

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**YAŞ TAYİNİNDE EL-BİLEK RAYOGRAFİLERİNİN
GEÇERLİLİK VE DEĞERLİLİĞİ İLE İLGİLİ
KÖR BİR ÇALIŞMA**

Dr. İbrahim ACUNGİL

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI:
Prof. Dr. Yaşar BİLGE**

**ANKARA
2014**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**YAŞ TAYİNİNDE EL-BİLEK RAYOGRAFİLERİNİN
GEÇERLİLİK VE DEĞERLİLİĞİ İLE İLGİLİ
KÖR BİR ÇALIŞMA**

Dr. İbrahim ACUNGİL

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI:
Prof. Dr. Yaşar BİLGE**

Bu tezde Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurulunun 29.04.2008 tarih ve 130 sayılı kararı ile onaylanan " Kişisel Gelişimi Etkileyen Unsurların Antropometrik ve Radyolojik Değerlendirilmesi"konulu araştırmadan yararlanılmıştır.

**ANKARA
2014**

KABUL VE ONAY

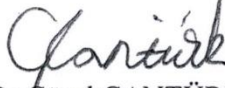
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Adli Tıp Anabilim Dalı

Tıpta Uzmanlık eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan

“Yaş Tayininde El-Bilek Radyografilerinin Geçerlilik ve Değerliliği ile ilgili Kör Bir Çalışma” başlıklı, Dr.İbrahim ACUNGİL’e ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Tıpta Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 09.12.2014

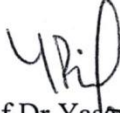


Prof. Dr. Gürol CANTÜRK

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanı

Jüri Başkanı

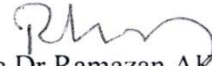


Prof. Dr. Yaşar BİLGE

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Adli Tıp Anabilim Dalı

Tez Danışmanı



Doç. Dr. Ramazan AKÇAN

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi

Adli Tıp Anabilim Dalı

Üye

TEŞEKKÜR

Tez Danışmanım Prof. Dr. Yaşar Bilge'ye, çalışmalarım konusunda beni özgür bıraktığı ve desteklediği için, bölümümüz öğretim üyelerinden Prof. Dr. Gürol Cantürk, Prof. Dr. İ. Hamit Hancı ve Prof. Dr. Lale Şatıroğlu Tufan'a eğitimimde ve öğretimimde emekleri için, başta kıdemlim tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölüm çalışanlarına paylaşımları için teşekkür ederim.

Tez danışmanım sayesinde tanıştığım Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ayşegül Köklü'ye güler yüzü ve içtenlikle sunduğu destekleri için çok teşekkür ederim. Prof. Dr. Ayşegül Köklü'nün asistanı Dt. Orhan Özdiler'e yardımları için teşekkür ederim.

Adeta ikinci danışmanım gibi davranan, önerileriyle tez çalışmamın başından sonuna kadar beni yönlendiren Antropolog Dr. Işın Günay'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında gösterdikleri sabır ve destekler için eşime ve oğluma ayrıca teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının, Adli Tıp alanına naçizane bir katkı sağlaması en büyük dileğimdir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
GRAFİKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. TARİHÇE	5
2. GENEL BİLGİLER.....	8
2.1. KEMİKLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	8
2.2. EL İSKELETİNİN EMBRİYOLOJİSİ.....	9
2.3. EL KEMİKLERİNİN HİSTOLOJİSİ	11
2.3.1. Kemik Büyümesi	13
2.3.2. El İskeletinin Kemikleşme Süreci.....	15
2.3.2.1. Hormonların Kemik Gelişimi Üzerine Etkisi.....	16
2.4. EL İSKELETİ ANATOMİSİ.....	16
2.4.1. Kemikleşme Süreci ve Özellikleri	21
2.5. YAŞ TAYİNİ.....	22
2.5.1. Yaş Tahmininde Kullanılan Kemik Yapıları	25
2.5.1.1. Uzun Kemikler.....	26
2.5.1.2. İskeletten Yaş Tahmini	29
2.5.1.3. Diş Gelişimi ve Yaş Tahmini.....	30
2.5.2. Adli Radyoloji ve Yaş Tahmini	31
2.5.2.1. Radyolojinin Yaş Tahmininde Önemi	31
2.5.2.2. El-Bilek Röntgen Filmlerinden Kemik Yaşı Tayininde Kullanılan Kodlamalar	33
2.6. KEMİK YAŞI KAVRAMI	40
2.6.1. Kemik Yaşı Belirlenmesinin Amaçları ve Yöntemleri.....	41

3. GEREÇ VE YÖNTEM	42
3.1. EL VE BİLEK BÖLGESİNİN GÖRÜNTÜLENMESİ.....	42
3.1.1. Gerulich-Pyle (G-P) Metodu	44
3.1.2. Şemsi Gök (Ş-G) Metodu	44
3.2. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRMELER	45
4. BULGULAR	46
5. TARTIŞMA	76
6. SONUÇ	101
ÖZET.....	104
ABSTRACT.....	107
7. KAYNAKLAR.....	110
8. EKLER.....	124
EK-1. Etik Kurul Kurul Kararı	124

SİMGELER VE KISALTMALAR

TCK	: Türk Ceza Kanunu
G-P	: Greulich-Pyle
TW2	: Tanner-Whitehouse 2
TW3	: Tanner-Whitehouse 3
X ışını	: Röntgen çekilirken kullanılan ışın türü
X-Ray	: Röntgen grafisi
HOKS	: Home boks
İU	: İntrauterin
PTH	: Para Tiroit Hormon
M3	: 3. Molar (büyük azı) diş
Vb	: ve benzeri
Vs	: ve saire
μ Sv	: mikroSievert
PP2=	: 2. parmak proksimal falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit
MP3=	: 3. parmak medial falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit
S	: adduktur sesamoid
MP3cap	: 3. parmak medial falanks epifizi metafizini örter
DP3u	: 3. parmak distal falanks epifizi kapalı
PP3u	: 3. parmak proksimal falanks epifizi kapalı
MP3u	: 3. parmak medial falanks epifizi kapalı
Ru	: Radius alt uç epifizi kapalı
cm	: Santimetre
P-A	: Posteri-Anterior (Ön-Arka)
Ş-G	: Şemsi Gök
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
%	: Yüzde
p	: p değeri (Probability; Olasılık)
n	: örnek sayısı

std.	: standard
t	: t testi
ark.	: arkadaşları
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
KY	: Kronolojik yaş
İY	: İskelet yaşı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.	Uzun kemiklerdeki kemikleşme sürecinin şematik gösterimi.	14
Şekil 2.	İskelette sağ elin; natural durumda anterior (palmar) görünüşü (Sobotta Anatomi Atlası'ndan alınmıştır)	20
Şekil 3.	İskelette Sağ elin natural durumda posterior (dorsal) görünüşü (Sobotta Anatomi Atlası'ndan alınmıştır)	21
Şekil 4.	PP2= (2. parmak proksimal falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit)	33
Şekil 5.	MP3= (3. parmak medial falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit)	34
Şekil 6.	S (1. parmak matakarp distalde adduktur sesamoid görünür hale gelir)	35
Şekil 7.	MP3cap (3. parmak medial falanks epifizi metafizini örtmeye başlar)	36
Şekil 8.	DP3u (3. parmak distal falanks epifizi kapanmıştır)	37
Şekil 9.	PP3u (3. parmak proksimal falanks epifizi kapanmıştır)	38
Şekil 10.	MP3u (3. parmak medial falanks epifizi kapanmıştır)	39
Şekil 11.	Ru (Radius alt uç epifizi kapanmıştır)	40
Şekil 12.	Radyodignostik pozisyonda çekilmiş radyografik görünüm (İskelet Yaşı: 14 yıl 6 ay)	43

TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.	1974 yılına ait olguların yaş grupları ve cinsiyetlerine göre dağılımı.....	46
Tablo 2.	İki araştırmacı arasındaki G-P atlasına göre tutarlılık.....	48
Tablo 3.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	49
Tablo 4.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	50
Tablo 5.	2013 yılına ait olguların yaş grupları ve cinsiyetlerine göre dağılımı.....	52
Tablo 6.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	54
Tablo 7.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	55
Tablo 8.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	57
Tablo 9.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	58
Tablo 10.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	59
Tablo 11.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	61
Tablo 12.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	62
Tablo 13.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	64
Tablo 14.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	65
Tablo 15.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	67

Tablo 26. Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	70
Tablo 27. Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	71
Tablo 18. Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması	73

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa No:

Grafik 1.	1974 yılına ait olguların cinsiyetlerine göre dağılımı	46
Grafik 2.	1974 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (sayı)	47
Grafik 3.	1974 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (%)	47
Grafik 4.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	50
Grafik 5.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich- Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	51
Grafik 6.	2013 yılına ait olguların cinsiyetlerine göre dağılımı	52
Grafik 7.	2013 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (sayı)	53
Grafik 8.	2013 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (%)	53
Grafik 9.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	55
Grafik 10.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich- Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	56
Grafik 11.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	57
Grafik 12.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Methodu Yaş Ortalamaları (ay).....	59
Grafik 13.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	60
Grafik 14.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	62
Grafik 15.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	63
Grafik 16.	1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)	63
Grafik 17.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	64

Grafik 18.	1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)	65
Grafik 19.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	66
Grafik 10.	2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)	66
Grafik 21.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay).....	68
Grafik 22.	2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)	68
Grafik 23.	1974 yılına ait epifizyal birleşmesi tamamlanmış birey yüzdeleri	69
Grafik 24.	2013 yılına ait epifizyal birleşmesi tamamlanmış birey yüzdeleri	69
Grafik 25.	1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)	70
Grafik 26.	2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)	71
Grafik 27.	1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay).....	72
Grafik 28.	2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay).....	73
Grafik 29.	1974 Tüm Bireyler Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay).....	74
Grafik 30.	1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş, Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)	74
Grafik 31.	2013 Tüm Bireyler Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay).....	75
Grafik 32.	2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş, Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)	75

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İskelet yaşı tahmini çocuklar ve erişkinlerde klinik ve adli tıp çabalarına yönelik olarak iskelet matürasyonu gelişimi ve sürecini değerlendiren bir yöntemdir (1,2,3,4). Adli tıp uygulamalarında yaş tahmini; cezai sorumluluk, hukuki ehliyet, işlediği fiilin anlam ve sonuçlarını algılama, mağdurun maruz kaldığı cinsel saldırı olaylarına karşı kendini ruhsal yönden koruyabilmesinin değerlendirilmesi, doğum kaydı olmayan kişilere kimlik verilmesi, askere alınma, memuriyete girme, okula başlama, emekli olma, sürücü belgesi alma gibi durumlarda büyük önem kazanmaktadır (5). Yaş tayini sık karşılaşılan sorunlardan biridir. Adli tıpta yaş tayini hukuksal sorunlar çerçevesinde değerlendirilir. Şahsın cezai sorumluluğunun belirlenmesinin gerektiği durumlarda kişinin gerçek yaşının belirlenmesi istenebilir (6). TCK Madde 31-2'ye göre on iki yaşın bitimine kadar işlenen suçlarda ceza sorumluluğu bulunmamaktadır. Çocuklarda erişkindekine benzer bir şekilde yaşa göre indirilmiş ceza uygulanmamaktadır. TCK gibi Medeni Kanunda da yaşla ilgili maddeler bulunmakta olup örneğin 13. maddede yaş küçüklüğünün ayırt etme gücünü etkilediği, 124. maddede ise erkek veya kadının on yedi yaşını doldurmadıkça evlenemeyecekleri belirtilmektedir (7).

Yaş; cinsiyet, boy, saç, cilt, göz rengi, parmak izi, kemik ve dişler ile birlikte bireyin tıbbi kimliğini oluşturan en temel fiziksel özelliklerindendir (8). Yaş tahmini doğru bir kimliklendirmedeki en önemli parametrelerden biridir. Adli antropolojide incelenen iskelet kalıntıları ve iskeletlerde boy, fiziki yapı, diş sürmesi ve kemik gelişmesinin içinde bulunduğu dönem ile puberte öncesi ve sonrası dönemlere ait veriler doğru bir yaş tahmini yapılmasına yardımcı olan önemli faktörlerdir (9).

Bugün canlı bireylerde adli yaş tayininin öneminin gittikçe artmasında, hızla artmakta olan sınır ötesi göçlerden dolayı birçok ülkede yaşları hakkında şüpheli bilgiler veren yabancıların çoğalmakta olmasının oldukça büyük bir etkisi vardır. Adli incelemeye tabi tutulacak olan kişiler şunlardır; geçerli bir kimlik belgesi olmayan yabancılar, yaşları hakkında yalan beyanda bulunduğu şüphelenilen kişiler ile cezai, hukuki, sığınma ve yaşlılık aylığı gibi konularda yapılan yargılamalarda gerçek yaşının tespiti gereken kişiler (10).

Yaşayan bireylerde yaş tayininin dünyada en sık karşılaşılan uygulama alanları göçmenler, sığınmacılar, suçlular ve mağdurları, insan kaçakçılığı ve çocuk pornografisi sorunlarıdır. Süregelen kavgacı ihtilafların yanı sıra ulusal piyasalar ve toplumların giderek artan küresel bağımlılığı Avrupa’da sınır ötesi göçün artmasında önemli bir faktör olmuştur. Bu eğilim son yıllarda çoğu Avrupa ülkesinde herhangi bir doğum belgesi olmayan yabancıların sayısındaki artışı açıklamaktadır. Bu durum 1990’lı yılların ortalarından beri adli yaş tayini taleplerinde keskin bir artışa yol açmıştır. Avrupa ülkelerinde adli nedenlerle yaş tayini istenme nedenlerinde ilk sırayı yanlarında herhangi bir kimlik belgesi bulunmayan göçmenler alırken, ülkemizde çoğunlukla kimlikleri bilinen kişilerin gerçek yaşlarının tespiti için yaş tayini istenmektedir (13).

Türkiye’de ise yaş tayini konusunda özellikle de kırsal kesimlerde sağlıklı doğum ve nüfus kayıtlarının olmaması büyük sorun oluşturmaktadır. Pek çok kişinin hayatını kaybettiği kitlesel (büyük yangınlar, deprem, uçak kazaları) felaketlerde, kişilerden geriye kalan kafatası ve dişlerden, yaş, cinsiyet, kimlik tespiti yapılması önemli ve oldukça zor bir uğraştır (11). Genellikle Türkiye’de bazı bölgelerde nüfus kayıtlarının zamanında ve doğru yapılmadığı bilinmektedir. Bunun sonucu olarak, kimi zaman yeni doğan çocuklar nüfusa birkaç yıl geç kaydedilmekte, bazen de önceden ölen çocuğun kimlik bilgileri yeni doğan çocuk için kullanıldığından büyük kaydedilmiş olabilmektedir. Böyle durumlarda bu kişilerin gerçek yaşları ile nüfustaki kayıtları farklı olmaktadır. Göç, miras olayları, adli olaylar, yaş sınırlaması gerektiren (spor kulüpleri, emeklilik vb.) işlemler sırasında yaşın gizlenmesi ya da sahte kimlik kullanılması durumlarında sorunlar yaşanmaktadır (12).

Kronolojik yaş, doğumdan sonra geçen takvim yaşı demektir. Oysa yaşlanma, vücudun farklı kısımları ve bütününde zamanla meydana gelen değişiklikler anlamına gelmektedir (14). Gelişim aşamalarında görülen değişimlerin, kronolojik yaşa uyması zorunlu olmamakla birlikte genelde aralarında oldukça belirgin bir ilişki vardır (15).

Adli bilimlerde çok çalışılan bir konu olması yanı sıra pek çok yöntem geliştirilmesine rağmen yaş tahminine ilgi hiç azalmamıştır. Uygulanan yöntemler arasındaki farklılıklar, sınırlamalar ve yeni geliştirilen tekniklerin güvenilirliği,

araştırılmalıdır (16). Yaş ile ilgili yapılan morfolojik çalışmaların ilki 1920 yılında Todd tarafından ve pubis simfizisin yaşa bağlı olarak gösterdiği değişiklikler üzerinde yapılmıştır. Akabinde öğrencisi Cobb 1952 yılında yaptığı çalışmada kafatasının eklemlerinin kaynaşması dönemi üzerinde yoğunlaşmıştır. 1955 yılında Todd'un sistemi Brooks tarafından güncelleştirilmeye çalışılmıştır. Bu kemikten yaş, başka bir metot takip edilerek 1957 yılında McKern ve Stewart tarafından incelenmiştir. Suchev ise 1980'lerde kimliği bilinen ölülerden pubis simfizi toplayarak tekrar inceleme yapmış ve sonucunda çok geniş interval ile yaş tayin edilebileceğini belirtmiştir. Bu yaş tahmin araştırmalarına İşcan sağ torakal bölge 4. kaburga kemiğinin sternal ucunu inceleyerek katılmış ve neticede bu kemiğin daha güvenilir olduğunu ortaya çıkarmıştır (12).

Kullanılan metotlar genellikle belli toplumlara spesifik olarak geliştirilmiştir (17,18). Greulich-Pyle (GP) standartları dünya çapında kemik yaşı değerlendirmelerinde en sık kullanılan yöntemdir (17). Bununla birlikte, bu metot sadece 1930'larda yaşayan beyaz ırkın verilerinden derlenmiştir. İskelet matürasyonunun farklı etnik ve sosyoekonomik gruplara mensup çocuklar veya çeşitli coğrafi lokalizasyonlarda yaşayan çocuklar arasında farklılık gösterdiğine dair kanıtlar mevcuttur (19,20). Schmid ve Moll'ün (1960) yanı sıra 1962'de Tanner-Whitehouse-Healy yeni bir yöntem (TW) ve atlas geliştirdiler (18,21,22). Bu atlas 1975 ve 2000'de gözden geçirilerek TW2, TW3 olarak yeniden yayınlanmıştır.

Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse yöntemlerinden daha yeni olan ve 1977'de eski Demokratik Almanya Cumhuriyeti'nde 0-18 arası yaşlarda 5200 sağlıklı çocuk ve adolesandan alınan el radyografilerinin incelenmesi ile oluşturulan Thiemann-Nitz Atlası ile ilgili çok az literatüre rastlanılmıştır. Schmidt ve Moll (1960) Alman popülasyonunu yansıttığını ifade ettikleri 649 vakanın sol el radyografilerini incelemek suretiyle gerçekleştirdikleri çalışmada Greulich-Pyle Atlası ile 79 Thiemann-Nitz Atlasının yaş tespitindeki güvenilirliklerini karşılaştırmışlardır. 1986 ile 2002 yılları arasında toplanan vakaların incelendiği çalışmada kronolojik yaşlar ile yöntemlerle tespit edilen yaşların ortalama farkları karşılaştırıldığında Thiemann-Nitz yönteminin, Greulich-Pyle'a göre kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır (13,21).

İskelet üyelerinden yaş tayini konusunda diş hekimliği alanında ilk olarak Lamparski yaptığı tez çalışmasında boyun vertebralarında büyüme ve gelişimle meydana gelen değişikliklerin iskelet yaş tayininde kullanılabileceğini, el-bilek bölgesi kadar güvenilir ve geçerli bir metot olduğunu ileri sürmüştür. Dişteki yapısal değişikliklerin yaştan belirlenmesinde kullanılabileceği Gustafson tarafından gösterilmiştir (12).

Bilimsel olarak güvenilirliği kanıtlanmış yöntemlerin, her toplum için uygunluğunun test edilmesi gerekmektedir. Erişkin olmayan bireylerde yaş tahmini için geliştirilen radyolojik tekniklerin hata oranları oldukça düşüktür (23,24). Bu tekniklerde epifizlerin kapanma dereceleri, dişlerin sürme zamanları veya mineralizasyon safhaları incelenerek yaş tahmini yapılmaktadır. Fakat büyüme ve gelişme her toplumda farklı olduğundan yöntemler, düzeltme faktörleri belirlenerek onlarla birlikte kullanılmalıdır.

Epifiz ve diafiz hatlarının kemikleşmesi ve süturların kapanması 22 yaş civarında tamamlanırken, kemiklerin fizyolojik olarak kalsifikasyonu 50 yaş civarında oluşmaktadır. Bu yöntemle göre yaş grupları 0-22, 23-40, 45, 45 yaş üzeri ve 50 yaş civarı olarak sınırlandırılmıştır (5). 0-22 yaş grubunda kemiklerde büyüme bölgeleri her yaş için tespit edilirken, 23-40 yaş arası dönemde belirleyici bir kriter bulunmamaktadır. Bu nedenle puberte sonrası ve ileri yaşlarda yaşlar daha uzun aralıklarla verilmektedir (12).

Akkoyun'un (2013) çalışmasında, yaş tayini için en çok başvurunun 15 yaş grubunda olduğu (n=38, %18,5) bunu sırasıyla 16 (n=29, %14,2), 17 (n=22, %10,7) ve 14 (n=20, %9,8) yaş gruplarının izlediği görülmektedir. Büken ve ark.nın 2003 yılında yaptıkları çalışmada 11-20 yaş grubu vakaların tüm olguların %76,9'unu oluşturduğu, vakaların %66'sının 11-20 yaş grubunda olduğu saptanırken, Yıldırım ve ark.nın araştırmasında vakaların %86,3'ünün 18 yaş ve altında olduğu rapor edilmiştir. Baransel Isır ve ark.nın 2007 ve 2009 yıllarında yaptığı iki ayrı çalışmada 13-22 yaş grubu vakaların sırasıyla %47 ve %69,2 oranlarında olduğu görülmüştür. Akkoyun'un çalışmasında 11-20 yaş grubu vakalar tüm olguların %74,2 (n=152)'sini oluşturmaktadır. Türkiye'de yapılan birçok çalışmada görüldüğü gibi yaş tayini istenenlerin çok büyük bir oranı 22 yaş altıdır (13).

Erişkin bireylerde ise yaş tahmin yöntemleri oldukça sınırlı üstelik hata oranları da yüksektir. Ayrıca her zaman iskeletin tamamına erişmek mümkün olmamaktadır. Bu alanda değişik materyallerden yeni teknikler geliştirilmesine ve geliştirilen tekniklerin güvenilirliklerinin test edilmesine ihtiyaç vardır (25,26). Son yıllarda dijital görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler, adli bilimlerde, yeni teknikler geliştirilmesine imkân yaratmıştır. Radyoloji alanında, iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinde, özellikle çözünürlüklerin oldukça gelişmiş olması, çalışmaların güvenilirliğini artırmıştır (27). Ayrıca radyolojik yöntemler iskelet ve diş üzerinde daha çok sayıda materyalden çalışma olanağı sağlamaktadır.

1.1. TARİHÇE

Antik çağlarda yaşayan kişilerde de yaş tayini önemliydi. Kayıtlara göre Eski Roma'da 2. azı dişleri tamamen patlak veren kişilerin en kısa sürede hizmet için uygun olduğuna karar verilirdi (28,29). İngiltere'de 1883 yılına ait bir yönetmelikte 9 yaşından küçüklerin çalıştırılması ve 9–13 yaş arasındaki çocukların günde 9 saatten fazla çalıştırılması yasaklanmıştır (29,30). O zamanlarda cezai sorumluluk yaş sınırı 7 olarak belirlenmişti (29,31). Yaş tahmini yapmak özellikle diş hekimleri için zorunluydu.

X ışınları 8 Kasım 1895'te Wilhelm Konrad Roentgen tarafından keşfedildikten hemen sonra tıpta kullanılmaya başlandı (32). Bu tarihten önce Franz Boas tarafından belirlenmiş olan fizyolojik olgunlaşmanın genel kavramları, X ışınlarının bulunmasıyla kemiklerde incelenmeye başlandı. J.W. Pryor (1907), ABD'de el-elbileği iskeleti gelişimini radyografiyle inceleyen, kızların erkeklerden daha önce geliştiğine dikkati çeken ve bazı olgularda kemikleşme sırasının atipik seyrettiğini bildiren ilk kişidir (17,33). X-Işınlarının keşfinden sadece 1 yıl sonra 1 Nisan 1896 tarihinde Münih Tıp Derneği Toplantısında von Ranke bir elin X-Işını ile incelenerek çocuklarda yaş tayini yapılabileceği fikri ile geldi (29,34). Polonya Mahkemesi piyanisti olan Raoul Koczalski'nin sadece 4 yaşında olduğu bir halk konseri verdiği, Münih'te konserde gösterdiği bu performans ile sansasyona neden olduğu söylenmişti. Von Ranke'nin genç mahkeme piyanisti ile ilgili kuşkuları vardı

ve onun daha yaşlı olduğunu düşünüyordu. Ancak Von Ranke'nin şüphesini bir X-Ray inceleme ile doğrulayıp doğrulamadığı bilinmemektedir (29).

Behrendsen tarafından 1897 yılında yayınlanan insan elinin kemikleşmesi ile ilgili bir çalışmayı, Amerikan pediatrist Rotch'un 1909 yılında bu radyolojik incelemelerin çocukların okula hazır olup olmadıklarında kullanılabileceği ile ilgili yayını izledi (35,36). Bu ilk yayınlar ile elin kemikleşme zamanının sistemik muayeneye dâhil edilmesi arasında oldukça geniş bir zaman aralığı vardır. Bu ve bunu izleyen çalışmaların ışığında klinisyenler için ilk rehber 1937'de T.Wingate Todd'un hazırladığı "Atlas of Skeletal Maturation of the Hand" adlı el ve elbileği atlasıydı (17,18). Bunun ardından 1950'de çıkan Greulich- Pyle atlası ise 1959'da ikinci baskısını yapmış olup günümüzde halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Kemik (iskelet) yaşı incelemesi gerek tıbbi gerekse adli uygulamalarda oldukça önemlidir. Tıbbi alanda tanı ve tedavide, adli alanda ise karar sürecinde kullanılmaktadır.. Her iki alandaki bu önemine bağlı olarak konuyla ilgili yapılan çalışmaların tarihçesi 1930'lara (37) kadar uzanmaktadır.

Schmid ve Moll (21) yanı sıra 1962'de Tanner-Whitehouse-Healy yeni bir yöntem (TW) ve atlas geliştirdiler (18,22). Bu atlas 1975 ve 2000'de gözden geçirilerek yeniden yayınlandı (TW2, TW3). Ancak bu radyografik anatomi atlası bireyin kronolojik yaşını tahmin etmekten ziyade özellikle iskelet olgunluk bozukluklarını teşhis etmekte kullanılmıştır. Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse yöntemlerinden daha yeni olan ve 1977'de eski Demokratik Almanya Cumhuriyeti'nde 0-18 arası yaşlarda 5200 sağlıklı çocuk ve adolesandan alınan el radyografilerinin incelenmesi ile oluşturulan Thiemann-Nitz Atlası ile ilgili çok az literatüre rastlanmış olup Thiemann-Nitz yönteminin, Greulich-Pyle'a göre kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır (13).

Kemik gelişimi genetik ve çevresel birçok etkene bağlıdır (18). Bu nedenle konuyla ilgili verilerin ve bunlardan elde edilecek bilgilerin sürekli olarak yenilenmesi, zamana ve topluma göre uyarlanması gereği doğmuştur (20). Kemik yaşı tayini tıbbi alanda özellikle endokrin bozuklukların tanı ve takibinde kullanılır (38). Kemik gelişimini etkileyen birçok neden vardır. Örneğin tiroit, hipofiz ve gonadlarda üretilen hormonların aşırı salgılanması halinde epifiz gelişimi hızlanır ve

epifizler erken kapanır. Dolayısıyla kemik yaşı kronolojik yaşı geçer. Bu hormonların eksikliği durumundaysa epifiz gelişimi yavaşlayacağından kapanmada gecikmeye neden olur (37). Ayrıca beslenme tarzı da benzer şekilde miktarına ve kalitesine bağlı olarak kemik büyümesini etkiler (5,39). Özellikle A ve D vitaminlerinin eksikliği veya fazlalığının kemik gelişimini üzerinde olumsuz etkisi vardır. Beslenme durumu iyi olan çocuklarda kemik gelişimi normal düzeyde olurken yetersiz beslenen çocuklarda geri kalacağından, epifizler geç kapanır. Hormon ve beslenme bozuklukları dışında uzun süren enfeksiyonlar, ağır maden zehirlenmeleri, kan hastalıkları ve kalıtsal hastalıklar da kemik gelişimini bozabilmektedir.

Yirminci yüzyılın başından itibaren el ve el bileği radyografilerinde her iki el yerine sol el kullanılmaya başlamıştır. Tek elin çalışılmasının çeşitli nedenleri ve avantajları vardır. Tek el ile alınan radyasyon dozu %50, maliyet ise yaklaşık olarak %40 azalmaktadır. Ayrıca bazı çalışmalarda özellikle Dreizen ve ark.nın (1957) yaptığı çalışma, her iki taraf arasındaki farkın, iskelet gelişimi durumunun belirlenmesinde yanlışlık kaynağı oluşturmayacak kadar belirsiz olduğunu ortaya çıkarmıştır (40). Sol taraf seçimi ise Todd'un ve bazı diğer araştırmacıların çalışmalarında bu tarafı kullanmasıyla başlamıştır. Araştırmacılar bu seçimde iki noktaya dikkat etmişlerdir. 1906 ve 1912 yıllarında sırasıyla Monaco ve Cenova'da yapılan Fiziksel Antropologlar Kongrelerinde hazırlanan Canlı Bireylerde Yapılacak Antropometrik Ölçümlerin Birliğine Dair Uluslararası Antlaşmada ölçümlerin vücudun sol tarafından yapılması kararı ve çoğu toplumda sağ tarafını kullananların sayısının daha fazla olması nedeniyle sağ tarafın daha fazla kaza riskine sahip olması gibi nedenlerle radyografilerde sol elin kullanımı yaygınlaşmıştır (17).

Yurtdışında, konuyla ilgili veriler ve bunların sonuçları güncelleştirilmeye ve yeni yöntemlerle daha doğru ve güvenilir bir duruma getirilmeye çalışılırken, ülkemizde bu konuda ciddi bir veri birikimi yoktur (37,41). Bu eksikliği giderebilmek için ülkemizde yeni sistematik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çalışmamızın amacı Greulich-Pyle (G-P) Atlası ve Şemsi Gök çalışması (Ş-G) standartlarının adli tıp konusunda Türk çocukları için yeterli olup olmadığını saptamaya çalışmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde kemiklerin sınıflaması; el ve el bileği kemiklerinin embriyolojisi; histolojisi ve kemik büyümesi, hormonların kemik gelişimine etkisi; anatomisi ve kemikleşme sürecinin özellikleri; yaş tayini, uzun kemik, iskelet ve dişlerden yaş tahmini, radyolojinin yaş tahmininde kullanımı, diş hekimliğinde yaş tahmini için kullanılan kodlama konularına değinilecektir.

