4.2.2.8. Büyüme ve Gelişim Dönemlerinde PH4/AP4 Oranında Meydana Gelen Değişimler

Dördüncü boyun omuru gövdesinin arka yüz yüksekliğinin yatay genişliğine oranını belirten **PH4/AP4** değerleri de büyüme ve gelişim dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir. ( $p:0.002$ ). Bonferroni düzeltilmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, postpeak olguların PH4/AP4 değerlerinin prepeak ve peak olguların değerlerinden büyük olduğu saptanmıştır (sırasıyla,  $p:0.004$ ,  $p:0.015$ ) (Şekil 4-14).



Şekil 4-14: Kontrol Grubunda (n=73) PH4/AP4 Değerinin Büyüme ve Gelişim Dönemlerine Göre Değişimi

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Amacın Tartışılması

Vücuda ait tüm yapıların organizasyonu, farklılaşması, büyüme ve gelişimi ile morfolojik ve boyutsal son şeklini almasında ‘zaman’ çok önemli bir faktördür (10). Ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında da ideal sonuçlara ulaşabilmek için doğru zamanda harekete geçmek inkar edilemez bir önem taşır. Pubertal dönemde ortodontik tedavi görece bireylerde maksimum ortopedik etkiye ulaşabilmek, uygun retansiyon süresini belirlemek ve nüksün önüne geçebilmek için hastanın iskeletsel olgunluk düzeyi, büyüme miktarı ve kalan büyüme potansiyeli doğru biçimde değerlendirilmelidir. İskeletsel maloklüzyona sahip bazı hastaların ortopedik olarak tedavi edilebilmesi için en uygun dönem pubertal atılım dönemidir. Ancak iskeletsel büyümenin devam eden bir süreç olduğu ve büyüme dönemlerinin kesin çizgilerle birbirinden ayıramayacağı unutulmamalıdır. Her bir gelişim dönemi diğerini takip eder ve özellikle bazı sınır vakalarda iskeletsel olgunluk düzeyini belirlemek oldukça zordur (52).

Büyüme ve gelişimin tepe noktasına ulaştığı dönemin belirlenmesinde farklı parametreler kullanılmıştır. Kronolojik yaş genel bir bilgi verse de her birey kendi genetik özellikleri, yaşadığı çevreye ait koşullar, genel sağlık durumu, beslenme, bulunduğu coğrafya gibi birçok faktörden etkilenen farklı büyüme paternine sahiptir ve kronolojik yaşın tek başına yeterli bir belirteç olmadığı kabul edilmektedir. Bu sebeple bireyin büyüme ve gelişimine dair en iyi bilgiye biyolojik yaşı ile ulaşılır. Araştırmacılar ortodontik tedavinin zamanlamasına karar vermek için diş yaşı, ikincil cinsiyet karakterleri ve menarş gibi farklı parametrelere de başvurmuşlardır. İskeletsel olgunluk durumu ve kraniofasiyal yapının gelişim düzeyini belirlemek için en güvenilir parametre iskelet yaşı olarak kabul görmektedir. İskelet yaşını belirlemek için uzun zamandır kullanılan ve ‘altın standart’ olarak nitelendirilerek hala geçerliliğini koruyan yöntem el-el bilek radyografileridir (16, 64, 91, 93). Ancak el-el bilek iskelet yaşını belirleyebilmek için hastanın ekstra radyasyon alması gerekmektedir; doğru sonuca ulaşılabilmesi için de klinisyenin rehber olarak aldığı atlaslarda yer alan standartları popülasyonun kalanına uygulaması, dolayısı ile tecrübe ve bilgi gerektirir (39). Ayrıca alınan ekstra grafi maliyet artışı ve zaman kaybı anlamına gelmektedir.

El-el bilek radyograflerinin yukarıda belirtilen dezavantajlarından dolayı ortodontik tedavi öncesi teşhis ve tedavi planlaması için rutin olarak alınan lateral sefalometrik radyograflerde görülen boyun omurlarından iskelet yaşı tayini gündeme gelmiştir. Lateral sefalometrik radyografi alınırken birey tiroid koruyucusu giyse bile ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omurları net olarak gözlenebilmektedir (52).

Boyun omuru gövdelerinin longitudinal büyüme paterni ile uzun kemiklerin büyüme potansiyeli benzerdir. Vertebral büyüme, her bir vertebranın üst ve alt yüzeyindeki kıkırdak tabakasından meydana gelmektedir. Bifid spinous proses ve transverse proses'in uç kısmında puberta dönemi boyunca ikincil kemikleşme çekirdekleri görülmektedir. Vertebral büyüme tamamlandığı zaman ikincil kemikleşme çekirdekleri spinous proses ile birleşir (52).

Boyun omurlarından iskelet yaşı tayini ilk kez Lamparski tarafından gündeme getirilmiştir. Lamparski, kızlarda ve erkeklerde 2., 3., 4., 5. ve 6. boyun omuru gövdelerinin şekil ve boyut değişikliklerini analiz ederek iskelet yaşını belirleyen standartlar geliştirmiştir. Araştırmasında iskelet yaşının hesaplanmasında boyun omurlarının el-el bilek kemikleri kadar güvenli ve geçerli olduğunu savunmuştur (58). Hassel ve Farman, Fishman'ın el-el bilek bölgesinde belirlediği 11 olgunlaşma safhasına göre 8-18 yaşları arasında 220 bireyin 2., 3. ve 4. boyun omurlarında meydana gelen şekil değişikliklerini inceleyerek iskelet büyüme ve gelişimini tanımlayan altı kategori oluşturmuştur (52). 2002 yılında Bacetti ve ark. mandibular büyümeyi göz önünde bulundurarak boyun omurlarının olgunlaşma evrelerini beş basamakta incelemişler ve geliştirdikleri yöntemi 'Cervical Vertebra Maturation Stage' (CVMS) olarak isimlendirmişlerdir (9). Araştırmacılar bu yöntemle tek bir sefalometrik radyografide ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omurlarını değerlendirerek basit bir yöntemle büyüme ve gelişim döneminin ve tedavi zamanlamasının belirlenebileceğini savunmuşlardır. 2005 yılında Baccetti ve ark. kendi çalışmalarını modifiye ederek boyun omurlarının olgunlaşma aşamalarını altı basamak olarak değiştirmişler ve uzayın üç yönünde iskeletsel uyumsuzlukların ideal tedavi zamanlamalarını 'CVMS' aşamalarıyla ilişkilendirmişlerdir (10).

Boyun omuru gövdelerinin zamanla geçirdikleri şekil ve boyut değişikliklerini ele alan bu görsel analiz yöntemleri birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir ve konu ile ilgili birçok araştırma yayınlanmıştır.

**Chen ve ark.** longitudinal olarak yürüttükleri çalışmalarında kız ve erkek bireylere ait radyografilerde boyun omuru iskelet yaşının Fishman'ın 'SMI' indeksi ile oldukça yüksek korelasyon gösterdiğini; bu sebeple büyüme ve gelişim tayininde kullanılabilir bir parametre olduğunu savunmuşlardır (28).

**Küçükkeleş ve ark.** Hassel ve Farman'ın 'CVMI' yöntemi ile Fishman'a ait 'SMI' yöntemini karşılaştırdıkları çalışmada iki yöntem ile elde edilen iskelet yaşlarının birbirini ile uyumlu olduğunu, boyun omuru iskelet yaşının güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (57).

**Altan ve ark.** longitudinal olarak tasarladıkları çalışmalarında Hassel ve Farman'ın 'CVMI' metodunu kullanarak boyun omuru iskelet yaşının güvenilirliğini araştırmışlar ve bu yöntemin iskeletsel olgunluğu belirlemek için alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir (4).

**Santiago, Perinetti** ve daha birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda boyun omurlarının bireylerin iskeletsel gelişim düzeyini belirlemede güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntem olduğunu ve el-el bilek radyografilerinin yerine kullanılabilirliğini iddia etmişlerdir (77, 92).

**Uysal ve ark.** Türk çocuklarında yaptıkları çalışmalarda hem kız hem erkek bireylerde el-el bilek ve boyun omuru iskelet yaşı arasında iyi bir korelasyon bulmuşlardır. Araştırmacılar, Türk çocuklarında boyun omuru olgunlaşma evrelerinin pubertal büyüme döneminin olgunluk kriterleri için kullanılabilir olduğunu ifade etmişlerdir (104).

2018 yılında yayınlanmış bir sistematik derlemede boyun omuru iskelet yaşının 'altın standart' olarak nitelendirilen el-el bilek iskelet yaşının yerinin alınamayacağını değerlendiren on adet yayın incelenmiştir. Yayınların tümünde boyun omuru iskeletsel olgunlaşma yöntemi olarak Bacetti'ye ait 'CVMS' metodu kullanılmıştır. El-el bilek iskelet yaşı yöntemleri ise farklıdır. Araştırmacılar farklı istatistiksel analizler kullansalar da iki yöntem arasında yüksek korelasyon bulmuşlar ve 8 yayında boyun omuru iskelet yaşını 'altın standart' olarak bilinen el-el bilek yöntemi yerine kullanılabilirliğini belirtmişlerdir (99).

Boyun omuru iskelet yaşının ortodonti pratiğinde büyüme ve gelişim tayini yapabilmek için klinik rehber olarak kullanılabilirliğini belirten birçok araştırma yapılmış ve bu çalışmaların çoğunda yöntemin güvenilirliği oldukça yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte son yıllarda çalışmaların yönü yöntemin zayıflıklarını

araştırmaya çevrilmiştir. Bu yöndeki çalışmalarda yöntemin tekrarlanabilirliğinin ve güvenilirliğinin düşük olduğu savunulmaktadır.

Gabriel ve ark. longitudinal büyüme kayıtlarından 15 kız 15 erkek bireyden 30 tek, 30 çift lateral sefalometrik radyografi örnekleri seçmişlerdir. Klinik tecrübeye sahip ve 'CVMS' yöntemi hakkında eğitilmiş on ortodontist radyografileri inceleyerek 'CVMS' aşamalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada 'CVMS' yönteminin tekrarlanabilirliğinin düşük olduğu ve ortodontik tedavi zamanlamasının belirlenmesinde kesin bir klinik rehber olarak kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır (43).

Nestman ve ark. 'CVMS' yönteminin tekrarlanabilirliğini araştırdıkları çalışmalarında 10-16 yaş arası 15 kız ve 15 erkek bireyden oluşan 30 kişiye ait radyografiler, on deneyimli ortodontist tarafından değerlendirilmiştir. Araştırmacılar 'CVMS' yönteminin tekrarlanabilirliğinin zayıf olduğunu ve ortodontik tedavi zamanının belirlenmesinde kesin bir rehber olarak kullanılamayacağını belirtmişlerdir (68).

Fudalej ve ark. postpeak dönemdeki kraniofasiyal büyümenin tayininde 'CVMS' yönteminin geçerliliğini araştırmış ve güvenilirliğini orta derecede bulmuşlardır (42).

Zhao ve ark. 'CVMS' yönteminin güvenilirliğini istatistiksel olarak kabul edilebilir düzeyde bulmuş, ancak iskeletsel olgunluğu değerlendirmede diğer büyüme faktörlerinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini savunmuşlardır (109).

Gray ve ark. 2016 yılında yayınlanan longitudinal çalışmalarında, 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdelerinde büyüme ile meydana gelen morfometrik değişimleri incelemiş ve mandibular büyüme atılımını belirlemede 'CVMS' yönteminin geçerliliğini araştırmışlardır. Mandibular büyüme atılımını belirlemede boyun omurlarındaki morfometrik değişimlerin ve 'CVMS' yönteminin doğruluğunun ve güvenilirliğinin yeterli olmadığını ifade etmişlerdir. (48).

Boyun omuru iskelet yaşının büyüme ve gelişimin tahmin edilmesinde güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini yetersiz bulan çalışmalarda öne sürülen sebepler genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır:

- Büyüme ve gelişim devam bir süreçtir, bu sebeple araştırmaların da bir sürece yayılması ve longitudinal olarak yürütülmesi daha doğru sonuçlar

verecektir. Cross-sectional çalışmalarda ise randomizasyonun doğru sağlanabilmesi ve daha doğru bulgulara ulaşılabilmesi için örneklem sayısının mümkün olduğu kadar büyük tutulması gerekir (43, 68).

- Görsel analizde özellikle boyun omuru şekillerine karar verebilmek için radyografileri inceleyen kişilerin belirli bir eğitim alması ve bu eğitimi devam ettirerek tecrübesini canlı tutması veya konu ile ilgili deneyimli biriyle işbirliği içinde olması gerekir; bu durum klinik için pratik bir uygulama değildir (77).
- Boyun omuru iskelet yaşına dair görsel analizin (CVMS) eğitiminde kullanılan standartlar oldukça net şekilleri içermektedir. Bu şekiller ortodonti pratiğinde karşılaşılabilecek vakaların çok daha basitleştirilmiş halidir ve bu basit gövde şekillerini karşılaşılan daha komplike ve anlaşılması güç olgulara uyarlamak oldukça zordur (77).
- Her bireyin kendi genetiği, cinsiyeti ve yaşadığı çevreye ait faktörlerden etkilenen büyüme paterni vardır. Farklı ırklara mensup bireylerde büyüme ve gelişim dönemlerinin farklı olduğu kabul edilmektedir. Bununla beraber homojen bir topluluk üzerinde yapılan çalışmalarda geliştirilmiş yöntemin aynı ırktan farklı coğrafyada yaşayan bireylerde bile güvenilir olmayabileceği belirtilmektedir (25, 26).
- Boyun omuru gövdelerine ait şekil değişikliklerini içeren görsel analizler tamamen gözlemcinin subjektif kararına bağlıdır. Görsel analizi öğrenmek kolay olabilir ancak objektif yorumlanamadığından klinik uygulamalarda belirgin hatalara sebep olacaktır (109).
- Boyun omuru gövdelerinde zamanla oluşan şekil değişiklikleri ve alt kenarlarında konkavite oluşumu CVMS yönteminde belirtilen sırayı takip etmeyebilir, konkavite miktarı belirgin olmayabilir, bu durumlar radyografiyi yorumlayan kişiyi hataya sürükleyebilir.