2.1. KEMİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Şekillerine göre 8 grupta incelenen kemikler, konnektif dokunun sert bir formudur ve iskelet sistemini oluşturmaktadır (42). Bu gruplar:

1) Os longum: Uzun eksen diğ er eksenlerinden büyük, iki ucu ve bir gövdesi olan kemiklerdir. Uçları konveks ya da konkav olup hyalin kıkırdakla örtülüdür. Humerus, femur ve tibia gibi kemikler ağırlığı taşımalarından başka, hareket esnasında kaslar için kaldıraç kolu görevi de yaparlar.

2) Os breve: Uzunluk, genişlik ve kalınlıkları hemen hemen birbirine eşit olan kemiklerdir. Hareketsiz ya da az hareketli eklemlerdeki elastiki sütun ve kubbelerin yapısına katılırlar. Karpal ve tarsal kemikler gibi diğ er kemiklere göre daha çok basınca maruz kalırlar.

3) Os planum: Yassı kemikler olup, daha ziyade hareketsiz eklemlerle birleşerek beyin gibi önemli organları korurlar. İç ve dış yüzeyleri substantia compacta ile oluşturulur. Sternum, skapula, frontal ve parietal kemiklerde olduğı gibi ikisi arasında diploe adı verilen ilik boşluğu bulunur.

4) Os irregulare: Zygomatic, maksilla ve vertebralar gibi belli bir şekli olmayan düzensiz şekilli kemiklerdir.

5) Os pneumatikum: Temporal kemikteki prosessus mastoideus ve ethmoid kemikteki cellulae ethmoidale gibi hava hücreleri ya da sinüsler ihtiva eden kemiklerdir.

6) Os sesamoideum: Bazı tendonlarda bulunan yuvarlak ya da oval şekilli kemiklerdir. Bu kemikler, tendonların insersio noktalarındaki açılarını değiştirerek eklemdede daha büyük bir mekanik avantaj sağlarlar. Ekleme bakan yüzleri eklem kıkırdığı ile örtülüyken geri kalan kısmı tendon içine gömülmüştür. Sesamoid kemikler, musculus quadriceps femoris tendonundaki patella ve musculus fleksor carpi ulnaris tendonundaki psiform kemik gibi daha ziyade tendonların, uzun kemiklerin uç kısımlarından geçtiği yerlerde bulunurlar.

7) Os accessoria: Bir kemikte ilave ossifikasyon merkezi olduğunda gelişirler. Ekstra bir kemik görünümü vererek özellikle radyografilerde karışıklığa sebep olurlar. Ayak iskeletinde bulunurlar.

8) Heterotopik kemikler: Ana iskelet yapıya ait olmayan belli yumuşak dokular ve organlarda gelişebilen kemiklerdir. Daha çok süvarilerin kalça ve uyluklarında oluşur. Ayrıca akciğer tüberkülozunda olduğu gibi hemorajik alanlarda görülen kalsifikasyon ve ossifikasyonda bu tip kemiklerdendir (42).

2.2. EL İSKELETİNİN EMBRİYOLOJİSİ

Omurgalılarda ekstremitede gelişimi “HOKS” (home boks) geniyle düzenlenir (43,44). Ekstremiteleri oluşturacak olan tomurcuklar intrauterin (IU) 4-5. haftada vücut duvarının ventrolateralinde küçük bir çıkıntı halinde görülmeye başlarlar (43,45). Üst ekstremitenininki alt ekstremitenininkinden önce oluşur. Her tomurcuk ektodermle kaplı somatoplevradan türeyen mezenkim kitlesi içerir. Somatoplevra mezoderm kaynaklıdır. Mezodermin üç bölümünden biri olan lateral plağın (diğerleri paraksiyel ve intermedial mezoderm) intraembriyonik solomla ikiye ayrılmasıyla somatoplevral mezenkim ve splanknoplevral mezenkim oluşur. Bu tomurcukların apeksinde bulunan ektodermal kenar, tomurcukların büyümesinde önemlidir. Tomurcuğun büyümesi bu ektodermal kenarın önderliğinde olur. Tomurcuklar büyüdükçe mezenkimin aksiyel bölümü ekstremitenin blastemal iskeletinin oluşumunu, kıkırdaklaşmasını ve kemikleşmesini sağlamak için çoğalır ve yoğunlaşır.

Büyüyen tomurcuktaki mezenkim içinde önceleri kemiklere başkalaşım yoktur. Mezenkim, çevresindeki miyojenik dokudan kesin sınırlarla ayrılamaz.

Bunun yanında, mezenkim içinde kıkırdaklaşma ve kemikleşme merkezleri görülmeye başlar ve bunlar iskelet elemanlarını oluşturur. Bu elemanların çevresi ilk önce farklılaşmamış halde olan ama daha sonra farklılaşarak kondroblast ve osteoblastları oluşturacak hücrelerden yapıli bir tabakayla kaplanır. Bu tabaka zamanla belirgin bir hal alarak perikondrium veya periosteumu oluşturur. Büyüyen tomurcuk içindeki mezenkimin bazı bölümleri kıkırdak veya kemiğe dönüşmez. İnterzonal mezenkim denen bu bölgeler eklemlerin oluşacağı bölgelerdir. Bu bölgelerin gelişimi oluşacak olan eklem tipine göre değişir (45,46).

İnterzonal mezenkim fibroz eklemler için kollajene, sinkondrozis tipi eklemler için kıkırdak, simfizis tipi eklemler için fibrokartilaginoz bir yapıya dönüşür. Sinovyal eklemler için ise üç tabakalı bir yapı oluşturur. Bu üç tabakadan ortadaki ince olup diğer iki tabaka yoğundur. Yoğun olan tabakalar oluşmakta olan kemiklerin kıkırdak uçlarına komşudur ve perifer bölümleri kemik taslağının perikondriumu ile devam eder. Bu perifer bölümler daha sonra epifizleri oluşturur. Ortadaki ince tabaka ise büyümekte olan ekstremitenin mezenkimiyle birleşerek fibroz kapsülü oluşturur. Kapsül içinde kalan ince bir vasküler mezenkim tabakası daha sonra oluşacak olan sinovyal kapsülün öncüsüdür. Sinovyal kapsül dışında intraartikuler diğer yapılar da muhtemelen bu mezenkimden türemektedirler (45,46).

IU 8. haftanın sonunda parmaklar tamamen ayrılmışlardır (44,46). Kıkırdaklaşma merkezleri IU 5. haftanın sonuna doğru belirgin hale gelir. IU 6. haftada ekstremitte iskeletinin tamamı hyalin kıkırdaktan oluşmuştur. Kemikleşme ise, IU 7-12. haftalar arasında primer ossifikasyon merkezlerinde başlar. Bu merkezler uzun kemiklerde diafizde bulunur. Doğumda, genellikle bütün kemiklerde primer ossifikasyon merkezleri kemikleşmiştir. Fakat epifiz olarak adlandırılan uç bölgelerdeki sekonder ossifikasyon merkezleri halen kıkırdak yapıdadır. Diafiz ve epifiz bölgelerinde ossifikasyon merkezleri arasında bulunan “epifiz plakları” kemiklerin uzunlamasına büyümesinde asıl etkindir ve kemik gelişimi tamamlandığında bu plaklar kapanarak yok olur (43,46,47).

2.3. EL KEMİKLERİNİN HİSTOLOJİSİ

Kemik özel bir bağ dokusudur. Burada hücreler arası madde kalsifiye olarak kemik matriksini oluşturur. Üç tip hücre ihtiva eder. Bunlar, matriksin lacuna adı verilen kavitelerinde yerleşmiş olan osteositler, matriksin organik kısımlarının sentezini yapan osteoblastlar ve kemik dokusunun rezorpsiyonu ve yeniden modellenmesini sağlayan çok çekirdekli osteoklastlardır. Birbirine paralel veya bir vasküler kanal etrafında dairesel olarak yerleşmiş lamellerin meydana getirdiği bütünlüğe havers sistemi veya osteon denir. Havers sisteminin ana fonksiyonu besin maddelerini kompakt kemiğe getirmek olduğundan, süngerimsi kemikte görülmezler. Besin maddeleri kemik yapı içine kan kapillerlerinden rahatlıkla geçer. Havers kanalları, tranvers veya oblik seyreden volkmann kanalları aracılığıyla kemik iliği ve periosteumla irtibat halindedir. Tüm kemiklerin iç yüzeyleri endosteum, dış yüzeyleri periosteum adı verilen osteojenik hücreler içeren zarlarla örtülüdür. Periost kemiğe, periostal kollajen lifleri ile bağlanır. Periosteum ve endosteum'un temel işlevi kemik dokusunun beslenebilmesi, büyüyebilmesi ve onarımı için gerekli olan yeni osteoblastları aralıksız olarak sağlamaktır (47). Histolojik tiplerine göre kemikler:

1- Primer (kaba lifli, olgunlaşmamış, lamelsiz) kemik dokusu

2- Sekonder (ince lifli, olgun, lamelli) kemik dokusu

a) Kompakt kemik dokusu (substantia ossea compacta)

b) Süngerimsi kemik dokusu (substantia ossea spongiosa) olarak sınıflandırılır (38,45,47).

Kemiklerin dış ve varsa iç (medüller) yüzeyleri kemik ve bağ dokusu hücrelerinden oluşmuş tabakalarla örtülmüştür (47). Bu örtülerden dış yüzdekine periost denir. Periost dış ve iç olmak üzere iki tabakadan oluşur. Dış tabaka kollajen lifler ve fibroblastlardan oluşup sharpey lifleri ile iç tabakayı geçip kemiğe bağlanır. İç tabakada ise osteoprogenitor hücreler bulunur. Endosteum ise kemiğin iç boşluklarını örter, o da osteoprogenitor ve bağ dokusu hücrelerinden oluşur. Kemik özelleşmiş bir bağ dokusu tipidir. Hücreler arası matriks kalsifiye olmuştur (47). 4 tip hücre bulundurulur:

1) Osteoprogenitor Hücreler: Osteoblasta dönüşebilen kök hücrelerdir. Mezenkimal kaynaklı olup iki tipi vardır; sadece osteoblasta dönüşebilenler ve osteoblast dışında diğer bağ dokusu hücrelerine (örn: fibroblast, kondroblast, yağ hücresi)dönüşebilenler.

2) Osteoblastlar: Matriksin organik kısmının (tip I kollajen, osteokalsin, osteonektin, proteoglikanlar, glikoproteinler) üretilmesinden sorumludurlar. Ürettikleri matriks ile çevrilince osteosit adını alırlar. Plazma membranında bulunan alkalın fosfataz sayesinde matriks mineralizasyonunda da rol alırlar. Sitoplazmik uzantılarıyla komşu osteoblastlara ulaşırlar. Taşıdığı paratiroid hormon (PTH) reseptörleri ile kemik remodelizasyonunun hormonal düzenlenmesinde de rolü vardır (39,45). Osteoblastlar normal olarak osteoprogenitor hücrelerden oluştuğu gibi muhtemelen resorbsiyon sonrası açığa çıkan osteositlerden de türer. Ayrıca kendisi de belirli durumlarda osteoprogenitor hücreye dönüşebilir.

3) Osteositler: Olgun kemikteki ana hücre tipidir. Lacuna ossiumlar içinde yerleşmişlerdir. Matriksle çevrili osteoblastlardan türerler. Sentez aktiviteleri osteoblastlara göre azdır. Somalarından çok sayıda dendrit ve bunlardan da dallar çıkar. Bu uzantılar canaliculi ossiumların içinde ilerlerler. Dendritler komşu osteositler, kan damarları, kemiğin iç ve dış yüzeylerindeki hücreler ile olan bağlantıyı sağlarlar. Kemik matriksinin devamlılığı ile ilgilidirler, öldüklerinde matriks rezorbsiyonu olur. Ortalama ömürleri 25 yıldır (45).

4) Osteoklastlar: Çok büyük, hareketli, ileri derecede dallanmış, 5-50 adet çekirdeğe sahip olabilen hücrelerdir. Kemik iliğindeki kan kaynaklı monositlerin birleşmesiyle oluşurlar, dolayısıyla mononükleer fagositer sisteme aittirler. Kemik matriksini yıkan asid, kollagenaz, proteolitik enzimleri salgırlar; osteoblast, makrofaj, PTH ve lenfositlerden salgılanan faktörlerce uyarılırlar. Kemik hücreleri matriks içinde yerleşmişlerdir. Matriksin organik ve inorganik bileşenleri vardır. Organik kısım tip I kollajen, osteonektin, osteokalsin, fosfolipid, glikozaminoglikan, fosfoproteinden oluşur. İnorganik kısım ise esas olarak kalsiyum, fosfat, bikarbonat ve hidroksilden oluşur. Ancak daha az miktarda sitrat, magnezyum, sodyum, potasyum, flor, klor, demir, çinko, bakır, alüminyum, kurşun, stronsiyum ve silikon da içerir (45).

2.3.1. Kemik Büyümesi

Kemik iki yolla şekillenir; intramembranöz ve endokondral (45,47):

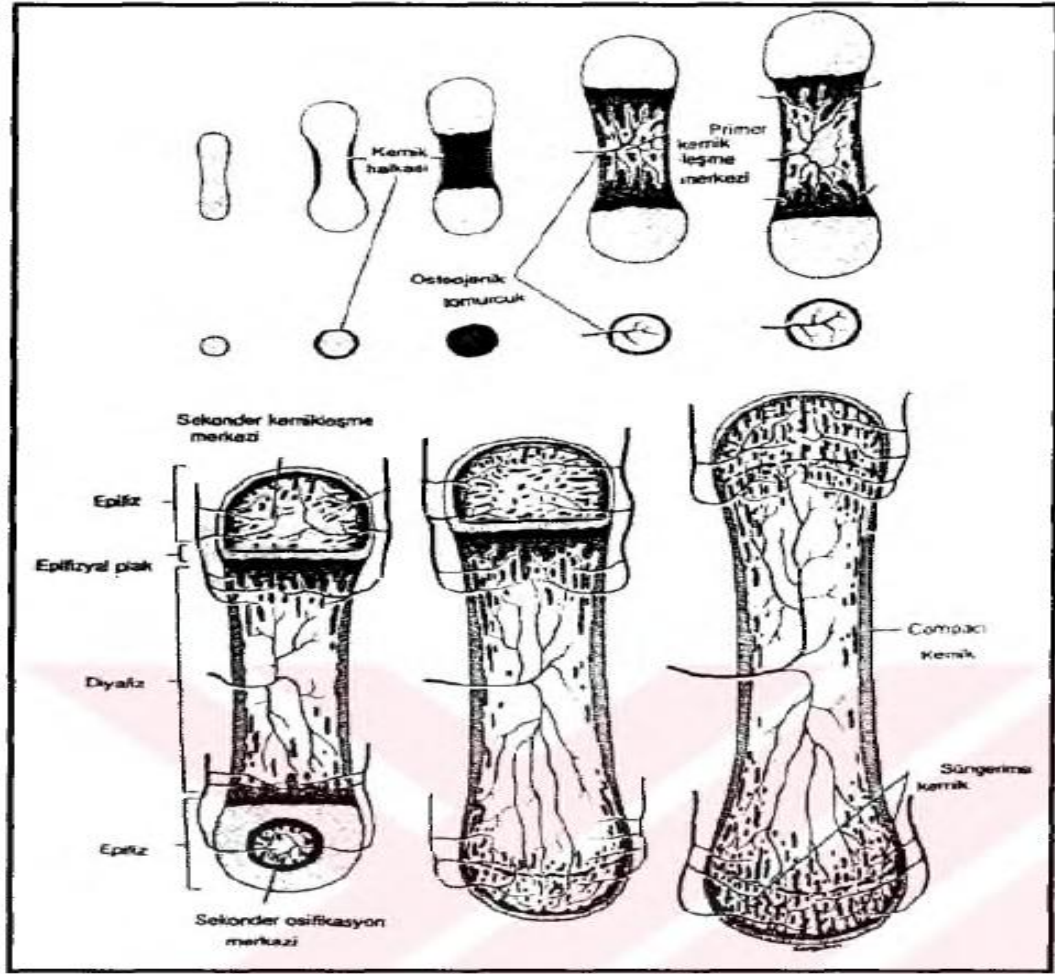
1) İntramembranöz (Mezenkimal) Kemikleşme: Temel olarak yassı kemiklerin kemikleşme türüdür. Os frontale ve os parietale'nin tümü, os occipitale, os temporale, mandibula, maxilla'nın bazı kısımları bu yolla kemikleşir. Kısa kemiklerin büyümesinde ve uzun kemiklerin kalınlaşmasında da rolü vardır. Süreç, bol damarlı bağ dokusu içinde osteoprogenitor hücrelerin bir kapiller ağ çevresinde çoğalmasıyla ve mineralizasyonu başlar. Bunların olduğu odaklara primer kemikleşme merkezi denir.

Hücre aralarında ve damar çevrelerinde ince kollagen lifler ve osteoid görülür. Merkezi hücreler genişler ve aralarında eosinofilik matriks şeritleri (erken kemik) oluşur. Bu şeritler uzayıp birleşerek, damar ve mezenkimal hücreleri içeren ince labirentleri yaparlar. Burada mezenkimal hücreler genişleyerek osteoblastlara dönüşürler. Bu osteoblastların çevresindeki matriks kalsifiye olur. Çevresi kalsifiye matriksle sarılı osteoblastlar da osteosite dönüşür. Osteositler yüzeylerindeki uzantılarla diğer hücrelerle olan bağlantısını sürdürür. Bu uzantıların çevresindeki matriks kalsifiye olarak kanalikülleri oluşturur. Matriks yapımı, kalsifikasyon ve osteoblastların çevrenmesi sürerken trabeküller kalınlaşır, damarların bulunduğu boşluklar daralır.

Kemiğin trabeküler olarak kaldığı alanlarda bu süreç yavaşlar ve boşlukları hemopoietik doku doldurur. Kemiğin kompaktlaştığı alanlarda ise trabeküller kalınlaşıp, damar boşlukları daralmaya devam eder. Kollagen lifleri paralelleşir. Önce düzensiz primer osteonlar daha sonraysa lameller sekonder osteonlar oluşur.

2) İntrakartilaginöz (Endokondral, Enkondral) Kemikleşme: Bu kemikleşme türü uzun ve kısa kemiklerin büyümesi ve gelişmesinden sorumludur. Kemik taslağı fetal hayattaki oluşumu sırasında mezenkim yapısında iken önce kıkırdığa dönüşür sonra da kemikleşir. Kıkırdak kemik modeli, derin tabakalarında osteoprogenitor hücreler bulunan perikondriumla sarılıdır. Primer kemikleşme merkezinin oluşumu, kıkırdak modelin korpusunun ortasının derindeki kondroblastların genişlemesi, sitoplazmalarının vakuolleşmesi ve glikojen biriktirmesi ile başlar. Kondroblastların genişlemesiyle hücrelerarası matriks inceler ve perfore olur. Genişleyen

kondroblastlar dejenere olarak kalsifiye olurlar ve primer areolalar oluşur. Bu arada primer areola hizasındaki perikondriumun derin tabakalarında osteoblastlar oluşur ve bunlar kıkırdak taslağı çember şeklinde saran kemik bir tabaka (periosteal tabaka) oluştururlar (Şekil 1). Periosteal tabakadan oluşan osteojenik tomurcuklar primer areolalara doğru ilerlerler.



Şekil 1. Uzun kemiklerdeki kemikleşme sürecinin şematik gösterimi (47).

Osteojenik tomurcuklar içinde kapillerler ve daha sonra osteoblast ve osteoklastları oluşturacak hücreler bulunur. Oluşan osteoblastlar kalsifiye kıkırdağa doğru ilerlerler ve primer areolaların duvarlarını eriterek sekonder areola (meduller boşluk) denilen daha büyük ve düzensiz boşlukları oluştururlar. Osteoblastlar kalsifiye kıkırdak kalıntıları üzerine yerleşerek kemik yapımını başlatır. Kemikleşme arttıkça lakunalar oluşur ve perivasküler aralık daralır. Subperiosteal kemik

kalınlaştıkça merkezdeki kemik yapımı azalır. Merkezdeki trabekullerin bir kısmı osteoklastlarca erozyona uğrattılır ve medulla oluşmaya başlar. Medulla çevresindeki korteks epifizlere doğru büyür. Bu büyüme sırasında epifiz kıkırdak yapıdadır. Diafizdeki primer kemikleşme merkezinden distale doğru kemikleşme olurken epifizde de bölgesine bağlı olarak değişik zamanlarda, sekonder kemikleşme merkezleri oluşmaya başlar. Bunlar bir veya birden çok sayıda olabilirler. Epifizdeki kemikleşme merkezden periferde doğru radyal şekilde olur. Epifizde oluşan kemik dokusu yerini aldığı kıkırdak dokusunu iki yerde hapseder. Bunlardan biri eklem yüzünü kaplayan ve yaşam boyunca kemikleşmeden kalacak olan eklem kıkırdağı, diğeri de diafizle epifiz arasındaki kıkırdak bölgedir (metafiz).

Kemikleşmenin olduğu diafiz ile epifizin arasında kalan geçiş bölgesine epifiz plağı (büyüme plağı) denir. Epifiz plağı epifizden diafize doğru 5 bölgeye ayrılır: 1) İlk bölge olan Dinlenme Bölgesi'ndeki hücrelerde morfolojik değişiklikler yoktur, hiyalin kıkırdak yapısındadırlar; 2) Proliferasyon Bölgesi'ndeki hücreler hızlı bölünür ve kemiğin uzun eksenine paralel hücre kolonları oluştururlar; 3) Hipertrofik Kıkırdak Bölgesi sitoplazmalarında glikojen birikmiş kıkırdak hücrelerinden oluşur. Kıkırdak matriksi septalaşmıştır; 4) Kalsifiye Kıkırdak Bölgesi'nde kıkırdak hücreleri olmuş ve septalarda kalsifikasyon başlamıştır; 5) Kemikleşme Bölgesi'nde ise endokondral kemikleşme başlamıştır. Epifiz plağında devam eden kıkırdak yapımı ve kemikleşme süreçleri kemiğin boyunun uzamasını sağlar. Epifiz plağındaki kemikleşme tamamlandığında kemiğin uzaması da biter.

2.3.2. El İskeletinin Kemikleşme Süreci

Ossa Carpi: Doğumda kıkırdak yapıya sahip olan bu kemiklerin her birinin, birer kemikleşme merkezi vardır (44,45). Os Capitatum ve Os Hamatum'da intrauterin kemikleşme başlayabilir. En erken kemikleşme Os Capitatum'da, en geç kemikleşme ise Os pisiforme'de başlar. Diğer kemikler beslenme, ırk, cinsiyet gibi faktörlere bağlı olarak değişik sırada kemikleşirler. Kemikleşme, Os Capitatum ve Os Hamatum'da birinci yaşta, Os Triquetrum'da 2-4 yaşlarında, Os Lunatum'da 3-5 yaşlarında, Os Scaphoideum, Os Trapezium ve Os Trapezoideum'da ise 4-6

yaşlarında başlar. Os Psiformenin kemikleşmesi diğer karpal kemiklerden 4-5 yıl sonra gerçekleşir (48). Hamulus ossis hamati ayrı kemikleşebilir (44).

Ossa Metacarpi: Os metakarpale'lerde primer ossifikasyon merkezleri Corpus ossis metacarpi'de, sekonder ossifikasyon merkezleri ise, os metakarpal II-V'de Caput Ossis metakarpal'de, Os metakarpal I'de basis ossis metacarpi'de bulunur. Os metakarpal I'in kemikleşmesi falankslarınkine benzer olduğundan, kimi kaynaklarca falanks olarak da kabul edilmektedir (45,49). Primer ossifikasyon merkezleri IU 9. haftada, Sekonder ossifikasyon merkezleri Os Metakarpal II-V'de 1,5-2,5 yaşlarda, Os Metakarpal I'de biraz daha geç ortaya çıkar. Os Metakarpal I'de 15-17 yaşlarda, Os Metakarpal II-V'de 15-19 yaşlarda birinci ve ikinci merkezler kaynaşır. Bazen, sekonder merkez caput ossis Metakarpal I'de görülebilir (44).

Ossa Digitorum: Biri gövdede diğeri proksimal uçta olmak üzere iki merkezden kemikleşirler (49). IU 8-9. haftalarda distal falankslarda kemikleşme başlar. Bunu IU 10. haftada proksimal falanks daha sonra da media falanks izler. Sekonder merkezler 2-4. yaşlarda ortaya çıkar. Bu merkezler 15-18. yaşlarda birincil merkezlerle kaynaşır. Bazen sekonder merkez, caput ossis phalangeis'de görülebilir (44). Kemikleşme süreci kızlarda daha erken tamamlanır (50).

2.3.2.1. Hormonların Kemik Gelişimi Üzerine Etkisi

Paratiroid hormon ve kalsitoninin yanı sıra seks hormonlarının da osteogenezis de rolü vardır. Androjenler ve Östrojenler, kemikleşme merkezlerinin ortaya çıkışını ve gelişim zamanlarını etkilerler (51).

2.4. EL İSKELETİ ANATOMİSİ

Kemik lokomotor sistemin bir elemanı olup vücudumuzun dışlardan sonra en sert dokusudur (49). Genel olarak vücudumuzda 206 kemik bulunur (52,53). Kemikler çeşitli kaynaklarda şekillerine göre 4 (45), 5 (43,52,53) veya 6 (53) gruba ayrılarak incelenir. Daha sık kullanılan 5'li sınıflamaya göre kemikler uzun (os longum), kısa (os breve), yassı (os planum), düzensiz (os irregulare) ve susamsı (os sesamoideum) olarak gruplandırılırlar. 6'lı sınıflamada bunlara ek olarak içinde hava

odacıkları bulunan kemikler (os pneumaticum) de bulunur. Uzun kemikler kemikleşme özelliklerine göre bölgelere ayrılarak da incelenir.

Kemiğin korpusunu oluşturan ve bir tane primer kemikleşme merkezi içeren bölgeye diafiz (diaphysis, shaft) 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 embriyoner dönemde oluşmaya başlamasından dolayı diafizdeki kemikleşme merkezine primer kemikleşme merkezi denir. Kemiğin bir veya her iki ucunda bulunan diafizden ayrı olarak kemikleşen bölgelere epifiz (epiphysis) denir. Tibia, radius, ulna gibi büyük boyutlu uzun kemiklerde her iki ucta 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 ise metafiz (metaphysis) denir.

Çalışmamızın kapsamına giren kemiklerin genel anatomisi şöyledir (45,49,53).

1- El kemikleri (fossa manus): El bileği kemikleri (ossa carpi), el tarak kemikleri (ossa metacarpi) ve el parmak kemikleri (ossa digitorum manus) olmak üzere üç bölümde incelenirler (Şekil 2).

a) El bileği kemikleri (ossa carpi): Her birinde dörder kemik bulunan distal ve proksimal olarak iki sıra halinde dizilmiş olan sekiz kısa kemikten oluşmuştur. Birbirlerine bağlarla sıkıca tutunduklarından dolayı sınırlı hareket olanağına sahip olup tek bir ünite olarak hareket ederler. Proksimal sıra kemikleri dıştan içe doğru sırasıyla şöyledir:

Os scaphoideum: Proksimal sıranın en büyük kemiğidir. Uzun eksenini distale, laterale ve öne yönelmiştir. Dorsal yüzü girintili çıkıntılı olup palmar yüzden dardır ve foramen nutricium'ları vardır. 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: Yarımay şeklindedir. Palmar yüzü dorsal yüzünden daha geniştir. Proksimal ucu radius ve distal radioulnar eklem eklem diskiyle eklenmiştir. Dışta os scaphoideum'la, içte os triquetrum'la, altta os capitatum'la ve os hamatum'la eklem yapan yüzleri vardır.

Os triquetrum: Piramide benzer. Üst-dışta os lunatum'la, önde os pisiforme'yle, alt-dışta os hamatum'la eklem yapan yüzleri vardır.

Os pisiforme: Bezelyeye benzer. Arkada os triquetrum'la eklem yapar. M. flexor carpi ulnaris'in tendonu içindedir.

Distal sıra kemikleri dıştan içe doğru sırasıyla şöyledir:

Os trapezium: Palmar yüzünde m. fleksor carpi radialis'in tendonunun geçtiği bir oluk ve tenar kasların tutunduğu bir çıkıntı bulunur. Dorsal yüzü arteria radialis'le komşudur. Alt-dışta 1. metakarp'la, altta 2. metakarp'la, içte os trapezoideum'la ve üstte os scaphoideum'la eklem yapar.

Os trapezoideum: Dorsal ve palmar yüzleri girintili çıkıntılı olup palmar yüz daha küçüktür. Altta 2. metakarp'la, içte os capitatum'la, üstte os scaphoideum'la ve dışta os trapezium'la eklem yapar.

Os capitatum: Elbileği kemiklerinin en büyüğüdür. Altta 2-4. metakarp'larla, üstte os lunatum'la, dışta os trapezoideum ve os scaphoideum'la, içte os hamatum'la eklem yapar.

Os hamatum: Palmar yüzden öne doğru uzanan bir çıkıntıya (hamulus ossis hamati) sahiptir. Dorsal ve palmar yüzler üzerlerine tutunan bağlardan dolayı girintili çıkıntılıdır. Altta 4. ve 5. metakarp'larla, üstte os lunatum'la, içte os triquetrum'la ve dışta os capitatum'la eklem yapar.

b) El tarak kemikleri (ossa metacarpi): Distal sıra el bileği kemikleri ile proksimal falanks arasında uzanmış beş adet uzun kemiktir. Proksimal uçları taban (basis), orta bölümleri gövde (corpus), distal uçları baş (caput) olarak adlandırılır. Dıştan içe doğru 1'den 5'e kadar numaralandırılırlar. 2 ila 5 metakarp'lar birbirlerine

yaklaşık olarak paralel ve aşağı yönelmişken 1. metakarp aşağı ve dışa yönelmiştir ve 2. metakarp ile arasında yaklaşık 60 derecelik bir açı vardır.

1. metakarp: Kısa ve kalındır. Palmar yüzü konkavdır. Tabanı os trapezium'la, başı 1. proksimal falanksın tabanı ile eklem yapar.

2. metakarp: Gövdesi en uzun ve tabanı en geniş metakardır. Tabanı os trapezium, os trapezoideum, os capitatum ve 3. metakarpın tabanı ile, başı 2. proksimal falanksın tabanı ile eklem yapar.

3. metakarp: Kısa bir processus styloideus'u vardır. Tabanı üstte os capitatum'la, içte 4. metakarpın ve dışta 2. metakarpın tabanı ile, başı 3. proksimal falanks ile eklem yapar.

4. metakarp: 2 ve 3. metakarlardan daha incedir. Tabanı dışta 3. metakarpın tabanı ile ve os capitatum'la, içte 5. metakarpın tabanı ile, üstte os hamatum'la, başı 4. proksimal falanks ile eklem yapar.

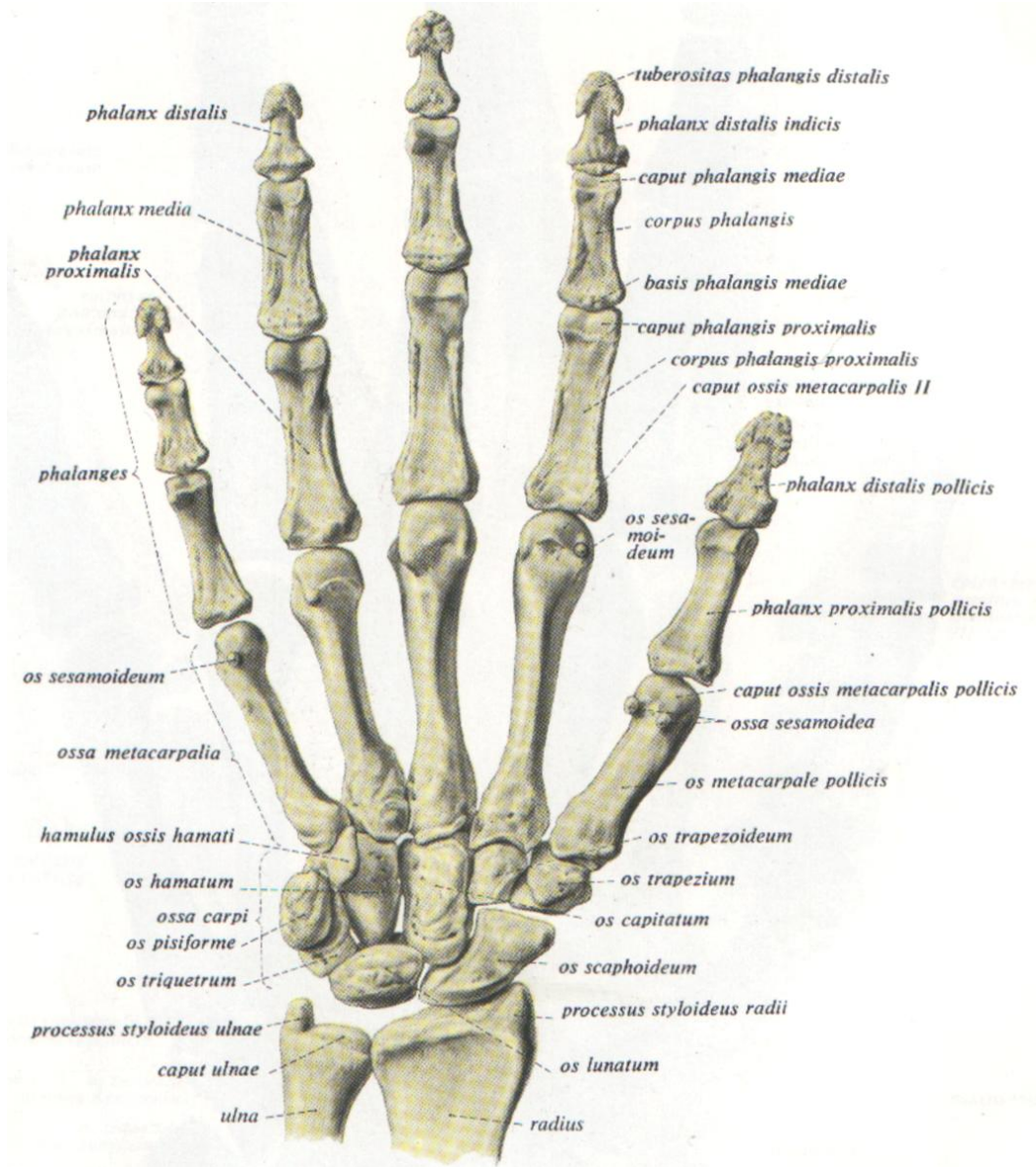
5. metakarp: Tabanı dışta 4. metakarpın tabanı ile, üstte os hamatum'la, başı 5. proksimal falanks ile eklem yapar.

c) El parmak kemikleri (ossa digitorum manus): Başparmakta 2, diğer parmaklarda 3'er adet olmak üzere her elde 14 adet bulunur. Proksimal uçları taban (basis), orta bölümleri gövde (corpus), distal uçları baş (caput) olarak adlandırılır.

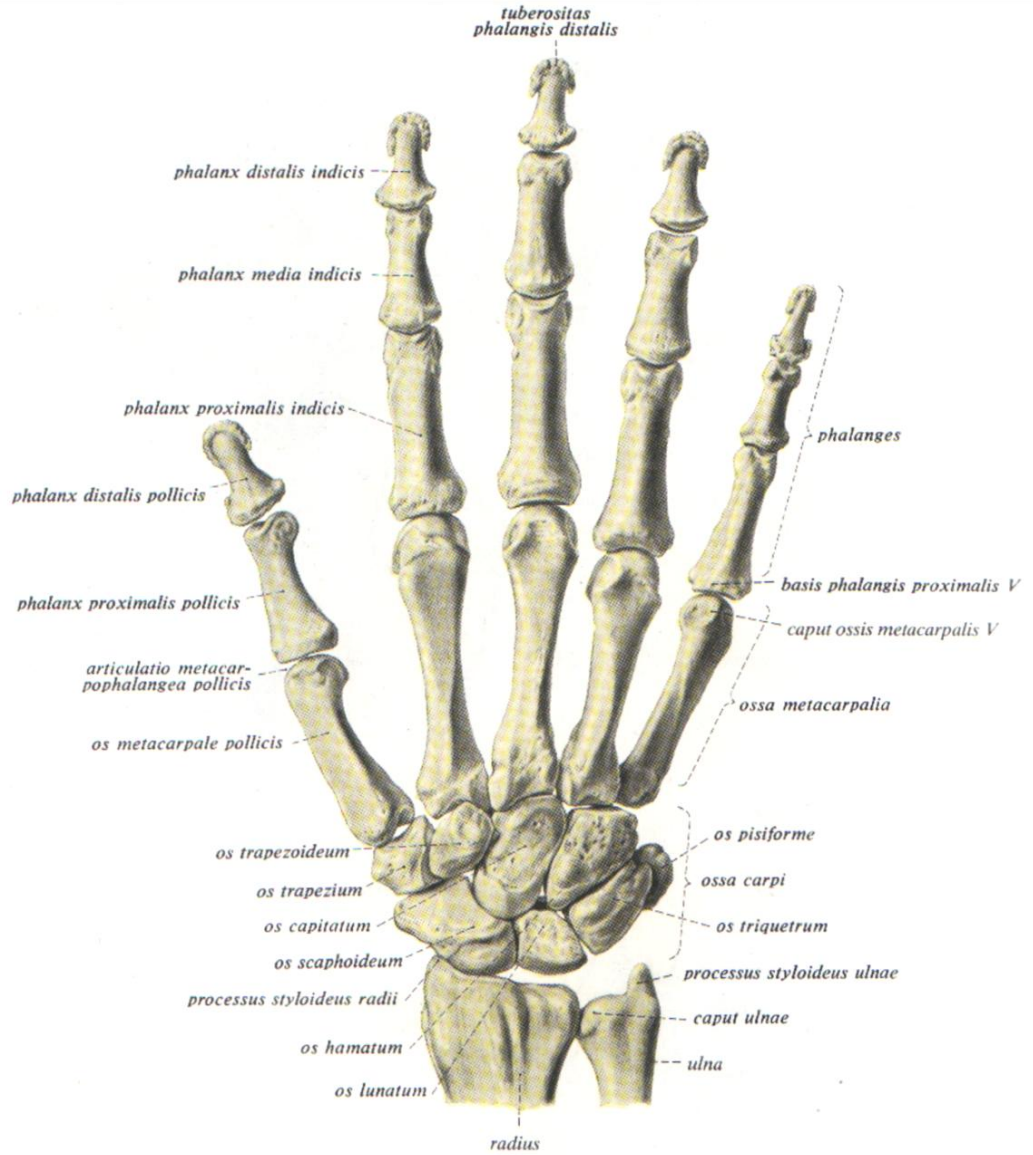
2- Önkol kemikleri: Önkolda iki uzun kemik bulunur.

a) Radius: Önkoldaki iki kemikten dış yanda olanıdır. İki ucu, bir gövdesi vardır. Proksimaldeki ucuna caput radii denir; humerus ve ulna'yla eklem yapar. Distal ucu kemiğin en geniş bölümüdür. Distalde os scaphoideum ve os lunatum'la, medialde ulna'yla eklem yapar. Proksimaldeki ucunda caput radii (baş), collum radii (boyun) ve tuberositas radii bulunur. Başı yuvarlak ve ortası çukurdur. Gövdesi üç kenarlı ve üç yüzlüdür. Alt ucu horizontal kesitlerde dörtgendir. Dış tarafından aşağıya doğru uzanan yapıya processus styloideus radii denir. Arka yüzde tuberculum dorsale denilen başka bir çıkıntı daha bulunur. Incisura ulnaris iç taraftadır ve caput ulnae ile eklem yapar. Alt yüzüne facies articularis carpalis denir; bu bölge os scaphoideum ve os lunatumla eklem yapar.

b) Ulna: Önkoldaki iki kemikten iç yanda olanıdır. Proksimaldeki ucu olecranon'u içerir, humerus ve radius'la eklem yapar. Gövdesi üç kenarlı ve üç yüzlüdür. Distaldeki ucuna caput ulnae denir; humerus ve elbileği ile eklem yapar. İç tarafından aşağıya doğru uzanan yapıya processus styloideus ulnae denir. Alt yüzü eklem diski tarafından karpal kemiklerden ayrılır. Şekil 2 ve 3' te el iskeletini oluşturan kemikler görülmektedir.



Şekil 2. İskelette sağ elin; natural durumda anterior (palmar) görünüşü (Sobotta Anatomi Atlası'ndan alınmıştır)



Şekil 3. İskelette Sağ elin natural durumda posterior (dorsal) görünüşü (Sobotta Anatomi Atlası'dan alınmıştır)

2.4.1. Kemikleşme Süreci ve Özellikleri

Kemikleşme süreci kıkırdak veya mezenkimden oluşmuş kemik taslağında kemikleşme merkezlerinin oluşmasıyla başlar. Bunların çoğu embriyoner dönemde oluşurken bir kısmı da prenatal ve postnatal dönemlerde oluşur. Bazı kemikler (örneğin ossa carpi, ossa tarsi, os lacrimale, os nasale) bir tek merkezden kemikleşmeye başlar. Buna karşın çoğu kemik (örneğin ossa longa, ossa metacarpi, ossa metatarsi) birden fazla odaktan kemikleşmeye başlar. Bu odaklardan biri

kemiğin diafizinde iken (primer kemikleşme merkezi) diğerleri uçlarındadır (sekonder kemikleşme merkezi) (45).

Bu çalışmanın kapsamına giren kemiklerin kemikleşme özellikleri şöyledir:

El bileği kemikleri: Doğumda kıkırdak yapılarıdır. Her biri bir merkezden kemikleşmeye başlar. Kemikleşmeye ilk başlayan os capitatum, sonuncusu ise os pisiforme'dir. Kemikleşme sırası cinsiyete, beslenmeye ve ırka bağlı olarak değişmekle beraber genellikle os capitatum, os hamatum, os triquetrum, os lunatum, os scaphoideum, os trapezium os trapezoideum ve os pisiforme şeklindedir.

El tarak kemikleri: Hepsinin gövdelerinde birer primer kemikleşme merkezi ve birincinin tabanında diğerlerinin başlarında olmak üzere birer sekonder kemikleşme merkezi vardır. Gövdedeki kemikleşme intrauterin 9. haftada başlar. Kemikleşme 2 ila 5. metakarpaların başlarında kızlarda 2. yaşta, erkeklerde 1,5-2,5 yaşları arasında; 1. metakarpın tabanında kızlarda 2, erkeklerde 3 yaşlarında başlar.

El parmak kemikleri: Gövdelerindeki primer ve tabanlarındaki sekonder merkezlerden kemikleşirler. Primer merkezlerde kemikleşme intrauterin yaşamda ve önce distal, sonra proksimal ve son olarak da medial falankslarda oluşur. Sekonder merkezlerde kemikleşme ise önce proksimal sonra medial ve distal falankslarda oluşur.

Radius: Gövdesinde bir tane primer, uçlarında ise birer tane sekonder merkez vardır. Bazen tuberositas radii'de de ayrı bir merkez bulunabilir.

Ulna: Gövde ve distal ucunda birer, proksimal ucunda iki merkez vardır.

2.5. YAŞ TAYİNİ

İskelet üyelerinden yaş tayini ile ilgili morfolojik çalışmaların ilki 1920 yılında Todd tarafından, pubis simfizisin yaşa bağlı olarak gösterdiği değişiklikler üzerinde yapılmıştır. Günümüze kadar, kemik ve diş gelişimi başta olmak üzere pek çok kriterin yaş ile ilgisi incelenmiş ve yanılma payı en az olan teknikler ön plana çıkmıştır. Yaş tahmini ile ilgili tekniklerde, ergenlik dönemi bitimine kadar olan tahminlerin hata payının oldukça düşük olmasına rağmen, bu dönemden sonra oldukça geniş tahmin aralıkları ile sonuç verildiği bilinmektedir (50).

Yaş tahmininde kullanılan yöntemler 3 grupta toplanmaktadır. Bunlar radyolojik, morfolojik ve histolojik yöntemler olmakla birlikte en sık radyolojik ve morfolojik yöntemler kullanılmaktadır. Histolojik yöntemler materyalin bütünlüğüne zarar verdiği için zorunlu olmadıkça tercih edilmemektedir (54,55). Radyolojik ve morfolojik tekniklerde yaş tahmini için kullanılan yapılar oldukça fazladır. Bunların en önemlileri; boy, ağırlık, ergenlik belirtileri, kıllar, cilt değişiklikleri, göz değişiklikleri, dişler ve kemik gelişmesi olarak sıralanabilir.

İskelet materyali üzerinden yaş tahmini yapılırken kemik ve dişlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Yaş tahmini yapılırken 3 farklı grup ve her grup için uygun kriterler kullanılır.

I. GRUP (Bebek ve çocukların yaş tayini):

Uzun kemik uzunlukları: Hamileliğin 3. ayından başlayarak 14 yaşına kadar uzun kemiklerden yaş tayini yapılabilmektedir.

Kemikleşme merkezleri: İskeleti oluşturan kemikler değişik zamanlarda ve farklı özellikler göstererek gelişirler. Bu durum fetüs, bebek ve çocuk iskeletlerinin yaş tayininde önemlidir.

Dişlerin çıkış zamanları: Süt dişlerinin tomurcuklanmasından başlayarak süt dişlerinin ve kalıcı dişlerin çıkış zamanı ve sırasına göre belirlenir.

II. GRUP (Genç Erişkinlerin yaş tayini):

Epifizer kaynaşma: Epifizlerin kaynaşma zamanı her kemikte farklıdır. Buna bakarak bireyin yaşı belirlenebilir.

Üçüncü moların çıkış zamanı: M3'ün çıkış yaşı, taç gelişimi ve köklerin kapanması dikkate alınır.

Basiler kaynaşma: Kafatasının alt kısmındaki sfenoid ve oksipital kemiklerin birleşme bölgesi 25 yaşında tamamen kapanır. Genç erişkinlerde bu kaynaşma dikkate alınır.

III. GRUP (Erişkinlerin yaş tayini); diğer gruplardan daha zor olup tahmin aralığı fazladır.

Simfizis pubis: Yaşla birlikte yüzeyde ve kenarlarda oluşan değişiklikleri değerlendirmek büyük deneyim gerektirir.

Facies aurikularis: Koksa ile sakrumun birleşme yüzeyindeki değişikliklere bakılır.

Sutural yaşlandırma: Kişiden kişiye farklılık gösterdiğinden pratikte fazla kullanılmaz.

Kosta: Kaburgaların sternal uçlarında yaşa bağlı olarak oluşan değişiklikler incelenir.

Spongiosa: Femur ve humerusun proksimal bölgelerindeki süngerimsi dokunun yaşa bağlı olarak azalması incelenir.

Diş aşınması: Daimi molarların çiğneme yüzeylerindeki aşınmalar değerli bilgiler verir.

Klavikula: Spongiosa ve korteksteeki değişikliklere bakılır.

Vertebra: Başka yöntemin uygulanamadığı durumlarda genel bir fikir verebilir.

Histolojik yaşlandırma: Uzun kemiklerin gövde kısımlarından alınan 0,5 cm'lik kesitlerin 20-30 mikrona kadar inceltildikten sonra mikroskopta incelenmesiyle yapılır. Osteon sayısının artması, havers kanallarının çaplarının azalması değerlendirilir.

Kompleks yaşlandırma: Sütürel yaşlandırma, symphysis pubis değişiminin ve spongiosa azalmasının bir arada değerlendirildiği bir yöntemdir. Özellikle erişkin iskeletlerinin bütün olduğu durumlarda doğruya en yakın sonuçları verdiği için önerilen bir yöntemdir.

Yaş tespitinde uzun kemik boyları, kaburgalar, sternum, pelvis ve kafa kemikleri, metakarp, kemik dokusundaki içyapı değişiklikleri, osteofitler, dişler kullanılabilir. Fazekas ve Kosa'nın 3-10 aylık geniş bir fetüs örneğinde tepe glutea uzunluğu üzerine yaptıkları araştırma boyun yaşla ilişkisini gösteren adli tip açısından son derece önemli bir çalışmadır (56).

Radyolojik inceleme ile kemikler; epifiz hatlarına bakılarak kapanmasının tamamlanıp tamamlanmadığı, kostaların vertebral ve sternal uçlarında meydana gelen değişiklikler, sternum ve sakrumun kalsifikasyonları, yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan osteofitler, kemik dokusunun iç yapısındaki değişiklikler, yaş tahmini için en sık kullanılan ve güvenilir yöntemler olarak ön plandadır (57,58,59).

Kemiklerdeki büyüme plaklarının oluşum ve gelişmesi, epifiz ve diafiz hatları ile kemikleşme noktalarını bulma yöntemine dayanan kemiklerin radyolojik olarak incelenmesi ve mevcut atlaslara uyarlanması, yaş tahmininde pratikte çok kullanılan ve gerçeğe en yakın değerler elde edilen metot olarak hala önemini korumaktadır (5).

Yaş tayininde bireysel farklılıklar izlenmektedir. Genetik, beslenme, hastalık, çevre koşulları kişileri farklı etkiler. İlk 20-23 yaş grubunda omuz, dirsek, el-bilek, kalça, diz ve ayak bileği grafiklerinde epifiz hatlarında görülme ve kapanma durumuna göre değerlendirme yapılır (60). Kemik gelişimine göre yaş tahmini yapılması en sık kullanılan yöntem olmakla birlikte, incelenen kriterleri etkileyen cinsiyet, ırk, endokrin bozukluklar (hipotiroidizm, konjenital adrenal hiperplazi ve puberte prekoks vb.), beslenme bozuklukları, sistemik hastalıklar, doğumsal bozukluklar, konjenital sendromlar, konstitüsyonel gelişme geriliği, çevresel ve coğrafik faktörler gibi pek çok etken olduğu ileri sürülmektedir (61,62). Kemik gelişiminden yaş tahmini için hazırlanan atlasların, farklı toplumlara özgü olması ya da güncel olmaması bir başka problem olarak ortaya çıkmaktadır.

2.5.1. Yaş Tahmininde Kullanılan Kemik Yapıları

İnsanların ve öteki memelilerin iskelet kemikleri birbirlerinden farklı zamanlarda oluşan kemikleşme noktalarının gelişmeleri ile büyümektedir. Bebek anne karnında 11 haftalık iken yaklaşık 806 kemikleşme noktası vardır. İskelet geliştikçe bu kemikleşme noktaları birleşir ve doğumda 450 kemikleşme noktasına, yetişkin bireyde ise 206 kemikten oluşan iskelete dönüşür. Bireyin büyümesi devam ederken, kemik kendine özgü biçimi kazanır (63).

Kemikleşme noktaları santral olarak belirir ve periferik alanlara doğru gelişir. Bu kural uzun kemiklerin yanı sıra columna vertebralis, toraks, omuz ve kalça kemikleri için de geçerlidir. Kafatası gibi membranöz kemikler ise endokondral

kemikleşme göstermedikleri için kemikleşme noktaları içermezler (14). Tüm uzun kemik gövdeleri iskeletin diğer kemiklerinde olduğu gibi doğum sırasında kemikleşmiştir. Krogman ve İşcan (1986), yeni doğanda 6 bölgede epifiz kemikleşme noktası olduğunu bildirmektedir (50). Bunlar humerus proksimal ucu, femur ve tibia kondilleri (distal uç), talus, calcaneus, bileklerdeki cuboid kemiklerdedir.

Kemikler gelişim ve yaşlanma ile birlikte bazı morfolojik evrelerden geçerler. Bu evreler kemikleşme noktalarının belirmesi, kemikleşmesi ve epifizlerin kaynaşması ile birlikte bu noktaların kaybolmasıdır (63).

Uzun kemiklerin, asetebulumun ve bilek kemiklerinin epifizleri kızlarda 13, erkeklerde 14-15 yaşlarında kaynaşmaya başlar. İkinci büyük azı dişinin sürmesi ya da sürmeye başlaması ile birlikte humerus distal, radius ulna proksimal uç ve kalkaneus epifizlerinin kaynaşma dönemine girmesi dikkati çeker. Eklem bağlarındaki ve tendonlardaki ekzostozlar 16–17 yaşlarından itibaren başlayarak 50–55 yaşlarında belirginleşir. Endosteal kemik rezorpsiyonu 30 yaşından sonra başlar ve subperiostal kemik apozisyonu ile giderilmeye çalışılır. Bu nedenle korteksteki osteonların yeniden düzenlenmesiyle ilgili bulgular yaş tahmini için yararlı olabilir. Kadınlarda kemikleşmenin daha önce başladığı ve epifizlerin kaynaşmasının erkeklere oranla 2–3 yıl kısa sürdüğü; bu durumun, kadınların erkeklere oranla daha küçük ölçülere sahip olmalarına yol açtığı öne sürülmüştür (63).

2.5.1.1. Uzun Kemikler

Kemikleşme noktaları bozulmamış iskeletlerin radyolojik verilerinin, epifiz kırıkdağlarının özellikleri kadar değerli olduğu bildirilmektedir. Böyle iskeletlerin röntgenleri, standardize edilmiş bir radyoloji atlasındaki röntgen resimleri ile karşılaştırılarak yaş tahmini yapılabilmektedir. Epifizler belli yaş evrelerinde kapanma gösterirler. Epifizlerin kaynaşması ossifikasyonla paralel bir şekilde devam eder. Yaş tahmininde her bir ossifikasyon merkezinin görülme zamanı, şekli ve epifizlerin şafta füzyonu dikkate alınır. Epifizeal ossifikasyon merkezleri önce yuvarlaktır daha sonra oval ve köşeli şekil almaya başlar. Bu ossifikasyon merkezleri büyürken metafizin ne kadarının epifiz tarafından kapsandığını saptamak önem

kazanır. Epifiz ossifikasyonu metafiz çapı kadar olduğunda ise epifiz kenar özellikleri, köşelenmesi önemli bir gösterge olur. Daha sonra ise fizis hattı kapanmaya başlar, fizis hattının kapanma derecesine göre kemik yaşı tahmini yapılmaya başlanır (14). Epifizlerin kapanma yaşları bilinmesine karşın, bu bireye, cinsiyete ve popülâsyonlara göre farklılıklar gösterir. Bu süreç genellikle 15–23 yaşları arasında tamamlanır. Kemikleşmede, epifizlerin birleşmesi kadınlarda daha önce başlar. Epifiz birleşmesinin kadınlarda, erkeklere göre 1–2 yıl önce olduğu ileri sürülmektedir (63,64).

Kemikleşme merkezlerinin birleşme ve kaynaşmalarında 4 aşama vardır (56):

1. birleşme yok
2. başlangıç halinde birleşme
3. ilerlemiş birleşme
4. tam birleşme (kaynaşma)

Bu aşamalar göz önüne alınarak çeşitli toplumlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, kemikleşme noktalarının birleşme ve kaynaşma sırasının aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (60,63):

- a. humerus distal ucu ve humerus medial epikondili,
- b. skapulanın korokoid çıkıntısı,
- c. radius başı, ulna olekranonu,
- d. femur başı, büyük ve küçük trakanterler, kotların tuberisitaları,
- e. tibia ve fibulanın distal uçları,
- f. tibia ve fibulanın proksimal uçları,
- g. femur distal ucu,
- h. iskiüm tuberositası,
- i. radius ve ulna distal uçları,
- j. humerus başı,
- k. ilium kristası,

- l. kot başları,
- m. pelvis ramusunun epifizleri,
- n. klavikula.

Puberte döneminde epifiz kırkırdaklarının durumu çok önemlidir. Asetabulum, uzun kemikler ve bilek kemiklerinin epifizleri kızlarda 13, erkeklerde 14,5 yaşında kaynaşmaya başlar. Torasik bölge ve ilk iki lumbal vertebral halka epifizleri iskelet genelinde en son birleşen epifizlerdendir. Birleşme kadınlarda 14, erkeklerde 16 yaş civarında başlar ve 26–27 yaş civarında tamamlanır. Yapılan çalışmalar bu kaynaşma ile yaş arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermiştir (65).

Sosyo-ekonomik düzey ile kemik gelişimi arasındaki yakın ilgi, humerus başı dışındaki tüm epifizlerde kendini göstermekte ve sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir (63). Humerus başındaki kemikleşme noktasının özgün biyolojik davranışı, bu etkinin dışında kaldığı için yaş tahmininde oldukça kesin bir kriter olarak kabul edilmektedir; humerus başındaki kemikleşme noktası doğum ile birlikte belirir ve çocuk 3 aylık olmadan görülebilir hale gelir (63).

Gebeliğin 9. ayında beliren ve doğumdan sonraki ilk ay içinde maksimum boyutuna ulaşan femur alt uçtaki Becklard kemikleşme noktası ile 6 aylık fetüste beliren ve doğum sırasında uzun eksen 11 mm'ye ulaşan kalkaneus kemikleşme noktaları da yaş tahmin kriterleri arasında en fazla kullanılanlardandır (50).

Uzun kemiklerin epifiz çizgileri arasındaki uzunluğun yaş belirlenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu incelemede genellikle femur kullanılmakta, femurun bulunamadığı durumlarda ise diğer uzun kemiklerden yararlanılmaktadır. Ancak epifiz kırkırdaklarının kaynaşması ve kaybolmasıyla birlikte (18 yaş) epifizler arası uzunluğun yaş belirlenmesinde kullanılamadığı gözlenmiştir. Epifizlerden yaş tahmininin gençlerde ve 20'li yaşlarda kullanılabilecek en iyi yöntemlerden biri olduğu, daha yaşlı kişilerde ise standart oluşturmanın bir hayli zor olduğu bildirilmiştir (66).

Canlılarda yaş tahmini için en çok tercih edilen sistemler radyolojik tekniklerdir. Radyolojik yöntem kemikleşme noktaları, ellerdeki kemiklerin görünme zamanı, dişlerin gelişimi, epifizlerin görünüm ve kaynaşmaları, kafatası suturaları ve

kemiklerde zamanla birlikte gözlenen değişikliklerin grafiklerde değerlendirilmesi ilkesine dayanmaktadır (67). Radyomorfolojik değerlendirmeler, oldukça yararlı ve travmatik olmayan bir inceleme yöntemidir. Diş yaşı belirlenmesinde radyolojik araştırmaların çoğu 3 yaşlarında başlamaktadır. Radyolojik görüntülerin avantajı, bozulmaz veya değiştirilemez oluşudur. İskelet gelişiminin ana göstergesi olan kemik yaşının değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem el-bilek radyografisidir. El-bilek kemikleri veya el parmak kemiklerindeki kemikleşme olayları Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse atlaslarındaki standartlardan yararlanılarak değerlendirilmektedir (68).

Türkiye'de yapılan birçok araştırma kemik yaşının Türk çocuklarında doğru hesaplanamadığını ortaya koymuştur. Pratikte kemik yaşı için çekilen filmler bir atlasla bakılarak değerlendirilir ve kemik yaşı tayin edilir. Fakat kemik yaşının değerlendirilmesinde kullanılan Greulich-Pyle atlası standartları Amerikalı çocuklar, Tanner-Whitehouse atlası ise İngiliz çocuklar esas alınarak hazırlandığı için problem oluşturmaktadır (69). Gelişmiş ülkelerde yaş tespiti yalnız kimlik tayini maksadıyla yapıldığı halde, ülkemizde nüfus kayıtlarının zamanında yapılmaması sebebiyle kimlik tayininden ziyade kimliği bilinen kimselerin gerçek yaşlarının tespiti için de yapılmaktadır (12).

2.5.1.2. İskeletten Yaş Tahmini

Adli olay yerinde insana dair kemik kalıntıları bulunduğunda, elde herhangi bir doküman olmadığı takdirde, bulunan kemiklerin tanımlanması ve bu kemikler vasıtasıyla kimliklendirme yapılması gerekir. Kemik kalıntılarının insana ait olduğu tespit edildikten sonra yapılması gereken en önemli adım "dört büyükler" olarak bilinen yaş, cinsiyet, boy ve ırk tespitini yapmaktır. Bu tespitleri yaparken üzerinde durulması gereken önemli nokta sonuçların güvenilir olup olmamasıdır. Bu nedenle yapılan analizlerin bir kısmı için doğruluktan bahsederken, bir kısmı için de kesinlik söz konusudur (64).