Yukarıda sıralanan dezavantajlarından ötürü son dönemde yapılan çalışmalarda ortodontistin subjektif yorumundan kaynaklanan hataları azaltmak, daha objektif ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşmak için görsel analize dayanan yöntemler yerine

morfometrik ölçümler kullanılarak, regresyon denklemleri yardımı ile oluşturulan formüllere yer verilmektedir.

Mito ve ark. 2002 yılında Japon kız bireylerde yaptıkları çalışmada boyun omurlarının gövdelerinde boyutsal ölçümler yapmışlar ve bu ölçümlerin yıllara göre değişimlerini inceleyip birbirine oranlamışlar; farklı kombinasyonlar deneyerek kemik yaşını belirleyen bir regresyon denklemi elde etmişlerdir (64). Bu regresyon denklemi ile belirledikleri boyun omuru iskelet yaşı formülünün TW-2 yöntemi kadar doğru ve güvenilir olduğunu savunmuşlardır.

Caldas ve ark., Mito ve ark. tarafından geliştirilen iskelet yaşı formülünü Brezilyalı kız ve erkek bireylerin radyografileri üzerinde uyguladıktan (25) sonra ırksal ve cinsiyete dayalı farklılıkları elimine etmek için 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin boyutlarını ölçmüş ve elde ettikleri oranlarla kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı regresyon denklemleri elde etmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre boyun omurlarından hesaplanan kemik yaşının iskeletsel olgunluğu belirlemede kullanılabileceği, TW-3 yöntemiyle belirlenen el-el bilek kemik yaşı ve kronolojik yaşla arasında istatistiksel bir fark olmadığını belirtmiştir (24).

Alhadlag ve ark. 2012 yılında Suudi Arabistanlı erkek bireylerin radyografilerini kullandıkları çalışmalarında üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdeleri üzerinde yaptıkları ölçümlerden bir regresyon denklemi elde etmişlerdir. Elde ettikleri denklemden hesaplanan iskelet yaşı formülü ile GP ve TW3 yöntemleri ile hesaplanan el-el bilek iskelet yaşları arasında yüksek korelasyon bulmuş ve kronolojik yaş iskelet gelişimini belirlemede kabul edilebilir bir gösterge olarak belirtmişlerdir (2).

Beit ve ark. 2013 yılında İsviçreli kız ve erkek bireyler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, lateral sefalometrik radyografilerde görülen ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdeleri üzerinde ölçümler yapmışlar ve bu değerler üzerinden iskelet yaşı tayini için kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı regresyon denklemleri oluşturmuşlardır. Aynı bireylerin Greulich-Pyle atlasından hesaplanan iskelet yaşını altın standart olarak kabul ederek oluşturdukları formülün güvenilirliğini sınamışlardır. Morfometrik yöntemler kullanan diğer araştırmacıların aksine iskelet yaşını doğru tahmin etmede boyun omuru gövdelerinin şekillerini temel alan iskelet yaşı hesaplama yöntemlerinin yeterli bilgi içermediği, korelasyon analizlerinin ve regresyon modelleri ile oluşturulan bu yöntemlerin diğer yöntemlerle yer değiştirmesi için yeterli bir kanıt

olmadığı, iskelet yaşının belirlenmesinde veya pubertal büyüme atılımının tahmininde boyun omuru gövdelerinin değerlendirilmesinin kronolojik yaştan daha üstün olmadığı sonucuna varmışlardır (16).

Çalışmamızın amacı; büyüme ve gelişimi devam eden 8,0-15,9 yaş aralığındaki kız bireylerde Mito ve arkadaşları tarafından geliştirilen morfometrik boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülünün kullanılarak güvenilirliğinin belirlenmesidir. Büyüme paterninde cinsiyete bağlı farklılıklar nedeni ile yalnızca kız bireylerin radyografileri üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen ölçümler değerlendirilerek ırksal farklılıkların elimine edilmesi için Türk kız bireylere uygun yeni bir formül elde edilmesi amaçlanmıştır ve bu formülün iskelet yaşı belirleme yöntemlerinin 'altın standardı' olarak değerlendirilen el-el bilek iskelet yaşı ile uyumu incelenmiştir. El-el bilek iskelet yaşı için de Tanner-Whitehouse-2 (TW2) metodu kullanılmıştır.

## **5.2. Gereç ve Yöntemin Tartışılması**

### **5.2.1. Gerecin Tartışılması**

Çalışmamıza dahil etmek amacı ile, 1 Mayıs 2008-31 Aralık 2017 tarihleri arasında kliniğimize ortodontik tedavi için başvuran kız bireylerin başlangıç radyografileri taranmış ve belirlenen şartlara uygun olan 510 bireyin lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri rastgele seçilmiştir.

Konu ile ilgili literatürler incelendiğinde, boyun omuru gövdelerinde zamanla meydana gelen şekil değişikliklerinin araştırıldığı çalışmaların büyük çoğunluğunun cross-sectional çalışmalar olduğu görülmüştür (35, 52, 54, 57, 91, 105). Boyun omurlarının gelişimini inceleyen longitudinal çalışmaların sayısı daha azdır. 1992 yılında yayınlanan Eriksen'in yaptığı çalışma dikkat çekmektedir. Bu çalışmada servikal vertebral kolonun postnatal büyümesi tanımlanmış, ancak boyun omurlarının olgunlaşma evreleri değerlendirilmemiştir. Yapılan bir diğer kapsamlı longitudinal çalışma Altan ve ark. aittir. Altan ve ark. boyun omurlarının büyüme ve gelişimini longitudinal olarak incelemiş ve boyun omuru gövdelerinde zamanla meydana gelen değişikliklerin iskeletsel olgunluğu belirlemek için alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (4). Diğer longitudinal ve tanımlayıcı çalışmalar ise boyun omurlarının olgunlaşma aşamaları ve mandibular büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalardır(10, 28, 40, 70). Longitudinal çalışmalara göre cross sectional



çalışmalardaki örneklem büyüklüğü dikkat çekmektedir. Çalışmamız da cross-sectional bir çalışma olarak tasarlanmıştır.

Kemiksel gelişim etnik kökene ve ırklara göre farklılık göstermektedir (19, 47). Bu durum dikkate alınarak çalışmamız için Türk anne babaya sahip bireyler seçilmiştir (57, 73). Etnik kökenin yanı sıra, sistemik bir hastalığa sahip, hormonal bozukluk gösteren, sendromlu bireylerde kemik gelişimi olumsuz etkilenebileceği için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Kemik gelişimini etkileyen bir diğer faktör de cinsiyet farklılığıdır. Büyüme ve gelişim, pubertal büyüme atılımına kadar cinsiyetler arasında önemli bir fark göstermez. Bu atılımla birlikte cinsiyetler arasında gözle görülür farklılıklar oluşur. Pubertal atılım dönemi kızlarda erkeklere göre yaklaşık iki yıl önce başlar. Hagg ve Taranger pubertal atılımın kızlarda ortalama 10, erkeklerde 12 yaşında başladığını belirtmiştir (51). Fishman pubertal atılımın bittiği kronolojik yaşı, kızlarda 14,77; erkeklerde 16,4 olarak belirlemiştir (37). Grave ve ark. pubertal büyüme atılımının kızlarda 36 ayda, erkeklerde 42 ayda, Hagg ve Taranger kızlarda 39 ayda, erkeklerde 42 ayda tamamlandığını iddia etmişlerdir (47). Cinsiyet bağlı farkları ortadan kaldırmak için bizim çalışmamızda yalnızca kız bireylere yer verilmiş, daha homojen bir örneklem oluşturmak amaçlanmıştır.(38, 47, 64). Erkeklerde pubertal atılım daha uzun sürmektedir, erkek bireylerde boyun omuru iskelet yaşının güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini araştıran bir çalışma anabilim dalımızda 2016 yılında Okutan R. tarafından doktora tezi olarak yapılmıştır (72).

El-el bilek radyografileri ortodonti rutininde pubertal atılımı ve büyüme gelişim dönemlerini belirlemek için en sık kullanılan yöntemdir. Bu radyografiler birbiri ardına kalsifiye olan kemiksel yapılara sahip olması, parmak kemiklerinin epifiz-diafiz kısımlarının kaynaşma zamanlarının farklı olması, ulnar sesamoid gibi büyüme ve gelişim atılımının başladığını gösteren belirgin bir yapının bulunması ve bütün bu yapıların tek bir radyografi ile değerlendirilebilmesi açısından oldukça avantajlıdır (50, 51). Erken çocukluk döneminde karpal kemikler bize büyüme ve gelişim hakkında daha net bir bilgi verirken, geç çocukluk ve pubertal dönemde metakarp ve falankslarda meydana gelen değişiklikler değerlendirilmektedir. Araştırmalarda kemik gelişimi yönünden sağ el ve sol el farklılıkları da incelenmiştir (59). Greulich-Pyle sağ elin sol ele göre daha fazla kullanıldığını bu sebeple sağ ve sol el arasında iskelet yaşında 3 aya

varan farklılık olabileceğini ifade etmiş, çalışmalarda sol el-el bilek grafilerinin tercih edilebileceğini belirtmiştir (49). Çalışmamızda bütün bu verilerin ışığında boyun omuru iskelet yaşını güvenilirliğini belirlemek için altın standart olarak kabul edilen el-el bilek grafileri kullanılmıştır.

Ortodonti literatüründe kemik yaşını ve iskeletsel gelişim dönemlerini belirlemek amacıyla boyun omurlarında yaşla meydana gelen morfolojik ve anatomik değişikliklerin incelenmesi gündemdedir. Lamparski 1972 yılında yayınladığı tez çalışmasında, boyun omurlarının değerlendirilmesinde lateral görüntüleme, lateral sefalometrik görüntüleme, anteroposterior görüntüleme ve oblik görüntüleme yöntemlerinin kullanılabilirliğini belirtmiştir (58). Ancak yayınlanan birçok çalışmada anteroposterior görüntüleme boyunu omurlarının süperpozisyona uğradığını ve doğru bir şekilde değerlendirilemediği iddia edilmiştir. Son yıllarda boyun omurlarında yaşla meydana gelen değişiklikleri üç boyutlu görüntüleme teknikleriyle inceleyen çalışmalar da yayınlanmıştır (56, 108). Bu çalışmalarda farklı kesitler üzerinde boyun omuru gövdelerinin üç boyutlu incelenmesi mümkündür; ancak CBCT'nin ortodontik tanı için her hastadan alınmaması, pahalı ve radyasyon dozunun yüksek bir teknik olması nedeniyle rutinde kullanımı yaygın değildir. Çalışmamızda kliniğimizde rutin olarak kullanılması ve boyun omurlarının net olarak gözlenebilmesi nedeniyle anteroposterior ve CBCT görüntüleme yöntemlerinin yerine lateral sefalometrik radyografiler tercih edilmiştir.

Lamparski, O'Reilly ve Yaniello, Hellsing çalışmalarında birinci boyun omuru gövdesinin (atlas) görülmemesi nedeniyle ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı boyun omuru gövdelerini incelemişlerdir (54, 58, 70). Hassel ve Farman, Baccetti ve ark. ise, beşinci ve altıncı boyun omuru gövdelerinin radyasyon koruyucu yelek giyildiği zaman net bir şekilde gözlenememesi nedeniyle ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerini incelemişlerdir (10, 52). Mito ve ark., Caldas ve ark. ve Alhadlag ve ark. çalışmalarında ikinci boyun omuru gövdesindeki değişikliklerin çok az olduğunu ve bu nedenle sadece üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinden hesapladıkları oranları değerlendirdiklerini belirtmişlerdir (2, 24, 64). Beit ve ark. ile Baccetti ve ark., yöntemlerinde ikinci boyun omuru gövdesinin alt kenarındaki konkaviteyi de değerlendirmişlerdir (10, 16). Çalışmamızda Mito ve arkadaşlarının

yöntemleri değerlendirildiği için yalnızca üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdeleri incelenmiştir.

## **5.2.2. Yöntemin Tartışılması**

### **5.2.2.1. Örneklem Seçim Yönteminin Tartışılması**

Çalışmamız basit rastgele örneklem seçimi ile kesitsel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Daha önce yapılan kesitsel çalışmaların neredeyse tamamındaki örneklem seçimi geniş bir kronolojik yaş aralığı belirlenerek yapılmıştır. Wong ve ark. çalışmalarında boyun omuru iskelet yaşının yalnızca pubertal atılıma yakın dönemde yer alan bireylerin iskelet yaşını belirlemede etkili olduğunu bildirmişlerdir (107). Ancak boyun omuru iskelet yaşının klinik rehber olarak kullanılabilmesi için büyümesi devam eden tüm bireylerde etkinliğini araştıran çalışmalar çoğunluktadır. Çalışmamızda da bu görüş ile paralel olarak yalnız pubertal atılıma yakın bireyler yerine büyümesi devam eden bireylerin yer aldığı daha geniş bir yaş aralığı oluşturulmuştur. Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği iskelet yaşı formülünün uygulanacağı ilk grupta (çalışma grubu) bireyler 8,0-15,9 yaş aralığında. kronolojik yaşlarına göre gruplandırılmıştır. Gruplandırmanın kronolojik yaşa göre yapılmasının sebebi grup içinde büyük sapmalar yoksa genel olarak ortalama kronolojik yaşın ortalama iskelet yaşına denk gelmesi ve kronolojik yaşta araştırmacının iskelet yaşına göre çok daha az hata yapma ihtimalinin oluşudur (64).

Cross-sectional çalışmalarda daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilmesi için örneklem sayısının mümkün olduğunda fazla tutulması gerekir, bizim çalışmamızda Mito ve arkadaşları tarafından geliştirilen boyun omuru iskelet yaşı formülünü uygulanarak boyun omuru kemik yaşı hesaplanacak ve çalışma kriterlerimize uygun bireylerin sayısı 395'tir. Aynı yaş aralığında bulunan ve Mito ve arkadaşlarına ait boyun omuru iskelet yaşı formülünden yola çıkılarak üretilen yeni boyun omuru iskelet yaşı formülünün uygulanacağı kontrol grubunda ise 115 kız birey yer almıştır. Bu grupta çalışma grubuna göre daha az sayıda bireyin yer almasının sebebi çalışmamızda gerekli kriterleri taşımaları ile birlikte kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşlarının bir yıldan fazla fark göstermeyen bireylerler arasından seçilmeleridir. Dolayısı ile çalışmamızın birinci ve ikinci aşamasında toplam 510 bireye ait radyografiler yer almıştır. Morfometrik yöntemlerin kullanıldığı ve cross-sectional tasarlanmış benzer

çalışmalarda Mito ve ark. 176 (64), Caldas ve ark. 238 (24), Beit ve ark. 730 (16), Alhadlag ve ark. 122 (2) bireye ait radyografileri değerlendirmiştir.

### **5.2.2.2. Örneklerin El-El Bilek ve Boyun Omuru İskelet Yaşı Hesaplanma Yöntemlerinin Tartışılması**

Bireylerin kemik yaşlarının ve iskelet gelişim dönemlerinin el-el bilek radyografileri kullanarak değerlendirmek için iki yöntem vardır. Bunlardan birincisi atlaslarda yer alan standartlar ile bireyin el-el bilek radyografisinin karşılaştırılmasıdır. İkinci yaklaşım ise, ulnar sesamoid, hamatum çengeli gibi çeşitli yapıların ossifikasyon derecelerinin ve falanksların epifiz diafiz ilişkilerinin incelenmesidir. El-el bilek atlasları rutin olarak kullanılan pratik yöntemlerdir, bireylerin kemik yaşları ve kalan büyüme potansiyeli hesaplanır. En büyük dezavantajları rutinde kullanılan bu atlasların İngiliz ve Amerikan çocukların el-el bilek radyografilerine göre standardize edilmeleridir. Türk çocuklarının büyüme ve gelişimleri göz önünde bulundurularak oluşturulan bir atlas yoktur. İkinci yöntemde ise bireyin büyüme ve gelişim eğrisindeki yeri belirlenir, kemik yaşı hesaplanmaz.

Boyun omurlarından iskelet yaşının ve büyüme ve gelişim döneminin belirlendiği yöntemler görsel analize dayanan yöntemler ve morfometrik ölçümlere dayanan yöntemler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Lamparski'nin öne sürdüğü, Hassel Farman'ın modifiye ederek geliştirdiği sınıflama ve Baccetti'nin 'CVMS' yöntemi görsel analize dayanan subjektif yöntemlerdir (10, 52, 58). Pratik bir yöntem olmasına karşın boyun omuru gövdelerinin şekillerinin ve alt kenarındaki konkavitenin değerlendirilmesi net olarak matematiksel verilere dayanmaz; kişiler arasında farklı yorumlanabilir. Yorumlayan kişinin eğitim ve tecrübesine göre hata yapma oranı yüksektir. Bu nedenle tekrarlanabilirliği sorgulanmaktadır. Bu yöntemlerinin diğer bir dezavantajı bireylerin kemik yaşlarının net olarak belirlenememesidir. Sadece bireyin gelişim dönemi ve mandibular büyüme atılımının ne zaman gerçekleşeceği ve buna bağlı olarak tedavi zamanlaması hakkında bize ortalama bir fikir verir. Özellikle ara dönemde kalan olgularda değerlendirme yapmak zordur.

Boyun omuru gövdeleri üzerinde yapılan ölçümlerin oranları kullanılarak oluşturulan regresyon denklemleri ile hesaplanan iskelet yaşı yöntemleri morfometrik ölçümlere dayanan yöntemlerdir ve objektif yöntemler olarak nitelendirilir. Bireylerin

kemik yaşları yorumlayan kişinin subjektif hatalarından bağımsız olacak şekilde rakamsal olarak belirlenebilir.

**Tablo 5-1: Çeşitli Araştırmacılar Tarafından Karşılaştırılan El-El Bilek ve Boyun Omuru Değerlendirme Yöntemleri**

<b>Araştırmacılar</b>	<b>El-Bilek Değerlendirme Yöntemi</b>	<b>Boyun Omuru Değerlendirme Yöntemi</b>
San Roman ve ark. (91)	Grave-Brown	Hassel Farman
Uysal ve ark. (104)	Björk	Hassel Farman
Flores-Mir ve ark. (39)	Fishman	Baccetti
Küçükkeleş ve ark. (57)	Fishman	Hassel Farman
Özer ve ark. (73)	Rajakopal	Hassal Farman
Wong ve ark.(107)	Hagg ve Taranger	Baccetti
Alkhal ve ark. (3)	Fishman	Baccetti

El-el bilek kemiklerinden ve boyun omurlarından belirlenen iskelet gelişim dönemlerinin uyumunu değerlendiren çalışmalarda, el-el bilek değerlendirme yöntemleri olarak farklı araştırmacılar tarafından çeşitli yapıların ossifikasyon derecelerinin ve falanksların epifiz diafiz ilişkilerinin değerlendirilerek yapıldığı sınıflamalar kullanılmıştır. Boyun omuru değerlendirme yöntemleri olarak da subjektif yöntemler seçilmiştir (Tablo5-1).

Boyun omurlarından iskelet yaşı tayini ile ilgili geliştirilen ilk objektif yöntemlerden biri Fıratlı ve Öztaş'a aittir. Araştırmacılar 1., 2., 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde 17 referans noktası işaretlemiş, 13 milimetrik ölçüm yapmışlar ve 9

oran üzerinden kızlar ve erkekler için ayrı ayrı regresyon denklemleri oluşturmuştur. Oluşturdukları regresyon denklemi yardımıyla elde ettikleri boyun omuru iskelet yaşı formülü ile Greulich-Pyle atlası ile belirledikleri el-el bilek iskelet yaşı arasındaki uyumu karşılaştırmışlardır (35).

Caldas ve ark. geliştirdikleri regresyon denkleminde bağımlı değişken olarak el-el bilek radyografilerinden TW-3 yöntemi ile hesapladıkları kemik yaşını, bağımsız değişken olarak da üçüncü boyun omurunun ön kenarının yüksekliğinin genişliğine oranını ve dördüncü boyun omurunun yüksekliğinin genişliğine oranını kullanmıştır. Denklemin güvenilirliğini el-el bilek radyografilerinden TW-3 yöntemi ile hesapladıkları kemik yaşları ile oluşturdukları regresyon denklemiyle hesapladıkları yaşları karşılaştırarak test etmişlerdir (24).

Alhadlag ve ark. geliştirdikleri regresyon denkleminde bağımlı değişken olarak kronolojik yaşı, bağımsız değişken olarak üçüncü ve dördüncü boyun omurlarının ön kenar uzunluklarının genişliklerine oranlarını kullanmışlar, denklemin güvenilirliğini ise el-el bilek radyografilerinden Greulich-Pyle ve TW-3 yöntemleri ile hesapladıkları iskelet yaşları ile test etmişlerdir (2).

Beit ve ark. oluşturdukları regresyon denkleminde diğer denklemlerden farklı olarak ikinci, üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin alt kenarlarındaki konkavite derinliğinin alt kenarına oranını kullanmışlardır. Ayrıca denklemde üçüncü ve dördüncü boyun omurlarının ön kenar yüksekliklerinin alt kenar genişliklerine oranları da bağımsız değişken olarak yer almıştır. Çalışmada denklemin güvenilirliği Greulich-Pyle atlasından hesaplanan el-el bilek kemik yaşları altın standart kabul edilerek değerlendirilmiştir (16).

Mito ve ark. geliştirdikleri regresyon denkleminde bağımlı değişken olarak kronolojik yaşı, bağımsız değişken olarak da üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdesinin ön kenarı uzunluğunun gövde genişliğine oranını ve dördüncü boyun omuru gövdesinin ön kenarı uzunluğunun arka kenarı uzunluğuna oranını kullanmışlardır. Oluşturdukları regresyon denklemi ile belirledikleri iskelet yaşlarını, el-el bilek radyografilerinden TW-2-RUS yöntemi ile hesapladıkları iskelet yaşları ile karşılaştırarak denklemin güvenilirliğini test etmişlerdir (64).

Çalışmamızda Mito ve ark. oluşturduğu regresyon denkleminde yola çıkılarak elde edilen yeni formül yardımı ile hesaplanan iskelet yaşları TW-2 metodu ile

hesaplanan el-el bilek iskelet yaşları ile karşılaştırılmıştır. Amacımız Mito ve ark. ile benzer şekilde cinsiyete bağlı farklılıkları elimine ederek iskelet yaşına ulaşmak olduğundan yalnızca kız bireylere ait radyografiler ile çalışılmış ve Türk kızlarına özgü boyun omuru iskelet yaşı formülü oluşturulması amaçlanmıştır. Literatür incelendiğinde daha önce Fıratlı ve Öztaş'ın (35) çalışmalarında oluşturdukları regresyon denklemi Türk standartlarına özgü geliştirilmiştir. Ancak bu çalışmada lateral sefalometrik radyografilerde her zaman net olarak görünmeyen birinci boyun omuru, yine süperpozisyon nedeni ile radyografide iyi izlenemeyen ve zamanla belirgin şekil değişikliği göstermeyen ikinci boyun omuru gövdeleri üzerinde çalışılmıştır. Fıratlı ve Öztaş aynı zamanda hem kız hem erkek bireylerin radyografileri ile çalışma yapmışlardır. Bu nedenlerle bu çalışmaya ait standartlar çalışmamızda kullanılmamıştır.

Çalışmamızda altın standart olarak TW-2 iskelet yaşları kullanılmıştır. GP yöntemi bireylerin iskelet yaşını belirlemek için uzun yıllardır kullanılan hızlı ve kolay bir yöntem olmasına karşın TW-2 yönteminin belirgin avantajları vardır. TW-2 yöntemi ile; elin farklı kemikleri farklı iskeletsel gelişim düzeyinde olabilir düşüncesine dayanarak her bir kemiğin iskeletsel gelişim dönemi ayrı ayrı değerlendirilir ve belirlenen iskelet yaşı yıl ve yılın ondalık katları şeklinde hesaplanabilir (Örnek:11,142 yıl) (8, 97). Neyzi ve ark. çalışmalarında Türk çocuklarının iskeletsel gelişimi yönünden Tanner-Whitehouse standartlarına daha yakın olduğunu belirtmişlerdir (69). Armengaud, Tanner Whitehouse yönteminin Greulich Pyle'dan daha üstün olduğunu, radius ve ulna epifizlerinin incelenmesinin metakarp ve falankslarınkinden daha kesin sonuçlar verdiğini, ayrıca karpal kemiklerin gelişim ve kronolojik belirlenme sırasının epifiz, metakarp ve falankslardan daha çok değiştiğini iddia etmiştir (6). Akkan, Tanner Whitehouse yönteminin eldeki 20 kemiğin her birini tek tek yakından incelemeyi ve kemiklere perspektif bir derinlik vererek değerlendirmeyi öngördüğü için Greulich Pyle yöntemine göre çok daha üstün olduğunu belirtmiştir (1).

### **5.2.2.3. Örneklerin Tek Araştırmacı Tarafından Değerlendirilmesinin Tartışılması**

Çalışmamızda boyun omuru iskelet yaşı hesaplama yönteminin güvenilirliği sadece araştırmayı yürüten kişi tarafından belirlenen el-el bilek ve boyun omuru iskelet yaşları birbiriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmede ortalama rakamsal bir standart belirlemek subjektif olan görsel değerlendirmeyi yöntemini objektif hale getirmekte ve güvenilirliği ve

arttırmaktadır. Boyun omuru iskelet yaşı belirleme yöntemlerinin tekrarlanabilirliğinin araştırıldığı çalışmalarda ise güvenilir sonuçlara ulaşılabilme için çalışmaların farklı eğitim ve tecrübe seviyelerinde farklı gözlemciler tarafından yürütülmesi gerektiği savunulmaktadır (43, 68). Bizim çalışmamızda yöntemin tekrarlanabilirliği değerlendirilmediğinden çalışmaya farklı araştırmacılar dahil edilmemiştir.