Kullanılan yöntemlerin çeşitliliği ve ayrıntılı olmasına karşın yine de bazı hatalar yapılabilmektedir. Bu hatalar kullanılan yöntemin verimliliğiyle yakından ilgilidir. Örneğin, kafatası suturalarının tek başına kullanıldığı yaş tahmini

alışmalarında, orta ve ileri yaşı gruplarında 10 yılın üzerinde yanılırlara rastlanabilmektedir. Yaşı tahmini sırasında unutulmaması gereken en önemli nokta, her bireyin yaşılanma hızının bir diğlerinden farklı olmasıdır. Böylece, herhangi bir yöntemle elde edilen sonuç, o bireyin fizyolojik yaşıdır ve kişinin genetik yapısı ile iskeletin zamanla uğradığı yıpranmaların etkilediği bir veri olduğu gözden kaçırılmamalıdır (50).

2.5.1.3. Diş Gelişimi ve Yaşı Tahmini

Adli diş hekimliğinde, arkeoloji ve adli tıp uygulamalarında iskeletsel kalıntılar veya bilinmeyen cesetlerin yaşının en az hata içerecek şekilde saptanabilmesini sağlayan yöntemler araştırılmaktadır. Yaşı belirlenmesindeki güçlükler, adli tıp literatüründe sık sık tartışılmaktadır (8).

Adli odontoloji alanında yaşanan gelişmeler, dişlerle ilgili çalışmaların artmasına ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesine yol açmıştır. Dişler, kimliklendirme çalışmalarında ağırlıklı olarak yaşı belirlenmesi için kullanılmıştır. Dişlerin, çeşitli fiziksel faktörlerden ve diş etkenlerden (yanma, çürüme vb.) fazla etkilenmemeleri ve uzun süre dayanıklılıklarını koruyabilmeleri nedeniyle yaşı tahmininde diğer kemiklere oranla daha rahat kullanılabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, dişlerin sert yapıları ve düşük metabolizmaları nedeniyle, diş gelişim düzeninden alınan bilgilerin, organizmadaki diğer yapılara oranla en doğru sonuçları verdiği ileri sürülmüştür (70).

Kişi önemli ölçüde bir değişikliğe uğramışsa ve diş karakteristik özellikleri hiç bir bilgi vermiyorsa, kimliğin belirlenmesi anlamında işe yarayacak olan en önemli yapı kemikler ve dişlerdir. Kimliğin kesin olarak saptandığı olgularda yaşı veya diğer özellikler kolaylıkla öğrenilebilecektir. Fakat kimliğin belirlenemediği durumlarda tüm özelliklerin tek tek araştırılıp belirlenmesi gerekmektedir. Dişler yaşı belirlemede iki ana döneme ayrılarak ele alınır; geçici dişler (süt dişleri) ve sürekli dişler. Geçici dişlerde (mineralizasyonun gelişimi, neonatal çizgi, vb.), mikroskopik ve radyolojik incelemeye güvenilmelidir. 14 yaşı altındaki dönemlerde süt dişlerinin dökülmesi, erupsiyon, mineralizasyon, formasyon ile birlikte çene kemiğinde ve dentisyonda devamlı bir değişim vardır. Aynı zamanda kalıcı dişler de şekillenir,

mineralize olur, erupsiyona ve sonra da değişime uğrar. Bu dönemde yaş belirlenmesi çoğunlukla radyografilerin dentisyon gelişim şemaları veya tabloları ile karşılaştırılmasıyla yapılır (71,72).

Kalıcı dişlerde, bütün dişlerin tamamen sürdüğü veya geliştiği zaman olan 14–20 yaş arasındaki dönemde sadece 3. büyük azı gelişimi yaş hakkında bilgi verebilir. Korkut ve ark. (1996), yaptıkları değerlendirmelerde, 15–21 yaş grubunda alt 3. molar dişlerin medial kök uzunluğunun yaş tahmininde kullanılabilecek bir metot olduğunu savunmuşlardır (73).

Erişkinliğe kadar dişler en güvenilir yaş parametresi olarak nitelendirilirken, dişlerin çıkışının tamamlanmasından sonra yaşın değerlendirilmesinde güvenilir olmadığı ileri sürülmüştür (74).

2.5.2. Adli Radyoloji ve Yaş Tahmini

Adli bilimciler ve antropologlar, bulguların değerlendirilmesinde ve karmaşık adli vakaların çözümünde sıklıkla radyografi tekniklerini kullanırlar (63). Özellikle yaşayan bireylerde adli incelemelere olanak tanıdığından dolayı çok tercih edilmektedir. Bunun yanında materyalin bütünlüğüne zarar vermemesi, aynı materyal üzerinde defalarca çalışılabilmesi nedeniyle histolojik tekniklere göre daha kullanışlıdır.

2.5.2.1. Radyolojinin Yaş Tahmininde Önemi

Radyolojik görüntüleme yöntemleri, adli alanda yaş tahmininde en çok kullanılan inceleme araçlarıdır. Kemik ve dişler, üzerinde her yaşa ait radyolojik atlaslar hazırlanmasına imkân sağladığı için diğer yaş tahmin tekniklerine göre daha ön plandadır. Bütün bu avantajlarına rağmen yaşayanlarda az da olsa radyoaktif ışınlara maruz kalınması dezavantajıdır (75). Radyolojik teknikler invazif değildir ve basit olarak diş yaşını hesaplama Metodu sunar ve böylece iskelet kalıntılarının yanı sıra canlı ya da ölülerde kullanılabilir (76).

Radyografik tetkiklerin yalnızca adli yaş tayini amacı ile yapıldığı ve klinik endikasyon bulunmadığı durumlarda radyasyon maruziyetine bağlı olası zararlı etkiler hususunda şüpheler ortaya çıkmaktadır. El ve el bileğinin standart radyografisinde etkin x-ray dozu 0,1 mikroSievert (μSv), ortopantomogramda 26 μSv , klavikulanın proksimal epifizinin radyografisinde 220 μSv ve 80 sternoklavikular eklem tomografisinde 800-800 μSv 'tir. Tüm toraks tomografisindeki etkin doz ise 6,6 mSv'tir. Bazı araştırmacılar yıllık efektif radyasyon dozu toplam değerinin 10 μSv 'ten düşük olması durumunda bunun ihmal edilebilir olduğunu bildirmektedir. Bazı araştırmacılar ise doğal olarak meydana gelen ve modernleşmenin bir sonucu ortaya çıkan radyasyon maruziyeti ile karşılaştırıldığında klasik adli yaş tayini uygulamaları için alınan dozun önemsiz olduğunu vurgulamaktadır (13).

Doğal olarak meydana gelen radyasyon dozu Almanya'da yılda ortalama 1,2 mSv, Hollanda'da ise yaklaşık 2,0 mSv olarak hesaplanmıştır. Havayolu çalışanları yüksek irtifada bulunmanın bir sonucu olarak yılda ortalama 2000 mSv radyasyon almaktadır (kozmetik radyasyon). Kıtalar arası uçuşlarda 12000 metre irtifada radyasyon maruziyeti saatte 0,008 mSv'tir. Buna göre kıtalararası uçakla seyahat eden bir kişinin maruz kaldığı etkin radyasyon dozu 2 ortopantomogram dozuna, sternoklavikular eklem tomografisi ise 3,5 aylık bir sürede maruz kalınan doğal radyasyon miktarına eşdeğerdir. Bu karşılaştırmalara göre adli yaş tayini için yapılan klasik radyolojik tetkiklerin oluşturduğu risk ihmal edilebilir düzeydedir (13).

Her durumda, radyasyon maruziyetine bağlı muhtemel zararlı etkiler ihmal edilebilir gibi görünse de hesaba katılmalıdır. Başka bir tıbbi endikasyon bulunmadığı durumlarda radyografik tetkikler kullanılmak suretiyle yapılacak adli yaş tayininde en uygun tutum, bireyler tarafından alınacak etkin radyasyon dozunu minimize etmek için tetkiklerin gereksiz tekrarından kaçınmak, gerekli olan en az tetkiki yapmak, gereksiz tetkik istememek ve aynı tetkiklerin farklı hekimler tarafından farklı zamanlarda gereksiz yere tekrar edilmesini önlemek için ulusal kayıt sistemini detaylandırmak olmalıdır (13).

2.5.2.2. El-Bilek Röntgen Filmlerinden Kemik Yaşı Tayininde Kullanılan Kodlamalar

Ülkemizde Diş Hekimliği Fakültelerinin Ortodonti Anabilim Dallarında, el-bilek röntgen filmlerinden kemik yaşı tayininde, Björk'ün büyüme eğrisinde kullanılan kemiksel gelişim göstergelerinden faydalanılmaktadır (77). PP2=, MP3=, S, MP3cap, DP3u, PP3u, MP3u ve Ru olarak kodlanan göstergelerin tanımlamaları, ilgili röntgen filmleriyle aşağıda verilmiştir:



Şekil 4. PP2= (2. parmak proksimal falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit)



Şekil 5. MP3= (3. parmak medial falanks epifiz genişliği ile metafiz genişliği eşit)



Şekil 6. S (1. parmak metakarp distalde adduktor sesamoid görünür hale gelir)



Şekil 7. MP3cap (3. parmak medial falanks epifizi metafizini örtmeye başlar)



Şekil 8. DP3u (3. parmak distal falanks epifizi kapanmıştır)



Şekil 9. PP3u (3. parmak proksimal falanks epifizi kapanmıştır)



Şekil 10. MP3u (3. parmak medial falanks epifizi kapanmıştır)



Şekil 11. Ru (Radius alt uç epifizi kapanmıştır)

2.6. KEMİK YAŞI KAVRAMI

Kemik yaşı kavramıyla ilgili değişik tanımlar vardır. Bunlardan bir tanesi “Röntgenografik olarak gözlemlenen kemik gelişiminin o düzeyin genellikle kazanıldığı kronolojik yaş olarak belirtilmesi” (78) anlatımıyla kavramı açıklamaya çalışırken bir diğeri ise “Standartların oluşturulduğu çocukların belirli bir derecede iskelet gelişimini genellikle yakaladıkları kronolojik yaştır” (17) anlatımını

kullanmıştır. Biraz daha açıklayıcı olan ikinci tanımda da görüldüğü gibi standartları oluşturmak için belirli bir popülasyona gerek vardır. Her popülasyonun genetik özellikleri, çevre koşulları farklı olabileceğinden dolayı değişik popülasyonlar için değişik standartlara gerek duyulur. Ayrıca standartları bir kere oluşturmakla da iş bitmez, değişebilen genetik özellikler ve çevre koşullarının standartları da etkileyebileceği düşünülerek bu standartlar zaman zaman yenilenmelidir (18).

2.6.1. Kemik Yaşı Belirlenmesinin Amaçları ve Yöntemleri

Kemik yaşı belirlenmesi antropolojide, adli tıpta ve pediatriye uygulanan bir incelemedir. Antropolojide, bulunan bir insan kalıntısının ait olduğu kişinin olduğu sırada kaç yaşında olduğunu anlamak için kullanılır. Bunun için kemik ve diş incelemeleri yapılır. Elde edilen materyal üzerinde görüntüleme yöntemlerine ve gözleme dayanan tekniklerin yanında histolojik teknikler de uygulanır. Adli tıpta, yaşı bilinmeyen veya kuşku duyulan kişilerin gerçek yaşını belirlemede veya antropolojide olduğu gibi, bulunan bir cesedin ait olduğu kişinin ölüm anında kaç yaşında olduğunu bulmada kullanılır. Pediatriye ise büyüme-gelişme durumunun belirlenmesinde ve izlenmesinde, kimi hastalıkların izlenmesinde kullanılır (5,14,50).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda iki örneklem grubu kullanılmıştır. Birinci grup, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalının arşivinden elde edilen 1974 yılına ait grafilere oluşmaktadır. 1974 yılında kliniğe kontrol amaçlı gelen, hasta olmayan 234 erkek ve 251 kız bireye ait toplam 485 film incelenmiştir.

İkinci örneklem grubunu, 2013 yılında yine aynı kliniğe başvuran 203 erkek ve 224 kız birey olmak üzere 427 kişiye ait filmler oluşturmaktadır. Olguların aydınlatılmış onamı alınmış, demografik özellikleri kayıt edilmiştir. Bireylerin gelişimlerini engelleyen herhangi bir somatik hastalıkları bulunmamaktadır; ellerinde herhangi bir travmatik lezyon da yoktur.

Radyografiler belirli bir mesafeden (155 cm) ve aynı dozda (64 kilowatt, 16 miliamper ve 9,1 saniye) radyasyonla çekilmiştir. Çekimlerde, Orthophps xg5 sirona marka, 81256/TAEK 03529 seri numaralı cihaz kullanılmıştır. Teknisyen, filmleri uygun radyodiagnostik pozisyonda (P-A projeksiyon) çekmiştir. Tüm filmler bilgisayar ortamına aktarılarak biri adli tıp diğeri ortodonti kliniğinden iki uzman tarafından değerlendirilmiştir.

3.1. EL VE BİLEK BÖLGESİNİN GÖRÜNTÜLENMESİ

İlk Radyografiden beri el ve bilek bölgesi medikal görüntülemenin kullanıldığı bölgelerden biri olmuştur. En sık kullanılan yöntem konvansiyonel radyografidir (79).

El bilek bölgesinin görüntülenmesinde kullanılan yöntemler şunlardır;

Konvansiyonel Radyografi,

Fluoroscopy,

Konvansiyonel Tomografi,

Komputerize Tomografi,

Artrhografi,

Angiografi,
Digital Radyografi,
Sintigrafi,
Magnetik Resonance İmaging,
Ultrasonografi.



Şekil 12. Radyodignostik pozisyonda çekilmiş radyografik görünüm (İskelet Yaşı:
14 yıl 6 ay)

3.1.1. Greulich-Pyle (G-P) Metodu

Bu yöntem çekilen el ve el bileği radyogramının Greulich-Pyle (G-P) Atlasındaki en uygun örnekle eşleştirilip o örneğin ait olduğu yaşın kemik yaşı olarak kabul edilmesine dayanır (17). Atlastaki standartlar her iki cinsiyet için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Değerlendirmeye ilk önce olgunun cinsiyetine göre standart grubu seçerek başlanır. O cinsiyete ait grafi örneklerinin içinde olgunun yaşına uyan örnek bulunarak karşılaştırılır. Her grafi örneğinin altında bulunan ayrıntılı açıklamalar karşılaştırma sırasında bakılacak olan özellikleri belirtmektedir. Eğer her iki grafi birbiriyle aynıysa incelenen olgunun kemik yaşının G-P standardına göre yaşına uygun olduğu anlaşılır.

Çoğu zaman incelenen olgunun grafisiyle, aynı cinsiyet ve yaşa ait örnek grafi birbirinin aynısı olmaz. Bu durumda incelediğimiz olgunun grafisine en uygun grafi örneğini bulana dek ileriye veya geriye doğru atlas incelenir. Uygun grafi örneği bulunursa o örneğe ait yaş olgumuzun kemik yaşı olarak kabul edilir.

Kimi zaman incelenen olgunun grafisi atlastaki hiçbir örneğe tam olarak uymaz. Bu durumda incelenen grafiye en yakın özellikler gösteren iki örnek grafiğe ait yaşların arasında değer tespiti yapılır. Genel görünüme bakarak kemik yaşı belirlenebildiği gibi her kemik için ayrı ayrı olarak da kemik yaşı belirlenebilir. Bunun içinse atlasın sonundaki, her bir kemiğe ait gelişim evrelerinin çizimlerinin bulunduğu bölümden yararlanılır.

3.1.2. Şemsi Gök (Ş-G) Metodu

Bu yöntem çekilen el ve el bileği radyogramının Şemsi Gök (Ş-G) Atlasındaki en uygun örnekle eşleştirilip o örneğin ait olduğu yaşın kemik yaşı olarak kabul edilmesine dayanır (5).

Grafiler G-P yöntemindekine benzer şekilde değerlendirilerek yaş tayini yapılır.

3.2. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMELER

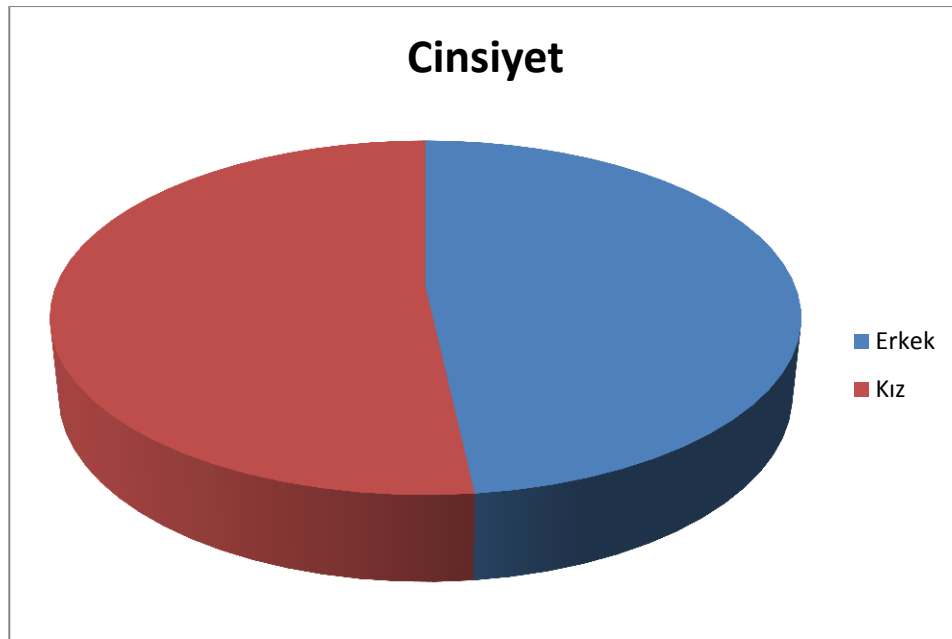
Çalışmamızda her bir bireyden elde edilen demografik bilgiler ve antropometrik ölçümler çalışma formlarına kaydedilmiş olup; verilerin istatistiksel değerlendirmeleri SPSS 15 for Windows İstatistik Paket Programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmacı ile farklı bir diş hekiminin Greulich-Pyle metoduna göre kemik yaşı kestirimleri arasındaki tutarlılık pearson korelasyon katsayısıyla; kronolojik yaş ile Greulich-Pyle Metodu yaş kestirimi ortalamaları arasındaki fark; kronolojik yaş ile Şemsi Gök Metodu yaş kestirimi ortalamaları arasındaki fark; Şemsi Gök ile Greulich-Pyle Metodu yaş kestirimi ortalamaları arasındaki fark analizleri bağımsız örneklemeler için t testi ile test edilmiştir.

4. BULGULAR

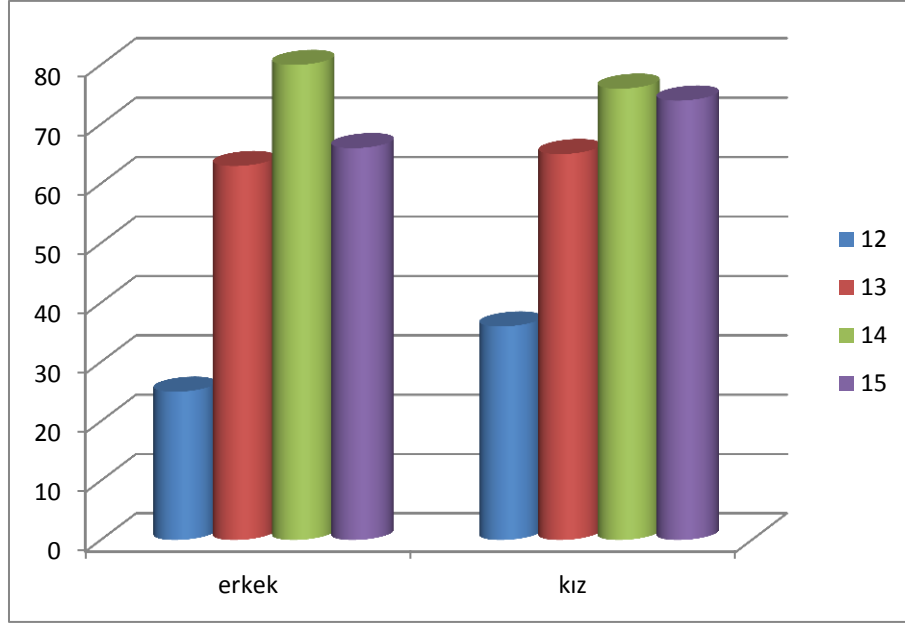
Çalışmamızda grafileri 1974 yılında çekilen 234 erkek, 251 kız toplam 485 olgu (Tablo: 1) ile grafileri 2013 yılında çekilen 203 erkek, 224 kız toplam 427 olgu (Tablo: 5) değerlendirilmiştir.

Tablo 1. 1974 yılına ait olguların yaş grupları ve cinsiyetlerine göre dağılımı

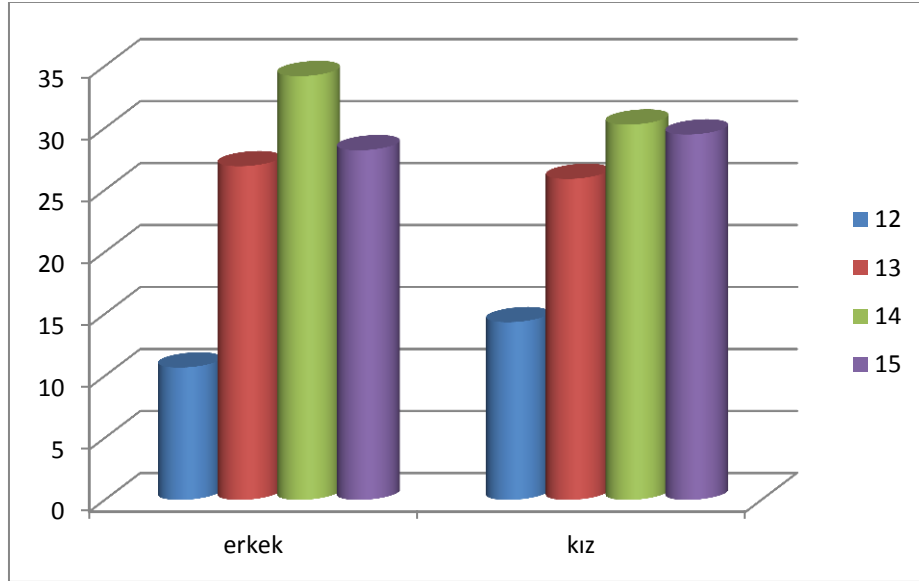
YAŞ	ERKEK	KIZ
12	25	36
13	63	65
14	80	76
15	66	74
TOPLAM	234	251



Grafik 1. 1974 yılına ait olguların cinsiyetlerine göre dağılımı



Grafik 2. 1974 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (sayı)



Grafik 3. 1974 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (%)

Araştırmacı ile farklı bir diş hekiminin Greulich-Pyle metoduna göre kemik yaşı kestirimleri arasındaki tutarlılık pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. İki araştırmacı arasındaki G-P atlasına göre tutarlılık

Cinsiyet	Yaş	1974 Yılı	2013 Yılı
Kız	10	-	1,000(**)
	11	-	,993(**)
	12	1,000(**)	,988(**)
	13	,998(**)	1,000(**)
	14	,959(**)	,960(**)
	15	,951(**)	,955(**)
	16	-	,952(**)
Erkek	10	-	,955(**)
	11	-	,969(**)
	12	,882(**)	,991(**)
	13	,971(**)	,989(**)
	14	,996(**)	,948(**)
	15	,997(**)	,936(**)
	16	-	,992(**)

**p<0.01

Sonuçlara göre 1974 yılı verilerinde 12-15 yaş aralığındaki kız çocuklarının röntgen filmlerinden Greulich-Pyle Metodu ile belirlenen kemik yaşı ölçümlerinin araştırmacı ile diş hekimi arasındaki tutarlılık katsayılarının 0.951 ile 1.000 arasında değiştiği gözlenmiştir. 1974 yılı verilerinde 12-15 yaş aralığındaki erkek çocuklarının röntgen filmlerinden Greulich-Pyle Metodu ile belirlenen kemik yaşı ölçümlerinin araştırmacı ile diş hekimi arasındaki tutarlılık katsayılarının 0.882 ile 0.997 arasında değiştiği gözlenmiştir.

2013 yılı verilerinde 10-16 yaş aralığındaki kız çocuklarının röntgen filmlerinden Greulich-Pyle Metodu ile belirlenen kemik yaşı ölçümlerinin araştırmacı ile diş hekimi arasındaki tutarlılık katsayılarının 0.952 ile 1.000 arasında değiştiği gözlenmiştir. 2013 yılı verilerinde 10-16 yaş aralığındaki erkek çocuklarının röntgen filmlerinden Greulich-Pyle Metodu ile belirlenen kemik yaşı ölçümlerinin araştırmacı ile diş hekimi arasındaki tutarlılık katsayılarının 0.936 ile 0.992 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Hesaplanan korelasyon katsayıları pozitif yönlü, anlamlı olup ilişki miktarı bakımından oldukça yüksek bulunmuştur. Bir başka deyişle, Greulich-Pyle metoduna göre diş hekiminin yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri ile araştırmacının yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri arasında yüksek önemli bir ilişki söz konusudur ($p<0.01$).

1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

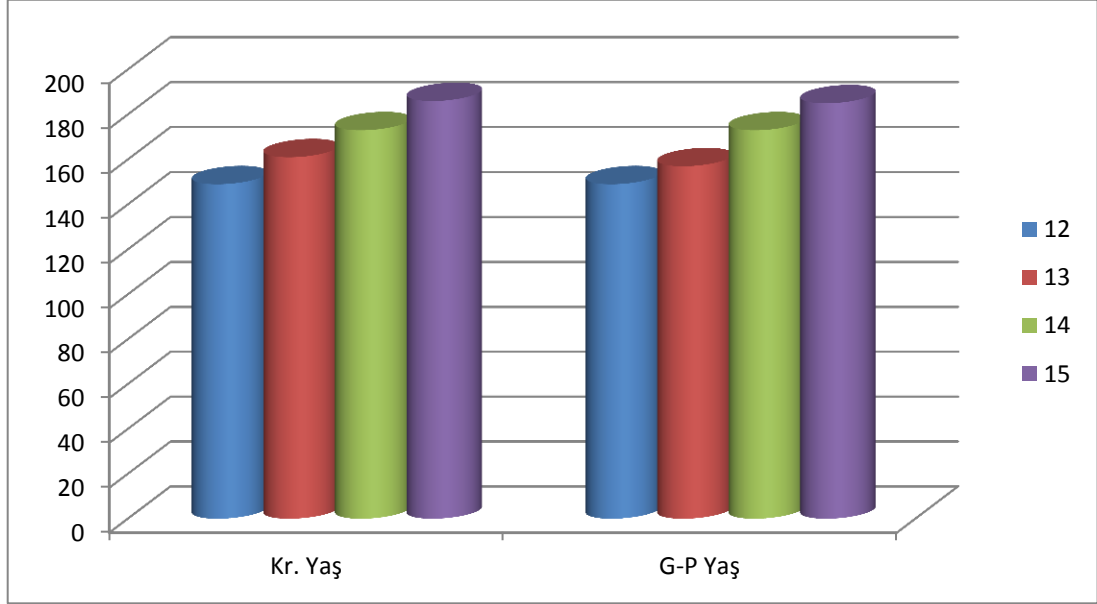
Tablo 3. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

1974 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Greulich-Pyle)		Difference	<i>t</i>	<i>p</i> value	Correlation <i>r</i>	Correlation <i>p</i>
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	12	36	149	3	149	15	0,11	0,043	0,966	0,138	0,423
	13	65	161	4	157	18	4,08	1,764	0,080	0,201	0,109
	14	76	173	4	173	16	-0,18	-0,097	0,922	0,247	0,032*
	15	74	186	4	185	18	1,18	0,549	0,584	0,498	0,000**

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

t testi sonuçlara göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler

gözlenmiştir. Bu katsayılardan 14 ve 15 yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur.



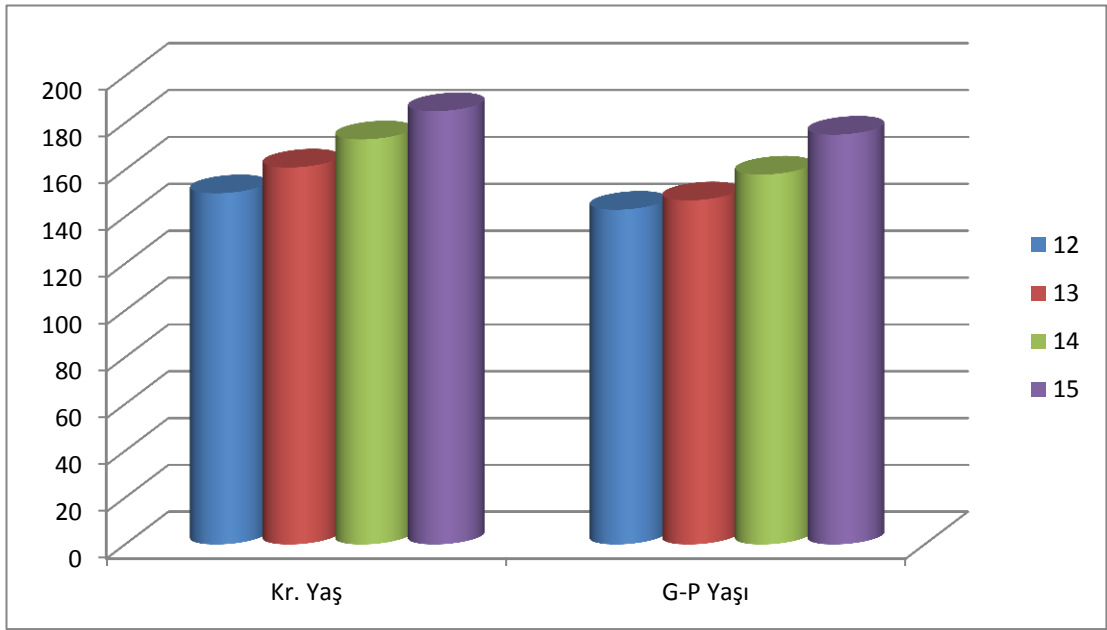
Grafik 4. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

1974 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Greulich-Pyle)		Difference	<i>t</i>	<i>p</i> value	Correlation <i>r</i>	Correlation <i>p</i>
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	12	25	150	4	143	16	7,68	2,379	0,021*	-0,140	0,504
	13	63	161	3	147	14	13,67	7,336	0,000**	0,173	0,175
	14	80	173	4	158	18	15,00	7,317	0,000**	0,365	0,001**
	15	66	185	3	175	18	9,23	4,109	0,000**	0,125	0,318

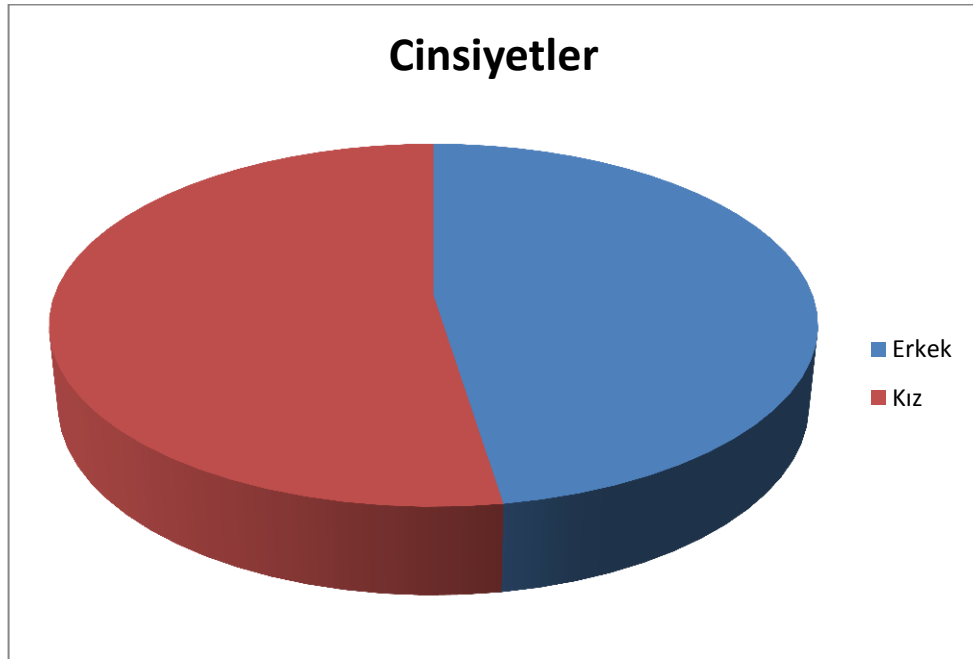
t testi sonuçlarına göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 13,14 ve 15 yaş grubundaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 12 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında negatif yönlü düşük düzeyde ilişki bulunmuştur. Bu katsayılardan 14 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).