#### **5.2.2.4. Boyun Omuru Gövdelerindeki Ölçümlerin Bilgisayar Programı Yardımı ile Yapılmasının Tartışılması**

Ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında, tedavi sonrası sonuçların değerlendirilmesinde ve büyümenin tahmin edilmesinde sefalometrik analiz önemli bir araçtır. Diş hekimliği teknolojik gelişmeleri yakından takip eden ve klinik rutinine hızla dahil eden bir daldır. Ortodonti biliminde bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler sefalometride birçok uygulamaların gelişmesine yol açmıştır. Sonuç olarak son yıllarda dijital sefalometrik analiz ortodonti pratiğinde popülerite kazanmıştır. Modern sefalometrik yazılımların kullanılması, dijital sefalogramların veya dijital olarak depolanmış analog dataların alınmasını gerektirmektedir (60). Boyun omurları ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda bütün işaretlemeler ve ölçümler el ile yapılmıştır (2, 24, 34, 35, 64). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda radyografilerin dijital olarak arşivlenebilmesi ve gelişen teknolojiyle birlikte boyun omuru gövdelerinde yapılan ölçümler ve hesaplamalar için bilgisayar yazılımları geliştirilmiştir (16, 24, 77). Geliştirilen bilgisayar programları ile işaretlenen noktalara göre boyun omuru iskelet yaşının otomatik olarak hesaplanması yöntemlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini dolayısı ile objektifliğini arttırmaktadır. Bütün bu avantajlarının yanında bilgisayar programı ile yapılan ölçümlerin daha hızlı ve pratik olması boyun omurlarından iskelet yaşı tayininin ortodontik teşhiste rutin olarak kullanılmasını da sağlayacaktır (26). Literatürler incelendiğinde bu konu ile ilgili geliştirilen en geniş kapsamlı bilgisayar programı Santiago ve arkadaşlarına aittir. Bu çalışmada bilgisayar yazılımı sadece noktaların seçilmesi ve şekillerin çizilmesi için yardımcı bir program olarak geliştirilmemiş, boyun omuru gövdelerinden belirlenen değişkenlerin programa tanıtılıp gruplandırılması ile bireylerin boyun omuru olgunlaşma dönemlerine göre otomatik olarak sınıflandırılabilmesi sağlanmıştır (92).

Çalışmamızda metot hatasına dair bulgular incelendiğinde Mito ve arkadaşlarının belirlediği formül ile hesaplanan iskelet yaşları için rastgele seçilen 80



vakada ilk ölçümler ile bir ay sonra tekrarlanan ikinci ölçümler arasında 0,979 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır ( $r:0,979$ ,  $p<0,001$ ) (Tablo4-1).

Çalışmamızda da noktaların işaretlenmesi, oranların ve yaşların hesaplanması, olası hataları minimale indirdiğinden ve verilerin kolay saklanabilmesi gibi diğer avantajlarından dolayı geliştirilen özel bir bilgisayar programı kullanılmıştır.

### 5.3. Bulguların Tartışılması

#### 5.3.1. Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin Kronolojik Yaşlarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızın ilk grubunda yer alan bireyler kronolojik yaşlarına göre gruplandırılmıştır. Yaş aralığı büyüme ve gelişimi devam eden bireyleri kapsayacak şekilde belirlenmiş ve 8,0-15,9 yıl olarak seçilmiştir. Grubun yaş ortalaması  $11.86\pm 2.26$  yıldır. Bu grupta Mito ve arkadaşları tarafından geliştirilen boyun omuru iskelet yaşı formülünün Türk kız bireylere uygunluğu araştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre Türk standartlarına daha uygun yeni bir formül oluşturulmaya çalışılmıştır. Bireylerin kronolojik yaşlarına göre gruplandırılmasının tercih edilmesinin sebepleri:

- Grup içinde büyük sapmalar yoksa genel olarak ortalama kronolojik yaşın ortalama iskelet yaşına denk gelmesi
- Kronolojik yaşta araştırmacının iskelet yaşına göre çok daha az hata yapma ihtimalinin olması
- Tekrarlanabilirliğin en kolay ve güvenilir olduğu büyüme ve gelişim parametresi oluşudur.

Bireyler 8,0-15,9 yaş aralığında ve yıllık olarak 8 yaş grubuna ayrılmış ve boyun omuru gövdelerine ait parametrelerin yıllık değişimleri incelenebilmiştir. Her grupta yer alan bireylerin yaşlarının homojen dağılımına dikkat edilmiş, yıl içerisinde bir aralıkta yığılma olmamasına özen gösterilmiştir.

Wong ve arkadaşlarının (107) savundukları düşüncenin aksine büyüme ve gelişim devam eden bir süreç olduğundan yalnızca pubertal atılıma yakın olduğu tahmin edilen bireyler yerine büyüme ve gelişimi devam eden bireylerin yer aldığı geniş bir yaş aralığı seçilmiştir. Yaş aralığının geniş tutulması çalışmamızla benzer çalışmaların genelinde tercih edilmiştir (4, 16, 24, 28, 35, 57, 64, 73, 91).

### 5.3.2. Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin Kronolojik ve El-El Bilek Yaşlarının Değerlendirmesi

Çalışmamızın ikinci bölümünde kontrol grubunda yer alan 115 kız birey de çalışma grubu ile aynı olacak şekilde 8,0-15,9 yaş aralığından seçilmiştir. Bu amaçla seçilen bireylerin kronolojik yaş ortalaması  $11,77 \pm 2,32$  yıldır. İlk gruba ait bireylerin lateral sefalometrik radyografileri üzerinden yapılan boyun omuru gövdelerine ait ölçümlerden elde edilen Türk standartlarına uygun ve kız bireylere özgü iskelet yaşı formülünün güvenilirliği bu grupta değerlendirilmiştir.

Ortodonti pratiğinde uzun yıllardır kullanılan ve hala geçerliliğini koruyarak ‘altın standart’ olarak nitelendirilen iskelet yaşı hesaplama yöntemi el-el bilek grafileridir. Bu sebeple kontrol grubumuzda yer alan bireylerin yeni formüle göre hesaplanmış boyun omuru iskelet yaşları bu grubun el-el bilek iskelet yaşları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada doğru ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için kontrol grubunda yer alan bireylerin kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşları uyumlu olacak şekilde seçim yapılmıştır. El-el bilek iskelet yaşı ile kronolojik yaşı uyumlu kabul edilebilmesi için bu iki değer arasındaki farkın bir yıldan fazla olmaması gerekmektedir (49, 106). Bu sebeple bireylerin el-el bilek ve iskelet yaşları arası fark bir yılı geçmeyecek şekilde seçim yapılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmede de bu sebeple kontrol grubunda el-el bilek iskelet yaşı ile kronolojik yaş arası uyum çok yüksek bulunmuştur (Tablo 4-5, Tablo 4-6, Şekil 4-3).

Çalışmamızda Mito ve ark. çalışmaları ile benzer şekilde el-el bilek iskelet yaşı değerlendirmesi Tanner Whitehouse-2 metoduna göre yapılmıştır. TW-2 metodunun seçilmesinin nedenleri:

- Elin farklı kemikleri farklı iskeletsel gelişim düzeyinde olabilir düşüncesine dayanarak her bir kemiğin iskeletsel gelişim döneminin ayrı ayrı değerlendirilmesi
- Değerlendirmenin sonucunda belirlenen iskelet yaşının her zaman sadece yıllık olarak ifade edilmemesidir (8, 97).

### 5.3.3. Çalışma Grubunda Yer Alan Bireylerin Mito ve Arkadaşları Tarafından Geliştirilen Boyun Omuru Formülünden Elde Edilen İskelet Yaşlarının Tartışılması

Çalışmamızın ilk bölümünde yer alan 395 kız bireyin Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülünden elde edilen iskelet yaşları bilgisayar programı yardımı ile hesaplanmış ve kronolojik yaşları ile kıyaslanmıştır.

Mito ve ark. geliştirdikleri formüllerine göre çalışmalarında hesaplanan iskelet yaşı ile bireylerin kronolojik yaşları arasındaki farkı 1,17 yıl korelasyonu ise ' $r=0,705$ ' bulmuşlardır (64). Bizim çalışmamızda yer alan bireylerde ise Mito iskelet yaşı ile kronolojik yaş arasındaki fark ortalama  $1.33\pm 1.05$  yıl olarak hesaplanmıştır ve korelasyon ise ' $ICC=0,838$ 'dir (Tablo 4-2). Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,001$ ) ve çalışmamızdaki bireylerin kronolojik yaşları ile Mito ve arkadaşlarının yöntemine göre hesaplanan yaşları arasındaki fark Mito ve ark. kendi güvenilirlik çalışmasından daha yüksek bulunmuştur. Mito ve arkadaşlarının çalışmaları için seçtikleri bireylerin kronolojik yaşları 7,0 ve 14,9 yıl (kontrol grubunda 8,0-13,9 yıl) arasındadır. Çalışmalarında belirledikleri yaş aralığı bizim çalışmamızla oldukça benzerdir ve kız bireylere yer verilmiştir. Buna karşın bu farkı en iyi açıklayabilecek parametreler çalışma grubumuzdaki bireylere Mito ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak 14,0-15,9 yaş aralığındaki bireylerin dahil edilmesi, onların çalışmasında 176 birey bulunmaktayken bizim çalışmamızda 395 bireyin yer alması ve bireylerin etnik kökenleridir. Çalışma grubumuzdaki bireylerin Mito ve arkadaşlarının formülüne göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşları ile kronolojik yaşları arasındaki farkın yıl olarak Mito ve arkadaşlarının kendi çalışmasında elde ettikleri farktan yüksek çıkması beklenen bir durumdur ancak bu bulguya göre çalışmamızda bu iki parametre arası korelasyonun da Mito ve arkadaşlarının kendi çalışmalarından düşük çıkması beklenmektedir. Buna rağmen çalışmamızda elde edilen korelasyon değeri Mito ve arkadaşlarının çalışmasından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; Mito ve arkadaşları iki yöntem arası uyumu değerlendirmek için 'Pearson' korelasyon katsayısını kullanmışlardır ( $r=0,705$ ); çalışmamızda ise iki parametre arasında linner bir ilişkinin olup olmadığını test eden bu istatistiksel analiz yerine iki nicel değişken arasındaki uyumu ve farkı daha hassas bir şekilde ölçen sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır. Bu sebeple iki farklı analizi kıyaslamak doğru

bir yargıya ulaştırmayacaktır; bu analizlerin doğru olarak karşılaştırılabilmesi için her iki çalışmada yer alan ham veriler ve uç değerlerin incelenmesi gerekmektedir.

Bu bölümde yer alan tüm yaş gruplarında elde edilen bulgulara göre Mito ve arkadaşlarına at formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı Türk kız bireylerin kronolojik yaşlarından daha öndedir (Tablo 4-3). Bu durum ırksal ve coğrafi farklılıklar ile ilişkilendirilebilir.

#### **5.3.4. Türk Kız Bireylere Özgü Boyun Omuru İskelet Yaşı Formülünün Geliştirilmesi**

Mito ve arkadaşlarının geliştirdikleri formüle göre çalışma grubumuzdaki 395 kız bireyin sefalometrik radyografilerindeki boyun omuru görüntüleri kullanılarak boyun omuru iskelet yaşları hesaplanmıştır. Çalışma grubumuzda bu formüle göre hesaplanan iskelet yaşı ile kronolojik yaş arasındaki fark ( $1.33 \pm 1.05$  yıl, Tablo 4-2). Mito ve arkadaşlarının çalışmasındaki farktan ( $1,17 \pm 0,86$  yıl) daha yüksek bulunmuştur.

Mito Japon kız bireylere ait radyografiler ile çalışma yapmıştır. Irksal farklılıklar büyüme ve gelişim döneminde de fark oluşturmaktadır. Etnik kimliğin getirdiği genetik özellikler ile beraber bireylerin yaşadığı çevreye özgü faktörler de büyüme ve gelişim paternini belirlemektedir. Bu sebeple Türk kız bireylerin standartlarına özgü yeni bir formül oluşturulmasına karar verilmiştir.

Mito ve ark. 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde yaptıkları ölçümlerde elde ettikleri uzunlukların yıllara göre değişimlerini inceleyerek boyun omuru iskelet yaşını belirleyen formülü geliştirmişlerdir. Çalışmamızda da Mito ve arkadaşlarının çalışmalarındaki yönteme benzer şekilde 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde çalışılmış, 1. ve 2. boyun omurlarına yer verilmemiştir. Bilgisayar programı yardımı ile hesaplanan boyun omuru gövdelerinin yatay ve dikey boyutlarını ifade eden AH, PH, H ve AP parametreleri ve bu parametrelerin yıllara göre değişimleri değerlendirilmiştir. Bilgisayar programında yer alan bu parametrelere ilişkin AH/AP, PH/AP, H/H, H/AH, H/PH, H/AP ve AH/PH oranları hesaplanmıştır. Uygulanan bu istatistiksel modelde kronolojik yaşa ait varyansı daha iyi açıklayan oranlar AH<sup>3</sup>/PH<sup>3</sup>, AH<sup>4</sup>/PH<sup>4</sup> ve PH<sup>4</sup>/AP<sup>4</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 4-2). Bu oranlar kullanılarak boyun omuru iskelet yaşı belirlemek amacıyla stepwise çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analize kronolojik yaş bağımlı değişken, elde edilen bu oranlar ise bağımsız değişkenler olarak

dahil edilmiştir. Sonuç olarak çalışmamıza özgü formül aşağıdaki şekilde geliştirilmiştir:

$$\text{Boyun omuru iskelet yaşı} = 4.512 + 6.247 \times (\text{AH3/AP3}) + 8.875 \times (\text{AH4/AP4}) - 4.547 \times (\text{PH4/AP4})$$

Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı formülünden farklı olarak; dördüncü boyun omuru gövdesinin arka yüz yüksekliğinin (PH4) değerinin, yine dördüncü boyun omuru gövdesinin yatay genişliğine (AP4) oranı yeni formüle eklenmiştir. ‘PH4/AP4’ değerleri büyüme ve gelişim dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ( $p:0.002$ ). Bonferroni düzeltmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda, postpeak olguların PH4/AP4 değerlerinin prepeak ve peak olguların değerlerinden büyük olduğu saptanmıştır (Şekil 4-14). ‘PH4/AP4’ oranı özellikle 13-15 yıl aralığında belirgin artış göstermektedir. Mito ve arkadaşlarına ait çalışmada yer alan bireylerin yaşlarının üst sınırı çalışma grubunda 14,9 yıl kontrol grubunda 13,9 yıldır. Bizim çalışmamızda ise üst sınır 15,9 yıldır, postpeak dönemdeki yaş aralığı daha uzun tutulmuştur. Çalışmalarda yer alan birey sayıları da farklıdır. Bu sebeple Mito ve arkadaşlarının çalışmasından farklı bir parametre geliştirdiğimiz formülde yer almıştır.