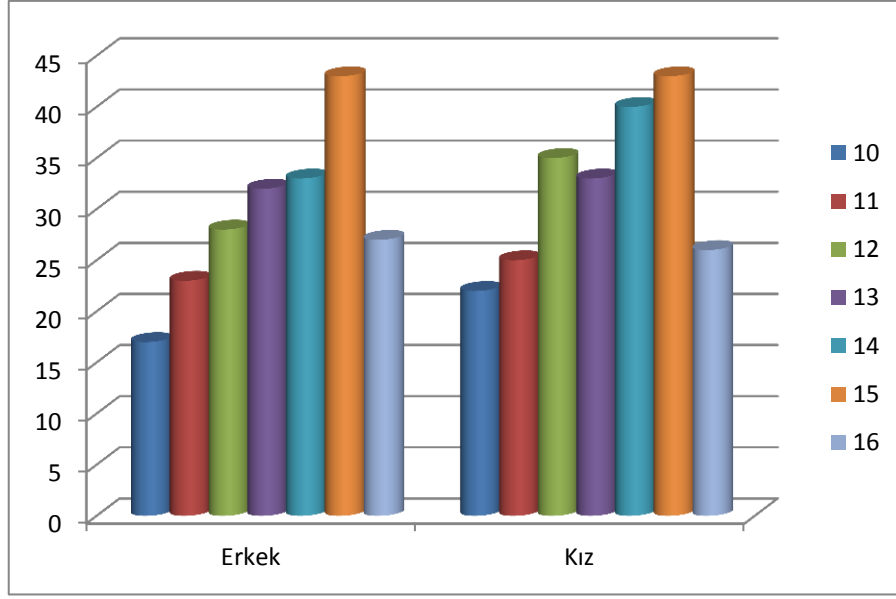
Grafik 5. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

Tablo 5. 2013 yılına ait olguların yaş grupları ve cinsiyetlerine göre dağılımı

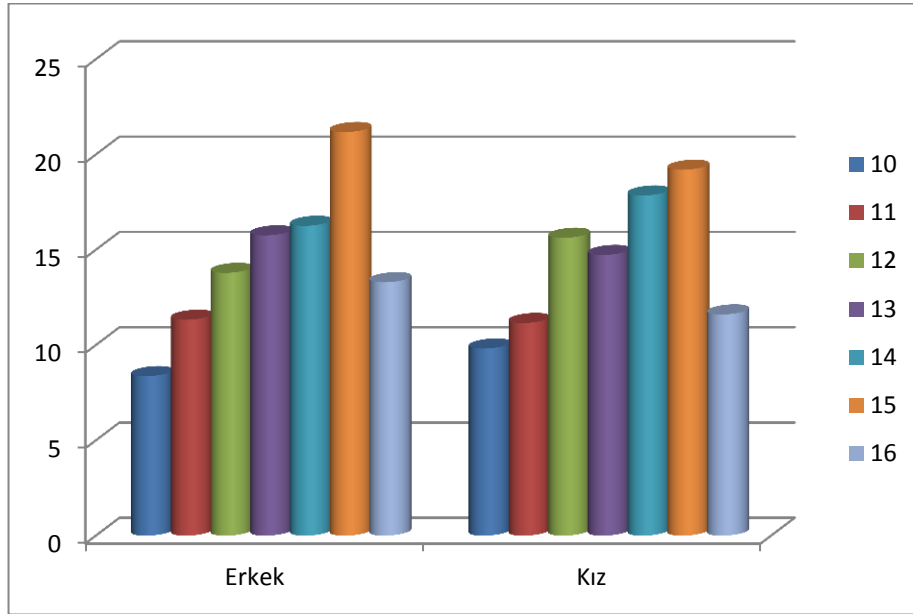
YAŞ	ERKEK	KIZ
10	17	22
11	23	25
12	28	35
13	32	33
14	33	40
15	43	43
16	27	26
TOPLAM	203	224



Grafik 6. 2013 yılına ait olguların cinsiyetlerine göre dağılımı



Grafik 7. 2013 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (sayı)



Grafik 8. 2013 yılına ait olguların yaş gruplarına göre dağılımı (%)

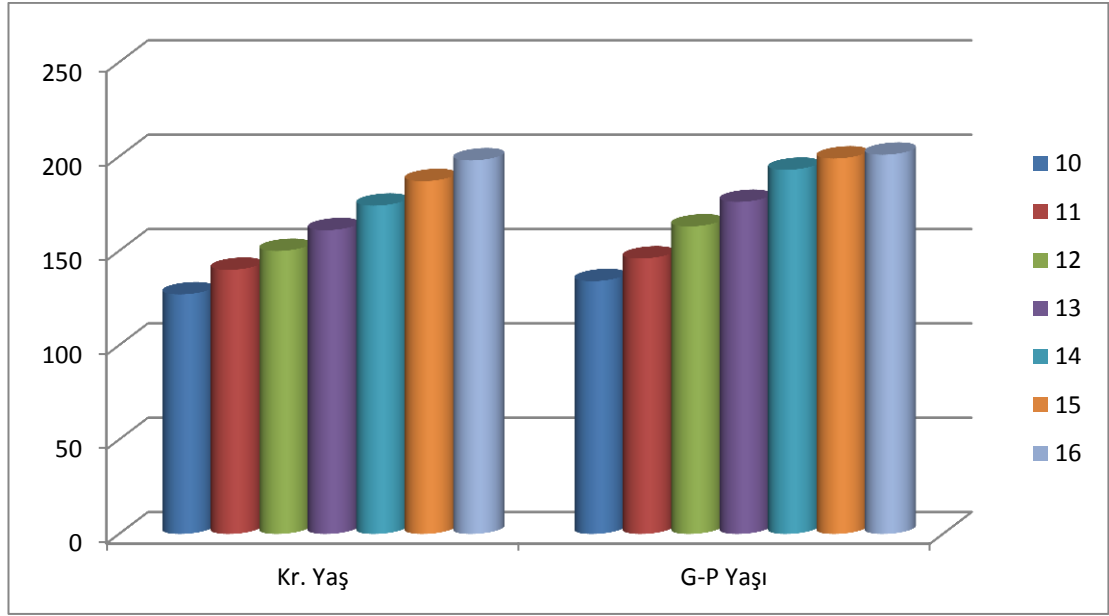
2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması.

Tablo 6. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

2013 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Greulich-Pyle)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	10	22	127	3	134	11	-7,45	-3,066	0,004**	0,253	0,256
	11	25	140	4	146	21	-5,96	-1,418	0,163	0,050	0,814
	12	35	150	4	163	19	-12,66	-3,792	0,000**	0,381	0,024*
	13	33	161	4	176	20	-14,30	-4,107	0,000**	0,231	0,195
	14	40	174	4	193	9	-18,93	-11,836	0,000**	0,154	0,341
	15	43	187	3	199	10	-12,42	-7,587	0,000**	0,294	0,056
	16	26	198	4	201	7	-3,65	-2,208	0,032*	0,039	0,848

*p<0.05 **p<0.01

t testi sonuçlara göre 2013 Yılı 10, 12, 13, 14, 15 ve 16 yaş grubundaki kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak, 11 yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 10,12,13,14 ve 15 yaş grubundaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 11 ve 16 yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında sıfıra yakın bir ilişki; bir başka deyişle ilişkinin olmadığı yönünde yorumlanabilir.



Grafik 9. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

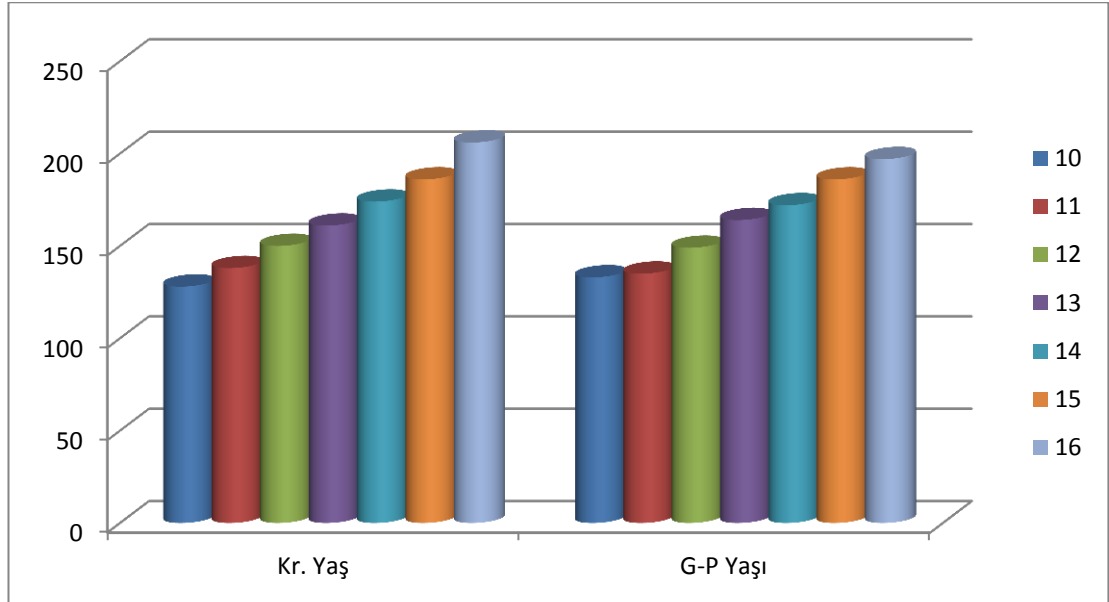
2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 7. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

2013 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Greulich-Pyle)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	10	17	128	3	133	22	-5,18	-0,942	0,353	0,319	0,213
	11	23	138	3	135	14	3,04	1,016	0,315	-0,138	0,531
	12	28	150	4	149	18	1,43	0,410	0,683	0,224	0,252
	13	32	161	3	164	11	-2,06	-1,042	0,302	0,300	0,095
	14	33	174	4	172	15	2,61	0,996	0,323	0,066	0,715
	15	43	186	4	186	14	-0,63	-0,279	0,781	0,325	0,033*
	16	27	206	27	197	13	8,67	1,525	0,133	0,014	0,944

*p<0.05

t testi sonuçlara göre 2013 Yılı 10-16 yaş arasındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. Ancak, 11 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Bu katsayılardan 15. yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).



Grafik 10. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

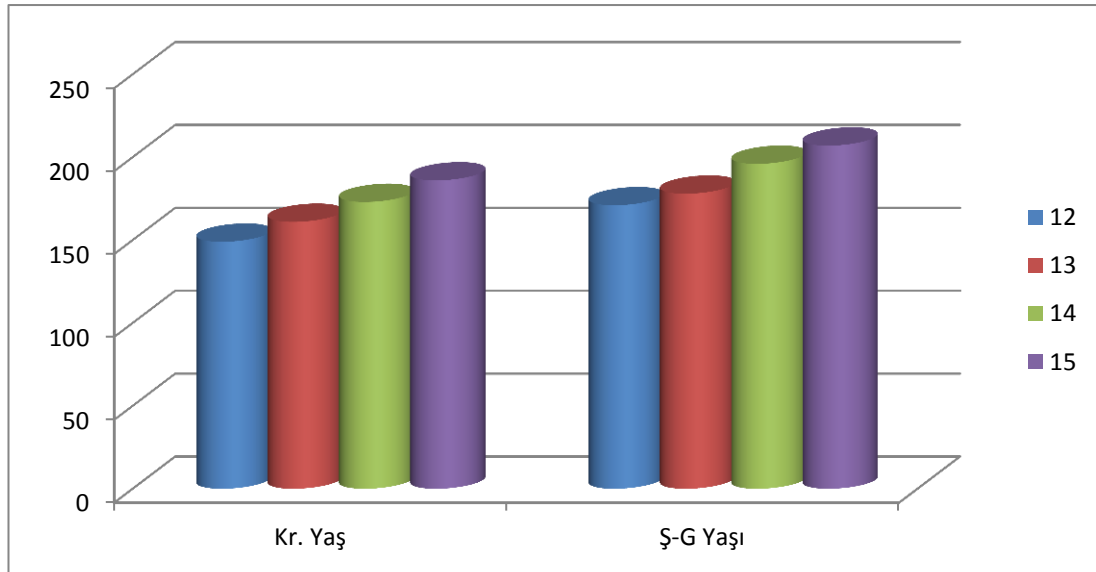
1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 8. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

1974 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	12	36	149	3	171	14	-21,89	-8,943	0,000**	0,115	0,505
	13	65	161	4	178	18	-17,02	-7,500	0,000**	0,228	0,067
	14	76	173	4	196	18	-22,63	-10,966	0,000**	0,252	0,028*
	15	74	186	4	207	19	-21,18	-9,433	0,000**	0,503	0,000**

*p<0.05 **p<0.01

t testi sonuçlarına göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. Bu katsayılardan 14 ve 15. yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur.



Grafik 11. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

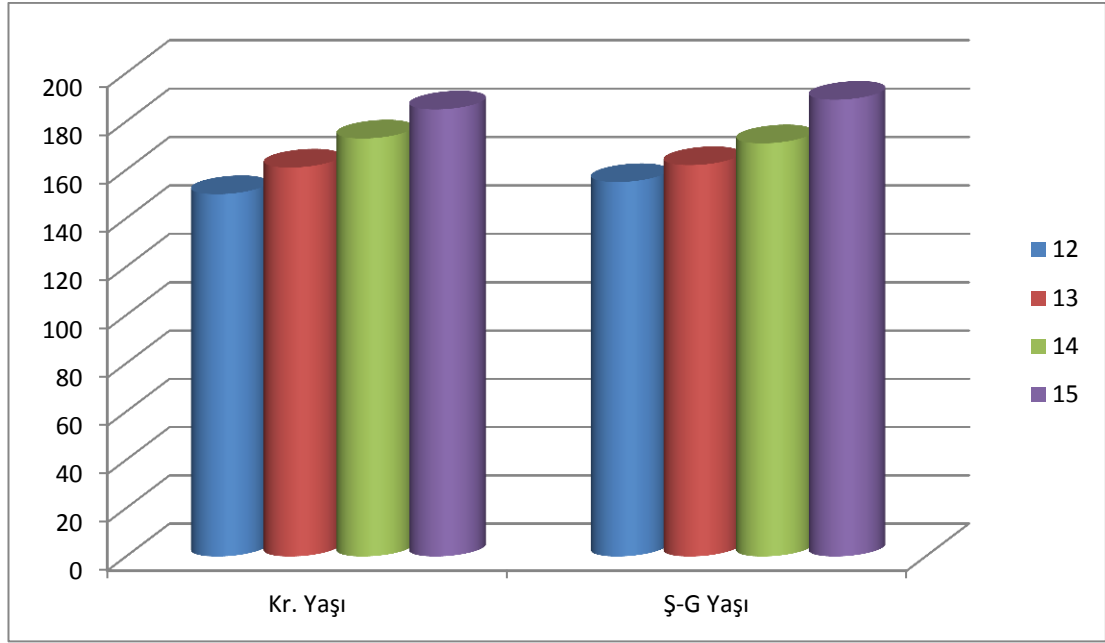
1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 9. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

1974 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	<i>t</i>	<i>p</i> value	Correlation <i>r</i>	Correlation <i>p</i>
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	12	25	150	4	155	14	-5,24	-1,753	0,086	-0,058	0,782
	13	63	161	3	162	13	-1,16	-0,663	0,509	0,176	0,169
	14	80	173	4	171	19	1,53	0,701	0,484	0,351	0,001**
	15	66	185	3	189	20	-4,68	-1,864	0,065	0,135	0,278

** $p < 0.01$

t testi sonuçlarına göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 13,14 ve 15 yaş grubundaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 12 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında negatif yönlü düşük düzeyde ilişki bulunmuştur. Bu katsayılardan 14 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$).



Grafik 12. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

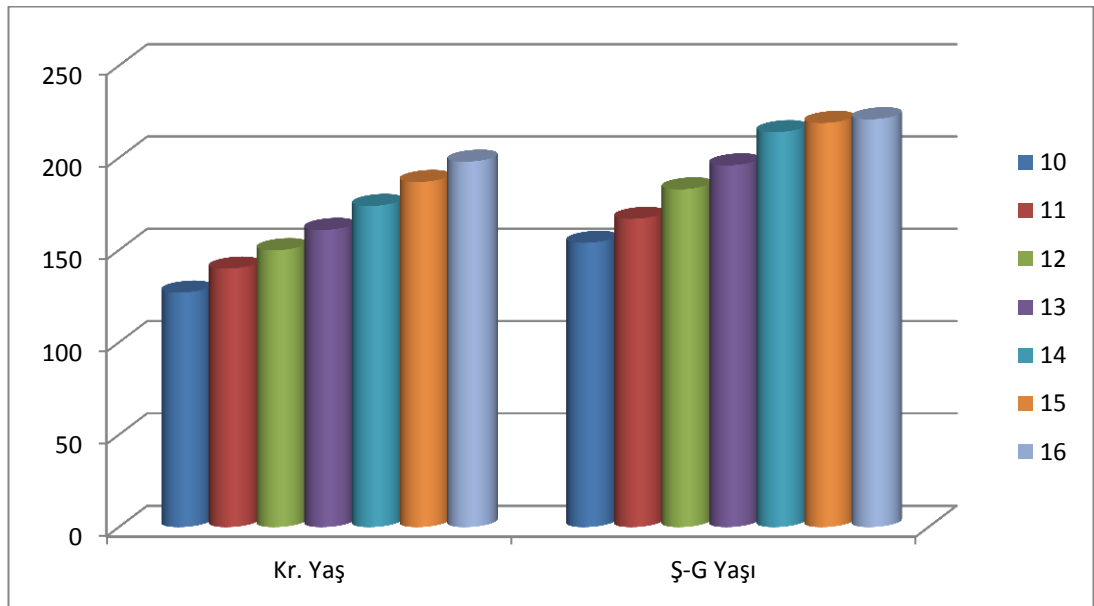
2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 10. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

2013 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	10	22	127	3	154	15	-27,82	-8,496	0,000**	0,298	0,178
	11	25	140	4	167	23	-26,16	-5,683	0,000**	0,061	0,771
	12	35	150	4	183	19	-33,09	-10,312	0,000**	0,385	0,022*
	13	33	161	4	196	20	-34,76	-9,768	0,000**	0,223	0,213
	14	40	174	4	214	9	-40,43	-25,812	0,000**	0,170	0,293
	15	43	187	3	219	10	-32,49	-20,110	0,000**	0,328	0,032*
	16	26	198	4	221	6	-23,65	-16,533	0,000**	-0,006	0,977

*p<0.05 **p<0.01

t testi sonuçlarına göre 2013 Yılı 10- 16 yaş gruplarındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 10,12,13,14 ve 15 yaş grubundaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 11 ve 16 yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında sıfıra yakın bir ilişkinin varlığı bir başka deyişle ilişkinin olmadığı yönündedir. Bu katsayılardan 12 ve 15. yaşındaki kız çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).



Grafik 13. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

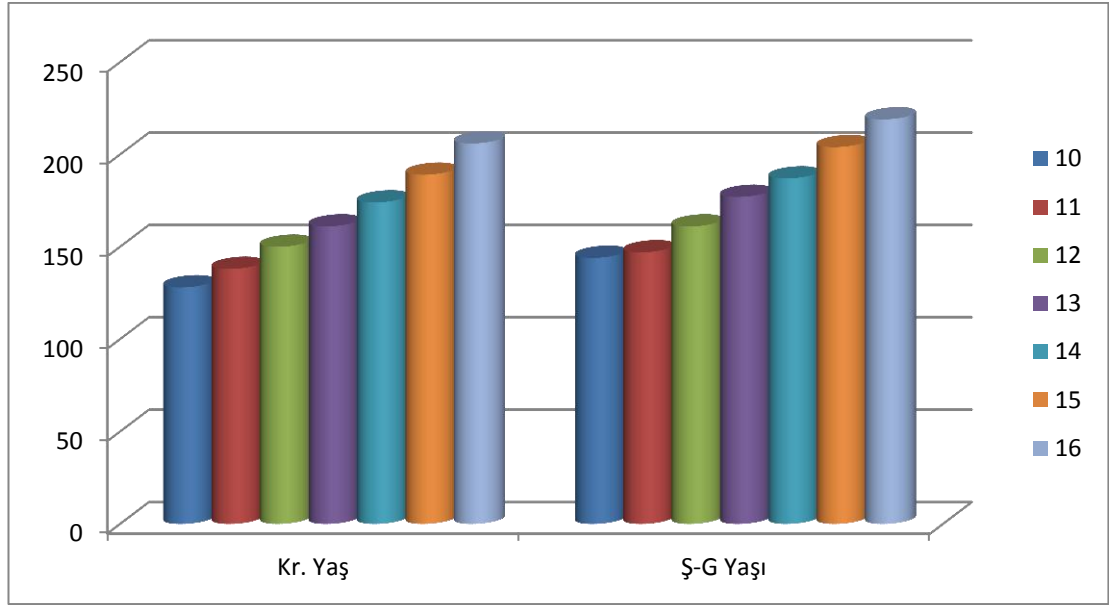
2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 11. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

2013 Verileri	Yaş	Mean chronologic age			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	<i>t</i>	<i>p</i> value	Correlation <i>r</i>	Correlation <i>p</i>
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	10	17	128	3	144	23	-16,18	-2,869	0,007**	0,326	0,202
	11	23	138	3	147	16	-8,74	-2,640	0,011*	-0,069	0,755
	12	28	150	4	161	19	-11,50	-3,120	0,003**	0,243	0,213
	13	32	161	3	177	11	-15,31	-7,414	0,000**	0,270	0,135
	14	33	174	4	187	17	-12,76	-4,187	0,000**	0,054	0,766
	15	43	186	4	204	18	-18,93	-6,857	0,000**	0,301	0,050*
	16	27	206	27	219	14	-12,56	-2,182	0,034*	0,058	0,772

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

t testi sonuçlarına göre 2013 Yılı 10-16 yaş arasındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. Ancak, 11 yaşındaki erkek çocuklarının kronolojik yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur.



Grafik 14. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

1974 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

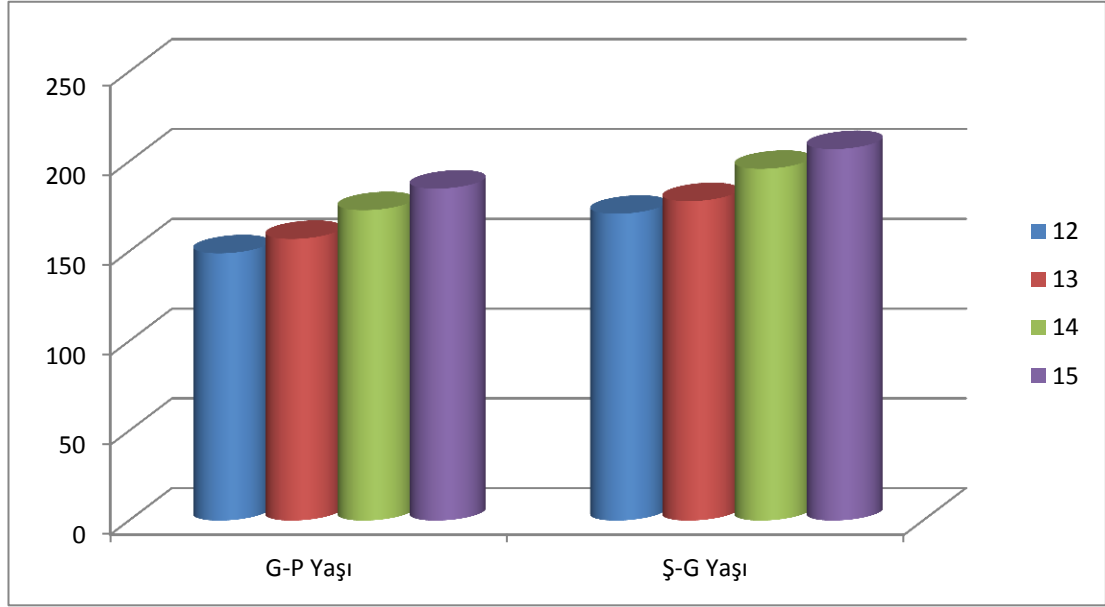
Tablo 12. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

1974 Verileri	Yaş	Mean skeletal age (Greulich-Pyle)			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	12	36	149	15	171	14	-22,00	-6,330	0,000**	0,989	0,000**
	13	65	157	18	178	18	-21,09	-6,646	0,000**	0,987	0,000**
	14	76	173	16	196	18	-22,45	-8,198	0,000**	0,963	0,000**
	15	74	185	18	207	19	-22,35	-7,343	0,000**	0,996	0,000**

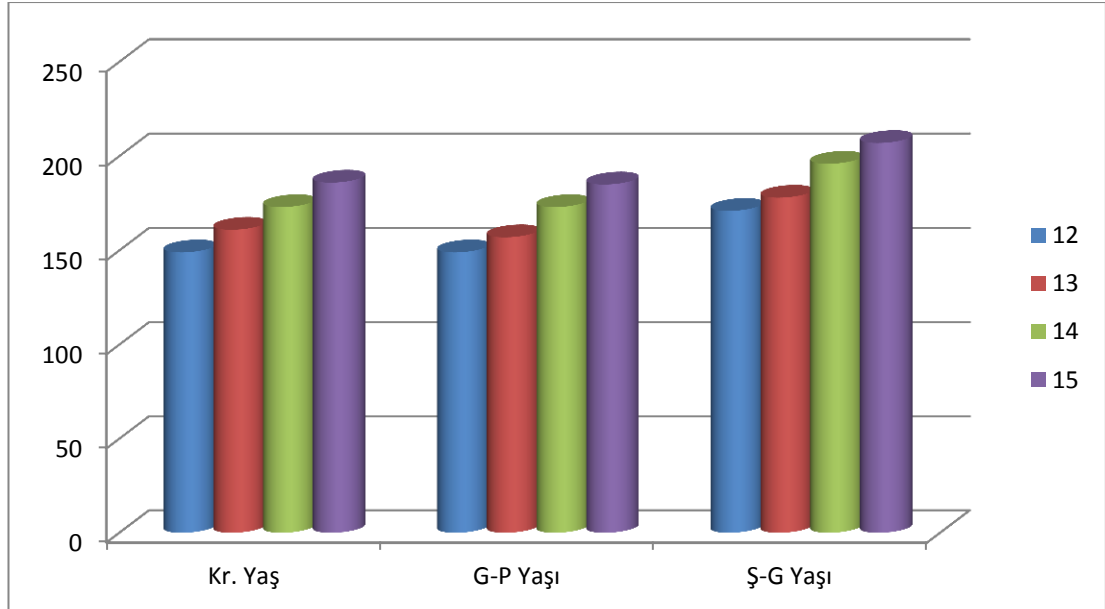
**p<0.01

t testi sonuçlarına göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki kız çocuklarının Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir.