### **5.3.5. Kontrol Grubunda Yer Alan Bireylerin El-El Bilek ve Geliştirdiğimiz Formülden Elde Edilen Boyun Omuru İskelet Yaşlarının Tartışılması**

Çalışmamızın ikinci bölümünde kontrol grubunda yer alan 115 bireyin lateral sefalometrik radyografilerinde boyun omuru gövdelerine ilk bölümde elde ettiğimiz yeni boyun omuru iskelet yaşı formülü uygulanmış ve formülün güvenilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Kontrol grubunda çalışma grubu ile aynı; 8,0-15,9 yaş aralığında 115 kız bireye ait lateral sefalometrik ve el-el bilek radyografileri yer almıştır. Bu grupta bulunan bireylerin sahip olması gereken kriterler çalışma grubundaki bireylerin kriterlerine ek olarak; kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşlarının uyumlu olmasıdır. Bireylerin boyun omuru iskelet yaşlarının güvenilirliği ‘altın standart’ olarak kabul gören el-el bilek iskelet yaşları ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Bireylerin el-el bilek iskelet yaşları Mito ve ark. çalışmalarında olduğu gibi TW-2 metodu ile belirlenmiştir. Türk çocuklarına özgü bir el-el bilek iskelet yaşı belirleme atlası bulunmamaktadır; ancak çalışmamızda iskelet yaşları yıl ve yılın ondalık kesirleri

olarak belirlenmek istendiğinden Tanner Whitehouse yöntemi tercih edilmiştir. Neyzi ve ark. da çalışmalarında Türk çocuklarının iskeletsel gelişimi yönünden Tanner-Whitehouse standartlarına daha yakın olduğunu belirtmişlerdir (69).

El-el bilek yaşları ve kronolojik yaşları birbiri ile uyumlu seçilen ve 115 kişiden oluşan kontrol grubunun lateral sefalometrik radyografileri üzerinde boyun omuru iskelet yaşları belirlenmiştir. Çalışma grubunda kullandığımız bilgisayar programı tasarlayan kişi tarafından güncellenerek oluşturulan yeni boyun omuru iskelet yaşı formülü dahil edilmiştir (Şekil 3-7). Geliştirilen formüle göre kontrol grubundaki 115 bireyde iskelet yaşları hesap edilmiş, aynı bireylerin kronolojik yaşları ve el-el bilek iskelet yaşları ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Bizim çalışmamızda da kontrol grubundaki bireylerin kronolojik yaşları ile el-el bilek iskelet yaşları arasındaki fark ortalama  $0.23 \pm 0.21$  yıldır; iki parametre arası sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC)=0.995 olarak hesaplanmış ( $p < 0,01$ ); çok yüksek bulunmuştur (Tablo 4-5, Tablo 4-6, Şekil 4-3). Yine kontrol grubundaki bireylerin TW-2 yöntemi ile hesaplanan el-el bilek kemik yaşları ile boyun omuru kemik yaşları arasındaki fark ise  $0.54 \pm 0.55$  yıldır. Aralarındaki sınıf içi korelasyon katsayısı ICC=0,968 olarak hesaplanmıştır ( $p < 0,01$ ) (Tablo 4-5, Tablo 4-6, Şekil 4-5). Elde ettiğimiz bulgulara göre çalışmamızın ikinci bölümünde kontrol grubunda bireylerin kronolojik yaşları ile geliştirdiğimiz formül ile hesaplanan boyun omuru iskelet yaşları arasındaki fark ise  $0.58 \pm 0.53$  yıldır; sınıf içi korelasyon katsayısı ise (ICC)=0,966 olarak hesaplanmıştır ( $p < 0,01$ ) (Tablo 4-5, Tablo 4-6, Şekil 4-4).

Kontrol grubuna ait olgularda el-el bilek iskelet yaşı ile geliştirdiğimiz formülden elde edilen boyun omuru iskelet yaşı arasındaki farkın bir yıldan fazla olduğu ve boyun omuru iskelet yaşının daha büyük olduğu olgu sayısı 3'tür. El-el bilek iskelet yaşının boyun omuru iskelet yaşından bir yıldan daha büyük olduğu olgu sayısı ise 16'dır (Şekil 4-6). Bu durum literatürde yer alan boyun omurlarında meydana gelen şekil değişikliklerinin büyüme ve gelişimin daha geç döneminde gerçekleştiği, el ve bilekte kemiksel yapıların daha erken dönemde belirlediği bilgileri ile uyumludur (69, 101).

Elde ettiğimiz bulgular literatürde yer alan morfometrik ölçümlere dayalı boyun omuru iskelet yaşı hesaplama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların verileri ile karşılaştırılmıştır.

Mito ve ark. geliştirdikleri formülün güvenilirliğini test ettikleri çalışmalarının ikinci bölümünde formüle göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile bireylerin kronolojik yaşları arasındaki farkı 1,17 yıl korelasyonu ise ' $r=0,705$ ' bulmuştur (64). Mito ve ark. kendi yöntemlerine göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile bireylerin TW-2 el-el bilek yaşları arasındaki farkı 0,75 yıl korelasyonu ise ' $r=0,869$ ' bulmuştur (64). Mito ve ark. çalışmalarındaki kız bireyleri kronolojik yaşlarına göre seçip gruplandırmışlardır. Regresyon denklemlerinde boyun omurları üzerinde yaptıkları boyutsal ölçümler arasından yıllık en fazla değişim gösteren üç oranı ve kronolojik yaşı değişken olarak kullanmışlardır. Çalışmamızın dizaynı ve kız bireylerin yaş aralığı Mito ve ark. çalışmaları ile benzerdir ancak Mito ve ark. çalışmalarında radyografiler üzerindeki bütün işaretlemeler kalemle manuel olarak yapılmış ve mesafeler cetvelle ölçülmüştür. Bununla beraber boyun omurlarından iskelet yaşının otomatik olarak hesaplanmasının objektifliği arttıracaklarını belirtmişlerdir. İki çalışmanın sonuçlarının bu kadar farklı çıkmasının nedeni; çalışma dizaynlarının benzemesine rağmen seçilen bireylerin yaş aralığındaki farklılık ile açıklanabilir. Mito ve arkadaşlarının çalışmasında üst yaş sınırı çalışma grubunda 14,9 yıl, kontrol grubunda 13,9 yıl iken geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülünün güvenilirliğini test ettiğimiz kontrol grubunda 15,9 yıldır. Postpeak dönemde yer alan 14-14,9 ve 15-15,9 yaş aralığındaki bireyler de çalışmaya dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda Mito ve arkadaşlarının geliştirdikleri formülden farklı olan parametre dördüncü boyun omurunun posterior yüksekliğinin yatay genişliğine oranı ile ilgilidir (PH/AP4) ve boyun omuru gövdelerinin dikey boyutlarının postpeak dönemde artış göstermeye devam ettiği bilinmektedir (69, 101). Bu sebeple oluşturduğumuz formülde yer alan parametreler ve korelasyon katsayılarının farklı olması beklenen bir durumdur. Aynı zamanda çalışmaların yürütüldüğü popülasyonların etnik kökenlerinin farklı olması da elde edilen bulguların farklı oluşunda etkilidir.

Alhadlag ve ark. çalışmalarında ürettikleri regresyon denklemine göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile erkek bireylerin kronolojik yaşları arasındaki farkı 0,29 yıl, korelasyonu ise ' $r=0,910$ ' bulmuşlar ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir ( $p<0,05$ ); regresyon denklemine göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile bireylerin Greulich Pyle yöntemi ile belirlenen el-el bilek iskelet yaşları arasındaki farkı 0,35 yıl korelasyonu ise ' $r=0,905$ ' bulmuş ve bu farkın

istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada regresyon denkleminde göre hesaplanan boyun omuru iskelet yaşı ile bireylerin Tanner Whitehouse-3 yöntemi ile belirlenen el-el bilek iskelet yaşları arasındaki farkı 0,19 yıl korelasyonu ise ' $r=0,903$ ' bulmuşlar ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını rapor etmişlerdir ( $p<0,05$ ) (2). Her iki iskelet yaşı arasındaki uyumun çalışmamızla benzer şekilde yüksek bulunduğu bu çalışmalarına Alhadlag ve ark. yaşları 10-15 yıl arasında bulunan erkek bireyleri dahil etmiştir. Radyografiler üzerindeki işaretlemeler ve ölçümleri karanlık odada negatoskop kullanarak manuel olarak yapılmış, dijital ortam kullanılmamıştır. Ayrıca Alhadlag ve ark. çalışmalarındaki bireyleri kronolojik yaşlarına göre seçmiş, kronolojik yaşı iskelet gelişimini değerlendirmek için geçerli bir parametre olarak kabul etmiş ve regresyon denklemlerinde bağımlı değişken olarak kullanmışlardır. Regresyon denkleminde yer verilecek parametreler belirlenirken de bireyler kronolojik yaşlarına göre gruplandırılmış, boyun omuru gövdelerinde yıllık olarak en fazla değişim gösteren oranlar bağımsız değişken olarak seçilmiştir. Bireylerin kronolojik yaşlarına göre gruplandırılması ve regresyon denklemi ile elde edilen boyun omuru iskelet yaşlarının güvenilirliğinin el-el bilek iskelet yaşları ile karşılaştırılarak tespit edilmeye çalışılması bizim çalışma dizaynımız ile benzerdir. Ancak çalışmada yer alan bireylerin cinsiyetleri ve yaş aralığı ile etnik kökenleri çalışmamızdan farklıdır. Bununla beraber çalışmada regresyon denkleminin güvenilirliğini değerlendirmek için farklı bir grup oluşturulmamış, güvenilirlik regresyon denkleminin oluşturulduğu gruptaki bireylerin el-el bilek iskelet yaşları ile test edilmiştir (2).

Caldas ve ark., konu ile ilgili iki çalışma yayınlamışlardır. Kız ve erkek bireyler için boyun omurlarından iskelet yaşı belirlemede objektif bir yöntem geliştirdikleri birinci çalışmalarında kendi formülleriyle hesapladıkları iskelet yaşları ile kız bireylerin kronolojik yaşları arasındaki farkı 0,17 yıl olarak hesaplamışlar ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir ( $p=0,5721$ ) (24). Yayınladıkları ikinci çalışmalarında yeni bir bilgisayar programı geliştirerek Brezilya'nın dört farklı bölgesindeki bireylerde kendi formülleriyle hesapladıkları iskelet yaşları ile kız bireylerin kronolojik yaşlarını karşılaştırmışlar, farkı ortalama 0,12 yıl hesaplamışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır (26). Caldas ve ark., ilk çalışmalarında kız bireyler için ürettikleri formül ile hesapladıkları iskelet yaşları ile bireylerin TW-3 iskelet yaşları arasındaki farkı 0,16 yıl olarak hesaplamışlar ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir ( $p=0,5721$ ) (24). Yeni bir bilgisayar programı



geliştirerek Brezilya'nın dört farklı bölgesindeki bireylerde kendi formülleriyle hesapladıkları iskelet yaşları ile bireylerin TW-3 iskelet yaşlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında ise farkı ortalama 0,29 yıl hesaplamışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır (26). Hem kız hem erkek bireyler için ayrı ayrı iskelet yaşı hesaplama formülü geliştirdikleri çalışmalarında Caldas ve ark boyun omuru iskelet yaşının güvenilir olduğu belirtmişlerdir. Boyun omuru iskelet yaşının güvenilir olduğu sonucuna varılması dışında bu çalışmalar ile bizim çalışmamızın bir diğer benzer yanı da çalışmanın yürütüldüğü Brezilya toplumunun Türk toplumu gibi ırksal açıdan oldukça karışık olmasıdır. Çalışmamıza ülkemizin farklı coğrafi bölgelerinden bireyler dahil edilmemiş, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi olmak için başvuran bireylerin radyografileri üzerinde çalışılmıştır. Ancak İstanbul ülkenin her bölgesinden oldukça fazla göç alan kozmopolit bir şehirdir ve ırksal çeşitliliğe sahip Türk popülasyonunun geneline yansıtılmaktadır.