Grafik 15. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)



Grafik 16. 1974 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

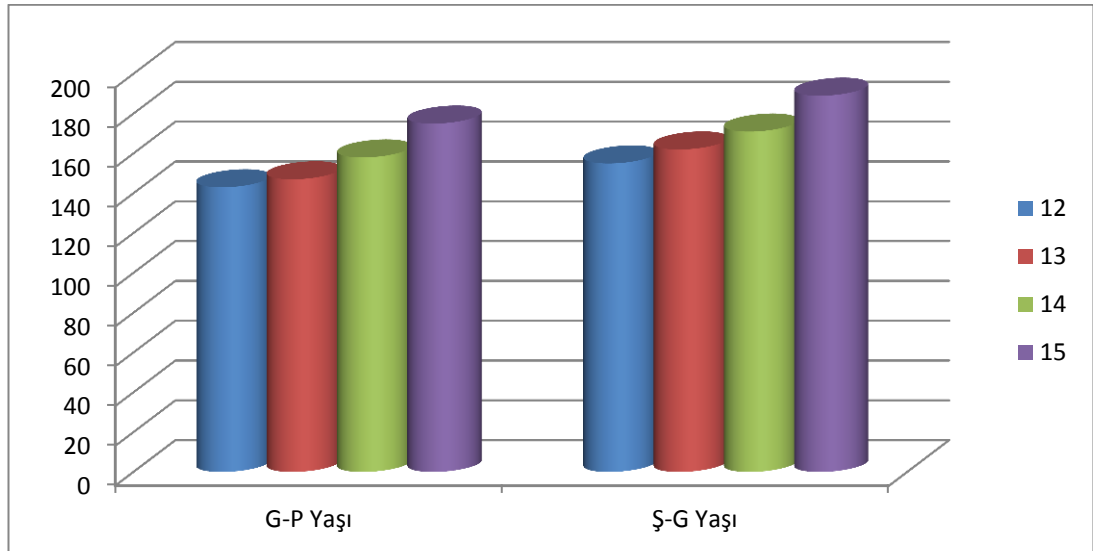
1974 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 13. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

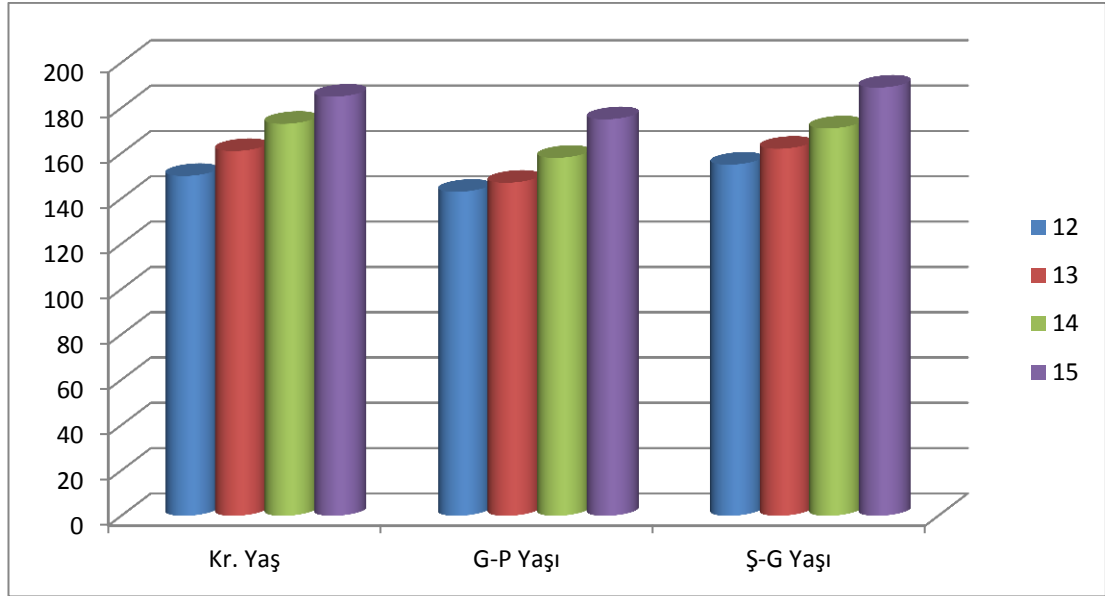
1974 Verileri	Yaş	Mean skeletal age (Greulich-Pyle)			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	12	25	143	16	155	14	-12,92	-3,023	0,004**	0,966	0,000**
	13	63	147	14	162	13	-14,83	-5,983	0,000**	0,978	0,000**
	14	80	158	18	171	19	-13,48	-4,593	0,000**	0,981	0,000**
	15	66	175	18	189	20	-13,91	-4,180	0,000**	0,980	0,000**

**p<0.01

t testi sonuçlarına göre 1974 Yılı 12-15 yaş arasındaki erkek çocuklarının Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir.



Grafik 17. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)



Grafik 18. 1974 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

2013 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

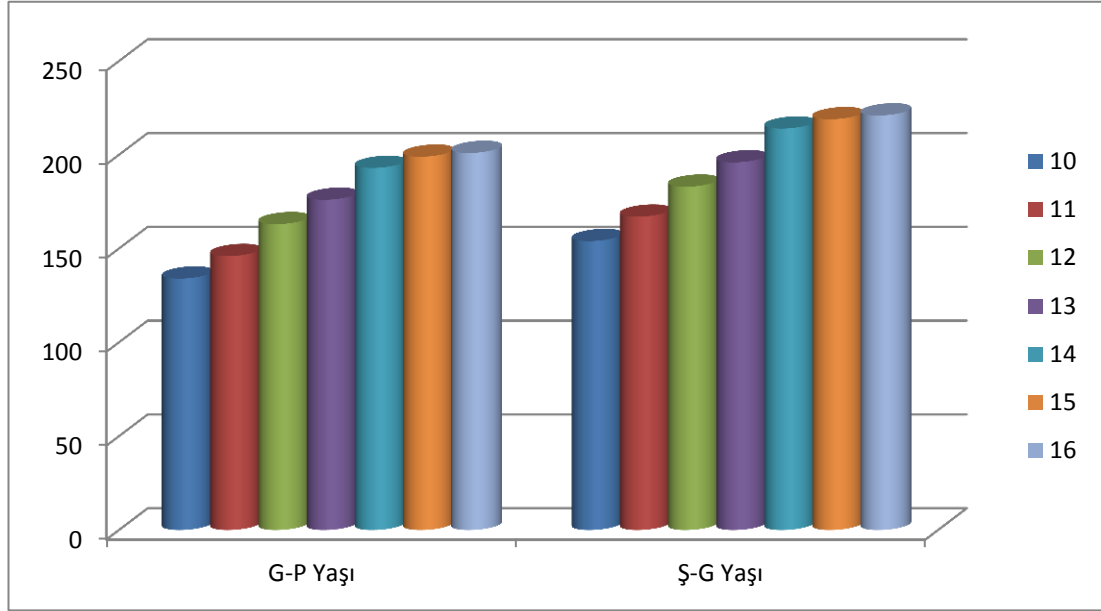
Tablo 14. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

2013 Verileri	Yaş	Mean skeletal age (Greulich-Pyle)			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	t	p value	Correlation r	Correlation p
		n	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Kız	10	22	134	11	154	15	-20,36	-5,134	0,000**	0,985	0,000**
	11	25	146	21	167	23	-20,20	-3,310	0,002**	0,975	0,000**
	12	35	163	19	183	19	-20,43	-4,494	0,000**	0,988	0,000**
	13	33	176	20	196	20	-20,45	-4,173	0,000**	0,989	0,000**
	14	40	193	9	214	9	-21,50	-10,358	0,000**	0,949	0,000**
	15	43	199	10	219	10	-20,07	-9,103	0,000**	0,940	0,000**
	16	26	201	7	221	6	-20,00	-10,607	0,000**	0,885	0,000**

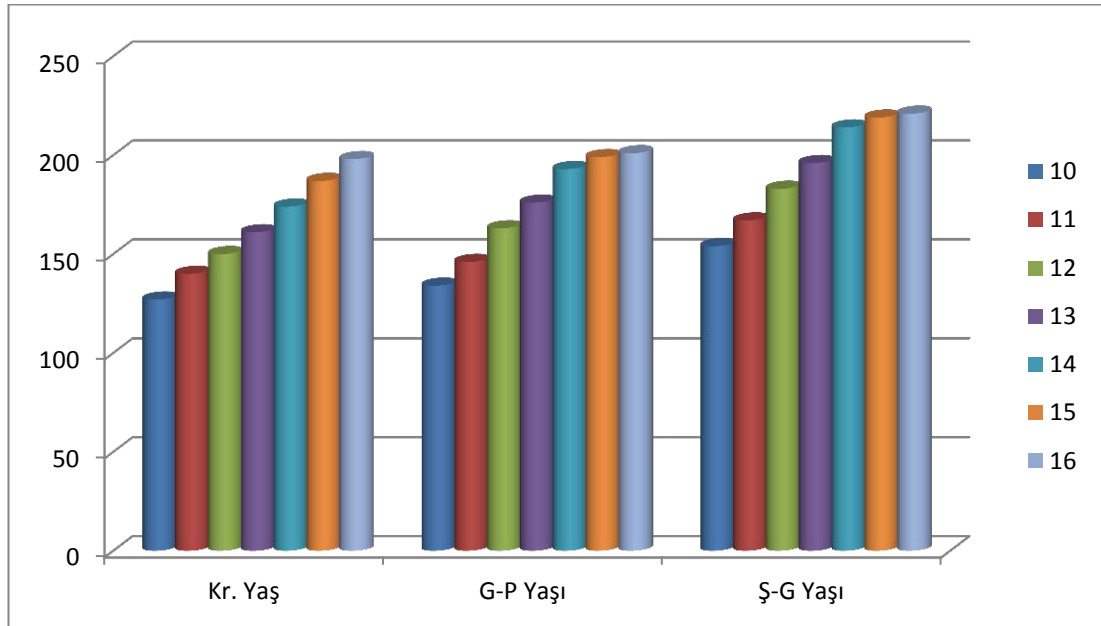
**p<0.01

t testi sonuçlarına göre 2013 Yılı 10-16 yaş arasındaki kız çocuklarının Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (p<0.01).

Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir.



Grafik 19. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)



Grafik 10. 2013 Yılı Kız Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

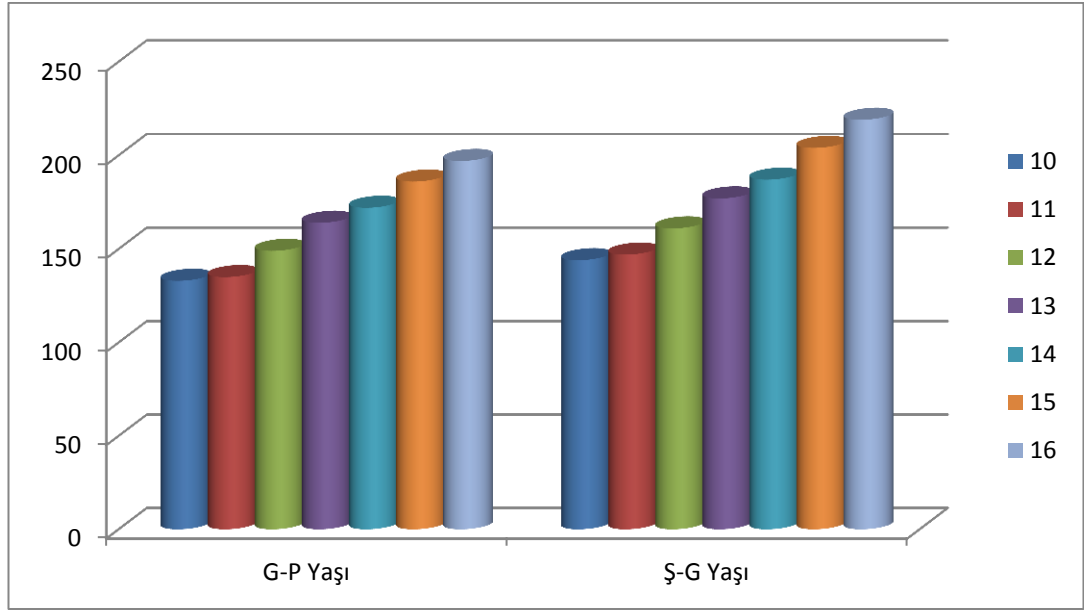
2013 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 15. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle Metodu İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

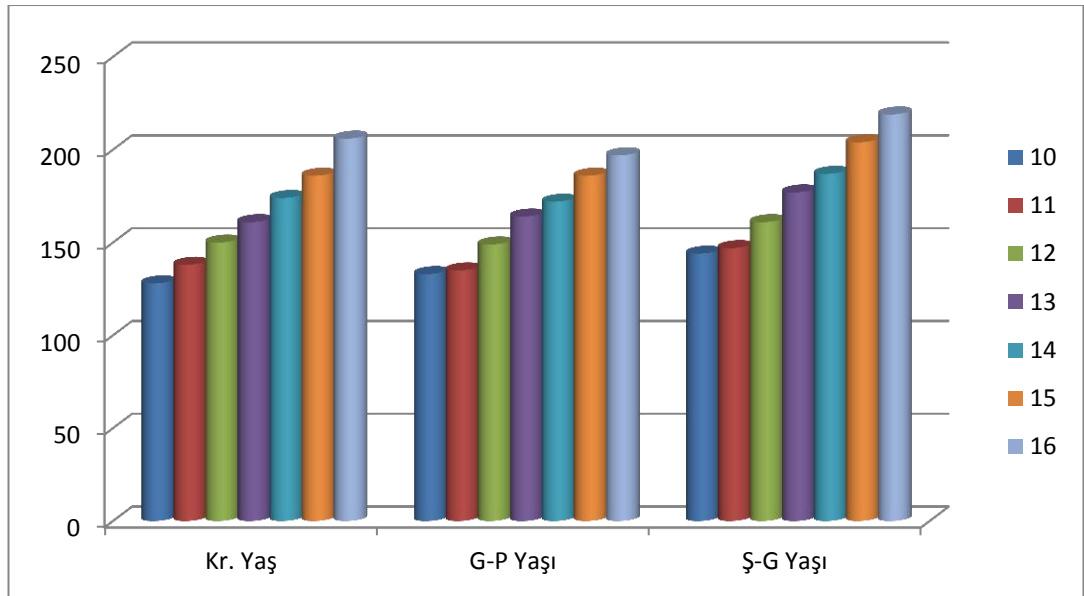
2013 Verileri	Yaş	Mean skeletal age (Greulich-Pyle)			Mean skeletal age (Şemsi Gök)		Difference	<i>t</i>	<i>p</i> value	Correlation <i>r</i>	Correlation <i>p</i>
		<i>n</i>	Mean	Std. Deviation	Mean	Std. Deviation					
Erkek	10	17	133	22	144	23	-11,00	-1,410	0,168	0,992	0,000**
	11	23	135	14	147	16	-11,78	-2,702	0,010*	0,973	0,000**
	12	28	149	18	161	19	-12,93	-2,595	0,012*	0,982	0,000**
	13	32	164	11	177	11	-13,25	-4,852	0,000**	0,945	0,000**
	14	33	172	15	187	17	-15,36	-3,917	0,000**	0,967	0,000**
	15	43	186	14	204	18	-18,30	-5,287	0,000**	0,962	0,000**
	16	27	197	13	219	14	-21,22	-5,890	0,000**	0,964	0,000**

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

t testi sonuçlarına göre 2013 Yılı 11-16 yaş arasındaki erkek çocuklarının Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak 10 yaş grubundaki erkek çocuklarının iki farklı yöntemle kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ölçümleri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir.



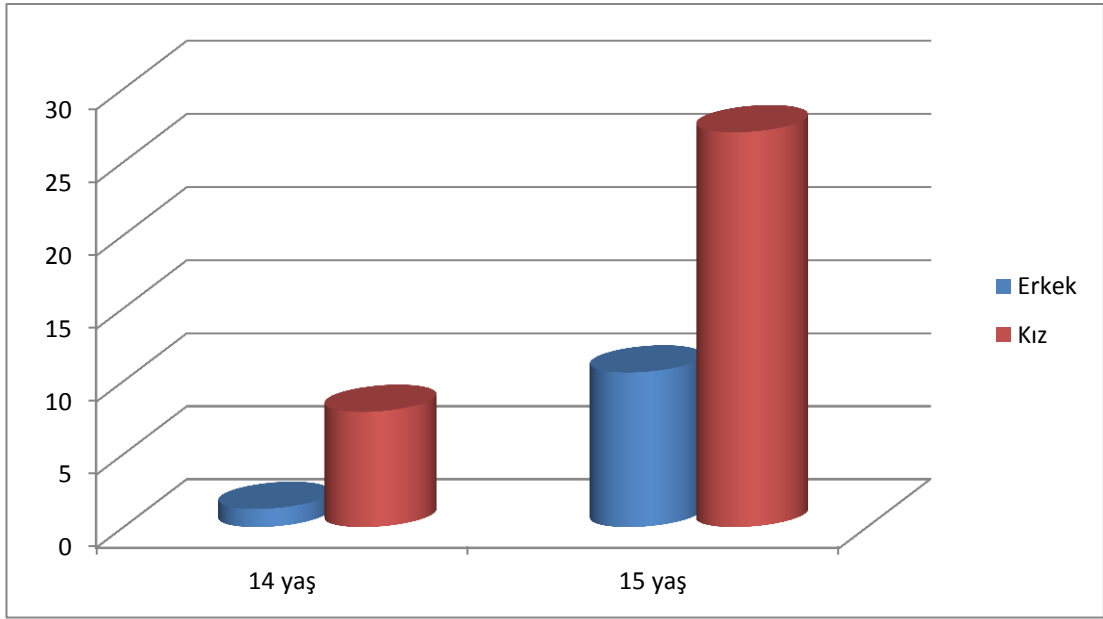
Grafik 21. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)



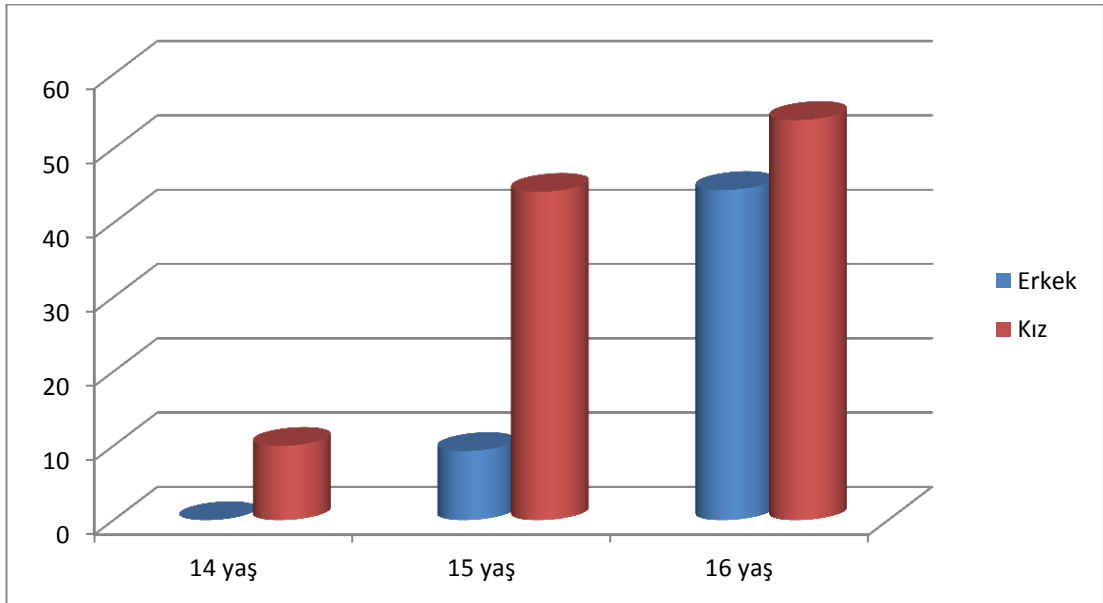
Grafik 22. 2013 Yılı Erkek Çocuklarının Kronolojik Yaşı İle Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Ortalamaları (ay)

Çalışmamızda 1974 yılına ait grafilerde 14 ve 15 yaşındaki erkek çocukların sırasıyla %1.25 ve %10.60'ında, 2013 yılına ait grafilerde ise 15 ve 16 yaşındaki erkek çocukların sırasıyla %9.30 ve %44.4'ünde epifiziyal birleşme tamamlanmış olarak bulunmuştur.

Yine 1974 yılına ait grafilerde 14 ve 15 yaşındaki kız çocukların sırasıyla %7.90 ve %27.03'ünde, 2013 yılına ait grafilerde ise 14,15 ve 16 yaşındaki kız çocukların sırasıyla %10.00, %44.19 ve %53.85'inde epifizyal birleşme tamamlanmış olarak gözlenmiştir.



Grafik 23. 1974 yılına ait epifizyal birleşmesi tamamlanmış birey yüzdeleri



Grafik 24. 2013 yılına ait epifizyal birleşmesi tamamlanmış birey yüzdeleri

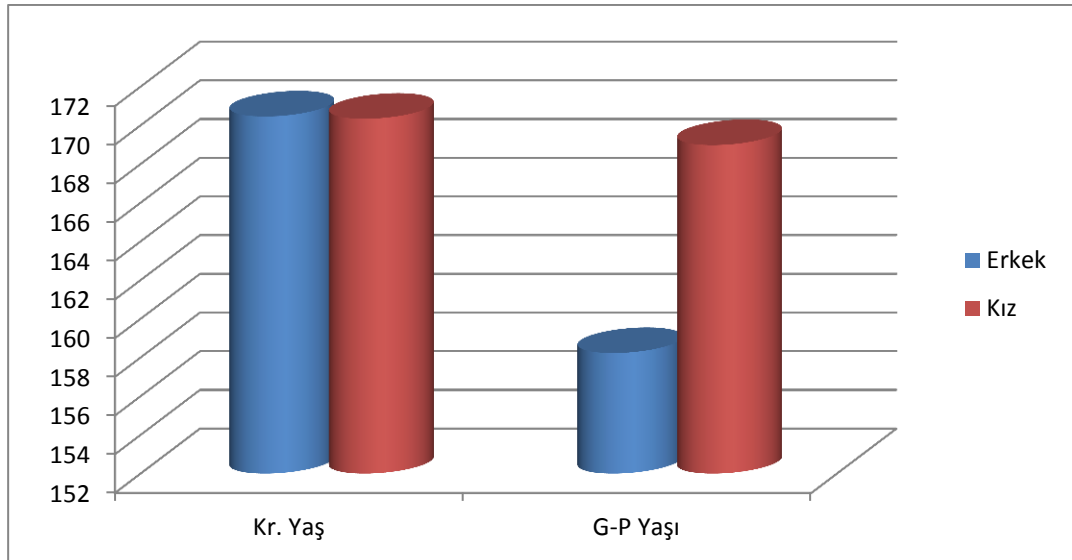
Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 26. Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Yıl	Cinsiyet	Kronolojik yaş			Greulich-Pyle Yaş		Ortalamlar Arası Fark	<i>t</i>	<i>p</i>
		n	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma			
1974	Kız	251	170,34	13,04	168,98	21,46	1,36	0,860	0,390
	Erkek	234	170,46	11,90	158,23	20,63	12,23	7,856	0,000**
2013	Kız	224	165,18	22,26	176,85	27,22	-11,67	-4,967	0,000**
	Erkek	203	167,45	25,67	166,23	26,26	1,23	0,476	0,634

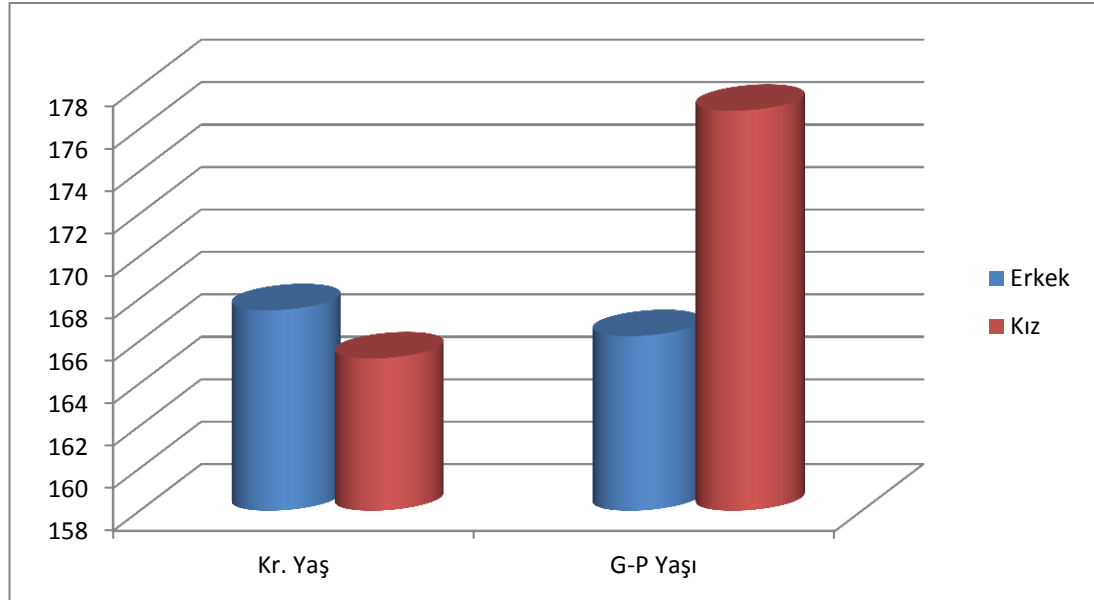
**p<0.01

1974 Yılı erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). Ancak, kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).



Grafik 25. 1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

2013 Yılı kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). Ancak, erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Greulich-Pyle metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).



Grafik 26. 2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Greulich-Pyle Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

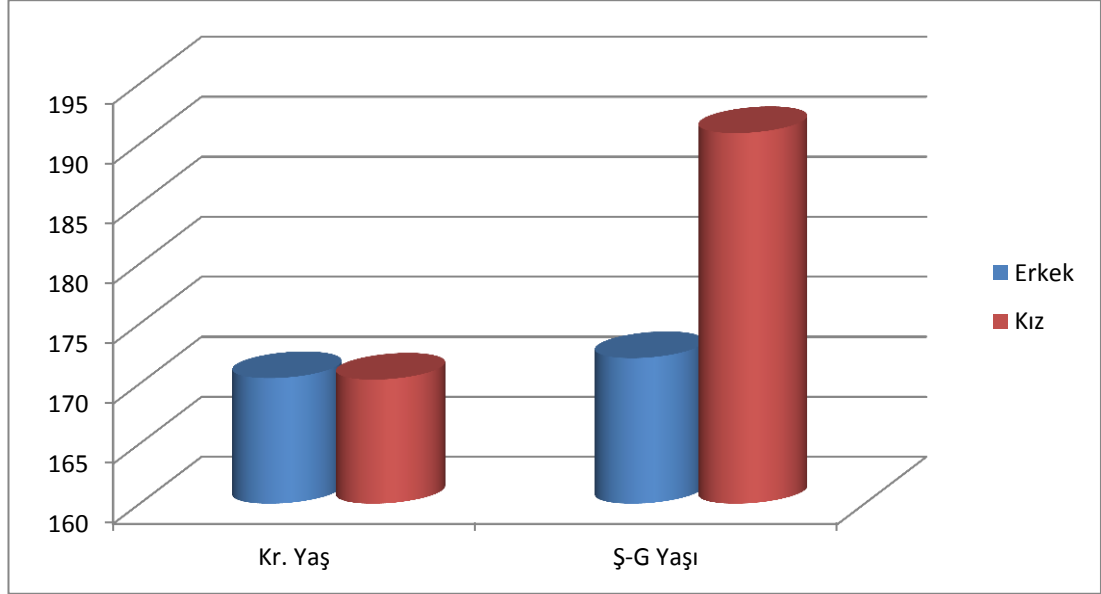
Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 27. Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Yıl	Cinsiyet	Kronolojik yaş			Şemsi Gök		Ortalamalar Arası Fark	<i>t</i>	<i>p</i>
		n	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma			
1974	Kız	251	170,34	13,04	190,98	22,14	-20,64	-12,728	0,000**
	Erkek	234	170,46	11,90	172,13	21,23	-1,67	-1,050	0,294
2013	Kız	224	165,18	22,26	197,32	27,53	-32,14	-13,588	0,000**
	Erkek	203	167,45	25,67	181,55	29,84	-14,10	-5,103	0,000**

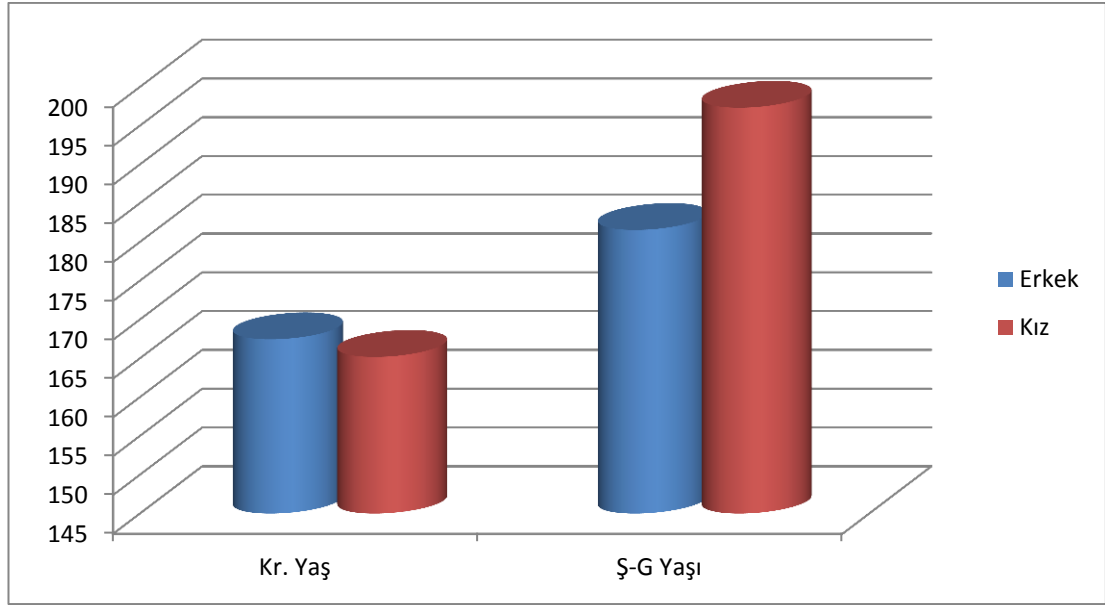
** $p<0.01$

1974 Yılı Kız çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). Ancak, erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).