Morfometrik ölçümler kullanarak boyun omuru iskelet yaşı formülü geliştiren ve bu formül ile hesaplanan iskelet yaşlarını güvenilir bulan çalışmaların sonuçlarından farklı olarak Beit ve ark. el-el bilek iskelet yaşı ile boyun omuru iskelet yaşı arasında bir uyum bulamamıştır. Beit ve ark. bu çalışmalarında 6-18 yaş arası 730 bireye (378 kız, 352 erkek) ait sefalometrik radyografiler üzerinde yaptıkları ölçümler ile bir regresyon denklemi oluşturmuşlar ve boyun omuru iskelet yaşını hesaplayacak bir formül elde etmişlerdir. Bu formülün güvenilirliğini ise aynı bireylerin Greulich-Pyle atlası ile belirlenen el-el bilek iskelet yaşları ile karşılaştırarak tespit etmeye çalışmışlardır. Boyun omuru iskelet yaşı ile el-el bilek iskelet yaşı arasındaki ilişkiyi korelasyon analizi ile değil, Bland-Altman grafikleri ile değerlendirmişlerdir. İki yöntem arasındaki yaş farkını  $\pm 3,3$  yıl olarak hesaplamış ve iki yöntemin uyumunu 'orta dereceli' olarak nitelendirmişler; bu sebeple de birbirlerinin yerine kullanılamayacağını belirtmişlerdir. Diğer benzer çalışmalarda boyun omurlarından belirlenen iskelet yaşları ile el-el bilek iskelet yaşları arasında güçlü ilişki bulunmasını ise örneklem sayısının çok az olması, değişik örneklerin karşılaştırılması, uygun olmayan istatistiksel analizler gibi çalışmalardaki bazı yetersizliklere bağlamışlardır (16). İki yöntem arasındaki korelasyonun mükemmel ve regresyon modellerinin kesin olmasının gerçekten uyumlu olduklarını kanıtlamak için yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Bunun sebebini de boyun omurlarındaki morfolojik değişikliklerin yaşa bağlı olması ve bu değişikliklerin yaşa bağlı diğer her şey ile korelasyon gösterebileceğinin sürpriz olmayacağı şeklinde ifade

etmişlerdir. Bu nedenlerle Beit ve ark. bizim çalışmamızın da bulgularından farklı olarak boyun omuru gövdelerinde yaşa bağlı değişikliklerin morfolojik değerlendirmesinin iskelet yaşını veya iskelet gelişim dönemini belirlemede kronolojik yaştan daha üstün olmadığını savunmuşlardır. Çalışmalarında el-el bilek iskelet yaşlarını hesaplamak için bizim çalışmamızdan farklı olarak Greulich Pyle atlasını kullanmışlardır. Bu atlas el-el bilek iskelet yaşlarını yalnızca yıllık olarak ifade edebilmekte, detaylandıramamaktadır. Boyun omuru iskelet yaşı formülünün güvenilirliğini tespit etmek için çalışmaya dahil ettikleri 730 bireyin el-el bilek radyografilerini kullanmış, güvenilirliği araştırırken ayrı bir kontrol grubu oluşturmamışlardır. Ayrıca yine bizim çalışmamızdan farklı olarak 2. boyun omuru gövdesinde de ölçümler yapmış ve boyun omuru gövdelerinin alt kenar konkavitesine de regresyon analizinde yer vermişlerdir. Çalışmamızda lateral sefalometrik radyografilerde 2. boyun omuru gövdelerinde ölçüm yapmak ve morfolojik değişiklikleri gözlemek süperpozisyon sebebi ile zor olduğundan yalnızca 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde ölçüm yapılmıştır, bunlar çalışmada elde edilen bulguları etkileyecek faktörlerdir. Boyun omuru gövdelerinin alt kenarında oluşan konkavites her zaman belirli bir sırayı takip etmediği için yanılığa sebep olabileceğinden ve çalışmamız tasarlanırken yalnızca kenar uzunluklarına dair ölçümlere yer veren Mito ve ark. çalışması dikkate alındığından geliştirdiğimiz formülde konkaviteye dair bir parametreye yer verilmemiştir.

### **5.3.6. Kontrol Grubunda Peak Döneme Ait Bulguların Tartışılması**

Büyüme ve gelişim iç içe geçmiş farklı dönemleri içeren karmaşık bir süreçtir. Ortodontik teşhis, tedavi planlaması, tedavi sonrası stabilizasyonun sağlanabilmesi için bireyin büyüme ve gelişiminin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Büyümenin ortodontik tedavide avantaj olarak kullanılabilmesi için miktarının, yönünün ve büyüme atılımının en fazla olduğu zamanın bilinmesi gerekmektedir (94).

Özellikle iskeletsel maloklüzyonlara sahip bireylerde tedavinin ideal sürede tamamlanması, maksimum ortopedik etkinin elde edilebilmesi ve tedavi ile elde edilen sonuçların korunabilmesi için pubertal büyüme atılımı tespit edilmelidir (10).

Pubertal büyüme atılımının tahmin edilebilmesi için geçmişten günümüze birçok farklı yöntem kullanılmıştır, bunlar arasından en çok kabul göreni ise iskelet yaşıdır. İskeletsel olgunluk düzeyinin belirlenmesinde 1900'li yılların başından beri

araştırmacıların ilgisini çekmiş olan el-el bilek iskelet yaşı altın standart olarak nitelendirilmiştir (36, 47). Ortodonti pratiğinde iskelet yaşını ve iskeletsel olgunluk düzeyini belirlemek adına el-el bilek radyografileri için alınan ekstra radyasyon dozu yerine tedavi planlaması rutininde kullanılan lateral sefalometrik radyografiler üzerinde boyun omuru gövdelerinden iskelet yaşı tayini yapmak ise Lamparski'nin tez çalışması ile gündeme gelmiştir (58). Lamparski'nin geliştirdiği yöntem ortodontistlerin dikkatini çekmiş, birçok araştırmaya konu olmuş ve yöntem geliştirilerek iskelet yaşı tayininde kullanılmıştır. Lamparski ile başlayıp geliştirilen görsel analiz ile boyun omuru gövdelerinde meydana gelen şekil değişikliklerinden iskelet yaşını tayin etmeye dayanan yöntem yakın zamanda yürütülen çalışmalarda güvenilirliği açısından sorgulanmaktadır (43, 68, 77). Bu çalışmalarda yöntemin objektif olmayışının, inceleyen kişinin gözlemine, bilgisine ve tecrübesine dayanmasının, yalnızca bazı basitleştirilmiş şekilleri referans göstererek tüm popülasyona uygulanmaya çalışılmasının ortodonti pratiğinde klinik rehber olarak kullanımını engellediği öne sürülmektedir. Oysa iskeletsel olgunlaşma genetik ve çevresel etkenlerin kombinasyonundan etkilenmektedir ve her çocukta hemen hemen benzer büyüme paterni görülse de büyüme ve gelişim süreci her bireyde farklıdır. Bazı çocuklar daha erken bazıları ise daha geç olgunlaşmaktadır (36, 37).

Büyüme ve gelişim sürecinde bireysel farklılıkları ve klinisyenin subjektif yorumunu elimine edip, objektif sonuçlar elde etmek için boyun omuru gövdeleri üzerinde morfometrik ölçümler yaparak regresyon denklemleri ile elde edilen formüllerin kullanılması son dönemde gündemdedir (2, 24, 64).

Bireylerin iskelet yaşının boyun omuru gövdeleri üzerinde yapılan ölçümlerle hesaplanmasının mümkün olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Ancak diğer bir önemli nokta da özellikle fonksiyonel ortopedik tedaviye maksimum iskeletsel cevabı almak için yakalanması gereken pubertal büyüme atılım döneminin belirlenebilmesidir. Kız bireyler erkek bireylere göre daha erken olgunlaşmaktadır ancak büyümenin tepe noktası yani 'peak' dönemi her bireyde farklılık gösterir. Bu amaçla geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülünün güvenilirliğini test ettiğimiz çalışmamızın ikinci bölümünde 'peak' dönemi işaret eden belirteçler de araştırılmıştır.

Türk kız bireylerin boyun omuru iskelet yaşlarını belirlemek amacı ile formül oluşturulmuş ve çalışmanın ikinci bölümünde kontrol grubunda bu formülün

güvenilirliği bireylerin el-el bilek iskelet yaşı ile sınımlanmıştır. Çalışmamıza dahil edilen kız bireyler 8,0-15,9 yaş aralığında yani pubertal büyüme ve gelişim döneminde bulunan bireyler arasından seçilmiştir.

Çalışmanın kontrol grubunu oluşturan bireyler arasından el-el bilek radyografileri yardımı ile 'prepeak, peak ve postpeak' dönemde yer alan bireyler Björk'ün gelişim evrelerine göre seçilip üç grupta toplanmıştır. Bu gruplara ait boyun omuru iskelet yaşı ölçümlerinin verileri tek yönlü varyans analizi ile incelenmiş ve 'peak' dönemdeki bireyleri ayırt edecek veriler araştırılmıştır.

Yapılan incelemelerde formülde yer alan 3. boyun omuru gövdesi ön yüz yüksekliği (AH3), 4. boyun omuru gövdesi ön yüz yüksekliği (AH4) ve 4. boyun omuru gövdesi arka yüz yüksekliği (PH4) sırası ile prepeak dönemden postpeak döneme doğru arttığı belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ) (Tablo 4-8).

AP3 ve AP4 (3. ve 4. boyun omuru gövdelerine ait yatay genişlik) değerlerinde ise değişen büyüme ve gelişim dönemleri ile istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ) (Tablo 4-8).

Bu uzunlukların formülde yer alan oranlarında AH3/AP3 ve AH4/AP4 değerlerinde Bonferroni düzeltmeli post-hoc değerlendirmeler sonucunda sırası ile 'prepeak, peak, postpeak' olgulara doğru artış gerçekleşmektedir. Postpeak olguların PH4/AP4 değerlerinin ise prepeak ve peak olguların değerlerinden büyük olduğu saptanmıştır (sırası ile,  $p:0,002$ ,  $p:0,004$ ,  $p:0,015$ ) (Tablo 4-8).

Boyun omuru gövdelerine ait parametreler çalışmamızda geliştirilen formülde yer alan oranlar dışında farklı kombinasyonlar ile de oranlanmış ancak 'peak' dönemi işaret eden bir bulguya rastlanmamıştır. Ancak 'peak' dönemde bulunan bireylerin geliştirdiğimiz formüle boyun omuru iskelet yaşı ortalama  $11.27 \pm 0.83$  yıldır.

Boyun omuru gövdelerinin dikey yüksekliklerinin gelişim ile beraber arttığı, yatay genişliklerinde belirgin bir değişiklik olmadığı bilinmektedir (101). İncelemelerimiz bu bilgiyi doğrulamaktadır, ancak elde ettiğimiz veriler boyun omuru gövdelerinin uzunluk ve genişliklerinde meydana gelen değişikliklerde veya bu değişikliklerin birbirlerine oranlarında 'peak' dönemi işaret eden bir belirteç bulunmadığını göstermiştir.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi boyun omuru iskelet yaşını morfometrik ölçümlere dayanan bir formül ile hesaplayan, güvenilirliğini el-el bilek radyografileri ile test eden ve büyüme atılımı (peak dönem) bulgularını oluşturdukları formül ile belirlemeye çalışan başka araştırmaya rastlamadığımızdan bu bölümde bulgularımız boyun omuru olgunlaşma yöntemleri ile mandibular büyüme atılımını ilişkilendiren veya morfometrik ölçümler kullanmadan pubertal atılım dönemini araştıran çalışmalar ile karşılaştırma yapılmıştır.

Bacetti ve ark. çalışmamızda elde edilen bulgulardan farklı olarak görsel ve sefalometrik analize yer verdikleri araştırmalarında mandibular büyüme atılımının CVMS metodunun 2. ve 3. evreleri arasında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ancak bu çalışma hem kız hem erkek bireyleri içermesi, morfometrik ölçümlere dayanmaması, farklı ırktan bireyler üzerinde gerçekleştirilmesi, büyüme ve gelişim atılımı yerine mandibular büyüme atılımını araştırması ve longitudinal olarak tasarlanması bakımından bizim çalışmamızdan farklıdır (9).

Zhao ve ark. 'CVMS' yönteminin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırdıkları longitudinal çalışmalarında lateral sefalometrik radyografiler üzerinde toplam mandibular uzunluk (Gonion-Gnathion) ve 'CVMS' yöntemini değerlendirmiştir. Boyun omuru gelişim evreleri mandibular büyüme atılımı ile ilişkilendirilmiş, farklı klinik tecrübeye sahip 11 ortodontist değerlendirme yapmıştır; yöntemin tekrarlanabilirliğinin ölçülmesi için de değerlendirmeler bir ay sonra yenilenmiştir. Araştırmacılar arası uyum ve bir araştırmacının ilk ve ikinci gözlemlerine ait uyum incelenmiş; sonuç olarak her ne kadar 'CVMS' yönteminin geçerliliği ve tekrarlanabilirliği istatistiksel olarak kabul edilebilir düzeyde olsa da elde edilen bulguların orta düzeyde korelasyon göstermesi sebebi ile iskeletsel olgunluk seviyesini değerlendirme diğer büyüme parametrelerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (109).

2013 yılında İranlı kız bireylere ait lateral sefalometrik radyografiler ile yapılan araştırmada ise 2 yıl ara ile alınan kayıtlar ile longitudinal bir çalışma tasarlanmış, bu bireylerin iki radyografisinde de mandibula ve boyun omurlarına ait ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde boyun omuru ölçümleri Mito'ya ait çalışmadan yola çıkılarak yapılmış ve yalnızca kız bireylerin radyografileri kullanılmıştır. Longitudinal kayıtların alındığı dönemde (9-11 yıl) bireylerin Bacetti

metoduna (10) göre pubertal büyüme atılım dönemine gireceğini varsayarak yapılan ölçümlerde mandibular büyüme atılımını tespit edecek bir formül belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla mandibulada Ar-Pog uzunluğu, boyun omuru gövdeleri üzerinde ise işaretledikleri noktalar kullanılarak regresyon analizi yardımı ile beraber bir formül oluşturmuşlardır. Bu formül ile beklenen mandibular büyüme miktarının gerçekleşen miktara yakın olduğu tespit edilmiş, buna bağlı olarak mandibular büyüme atılımının boyun omuru gövdelerinde yapılan ölçümler ile belirlenebileceğini belirtilmiştir (66).

Beit ve ark. boyun omuru iskelet yaşının güvenilirliğini ve el-el bilek iskelet yaşı ile uyumunu araştırdıkları cross-sectional çalışmalarında kız ve erkek bireylerin lateral sefalometrik radyografilerinden morfometrik ölçümler yardımı ile boyun omuru iskelet yaşı formülü geliştirmişlerdir. Bu formülün el-el bilek iskelet yaşı ile uyumunu inceledikleri Blant-Altman grafiklerinden elde ettikleri bulgulara göre ‘orta dereceli’ olarak niteleyip, boyun omurlarının iskelet yaşı veya pubertal büyüme atılım dönemini belirlemede yeterli olmadığını ve el-el bilek iskelet yaşının yerine kullanılmasının doğru olmayacağını bildirmişlerdir (16).

Perinetti ve ark. da Bacetti’nin longitudinal çalışmasında kullandığı örneklemini kullanarak yeni bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada CS3-4 evreleri arasında ve bireyin boyunun en fazla uzadığı dönemde mandibular büyüme araştırılmıştır. Hem belirtilen boyun omuru gelişim evresi hem de boy uzunluğundaki artışın tepe noktasına denk gelen dönemin mandibular büyüme atılımına işaret ettiği bildirilmiştir. Bacetti’nin görsel yönteminin (CVMS) araştırıldığı bu longitudinal çalışma hem etnik köken hem de kız ve erkek bireylere yer verilmesi açısından çalışmamızdan farklıdır (80).

Engel ve arkadaşlarının yaptığı longitudinal çalışmada ise Angle C1.II maloklüzyonlu kız bireylerin lateral sefalometrik radyografileri üzerinde Bacetti’ye ait boyun omuru gelişim evreleri (CVMS) ile mandibula, maksilla ve yüze ait ölçümlerin yer verildiği regresyon analizinde çalışmamızda elde edilen bulgularla benzer şekilde yüz büyümesi ve boyun omuru olgunlaşma dönemleri arasında bir bağlantı bulunamamıştır. Yüzün büyüme atılımının gerçekleştiği kronolojik yaş aralığının 10-11 olarak belirtildiği çalışmada boyun omuru iskelet yaşının fasiyal büyümeyi tayin etmede kullanılmayacağı rapor edilmiştir (32).

2018 yılında yayınlanan çalışmalarında Perinetti ve ark. mandibular büyüme atılımı ile boyun omuru olgunlaşma evreleri arasındaki ilişkiyi incelemiş, mandibular büyüme atılımının gerçekleşeceği dönemi bireysel farklılıklar temelinde araştırmışlardır. Tasarladıkları bu longitudinal çalışmada daha önce yayınladıkları 'code' sistemi (78) ile boyun omuru olgunlaşma dönemini belirlemişler ve mandibulanın büyüme atılımı yaptığı dönemi tespit etmeye çalışmışlardır. Ancak bulgularında 'code' sistemlerini geliştirmek için modifiye ettikleri Bacetti'nin CVMS yöntemi ile ters düşecek şekilde 50 olgunun 28'inde (%56) CS3 ve CS4'ten sonra büyüme atılımı gözlemlenmiştir. CVM 2, 3 ve 4. evrelerin diagnostik duyarlılıklarını (sensivite) 0,25'ten düşük bulmuşlardır. CVM 2., 3. ve 4. evrelerin diagnostik doğruluklarını ise sırası ile 0,70, 0,76 ve 0,77 bularak mandibular büyüme atılımının boyun omuru olgunlaşma dönemi yardımı ile tespit edilemeyeceğini bildirmişlerdir. (79). Çalışmada hem kız hem erkek bireylere yer verilip boyun omuru olgunlaşma evreleri için görsel bir yöntem kullanılsa da elde edilen sonuç bizim çalışmamızla benzer niteliktedir. Ancak aynı dergide yayınlanan bir eleştiri yazısında bu yayının birçok metodolojik hata içerdiği, bu sebeple özellikle temel aldıkları Bacetti CVMS yöntemi ile bağdaştırılamayacağı bildirilmiştir (41).

Çalışmamız boyun omuru gövdelerinde meydana gelen morfolojik değişikliklerden iskelet yaşını belirlemek üzere bir formül geliştirirken bireysel farklılıklardan kaynaklanacak hataları elimine etmeyi ve daha objektif bir yöntem elde etmeyi hedeflemiştir. Bu amaçla bireylerin lateral sefalometrik radyografileri üzerinde yaptığımız ölçümler kullanılarak cross-sectional olarak tasarlanmıştır. Ancak bireyin gelişim dönemi boyunca popülasyonun genelinden farklı olan büyüme paternini tam ve doğru olarak yansıtabilmek için çalışmanın longitudinal olarak tasarlanması faydalı olabilir ve uzun dönem inceleme yapılması yöntemin güvenilirliğine de katkı sağlayacaktır. Çalışmada yer alan örneklem sayısının büyüklüğü bulgulardan elde edilen sonuçların güvenilirliğini etkilemektedir, bu sebeple daha yüksek güvenilirlik için örnekleme dahil edilen birey sayısının mümkün olduğunca fazla tutulması gerekir. Çalışma grubumuzda 395, kontrol grubumuzda ise 115 olmak üzere toplam 510 kız birey yer almıştır. Çalışma grubumuzdaki bireylerin lateral sefalometrik radyografileri üzerinde yapılan ölçümler ile boyun omuru iskelet yaşı hesaplama formülü için elde edilen parametreler popülasyonun varyansının % 65.6 'sını yansıtmaktadır, örneklem büyüklüğünün arttırılması bu değeri arttırmak için yararlı olabilir. Aynı zamanda

çalışmamızda 3. ve 4. boyun omuru gövdeleri üzerinde ölçümler yapılmıştır; ölçümlere 1. ve 2. boyun omuru gövdelerinin de eklenmesi ve gövdelerin alt kenarında yaşla meydana gelen konkavitelere ait parametrelerin dahil edilmesi de varyansın daha iyi açıklanmasına yardımcı olabilir. Ancak süperpozisyon sebebi ile 1. ve 2. boyun omuru gövdelerinde meydana gelen şekil değişiklikleri net olarak izlenememektedir ve 2. boyun omuru gövdesinde yaşla beraber belirgin morfolojik değişiklikler gerçekleşmemektedir. Bu sebeple çalışmamızda 1. ve 2. boyun omuruna yer verilmemiştir. Boyun omuru gövdelerinin alt kenarında meydana gelen konkaviteler de her zaman belirli bir sırayı takip etmediğinden bulguların güvenilirliğini etkilememesi için parametrelere eklenmemiştir. Büyüme ve gelişim atılımını işaret eden bir belirteç elde edebilmek için ise kontrol grubumuzda yer alan bireylerin radyografileri üzerinde yaptığımız ölçümler yeniden değerlendirilmiş ancak böyle bir bulguya rastlanılmamıştır. Bu amaçla örneklem sayısını arttırmak, örneklemin longitudinal kayıtlarını almak ve yalnızca el-el bilek radyografileri yerine yüz gelişimi veya mandibular gelişim ile ilişkilendiren bir çalışma tasarlamak elde ettiğimiz formülün büyüme ve gelişim atılımının 'peak' dönemini tespit edebilmesi için faydalı olabilir.



## SONUÇLAR

1. Çalışmamızda Mito ve arkadaşlarının geliştirdiği boyun omuru iskelet yaşı yöntemi ile Türk kız bireylerin kronolojik yaşları arasında istatistiksel olarak yüksek korelasyon bulunmuştur.
2. Geliştirdiğimiz Türk kız bireylere özgü boyun omuru iskelet yaşı formülü Türk kız bireylerin kronolojik yaşları ve Tanner Whitehouse-2 yöntemi ile hesaplanan el-el bilek yaşları ile çok yüksek korelasyon göstermektedir.
3. Üçüncü ve dördüncü boyun omuru gövdelerinin ön ve arka kenar yüksekliğinin boyun omuru gövdesi yatay genişliğine oranları bireylerin büyüme ve gelişimi ile birlikte anlamlı olarak değişmekte ve artmaktadır. Bu değişimlerin boyun omurlarından iskelet yaşı belirlemek için geliştirilen morfometrik yöntemlerde parametreler olarak kullanılması uygundur.
4. Geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülü ile elde edilen bulgulara göre prepeak dönemde bulunan bireylerin boyun omuru iskelet yaşı ortalama  $9.98 \pm 0.69$  yıl, peak dönemde  $11.27 \pm 0.83$  yıl, postpeak dönemde  $13.01 \pm 1.09$  yıldır.
5. Çalışmamızda geliştirdiğimiz boyun omuru iskelet yaşı formülünde yer alan parametrelerde büyüme ve gelişimin 'peak' döneminde meydana gelen değişiklikler prepeak ve postpeak dönemlerdeki değişiklikler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunsa da tüm parametrelerde gerçekleşen değişiklikler benzer grafikler sergilediğinden peak dönemi işaret eden belirgin bir bulguya rastlanmamıştır.

Sonuç olarak boyun omuru gövdelerinin yaşla beraber gösterdiği şekil değişikliklerinden elde edilen formülün Türk kız bireylerin iskelet yaşını hesaplamak için el-el bilek radyografileri yerine kullanımı uygundur. Ancak boyun omuru gövdelerinde meydana gelen morfolojik değişiklikler ile büyüme ve gelişimin 'peak' dönemini belirleyebilecek bir parametre tespit edilmemiştir.

## KAYNAKLAR

- 1) Akkan N., (1982) Kemik Yaşı Saptanmasında Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Metodlarının Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 16; 1–9.
- 2) Alhadlaq A.M., Al-Maflehi N.S., (2013) New model for cervical vertebral bone age estimation in boys, King Saud Univ. J. Dent. Sci. 4; 1–5.
- 3) Alkhal HA., Wong R.W.K., Rabie A.B.M., (2008) Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and fishman's skeletal maturity indicators in southern Chinese, Angle Orthod. 78; 591–596.
- 4) Altan M., Nebioğlu Dalcı Ö., İşeri H., (2012) Growth of the cervical vertebrae in girls from 8 to 17 years. A longitudinal study, Eur. J. Orthod. 34; 327–334.
- 5) Arıncı K., Elhan A., (1993) Anatomi 1. cilt, Güneş Kitapevi, Ankara; 84.
- 6) Armengaud F., (1973) Examen radiologique de l'ossification de la main chez les enfants Espagnols, in: 4/5 ed., Electromedica Siemens; 188–191.
- 'Alınmıştır' Akkan N., (1982) Kemik Yaşı Saptanmasında Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Metodlarının Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 16; 1–9.
- 7) Atasaral N., (2007) El Bilek Kemiklerine ve Servikal Vertebralara göre Pubertal Büyüme Atılım Evreleri Arasındaki Geçiş Sürelerinin Belirlenmesi ve Bunların Karşılaştırılması, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- 8) Aydoğdu F., Başçiftçi S., (2014) Methods used in computer assisted bone age assessment of children, J. Adv. Comput. Networks. 2; 14–16.
- 9) Baccetti T., Franchi L., McNamara J.A., (2002) An Improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Mandibular Growth, Angle Orthod. 72;316–323.
- 10) Baccetti T., Franchi L., McNamara J.A., (2005) The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics, Semin. Orthod. 11; 119–129.
- 11) Baccetti T., Franchi L., Toffol De L., Ghiozzi B., Cozza P., (2006) The

- diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity., *Prog. Orthod.* 7; 176–188.
- 12) Baccetti T., Franchi L., Toth L.R., McNamara J.A. Treatment timing for Twin-block therapy., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000;118; 159–70.
  - 13) Baccetti T., McGill J.S., Franchi L., McNamara J.A., Tollaro I., (1998) Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy, *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 113; 333–343.
  - 14) Bala M., Pathak A., Jain RL. (2010) assesment 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.* 28;95-9
  - 15) Başaran G., Ozer T., Hamamci N., (2007) Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 131; 447.e13–e20.
  - 16) Beitt P, Peltomaki T, Schatze M, Signorelli L, Patcas R., (2013) Evaluating the agreement of skeletal age assesment based on hand-wrist and cervical vertebrae radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 144:838-47.
  - 17) Bilaloğlu N., Sümer H. (1970) Adolesan periyottaki kız çocuklarında sosyoekonomik durumun menarşa ve iskelet yaşı üzerine etkileri. *Çocuk Hastanesi Dergisi* 2(1):1-12.
  - 18) Bishara S.E., (2000) Facial and dental changes in adolescents and their clinical implications., *Angle Orthod.* 70; 471–83.
  - 19) Björk A, Helm S, (1967) Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height, *Angle Orthod.* 37; 135–43.
  - 20) Björk A., (1966) Sutural growth of the upper face studied by the implant method., *Acta Odontol. Scand.* 24; 109–127.
  - 21) Björk A., (1972) Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation, *Trans. Eur. Orthod. Soc.* 48; 61–74.
  - 22) Björk A., Skieller V., (1977) Growth of the maxilla in 3 dimensions as revealed radiographically by the implant method, *Br J Orthod.* 4; 53–64.
  - 23) Brugnolo E., Mazzocco C., Cordioll G., Majzoub Z., (1996) Clinical and radiographic findings following placement of single-tooth implants in young patients--case reports., *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* 16; 421–433.

- 24) Caldas M, Neto FH, Ambrosano G.M.B, (2007) New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs., *Braz. Oral Res.* 21; 330–5.
- 25) Caldas M, Neto FH, Ambrosano G.M.B, (2007). Use of cervical vertebral dimensions for assesment of children growth. *J Appl Oral Sci*; 15(2):144-7.
- 26) Caldas M, Neto FH, Ambrosano G.M.B, (2010) Computer assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in brazilian subjects, *Braz Oral Res.* 24; 120–6.
- 27) Chang S.H., Tzeng S.J., Cheng J.Y., Chie W.C., (2000) Height and weight change across menarche of schoolgirls with early menarche., *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 154; 880–884.
- 28) Chen L.L., Xu T.M., Jiang J.H., Zhang X.Z., Lin J.X., (2008) Quantitative cervical vertebral maturation assessment in adolescents with normal occlusion: A mixed longitudinal study, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 134; 720 (e1-e7).
- 29) Delaire J. V, Verdon P., Kenesi M.C., (1973) Extraorale Zug-krafte mit Stirn-Kinn-Abstizung zur Behandlung der Ober-kieferdeformierungen als Folge von Lippen-Kiefer Gaumenspalten, *Fortschr., Kieferorthop.* 34; 225–37.
- 30) Demirjian H., Tanner JM. (1973) A new system of dental age assesment. *Human Biology*, 45:2.
- 31) Drake R., Vogl A., M.A., (2011) Gray’s Tıp Fakültesi Öğrencileri için Anatomi, Güneş Kitapevi, İstanbul.
- 32) Engel TP., Renkema AM., Katsaros c., Pazera P., Pandis P, Fudalej PS. (2015) The cervical vertebrae maturation (CVM) method cannot predict craniofacial growth in girls with Class II malocclusion. *Eur J.Orthod.* 38:1-7.
- 33) Erkoç R., (1967) İnsan anatomi ve fizyolojisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 14-28.
- 34) Fıratlı S., Öztaş E., (1996) Boyun Omurlarında Büyüme ve Gelişimle Meydana Gelen Değişikliklerin İskelet yaşının Belirlenmesinde Kullanılıp Kullanılmayacağıın İncelenmesi, *Türk Ortod. Derg.* 9; 186–193.