Grafik 27. 1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

2013 Yılı kız ve erkek çocuklarının kronolojik yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).



Grafik 28. 2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

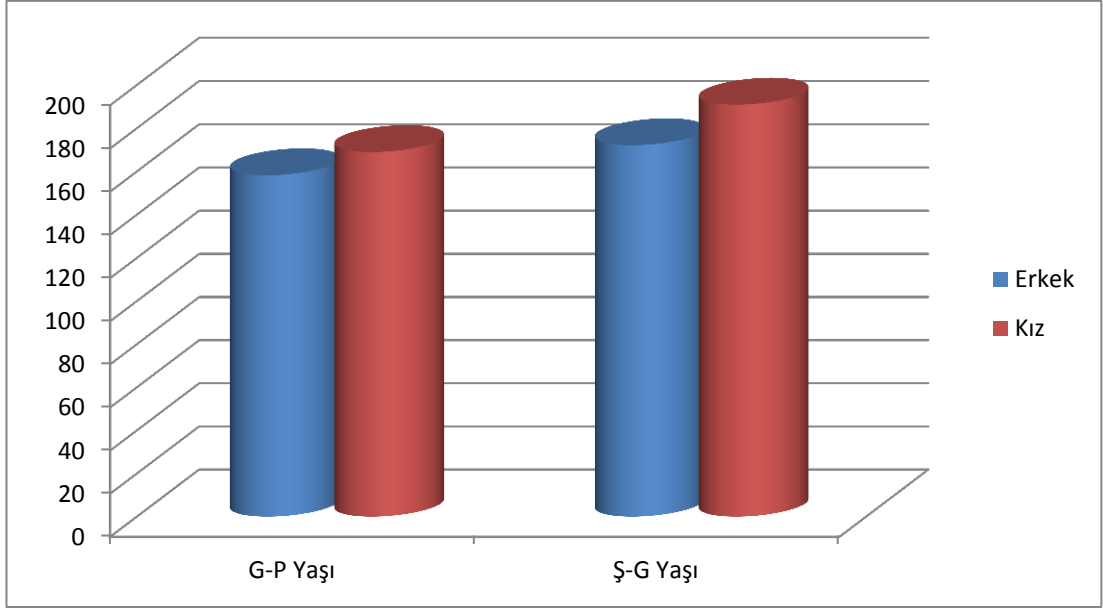
Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

Tablo 18. Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması

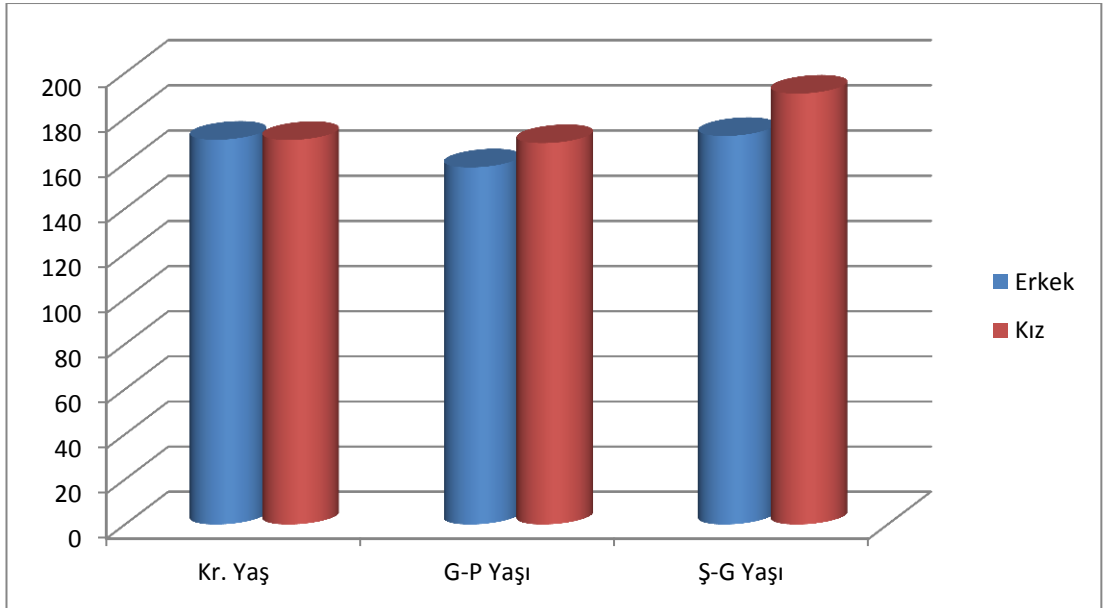
Yıl	Cinsiyet	Greulich-Pyle			Şemsi Gök		Ortalamalar Arası Fark	t	p
		n	Ortalama	Std. sapma	Ortalama	Std. sapma			
1974	Kız	251	168,98	21,46	190,98	22,14	-22,00	-11,306	0,000**
	Erkek	234	158,23	20,63	172,13	21,23	-22,00	-7,184	0,000**
2013	Kız	224	176,85	27,22	197,32	27,53	-13,90	-7,914	0,000**
	Erkek	203	166,23	26,26	181,55	29,84	-13,90	-5,493	0,000**

**p<0.01

1974 Yılı Kız ve erkek çocuklarının Greulich-Pyle yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

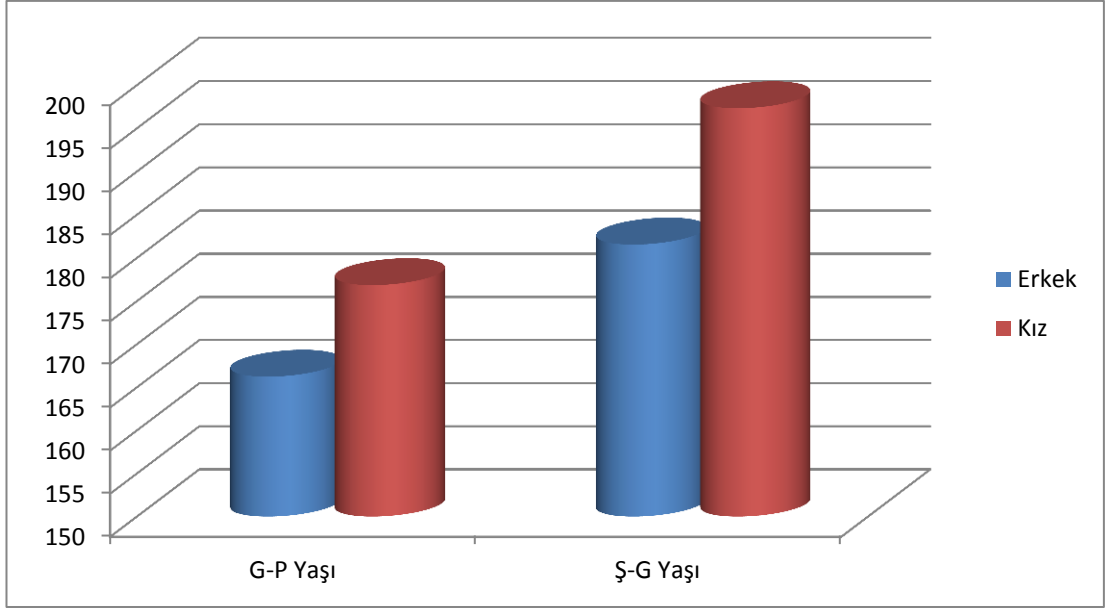


Grafik 29. 1974 Tüm Bireyler Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

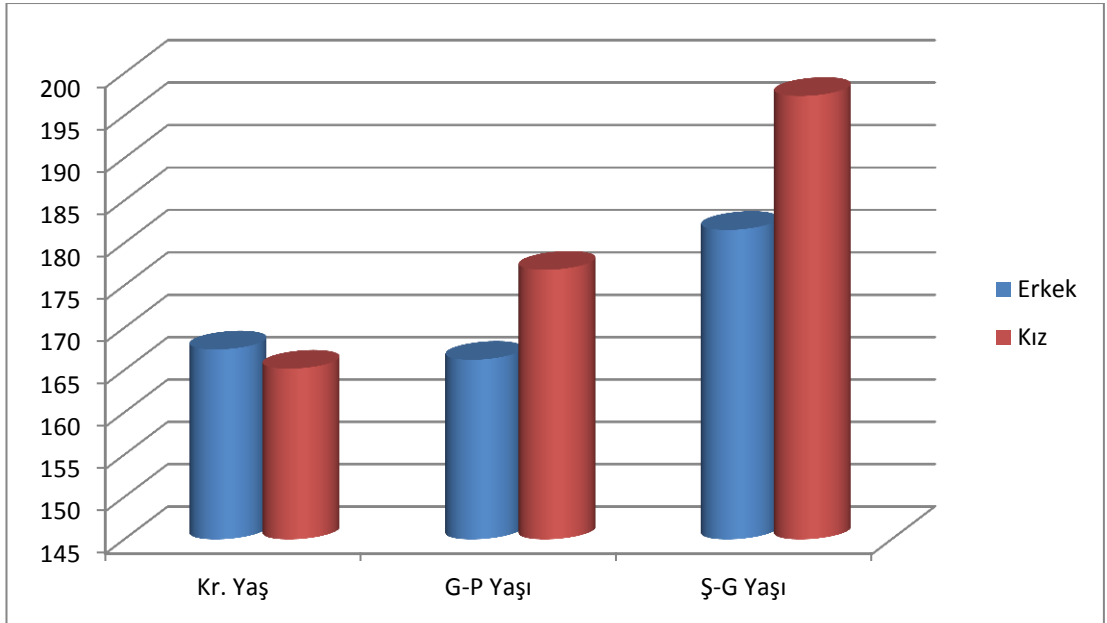


Grafik 30. 1974 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş, Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

2013 Yılı kız ve erkek çocuklarının Greulich-Pyle yaş ortalamaları ile Şemsi Gök metoduna göre kestirilen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).



Grafik 31. 2013 Tüm Bireyler Greulich-Pyle İle Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)



Grafik 32. 2013 Tüm Bireyler Kronolojik Yaş, Greulich-Pyle ve Şemsi Gök Metodu Yaş Kestirimlerinin Karşılaştırılması (ay)

5. TARTIŞMA

Kemik yaşı endokrin, ortopedi, genetik ve renal hastalıkların değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir diagnostik araçtır. Ayrıca medikal tedaviye cevabı izlemek ve çocukların büyüme potansiyelini saptamak için de kullanılmaktadır (80). Kemik yaşı tayini için en sık kullanılan metot farklı iskelet matürasyonu evrelerindeki vakaların sol el ve el bileği radyolojik muayenelerini içeren Greulich ve Pyle referans atlasıdır (17). Yaygın olarak kullanılan bir diğer metot Tanner ve Whitehouse skorudur (19). Fakat fazla zaman kaybına neden olduğu görülmektedir. Greulich– Pyle Metodu matüriteye ulaşma yaşını 19 olarak tanımladığından kronolojik olarak 19 yaşın üstünde olan bireylerde sadece el ve el bileği değerlendirmesine göre hesaplanan iskelet yaşı 19 olmalıdır (17).

Yaş tespiti, adli tıp uzmanları dışında aynı zamanda pediatrik ve radyologlardan da talep edilmektedir (81,82). Her ne kadar Türkiye’de yaşayan bireylere ait antropometrik çalışmalar yapılmışsa da, geniş kabul görmüş bir yaş tespit atlası yoktur (83). Türkiye’deki değerlendirmeler G–P atlası, TW2 ve Gök ve arkadaşlarına göre yapılmaktadır (84).

Hukuk ve ceza davalarında doktorlardan sıklıkla bireyin yaşını saptaması istenmektedir. Kemiklerde epifizial birleşme çalışması tüm dünya mahkemelerinde yaş tahmini için güvenilir, bilimsel ve kabul edilebilir bir yöntem olarak kabul görmektedir (85). İskelet yaşı tahmini genellikle hastanın sol el radyografisinin, normal referans popülasyonunun bulgularıyla karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilir (86).

Medikolegal raporlar sadece sol el X-ray grafisi değil, antropometrik verilerin de yer aldığı dikkatli bir muayene, seksüel matürasyon ve potansiyel yaşla ilgili gelişim bozuklukları belirtileri, dental muayene ve ortopantomogram değerlendirmesini de içermelidir (87,88,89). Yaşla ilgili net medikolegal ifadelerin tek başına radyografilerden elde edilemeyeceği akılda tutulmalıdır (89). Yaş tahmini için önerilen adli tıp metotları içinde seksüel matürite çok geniş bir varyasyon göstermektedir ve bu nedenle yaş tespitinde sadece iskelet matüritesi değerlendirmesi ile birlikte kullanılmalıdır (90).

Çalışmamızın amacı G–P atlası ve Şemsi Gök çalışması standartlarının adli tıp konusunda Türk çocukları için yeterli olup olmadığını saptamaya çalışmaktır.

Çalışmamızdaki radyograflar 1974 ve 2013 yıllarında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı polikliniğine tedavi amaçlı başvuran çocuklardan elde edilmiştir. 1974 yılına ait 234 erkek, 251 kız toplam 485 olgu (Tablo: 1) 2013 yılına ait 203 erkek, 224 kız toplam 427 olgu (Tablo: 5) olmak üzere tüm çalışma 912 olgu üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Chiang ve ark.'nın (2005), Greulich-Pyle Metodunun Tayvan'lı çocuklarda iskelet yaşının saptanmasında yeterli olup olmadığını inceledikleri çalışmada şüpheli travma nedeniyle acil servis veya ortopedi polikliniğine başvuran 478 çocuğun sol el ve el bileği düz radyograflarına bakılmıştır (80). Çalışma grubu, yaş ortalaması 123.72 olan 370 çocuktan (140 kız, 230 erkek) oluşturulmuştur. Bizim çalışmamızda 1974 yılı kız bireylerin yaş ortalaması 170,34 erkek bireylerin yaş ortalaması 170,46 iken 2013 yılı kız bireylerin yaş ortalaması 165,18 erkek bireylerin yaş ortalaması 167,45 olarak bulunmuştur.

Chiang ve ark.'nın çalışmasında radyograflar çocukların yaşını bilmeyen iki radyolog tarafından analiz edilmiştir. İki radyolog arasında, kemik yaşı yorumunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İki radyolog arasında iki grubun bilgisayarlı korelasyon katsayıları her ikisinde de 0.997 dir (80). Bizim çalışmamızda da benzer bir durum söz konusu olup her iki araştırmacının erkek ve kız bireylerde 1974 ve 2013 yılları için yaptıkları kemik yaşı kestirimlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hesaplanan korelasyon katsayılarının pozitif yönlü anlamlı olup, ilişki miktarı bakımından oldukça yüksek bulunmuştur. İki araştırmacı arasında 1974 (kızlarda 0,951-1,000 erkeklerde, 0,882-0,997) ve 2013 (kızlarda 0,952-1,000 erkeklerde 0,936-0,992) yıllarına ait bilgisayarlı korelasyon katsayıları 0.882-1.000 arasındadır. Bir başka deyişle, Greulich-Pyle metoduna göre diş hekiminin yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri ile araştırmacının yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri arasında yüksek önemli bir ilişki söz konusudur ($p<0.01$), (Tablo 2).

Chiang ve ark.'nın çalışmasında 2 – 12 yaş erkek çocuklarda ortalama kronolojik yaşla karşılaştırıldığında ortalama iskelet yaşı yaklaşık 2.64 - 22.32 ay

gecikme gösterirken 13 -18 yaşta bu değer 0.13 - 1.28 aya doğru gelişme gösterdiği bulunmuştur. 2 – 8 yaş kız çocuklarda ortalama kronolojik yaşla karşılaştırıldığında ortalama iskelet yaşı yaklaşık 0.19 - 0.84 ay gecikme göstermiş ve 9 – 17 yaş kızlarda 0.18 - 1.48 aya ilerlemiş olarak bulunmuştur (80). Bizim çalışmamızda 1974 yılı grafilerinde G-P atlasına göre 12-15 yaş arası hemen hemen tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı 14 (0,18 ay geride) yaş hariç ileridedir (0.11–4.8 ay, en çok fark 13 yaşta) ve farklılıklar 14 ile 15 yaşlarda anlamlıdır (Tablo 3). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı tüm yaşlarda gecikme göstermiş (7.68–15.00 ay, en çok fark 14 yaşta) ve bu gecikme anlamlı bulunmuştur (Tablo 4).

2013 yılı grafilerinde ise G-P atlasına göre 10-16 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (3,65–18,93 ay, en çok fark 14 yaşta) ve farklılıklar 11 yaş hariç 10,12,13,14,15 ve 16 yaşlarda anlamlıdır (Tablo 6). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı 11,12,14 ve 16 yaşlarda gecikme göstermektedir (1,43–8,67 ay, en çok fark 16 yaşta); 10,13 ve 15 yaşlarda ise ileride (0,63–5,18 ay, en çok fark 10 yaşta) bulunmuştur. Ancak yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$), (Tablo 7).

Chiang ve ark.'nın çalışmasında puberte öncesinde kemik yaşı retardasyonunu takiben pubertede kemik yaşı artışı ve sonuçta puberte sonuna kadar ilerleme göstermektedir. Ayrıca, aynı yaş gruplarında kronolojik yaş ile ölçülen kemik yaşı arasında bir yıldan daha fazla farklılık vardır. 2–12 yaş erkek çocuklarda ortalama kronolojik yaşla karşılaştırıldığında ortalama iskelet yaşı 2.64 - 22.32 ay gecikme gösterirken 13 -18 yaşta bu değer 0.13 - 1.28 aya doğru gelişme göstermiştir. 2–8 yaş kız çocuklarda ortalama kronolojik yaşla karşılaştırıldığında ortalama iskelet yaşı yaklaşık 0.19 - 0.84 ay gecikme göstermiş ve 9 – 17 yaş kızlarda 0.18 - 1.48 aya ilerlemiş (80). Bizim çalışmamızda da benzer bir şekilde 1974 yılında kız çocuklarında ortalama 1.36 ay farklılık bulunurken erkek çocuklarında bu fark 1 yıla (12.23 ay) kadar çıkmaktadır. 2013 yılında ise kızlarda fark 1 yıla (11.67 ay) yakinken erkeklerde 1.23 aya kadar inmektedir (Tablo 16).

Populasyonlar arasındaki varyasyonlar nedeniyle, sadece, inceleme yapılan populasyon skorum sisteminin standardize edildiği populasyondan sapma göstermediği sürece iskelet yaşı ve kronolojik yaş arasında eşleşme beklenebilir.

İskelet matürasyonunda etnik ve ırksal farklılıkların üstesinden gelmek için Alman, İskandinav ve Japon populasyonları için standartlar geliştirilmiştir (20,91). Chiang ve ark.'ı teorik olarak, çalışma sonuçlarıyla Greulich ve Pyle standartları arasındaki farklılıkların kısmen etnik farklılıklara bağlı olabileceğini ve Tayvanlı çocuklara ait bir kemik yaşı atlası oluşturulması için daha geniş bir populasyon gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir (80). Bizce de iskelet matürasyonunu kesinlik, güvenilirlik ve tutarlılıkla saptama yeteneğimizi artırmak için Greulich-Pyle Atlasında bazı modifikasyonlar yapılması gerekmektedir ve Türk çocuklara ait kemik yaşı atlası oluşturabilmek için daha geniş ve farklı yaş gruplarında çalışma yapılması gerekmektedir.

Dembetembe (2012), tarafından Afrikalı erkekler üzerinde gerçekleştirilen çalışmada ileri yaş grupları dışında ortalama iskelet yaşı tahminleri genellikle ilgili kronolojik yaşlardan daha düşük bulunmuştur. İskelet yaşı ile kronolojik yaş arasındaki farklılıklar 13 ve 18 yaşları arasında 2.4 ay ile 8.4 ay arasında değişmektedir. Bununla birlikte, 14, 16 ve 17 yaş gruplarında, Greulich-Pyle Metodu kronolojik yaşı sırasıyla 4.8, 3.6 ve 6.0 ay daha fazla tahmin etmiştir. 13-19 yaş gruplarında ise ortalama 2.7 ay eksik tahmin kaydedilmiştir. Kronolojik olarak 19 yaşında iskelet yaşı 1 sene eksik ölçülmüştür (92). Bizim çalışmamızda da 1974 yılındaki kız ve erkek bireylerde benzer şekilde iskelet yaşı kronolojik yaştan düşük bulunmuştur. Sadece 14 yaş kızlarda 0,18 ay ileri görülmüştür. 1974 yılına ait diğer yaş gruplarında ise kızlarda 0.11 ile 4.08 ay, erkeklerde ise 7.68 ile 15.00 ay arasında olacak şekilde iskelet yaşı düşük tahmin edilmiştir. 2013 yılına ait grafilerimizde ise kızlarda 16 (3.65 ay) yaşta en az, 14 (18.93 ay) yaşta en çok olmak üzere iskelet yaşı ileri bulunmuş ancak erkeklerde 10, 13 ve 15. yaşlarda sırasıyla 5.18, 2.06 ve 0.63 ay ileri iken 11,12,14 ve 16. yaşlarda sırasıyla 3.04,1.43,2.61 ve 8.67 ay olmak üzere G-P atlasına göre ölçülen iskelet yaşı kronolojik yaştan düşük bulunmuştur (Grafik: 4-5-9-10).

Dembetembe'nin (2012) çalışmasında, iskelet yaşı kronolojik yaşı eksik tahmin etme eğilimindedir. İskelet yaşı örneklemin yaklaşık %74'ünde kronolojik yaştan altında ve yaklaşık %26'sında üstünde tahmin edilmiştir (92). Bizim çalışmamızda da 1974 yılına ait grafilerde iskelet yaşı neredeyse tümünde düşük

bulunmuşken (Grafik: 4-5) 2013 yılı grafilerinde ise büyük bir kısmında iskelet yaşı kronolojik yaştan büyük bulunmuştur (Grafik: 9-10).

Dembetembe'nin araştırmasında 19 yaşındaki bireylerin %77'si henüz iskelet matüritesine ulaşamamıştır. 19 yaş grubunda yer alan toplam 22 bireyden ikisinde iskelet yaşı 15, birinde 16, beş tanesinde 17 ve altısında 18dir. Bulgular bu örnekleme iskelet matürasyonundaki gecikmeyi doğrulamaktadır ve bu yaş grubundaki yüksek varyasyon seviyesini açıklamaktadır (92). Bizim çalışmamızda en büyük kronolojik yaş 16 olmasına rağmen 1974 ve 2013 yıllarına ait grafilerde iskelet maturasyonunun 14'lü yaşlardan itibaren tamamlanabildiği görülmektedir (Grafik: 23-24).

Dembetembe'ye göre Greulich–Pyle Metodunun duyarlılığı, yani aynı örnek üzerinde farklı zamanlarda aynı veya farklı gözlemci tarafından gerçekleştirilen ölçümler arasındaki benzerlik derecesi, tatmin edicidir (93). Bizde de aynı şekilde iki ayrı gözlemci tarafından yapılan kestirimlerin yakınlığı tatmin edicidir (Tablo II). Bu durum aynı gözlemci veya gözlemciler arası hataların düşük olmasıyla desteklenmektedir. Bununla birlikte kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasındaki farklılığın büyüklüğünde görüldüğü gibi Metodun doğruluğu tatmin edici değildir. Dembetembe'nin elde ettiği genel sonuçlar Greulich–Pyle Metodu kullanılarak saptanan iskelet yaşlarının örneklemin büyük bir bölümünde kronolojik yaştan altında olduğunu göstermiştir (92).

Bu sonuçlar daha önce yayınlanan ve çok sayıda aykırı değer ve tahminin ortalamada iki standart deviasyonun dışına düşmesinin işaret ettiği gibi Greulich–Pyle Metodunun 17 yaşındaki örneklerle uygulanamayacağını gösteren sonuçlarla benzerdir (94). Burada da artan yaşla birlikte aykırı değerlerin progresif olarak daha fazla gözlendiği nokta, kronolojik olarak 16.5 yaş olarak ortaya çıkmıştır. Bu aykırı değerler, kronolojik yaştan 2.5 yıldan veya iki standart deviasyondan daha fazla veya daha eksik tahmin edildiği bireylerdir (92).

Kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasındaki farklılıkları iki standart deviasyondan fazla olan bireylerin insidansının yüksek olması Greulich–Pyle metoduna yönelik ana eleştiridir (3,94). Metot el ve el bileğindeki epifiziyal füzyonun 19 yaşındaki erkeklerde tamamlandığını varsaydığı için bu yüksek insidans

ortaya çıkmaktadır (17). Ancak bizim çalışma grubumuzda kronolojik yaşı 16'dan büyük bireyler olmadığı için bu konuda karşılaştırma yapılmamıştır.

Dembetembe'nin vakalarında bulunduğu sonuçlar iskelet matürasyonunda gecikme olarak yorumlanabilir. Bu sonuçlar, Greulich–Pyle standartları Avrupalıların soyundan gelen popülasyonlara uygulandığında iskelet gelişimindeki gecikmelerin 1.5 ay ve 6 ay olduğunu kaydeden önceki sonuçlarla uyumludur (2,95). Malavi örneğinde iskelet yaşı tahmini yapıldığında 20 aya varan tutarsızlık rapor edilmiştir (96). Bu örnekte 19 yaşın üstündeki bireylerde kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasındaki ortalama farklılık 2.1 yıldır (veya 25.2 ay). Bu tip bir farklılık bu çalışmadaki vakalarda iskelet gelişiminde ve bu nedenle iskelet matürasyonunda gecikme olduğu sonucunu desteklemektedir (92).

Güney Afrika popülasyonlarında yürütülen diğer çalışmalarda da Greulich–Pyle Metodunun yaş tahminine uygulanabilirliği test edilmiştir. Bu çalışmalardan birinde “Siyahi” örnekte eksik yaş tahmininin 1 yıla kadar çıktığı bildirilmiştir (97). Bir diğer çalışmada, Dembetembe'nin (2012) araştırmasında görüldüğü gibi, kronolojik yaş arttıkça erkek bireylerde yaşı eksik tahmin edilmesi eğiliminin arttığı kaydedilmiştir (98).

İskelet gelişimini etkileyen faktörler ‘ırk’ veya ‘etnisite’ olarak da adlandırılan biyolojik orijinden büyümedeki kalıcı eğilimler ve sosyo-ekonomik durumlara ve sağlık statüsüne kadar değişen bir yelpazededir (20,99,100). Her ne kadar Dembetembe'nin çalışması tek bir Afrika biyolojik orijin örneğine dayanmaktaysa da sonuçlar Kuzey Amerika, özellikle Afrika asıllı Amerikalı popülasyonlar üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına benzemektedir (20,92,99,101,102). Bazı araştırmalarda farklı sosyo-ekonomik düzeye sahip farklı popülasyon gruplardan gelen bireylerde büyüme ve fizyolojik gelişimin farklılık gösterdiği bulunmuşsa da (103,104), sosyo-ekonomik durumun iskelet yaşı üzerinde sadece minimal etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (20). Her ne kadar kesinlik içerse de Greulich–Pyle Metodu özellikle 16.5 yıllık kronolojik yaş sonrasında iskelet matüritesinin saptanmasında hatasız değildir. Dembetembe'nin vakalarında kronolojik olarak 19 yaşa kadar el ve el bileğinde epifiziyal füzyon tamamlanmamıştır ve Afrikalı erkeklerde epifiziyal füzyonun başlangıcının yaklaşık

2 yıl sonra ortaya çıktığı ortaya konmuştur. Ayrıca, biyolojik orijin etkisi iskelet gelişimi hızı üzerinde etkiye sahip olsa da, düşük sosyo-ekonomik statü ve olumsuz çevresel koşulların el ve el bileği kemiklerinin ossifikasyonunda daha güçlü bir etkiye sahip olduğu da düşünülmektedir (92,105).

Dembetembe'nin (2012) çalışmasında kaydedilen fark her ne kadar, 13 – 19 yaş gruplarındaki tutarlılığından dolayı Greulich ve Pyle (1959) tarafından verilen hata sınırlarının içinde ise de, gelişimdeki gecikmenin dâhil edildiği yeni standartların formüle edilmesi önerilmektedir. Tamamlanmış epifiziyal füzyon ile karakterize edilen minimum erişkin yaşının saptanması için yeni standartlar gereklidir (17,92). Biyolojik olarak farklı Güney Afrika popülasyonunda her yaş grubu için Greulich–Pyle standartlarına göre ortalama sapmanın hesaplanması gerektiği de önerilmektedir (94). Ardından her standart için verilen yaş aralıkları bu değere göre ayarlanarak bu sayede iskelet yaşı tahmin standartlarının Güney Afrika popülasyonuna daha fazla uygulanabilir olmasıyla gelişim yaşının saptanmasında daha doğru sonuçlar vermesi sağlanabilir (92). Bizim çalışmamızda 1974 yılına ait kemik yaşlarının büyük çoğunluğunun kronolojik yaştan düşük, 2013 yılına ait kemik yaşlarının çoğunluğunun kronolojik yaştan yüksek çıkması 40 yıllık bir arada, ülkemizdeki ailelerin sosyoekonomik şartlarında düzelme olduğuna işaret ediyor olabilir.

Loder ve ark. (1993) yaptıkları çalışmada, G-P Atlası standartlarına göre 0-18 yaş arası 841 olgu incelemişlerdir (20). Olgular önce siyah ve beyaz ırktan olmalarına ve cinsiyetlerine göre gruplandırılmıştır (siyah erkek ve kız, beyaz erkek ve kız); her gruptaki olgular da yaşlarına göre erken, orta, geç çocukluk ve adolesan olmak üzere dört gruba ayrılarak çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde erkeklerin G-P yaşının kronolojik yaştan 0,96 ay fazla, kızların G-P yaşının kronolojik yaştan 3,72 ay fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara siyah ve beyaz ırktan tüm olgular dâhildir. Sadece beyaz ırka ait sonuçlara bakıldığında beyaz ırkın G-P yaşının kronolojik yaştan 0.24 ay geri olduğu görülmektedir. Beyaz ırka dâhil olan, adolesan dönemdeki erkek ve kız olgular ayrı ayrı incelendiğinde kızlarda G-P yaşının kronolojik yaştan 1,92 ay, erkeklerdeyse 5.4 ay ileri olduğu görülmektedir. Çalışmanın sonuç bölümünde G-P yönteminin tüm kızlarda hâlâ uygulanabilir, fakat adolesan dönemindeki erkek olgularda uygulanamaz olduğu belirtilmiştir. Bizim

çalışmamızda böyle bir grup ayrımı yapılmamıştır fakat genel sonuçlara baktığımızda 1974 yılı graflerinde erkeklerde (12.23 ay) ve kızlarda (1.36 ay) Loder'in çalışmasının aksine tüm gruplara göre düşük iken, sadece beyaz ırka ait sonuçlarla uyumlu olarak bulunmuştur. 2013 yılı verilerimize baktığımızda ise kızlarda G-P Yaşının (11.67 ay) ileride olduğu, erkeklerde ise G-P Yaşının (1.23 ay) düşük olduğu görülmüştür.

Uzel'in 2002 yılında yaptığı çalışmada, kronolojik yaş ile G-P yaşı karşılaştırıldığında, kronolojik yaş ortalamasının her iki cinsiyette de G-P yaş ortalamasından daha az olduğu belirtilmektedir. Bu da incelenen olguların, G-P standartlarına bu standartların oluşturulduğu çocuklardan önce ulaştığını göstermektedir; yani olgular daha erken olgunlaşmaktadırlar (106). Bizim çalışmamızda ise 2013 yılındaki kız bireyler Uzel'in çalışmasıyla uyumlu iken, 2013 erkek ve 1974 yılı erkek ve kız bireylerin G-P standartlarına, bu standartların oluşturulduğu çocuklardan sonra ulaştığını göstermektedir; yani olgular daha geç olgunlaşmaktadırlar.