- 35) Fıratlı S., Öztaş E., (1996) Boyun Omurlarından Yararlanılarak İskelet Yaşının Tayin Edilmesi, *Türk Ortod. Derg.*, 9(2); 200-209.
- 36) Fishman L.S, (1982) Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation, *Angle Orthod.* 52; 88–112.
- 37) Fishman, L.S., (1979) Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth, *Angle Orthod.* 49; 181–189.
- 38) Fishman, L.S., (1987) Maturational patterns and prediction during adolescence., *Angle Orthod.* 57; 178–193.
- 39) Flores-Mir C., Nebbe B., Major P.W., (2004) Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: A systematic review, *Angle Orthod.* 74; 118–124.
- 40) Franchi L., Baccetti T., McNamara J.A., (2000) Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118; 335–340.
- 41) Franchi L., Nieri M., Mc Namara JR A. (2018) Letter to the Editor about ‘Cervical vertebral maturation method and mandibular growth peak: a longitudinal study of diagnostic reliability.’ *Eur J Orthod.* 452-453.
- 42) Fudalej P., Bollen A.-M., (2010) Effectiveness of the cervical vertebral maturation method to predict postpeak circumpubertal growth of craniofacial structures., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 137; 59–65.
- 43) Gabriel D., Southard C., Qian F., (2009) Cervical vertebrae maturation method: Poor reproducibility, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 136; 478.
- 44) Ghafari J.G., Shofer F.S., Laster L.L., (1995) Markowitz D.L., Silverton S., Katz S.H., Monitoring growth during orthodontic treatment., *Semin. Orthod.* 1: 165–175.
- 45) Graber T.M., (1969) Current orthodontic concepts and techniques. W.B.Saunders Company, Philadelphia, pp 1-55.
- 46) Graber, T., Vanarsdall R., (2000) Current Principles and Techniques, 3rd ed., Mosby, St. Louis, Toronto.
- 47) Grave K.C., Brown T., (1976) Skeletal ossification and the adolescent growth spurt., *Am. J. Orthod.* 69; 611–619
- 48) Gray S., Bennani H., Kieser JA., Farella M., (2016) Morphometric analysis

- of cervical vertebrae in relation to mandibular growth, *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 149; 92–98.
- 49) Greulich, W., Pyle I., (1966) Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist., Standfort Univercity Pres, 2 nd Edit, Standfort.
- 50) Gülyurt M., (1989) Ortodonti yönünden büyüme ve gelişim. Atatürk Üniv DişHek Fak Yayınları, Erzurum,
- 51) Hägg U., Taranger J., (1982) Maturation indicators and the pubertal growth spurt., *Am. J. Orthod.* 82; 299–309.
- 52) Hassel B., Farman A.G., (1995) Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae, *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 107; 58–66.
- 53) Hellman M., (1928) Ossification of epiphysial cartilages in the hand, *Am J Phys Anthr.* 11; 221–43. 'Alınmıştır' Hassel B., Farman A.G., (1995) Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae, *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 107; 58–66.
- 54) Hellsing E., (1991) Cervical vertebral dimensions in 8-, 11-, and 15-year-old children., *Acta Odontol. Scand.* 49; 207–213.
- 55) Hunter C.J., (1966) The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence., *Angle Orthod.* 36; 44–54.
- 56) Joshi V., Yamaguchi T., Matsuda Y., Kaneko N., Maki K., Okano T., (2012) Skeletal maturity assessment with the use of cone-beam computerized tomography, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 113; 841–849.
- 57) Kucukkeles N., Acar A., Biren S., Arun T., (1999) Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity., *J. Clin. Pediatr. Dent.* 24; 47–52.
- 58) Lamparski, D.G., (1972) Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae, University of Pittsburgh, Master Thesis.
- 59) Leite H.R., O'Reilly M.T., Close J.M., (1987) Skeletal age assessment using the first, second, and third fingers of the hand., *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 92; 492–498.
- 60) Leonardi R, Giordano D, Maiorana F., (2008) Automatic cephalometric analysis., *Angle Orthod.* 78; 145–51.

- 61) Litsas G., (2005) Comparison of Cervical Vertebral Maturation and Hand Wrist Skeletal Maturation as Growth Indicators in Orthodontic Patients, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- 62) Malmgren O., Omblus J., Hägg U., Panchez H. (1987) Treatment with an orthopedic appliance system in relation to treatment intensity and growth periods. A study of initial effects., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*; 91:143–151.
- 63) McNamara J.A., Brudon W.L. (1993) Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 104: 206–207.
- 64) Mito T., Sato K., Mitani H., (2002) Cervical vertebral bone age in girls, *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 122; 380–385.
- 65) Moore RN, Moyer BA, Dubols LM. (1990) Skeletal maturation and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop*; 98: 33-40.
- 66) Moshfeghi M., Rahimi H., Rahimi H., Nouri M., Bagheban AA., 2013 Predicting mandibular growth increment on the basis of cervical vertebral dimensions in Iranian girls. *Progress in Orthodontics* 14:3.
- 67) Nanda S.K., (1988) Patterns of vertical growth in the face., *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 93; 103–116.
- 68) Nestman TS, Marshall SD, Qian F, Holton N, Franciscus RG, Southard TE., (2011) Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: Poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:182-8.
- 69) Neyzi O., Yalçındağ A., Alp H., (1970) Skeletal maturation of the normal Turkish child in the preadolescent and adolescent years, In Proc. 9. Reunion of International Child's Center, Davos.
- 70) O'Reilly M.T., Yanniello G.J., (1988) Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae--a longitudinal cephalometric study., *Angle Orthod.* 58; 179–184.
- 71) Odman J., Grondahl K., Lekholm U., Thilander B., (1991) The effect of osseointegrated implants on the dento-alveolar development. A clinical and radiographic study in growing pigs, *Eur J Orthod.* 13; 279–286.

- 72) Okutan R., (2016) Boyun omurlarından yararlanılarak belirlenen iskelet yaşının güvenilirliğinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- 73) Özer T., Kama J.D., Özer S.Y., (2006) A practical method for determining pubertal growth spurt, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 130; 1–6.
- 74) Pancherz H., (1997) The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance., *Semin. Orthod.*:3;232–243.
- 75) Pancherz H., Hägg U., (1985) Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance., *Am. J. Orthod.*:88; 273–287.
- 76) Patcas R., Signorelli L., Peltomäki T., Schätzle M., (2013) Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation, *Eur. J. Orthod.* 35; 604–609.
- 77) Perinetti G, Caprioglio A, Contardo L., (2014) Visual assesment of the cervical maturation stage. A study of diaagnostic accuracy and repeatability. *Angle Orthod.* 84:951-956.
- 78) Perinetti G., Bianchet A., Franchi L., Contardo L., (2017) Cervical vertebral maturation: An objective and transparent code staging system applied to a 6-year longitudinal investigation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 151:898-906.
- 79) Perinetti G., Primožic J., Sharma B., Cioffi I., Contardo L., (2018) Cervical vertebral maturation method and mandibular growth peak: a longitudinal study of diagnostic reliability. *Eur J Orthod.* 1-7.
- 80) Perinetti G.; Contardo L., Castaldo A., McNamara JA., Franchi L., (2016) Diagnostic reliability of the cervical vertebral maturation method and standing height in the identification of the mandibular growth spurt. *Angle Orthod.*86; 599-609.
- 81) Petrovic AG. Control processes in postnatal growth of mandibular condyle cartilage, *Rev Iberoam Ortod.* 1986:6; 11–58.
- 82) Poland, J., (1898) Skiagraphic atlas showing the development of bones of the hand, London.



- 83) Proffit W., Fields H., (2000) Contemporary Orthodontics, 3rd ed., Mosby, St. Louis, London.
- 84) Proffit W., White R., Sarver D., (2003) Contemporary Treatment of Dentofacial Deformity, First edit, Mosby, St. Louis.
- 85) Pryor J., (1907) The hereditary nature of variation in the ossification bones, Anat Rec. 1; 84–88.
- 86) Rainey BJ., Burnside G., Harrison JE., (2016) Reliability of cervical vertebral maturation staging. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 150:98-104.
- 87) Ranke J., (1896) Über Die Essifikation, 43; 686. 'Alınmıştır' Salzman JA., (1966), Practice of orthodontics, J.B. Lippincott Cu., Philadelphia and Montreal, 1;57.
- 88) Roche A.F., (1976) Skeletal maturity of youths 12-17 years., United City. Hassel B., Farman A.G., (1995) Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae, Am J Orthod Dentofac. Orthop. 107; 58–66.
- 89) Sadowsky P.L., (1998) Craniofacial growth and the timing of treatment., Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 113; 19–23.
- 90) Saglam S., Gazilerli U., (2002) the relationships between dental and skeletal maturity. J Orofac Orthop. 63;454-62.
- 91) San Roman P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E., (2002) Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. Eur J Orthod;24:303–11.
- 92) Santiago R.C., Cunha A.R., Júnior G.C., Fernandes N., Campos M.J.S., Costa L.F.M., (2014) New software for cervical vertebral geometry assessment and its relationship to skeletal maturation-a pilot study, Dentomaxillofacial Radiol. 43 ; 1–9.
- 93) Santiago R.C., De Miranda Costa L.F., Vitral R.W.F., Fraga M.R., Bolognese A.M., Maia L.C., (2012) Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity: A systematic review, Angle Orthod. 82; 1123–1131.
- 94) Singer J., (1980) Physiologic Timing of Orthodontic Treatment. Angle; 50(4): 322-332
- 95) Smith R.J., (1980) Misuse of hand-wrist radiographs., Am. J. Orthod. 77; 75–78.

- 96) Sohrabi A., Ahari S., (2015) The reliability of clinical decisions based on the cervical vertebrae maturation staging method, *Eur. J. Orthod.* 28; 1–5.
- 97) Spampinato C., (1995) Skeletal bone age assessment, Univ. Catania
- 98) Sydney R., (1896) A series of collotype illustrations with descriptive text, illustrating applications of the new photography to medicine and surgery, Rebman Publishing Co., London England.
- 99) Szemraj A, Wojtaszek-Slominska A, Racka-Pilszak B., (2018) Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?—A systematic review, *European Journal of Radiology.* 102; 125-128.
- 100) Tanner J., Whitehouse R., Marshall W., Healy M., Goldstein H., (1975) Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW-2 method), Academic press, London.
- 101) Taylor J R., (1975) Growth of human intervertebral discs and vertebral bodies. *J. Anat;* 120(1): 49-68.
- 102) Thilander B., Ödman J., Gröndahl K., Lekholm U., (1992) Aspects on osseointegrated implants inserted in growing jaws. A biometric and radiographic study in the young pig, *Eur. J. Orthod.* 14; 99–109.
- 103) Todd TW, Atlas of skeletal maturation, part 1, hand. London: Kimpton,1937.
- 104) Uysal T., Ramoglu S.I., Basciftci F.A., Sari Z., (2006) Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship?, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 130; 622–628.
- 105) Uysal T., Sari Z., Ramoglu SI, Bascifci FA. (2004) Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthod.* 74:657-64
- 106) Ülgen M., (1990) ORTODONTİ Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişimi, Tanı, Yeditepe Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- 107) Wong RW., (2009) Alkhal HA, Rabie BM. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*;136:484.e1-484.e6.

- 108) Yang Y.-M., Lee J., Kim Y.-I., Cho B.-H., Park. S.-B., (2014). Axial cervical vertebrae-based multivariate regression model for the estimation of skeletal maturation status, *Orthod Craniofac Res.*, 17:187–196.
- 109) Zhao X.G., Lin J., Jiang J.H., Wang Q., Hong S.N.G., (2012) Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation, *Angle Orthod.* 82; 229–234.



**ETİK KURUL KARARI**

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı : 240

11.01.2018

Konu :Prof.Dr.Sönmez Fıratlı

Sayın Prof. Dr. Sönmez FIRATLI  
Ortodonti Anabilim Dalı

İlgili : Ortodonti Anabilim Dalının 07/12/2017 gün ve 459081 sayılı yazısı.

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz 2017/78 dosya nolu "Boyun Omurlarından Yararlanılarak Belirlenen İskelet Yaşının Kız Bireylerde Güvenilirliğinin İncelenmesi: Retrospektif Çalışma" başlıklı çalışma kurulumuzun 11/01/2018 tarih ve 63 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. Faruk Haznedaroğlu  
İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik  
Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Eki:İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı</b>	Burcu	<b>Soyadı</b>	Güzel Fidanöz
<b>Doğ.Yeri</b>	Erzurum	<b>Doğ.Tar.</b>	
<b>Uyruğu</b>	TC	<b>TC Kim No</b>	12770128648
<b>Email</b>	<a href="mailto:burcuguzel34@gmail.com">burcuguzel34@gmail.com</a>	<b>Tel</b>	05382185602

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
<b>Doktora</b>		
<b>Yük.Lis.</b>	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2013
<b>Lisans</b>		
<b>Lise</b>	Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi	2007

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	iyi	orta	İyi		

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
<b>LES Puanı</b>			
<b>(Diğer) Puanı</b>			

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Word	İyi
Excel	Orta
Power point	İyi

### Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

### Özel İlgi Alanları (Hobileri):