Uzel'in çalışmasında G-P yaşının, kronolojik yaştan ileri bulunduğu görülmektedir (Tüm olgularda 1.44 ay, erkeklerde 1.32 ay, kızlarda 1.68 ay). Olgunlaşmanın olduğu zamanla ilgili olarak biraz farklılık görülmektedir. Kızlarda birbirlerine çok yakın sonuçlar elde edilmişken erkeklerdeki fark büyük olarak izlenmektedir (106). Uzel'in yaptığı diğer bir çalışmada (2002), kronolojik yaşla G-P yaşı karşılaştırıldığında, kronolojik yaş ortalamasının her iki cinsiyette de G-P yaş ortalamasından daha az olduğu görülmektedir (107). Bu da bize incelenen olguların, G-P standartlarına bu standartların oluşturulduğu çocuklardan önce ulaştığını göstermektedir; yani olgular daha erken olgunlaşmaktadırlar. Bizim çalışmamızda ise sadece 2013 yılı kız bireylerin verileri Uzel'in çalışmaları ile uyumlu iken 1974 yılı tüm bireyler ve 2013 yılındaki erkek bireyler tersi bir sonuç vermiştir. G-P metoduna göre, 1974 yılındaki kızlar 1.36 ay, erkekler 12.23 ay kronolojik yaştan geri bulunmuştur. 2013 yılı verilerinde kızların G-P yaşı kronolojik yaştan 11.67 ay ileri iken erkeklerin G-P yaşı kronolojik yaştan 1.23 ay geri bulunmuştur.

Çelenk 1985'te yaptığı çalışmada, Erzurum bölgesinde 4-12 yaş grubu çocuklarda diş yaşı, kemik yaşı ve kronolojik yaşları karşılaştırmıştır (108). Kemik

yaşı belirlenmesinde G-P yöntemi kullanılmıştır. 45 erkek ve 45 kız olgu ile yapılan çalışmada kronolojik yaşı kemik yaşıdan ortalama olarak erkeklerde 16,68 ay, kızlarda 9.6 ay ileri olduğu bulunmuş ve bu farkın anlamlı olduğu belirtilmiştir. Yazar bu durumu bölgedeki beslenme yetersizliğine bağlamıştır. Bizim çalışmamızda da 2013 yılı kız bireyler hariç benzer bir şekilde kronolojik yaş G-P yaşıdan büyük bulunmuştur.

Özer'in (1996) çalışmasında da bizimkine benzer bir şekilde, kronolojik yaş G-P Yaşa göre yüksek bulunmuştur. Özer çalışmasında 7-12 yaşlarında 125 erkek ve 125 kız olguyu incelemiş ve kemik yaşı belirlenmesinde G-P yöntemini kullanmıştır. Kronolojik yaş, kemik yaşıdan erkeklerde ortalama 19 ay, kızlarda ortalama 12 ay ileri bulunmuştur. Erkeklerde ve kızlarda her iki yaş arasında güçlü uyum saptanmıştır (109).

Bizim çalışmamıza benzer bir başka sonuç, Öztürk'ün 2002 yılında yayınladığı çalışmada görülmektedir. Erzurum'da gerçekleştirilen bu çalışmada 7-19 yaşlarındaki erkeklerin kemik yaşları, kronolojik yaşı ortalama olarak 4,27 ay gerisinde bulunmuştur (110).

Ülkemizde erkeklerde 12-20 yaş arası puberte olarak kabul edilmektedir (111). Pubertenin ilk dönemlerinde (preadolesan devri) negatif değerlerin nispeten sığlaşması pubertedeki cinsiyet hormonlarının kemik maturasyonunu hızlandıran etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Kızlarda ise 10-18 yaşları puberte yaşı olarak kabul edilmektedir (111). Pubertede 10-16 yaş arası kızlarda kemik yaşı ve kronolojik yaş farkı nispeten pozitif bir değer göstermektedir. Pubertenin sonlarına doğru negatif değerler artmaktadır. Başka bir ifadeyle kızlarda özellikle 17 yaşından sonra iskelet yaşı ve kronolojik yaş ortalamaları arasındaki fark çok belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Pubertedeki pozitifleşen değerler cinsiyet hormonlarının kemik gelişimini diğer gelişme periyodlarına göre olumlu yönde etkilediğini desteklemektedir (110).

Erkeklerde pubertede kemik yaşı ile kronolojik yaş arasındaki farkın negatifliğinin nispeten sığ görülmesine rağmen; kızlarda pubertede nispeten daha pozitif bir değer göstermesi dişi cinsiyet hormonlarının erkek cinsiyet hormonlarına nazaran kemik maturasyonunda daha etkili olabileceğini akla getirmektedir.

Tümdengelim bir düşünce ile menapoz sonrası kadınların erkeklerden daha fazla osteoporoza meyil göstermeleri de kadın cinsiyet hormonlarının kemik maturasyonunda erkek cinsiyet hormonlarına nazaran daha etkili olduğunu desteklemektedir. Nitekim gonadal hormonların (testosteron, östrojen) her ikisinin de kemik yapımını stimule ettiği bulunmuştur (112).

Erzurum'da, 7-19 yaşlarında kızlarda kemik yaşları, kronolojik yaşı ortalama olarak 1,06 ay gerisinde bulunmuştur. Öztürk'ün (2002) çalışmasında, erkeklerde kemik maturitesinin kızlara nazaran daha geç gerçekleştiği görülmektedir (110). Gray's Anatomi kitabında doğuştan itibaren 20 yaşına kadar devam eden kemik maturite sürecinde kemik maturasyonunun tamamlanma süresinin cinsiyetler, ırklar ve bireyler arasında varyasyonlar gösterdiği; erkeklerin kızlara göre 2 yıl civarında bir gecikme ile kemik maturitesini tamamlayabildiği belirtilmektedir (113).

Yapılan bir araştırmada İspanyol kız çocuklarının ossifikasyon sürecinin erkek çocuklarından daha erken olduğu ortaya çıkarılmıştır (114). Bir diğer araştırmada İrlandalı kızların kemik maturitesi erkeklere göre ortalama 2,3 yıl daha erken bulunmuştur. Bu fark Danimarkalı, Grönlandlı ve Avustralyalılarda çok daha az bulunmuştur (115). Bizim çalışmamızda da bu literatür bilgilerini destekleyici yönde, yani kız çocuklarında erkeklere nispeten kemik maturasyonunun daha erken olduğu yönünde, bulgulara ulaşılmıştır.

18 ve 19 yaşlarında hem erkeklerde hem de kızlarda kemik maturitesi ve kronolojik yaş ortalamalarının farkının negatif değerde bulunması kemik yaşının kronolojik yaşı gerisinde olduğunu göstermektedir. Ülkemizde Adli Tıpta kemik yaşı ve kronolojik yaşı birbirine paralelliği göz önüne alınarak yaş tayini yapılmaktadır. Öztürk çalışmasında ki verilerinde, bölgede çocukların ve gençlerin kemik yaşının kronolojik yaşı gerisinde bulunduğundan dolayı Adli Tıpta yaş tayininde kısmi bir sapma olabileceği sonucuna ulaşmıştır (110).

İspanya'da 0-14 arasındaki çocuklarda yapılan bir araştırmada kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında yüksek derecede korelasyon bulunmuştur (114). Greulich-Pyle Atlasında erkeklerde 7-17 yaş grubunun kemik yaşı ve kronolojik yaş ortalamaları arasındaki fark değerleri ortalama olarak -0,60 ay olarak görülmekte iken Erzurum'da ise bu farkların ortalaması -3,81 ay olarak tesbit edilmiştir.

Erzurum'da 7-17 yaşlarındaki erkeklerin kemik yaşının atlasın standartlarına nazaran ortalama 3,21 ay geride bulunduğu görülmektedir. Greulich-Pyle Atlasında kızlarda 7-15 yaş grubunun kemik yaşı ve kronolojik yaş ortalamaları arasındaki farkın ortalaması 1,11 ay olarak değerlendirilmişken Erzurum'da ise bu farkların ortalaması 0,94 ay olarak saptanmıştır. Dolayısıyla Erzurum'da 7-15 yaşlarındaki kızların kemik yaşı atlasın standartlarına nazaran 0,16 ay geride bulunduğu anlaşılmaktadır. 7-15 yaşlarındaki kızların kemik maturitesinin atlasın verilerine çok yakın olduğu anlaşılmakta (110). İspanya'da yapılan araştırmada, Erzurum'dakine benzer şekilde, Greulich-Pyle Atlasının standartlarına göre kemik yaşı erkeklerde ortalama 3 ay civarında bir gecikme göstermiştir (114).

Greulich-Pyle Atlasının verilerinde 7-17 yaşlarındaki erkeklerde 11 yaşından itibaren kemik yaşının kronolojik yaşı daha ilerisinde devam ettiği görülmektedir. Genelde bu fark bir aylık süreden daha az değerlerdedir. 11 yaşından önceki yıllarda ise kemik yaşı kronolojik yaşı gerisinde görülmektedir. Erzurumdaki verilerde ise kemik yaşı bütün yaş gruplarında genelde kronolojik yaşı gerisinde bulunmakta fakat 11 yaşından daha küçük yaşlara gidildikçe atlasın standartlarındaki bu negatif değerlere nazaran daha fazla negatif değer görülmektedir. Diğer bir ifade ile atlasın standartlarına göre, 11 yaşı altında kemik maturitesinin 11 yaşından sonraki döneme göre daha geride bulunduğu tespit edilmiştir (110).

Yine atlasın verilerinde, kızlarda da 11 yaşından itibaren kemik yaşının kronolojik yaşı biraz ilerisinde, daha küçük yaşlarda ise kemik yaşının kronolojik yaşı gerisinde olduğu görülmektedir. Erzurumdaki verilerde ise 9-15 yaşlarındaki kızlarda genelde kemik yaşı kronolojik yaşı ilerisinde bulunmakta olup, 9 yaşından önceki yaşlarda kemik yaşı kronolojik yaşı gerisinde bulunmuştur. Diğer bir ifade ile Greulich-Pyle Atlasının standartlarında 11 yaş altı erkek ve kızlarda kemik yaşı kronolojik yaşı kısmen gerisindedir. Buna rağmen bu çalışmanın bulgularında erkeklerde 11 yaştan, kızlarda 9 yaştan önceki yaşlarda kemik yaşı kronolojik yaşı gerisinde olmakla birlikte, bu gerilik atlasın standartlarına göre çok daha belirginleşmektedir. Literatürde benzer veriler diğer Asya ülkelerinde yapılan çalışmalarda da göze çarpmaktadır (110).

Bu durum sosyo-ekonomik faktörlerin kemik maturasyonunda oldukça etkili olduğunu desteklemektedir. Nitekim yapılan diğer araştırmalarda da beslenme ve sosyo-ekonomik faktörlerin kemik maturasyonunu etkilediği bulunmuştur (91,116,117,118,119,120). Kemik maturitesinin genetik, cinsiyet, ırk ve çevresel faktörler (sosyoekonomik düzey, iklim, hava kirliliği, coğrafi konum v.s.) gibi çok sayıda etken tarafından değişik derecelerde ve kombine bir şekilde etkilendiği bilinmektedir (114,116,118,121,122,123). Öztürk'ün (2002) çalışmasında, Erzurum'un yüksek rakımlı bir il oluşu, deneklerin hepsinin 2000 metre civarındaki rakımda doğup büyüyen şahıslardan seçilmiş olması, bölgenin sosyo-ekonomik durumunun da orta düzeyde olmasına rağmen, kemik maturitesi atlasın standartlarından aşırı bir sapma göstermemektedir. Bu durum gözönüne alınarak yapılan değerlendirme sonucu, bulguların yüksek rakımın kemik maturitesini önemli derecede etkilemediğini gösterdiği söylenebilir (110).

Yine Türkiye'de Büken ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, kızlar 11 – 18 yaş aralığında, erkekler 11 -19 yaş aralığında olmak üzere 492 (241 (%49.0) kız, 251 (%51.0) erkek) sağlıklı çocuğun sol el ve el bileği düz radyografileri alınarak, G–P atlasına göre değerlendirilip kronolojik yaş ile karşılaştırılmıştır. Yaş gruplarına göre G–P hemen tüm yaşlarda ileride bulunmuş (2,04–13,2 ay) ve farklılıklar kızlar için 11, 12, 14, 16 yaşlarda anlamlı bulunmuştur. Erkek çocuklarda G–P, 11–14 yaşlarda gecikme gösterse de (0,12–6,96 ay) 13 yaş dışında anlamlı bulunmamıştır. 15–17 yaşlarda ise anlamlı bir ilerleme göstermiştir (10,56–11,76 ay) fakat ardından 18–19 yaşlarda gecikme göstermiştir (0,24–5,76 ay). Kızlarda 12, 13, 15, 16 yaşlarında ve erkeklerde 12 ve 16 ve 18 yaşları arasında standart deviasyon farkı 1 yılın üstünde tespit edilmiştir (86). Bizim çalışmamızda 1974 yılı erkek bireylerde G-P Yaşı 14 yaşda 0.18 ay ileride iken diğer yaş gruplarında 0.11 ay ile 4.08 ay geride bulunmuş ancak yaş ortalamaları arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır. 1974 yılı kız bireylerde ise G-P Yaşı 7.68 ile 15.00 ay geride ve yaş ortalamaları arasındaki farklar anlamlı olarak bulunmuştur. 2013 yılı grafilerimizde kızlarda tüm yaşlarda G-P Yaşı 3.65 ile 18.93 ay ileride bulunmuş ve yaş ortalamaları arasındaki farklar 11 yaş hariç anlamlı bulunmuş ancak 2013 yılı erkek bireylerde G-P Yaşı 10, 13 ve 15 yaşlarda 0.63 ile 5.18 ay ileride iken 11, 12, 14 ve

16 yaşlarda G-P Yaşı 1.43 ile 8.67 ay geride tespit edilmiştir. 2013 yılı erkek bireylerde yaş ortalamaları arasında ki farklar ise anlamlı bulunmamıştır.

Büken'in çalışmasında Düzce Hastanesinde doğmuş ve burada kaydı olan 1200 çocuk randomize olarak alınıp 11 – 17 yaşındaki çocuklar dört kriterle göre seçilmiştir. Seçim kriterleri şunlardır: Türkiye Düzce'de ikamet edenler (Düzce'de doğmuş ve büyümüş), geçmişte kronik veya ciddi bir hastalık hikayesi olmayan fiziksel ve mental olarak sağlıklı olanlar, geçmişte sol el ve el bileğinde travma veya yaralanma hikayesi olmayan ve sağ elini kullananlar. Çalışma grubu, çalışma kriterlerini karşılayan 469 çocuktan (241 kız, 228 erkek) oluşturulmuş, fakat analiz sırasında el ve el bileği radyografisinde kızlarda 18 yaş sonrasında ve erkeklerde 19 yaş sonrasında epifiziyal birleşmenin tamamlandığını saptadıklarından çalışmaya 492 (241 (%49.0) kız, 251 (%51.0) erkek) öğrenci dâhil edilmiştir. Bu grupların yaş ortalamaları kızlar için 14.52 ± 2.18 S.D. yıl (ortalama: 14.47, aralık: 11.07–18.92 yıl) ve erkekler için 15.28 ± 2.41 S.D. yıldır (ortalama: 15.09, aralık 11.13–19.94 yıl). Tüm radyografiler hâlihazırda yaş tespiti vakalarından sorumlu olan iki radyolog ve bir adli tıp uzmanı tarafından G–P atlası ile bağımsız olarak karşılaştırılmıştır. Doktorlara sadece çocukların cinsiyet bilgileri verilmiştir. Gözlemciler arası farklılık olan vakalar yeniden değerlendirilip iskelet yaşları konsensüsle tanımlanmıştır (86).

Büken ve ark.'nın çalışmasında kız çocuklarının G–P atlasına göre standart deviasyonu kronolojik yaştan standart deviasyonundan daha büyüktür. Sadece 19 öğrencide iskelet yaşı kronolojik yaştan altında (%7.9), 58 öğrencide eşit (%24.1) ve 164 öğrencide kronolojik yaştan üstündedir (%68.0). Tüm kızlarda ortalama kronolojik yaş ve ortalama iskelet yaşı arasında yüksek korelasyon vardır. Fakat yaş gruplarına göre sadece 14 ve 17 yaşlarında anlamlı korelasyonlar ortadadır ve büyüme faktörleri kronolojik yaş ve iskelet yaşı ile iyi korelasyon göstermiştir. Kız çocuklarının 11 ve 18 yaş arası yaş gruplarında ortalama iskelet yaşı ortalama kronolojik yaştan ileridedir. 11, 12, 14, 16 ve 18 yaşındaki kızlarda p değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bazı vakalarda 14–18 yaşlarında epifiziyal birleşme tamamlanmışken (sırasıyla, %2.8, %8.0, %68.8, %78.3, %94.1) tüm vakalarda 18 yaş üzerinde epifiziyal birleşme tamamlanmıştır. Her yaş grubu için kemik yaşı ve kronolojik yaş arasındaki doğruluk kızlarda oldukça düşük bulunmuştur. Aynı çalışmada erkek çocuklarında G–P'nin standart deviasyonu kronolojik yaştan standart

deviasyonundan daha büyüktür. 52 öğrencide iskelet yaşı kronolojik yaşı altında (%20.7), 84 öğrencide eşit (%33.5) ve 115 öğrencide kronolojik yaşı üstündedir (%45.8). Ortalama kronolojik yaş ve ortalama iskelet yaşı arasında yüksek korelasyon vardır fakat yaş gruplarına göre 13, 16 ve 17 yaşlarında anlamlı korelasyonlar ortada ve 12 yaşta daha güçlüdür. Erkeklerde de kız çocuklarında olduğu gibi büyüme faktörleri, kronolojik yaş ve iskelet yaşı ile yüksek korelasyon göstermiştir. Erkek çocuklarının 11 – 19 arasındaki yaş gruplarında ortalama iskelet yaşları 11, 12, 13, 14, 18 ve 19 yaşındaki erkek çocuklarda gecikme göstermiştir, fakat ortalama iskelet yaşları, 15, 16 ve 17 yaşlarında ortalama kronolojik yaşlarına göre ileride bulunmuştur. 15, 16 ve 17 yaşındaki erkek çocuklarda p değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bazı vakalarda 14–19 yaşlarında epifiziyal birleşme tamamlanmıştır (sırasıyla %2.5, %10.7, %25.0, %59.2, %77.8, %95.7). 19 yaş üstü tüm erkek çocuklarda epifiziyal birleşme tamamlanmıştır. G-P atlası yayınlandığından beri Türk popülasyonu ile ilgili az sayıda çalışma yayınlanmıştır. Büken'in çalışmasında hemen hemen tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (2,04–13,2 ay) ve farklılıklar 11, 12, 14, 16 yaşlarda anlamlıdır. Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı 11–14 yaşlarda gecikme göstermiştir (0,12–6,96 ay). Fakat 13 yaş dışında bu gecikme anlamlı değildir, ortalama iskelet yaşı 15–17 yaşlarda anlamlı şekilde ilerleme göstermiş (10,56–11,76 ay) fakat ardından 18–19 yaşlarda gerileme (0,24–5,76 ay) göstermiştir (86).

Bizim çalışmamızda 1974 Yılı erkek çocuklarının G-P atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 12,23 ay geride bulunmuştur. Yaş ortalamaları arasında fark anlamlı olarak değerlendirilmiştir ($p<0.01$). Ancak, kız çocuklarının G-P atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 1,36 ay geride olmasına rağmen yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). 2013 Yılı erkek çocuklarının G-P atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 1,23 ay geride bulunmuştur. Yaş ortalamaları arasında fark anlamlı olarak değerlendirilmemiştir ($p>0.05$). Ancak, kız çocuklarının G-P atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 11,67 ay ileridedir ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

Koç ve ark. (2001) tarafından daha önce yayınlanan bir çalışmada Türk popülasyonundaki erkek çocuklarda iskelet yaşının 11–13 yaşlarda gerileme (3–4,68

ay) ve ardından ilerleme (0,12–10,68 ay) gösterdiği belirtilmiştir (83). Uzel 2002 yılındaki çalışmasında, G–P standartlarının 12 – 19 yaş arası erkeklere uygun ancak kızlara uygun olmadığını bildirmiştir (106). Ersoy (2003) çalışmasında, 11 – 17 yaşındaki kızlarda benzerlik varken aynı yaş grubundaki erkeklerde anlamlı bir farklılığın bulunduğunu rapor etmiştir; her iki cinsiyette tüm yaş gruplarında G–P atlası ile karşılaştırıldığında iskelet yaşının ileride olduğunu ortaya koymuştur (11). Her iki çalışmada, her bir yaş yerine total vaka sayısı ve yaş grupları değerlendirmesi yapılmıştır, çünkü vaka sayısı yeterli değildir.

Büken ve ark.'nın sonuçları erkekler için Koç ve arkadaşlarının sonuçlarıyla ve her iki cinsiyet için Ersoy ve arkadaşlarının sonuçlarıyla uyumludur. Uzel ve arkadaşları çalışmalarını Türkiye'nin en kalabalık ve zengin şehri olan ve ilgili çalışmalara kıyasla sosyoekonomik ve kültürel özelliklerin çok farklı olduğu İstanbul'da gerçekleştirmişlerdir. Büken ve ark.'nın çalışma popülasyonu öğrencilerden oluşurken Uzel ve arkadaşlarının çalışma grubu somatik matürasyonlarını etkilemeyen hastalıklar nedeniyle hastaneye başvuran çocuklardan oluşmuştur. Bizde ise Ankara Üniversitesi Diş Hekimliğine ortodontik tedavi için başvuran çocuk popülasyonu genel olarak İç Anadolu Bölgesini temsil etmektedir.

Loder ve ark. (1993), 13–18 yaş grubunda G–P atlas Metodunun kullanımını incelemiş ve beyaz erkek çocuklarda 5,4 ay, beyaz kızlarda 1,92 ay, zenci erkek çocuklarda 4,56 ay ve zenci kızlarda 6,36 ay orantılı akselerasyon bildirmişlerdir. Ayrıca G–P atlasına göre zenci kızların orta çocukluk çağı hariç 4,8–8,4 ay iskeletsel ilerleme gösterdiklerini, beyaz erkek çocukların orta çocukluk çağı boyunca 10,8 aya kadar iskeletsel gecikme gösterdiklerini, fakat adölesan yaşlarda 6 aya kadar ilerleme gösterdiklerini bildirmişlerdir (20). Bu bulgu Ontell ve ark. (1996) tarafından desteklenmiştir (101).

G–P Metodunun sadece zenci, Hispanik veya Asyalı çocuklara değil aynı zamanda beyaz erkek çocuklar ve genç yaş gruplarına uygulandığında da bazı ön koşullarla birlikte kullanılması gerektiği sonucuna varmışlardır (20-101). Rikhasor ve arkadaşları (1999) Pakistanlı çocuklarda G–P metoduna göre 15 yaşına kadar kronolojik yaşın 3,6 - 13,2 ay aralığında gecikme gösterdiğini, fakat 15 yaş sonrasında iskelet matüritesinin ilerleme gösterdiğini bulmuşlardır (124). Sutow

(1957), Japonya’da yaşayan Japon çocuklarda gecikmiş iskelet matürasyonunun nedenlerinden biri olarak ırksal farklılıkları tartışmaya açmıştır. Sutow’un bulguları ABD’de yaşayan Japon bireylere atıfta bulunan Greulich tarafından kontrol edilmiştir. Greulich (1957) 14 - 17 yaş arası erkek çocuklar ve 10 - 17 yaş kızlarda farklılığın orantılı bir ivme gösterdiğini tespit etmiştir (125).

Mackey (1952), Doğu Afrikalılarda 18–24 aya varan bir retardasyon bildirirken Weiner ve Thambipillai (1952) Batı Afrikada ortalama retardasyon bildirmişlerdir (126,127). Beyaz Amerikalılar üzerinde yapılan bir çalışmada erkek çocuklar için 4,68 ay ve kız çocuklar için 6,96 ay ivme değerleri bulunmuştur (87). Lewis ve arkadaşları (2002) G–P atlasıyla karşılaştırıldığında Malavili çocuklarda iskelet yaşında anlamlı oranda ortalama düşüş bulmuşlardır (96). Groell ve arkadaşları (1999), kronolojik yaşla ölçülen kemik yaşı arasında 12 aya varan farklılık olduğunu göstermişlerdir. Elde ettikleri sonuçların G–P Metodunun Orta Avrupalı çocuklara güvenle uygulanabileceği inancını doğrulamaktadır (95). Bizim sonuçlarımıza benzer bir şekilde Büken’in sonuçları Loder, Richasor, Sutow ve Johnson’ın çalışmalarıyla uyumludur, fakat Lewis’in iki cinsiyete dair sonuçlarıyla uyumlu değildir. Büken’in yaptığı bu çalışmada her ne kadar tüm kız çocuklarında istatistiksel farklılık anlamlı ise de iskelet yaşları ile kronolojik yaşlar arasındaki farklılık 14 yaş hariç (13,2 ay) 11, 12, 14, 16 ve 18 yaşlarda 12 aydan fazla değildir (2,04–11,4 ay). Tüm kız çocuklarında korelasyonlar yüksektir (86). Bu nedenle bu yöntemin, bizim çalışmamıza göre de Büken’in çalışmasında ulaştığı sonuçlara benzer şekilde Türk kızlarında klinik amaçlı yaş tespitinde teknik olarak yararlı olduğu görülmektedir. Erkek çocuklarda istatistiksel farklılık tüm vakalarda anlamlı değildir. Bu çalışmada Türk erkek çocuklar 11, 12, 13, 14 yaşlarda iskelet gelişiminde birkaç ay (0,12–6,96 ay) geridedir, fakat 15, 16, 17 yaşlarda ilerlemektedirler; fark yaklaşık 12 aydır (10,56–11,76 ay) ve ardından 18 ve 19 yaşlarda birkaç ayın altına düşmektedir (0,24–5,76 ay). Bu sonuçlara göre, G–P atlası erken post pubertal period dışında yaş tespitinde teknik olarak Türk erkek çocuklarına uygulanabilir (86). Bizim çalışmamızda da gerek 1974 gerekse 2013 yılına ait grafilerde G–P atlası 10-16 yaş arası bireylerde yaş tespitinde teknik olarak Türk erkek çocuklarına uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Greulich ve Pyle kendi metotları için 7,2 - 13,2 ay arasında değişen standart deviasyon tanımlamışlardır (17). Fakat Büken ve ark.'nın çalışmasındaki istatistiksel analizler 12, 13, 16, 17 yaşındaki kızlarda ve 12, 13, 14, 15, 16 ve 18 yaşındaki erkek çocuklarda standart deviasyonların 12 ayın üstünde olduğunu göstermiştir. Standart deviasyon 13, 16 yaşındaki kızlarda ve 13, 14, 15 ve 18 yaşındaki erkek çocuklarda 13,2 ayın üstündedir. Bu Metodun 18 yaş ve üstü için yeterince güvenli olup olmadığından emin olamamışlardır. Bu nedenle Garamendi ve arkadaşları (2005) gibi bu konuda bir çalışma planladıklarını belirtmişlerdir (86). Garamendi ve arkadaşlarına göre bu yöntem 18 yaş ve üstünde yüksek hata oranına sahiptir ve optimal tanı yöntemi olarak kabul edilmemelidir (1).

Gök atlasına bakacak olursak: Türkiye'de yasal amaçlı yaş değerlendirmesi pediatristler, radyologlar ve adli tıp uzmanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Adli tıp uzmanları arasında yapılan bir anket %45.7'sinin Gök Atlası, %21.7'sinin Greulich-Pyle (GP) Metodunu kullandığını ve %17.4'ünün Tanner-Whitehouse metoduna güvendiğini göstermiştir (128). Yaygın kullanımına rağmen, Büken ve arkadaşları Gök Atlasının Türk çocuklarının yaş tespitinde kullanımının uygun olup olmadığına dair yayınlanmış çalışmalar bulamadıklarını belirtmişlerdir (129). Büken ve ark.'nın (2008) amacı, Gök ve arkadaşları (1985) tarafından yayınlanan ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan atlasın günümüzde Türk çocuklarında kullanımının güvenilir olup olmadığını incelemektir (5,129).

Büken ve ark.'nın (2008) çalışma grubu, çalışma kriterlerini karşılayan 546 çocuktan oluşmuştur; 248 (%45.4) kız ve 298 (%54.6) erkek. Erkek çocuklarda, kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasındaki fark 15,84 ay ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İskelet yaşı standart deviasyonu, kronolojik yaş standart deviasyonundan büyük bulunmuştur. 21 erkek çocukta iskelet yaşı, kronolojik yaşı altında (%7.0), 65 erkek çocukta kronolojik yaşa eşit (%21.8) ve 212 erkek çocukta kronolojik yaşı üstünde tespit edilmiştir (%71.1). 12 ve 13 yaşlarında erkek çocuklarında anlamlı korelasyonlar ortaya çıkarken 11 ve 22 yaş arasındaki erkek çocuklarda 22 yaşındakiler hariç ortalama iskelet yaşı, ortalama kronolojik yaştan daha büyük, 15 yaş ve üstündeki erkek çocuklarda da anlamlı şekilde büyük bulunmuştur (129).

Bizim çalışmamızda 1974 Yılı erkek çocuklarının Gök atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 1,67 ay ileride bulunmuştur. Yaş ortalamaları arasında fark anlamlı olarak değerlendirilmemiştir ($p>0.05$). Ancak, kız çocuklarının Gök atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 20,64 ay ileridedir ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). 2013 Yılı erkek çocuklarının Gök atlasına göre hesaplanan yaşları ortalama 14,10 ay ileride, kız çocuklarının Gök atlasına göre hesaplanan yaşları ise ortalama 32,14 ay ileridedir. Erkeklerde de kızlarda da yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmamızda 1974 yılı grafilerinde Gök Atlasına göre 12-15 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (17,02–22,63 ay) ve tüm yaşlarda anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 14 ve 15. yaşındakilerde hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur (Tablo 15). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı 14 yaş hariç ilerde bulunmuştur (1,16–5,54 ay). 14 yaş da ise geride (1,53 ay) bulunmuştur. Ancak yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$). Korelasyon katsayıları incelendiğinde 12 yaş hariç düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 12 yaşındakilerde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. 14 yaşındakilerde hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur (Tablo15). 2013 yılı grafilerinde ise Gök Atlasına göre 10-16 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (23,65–40,43 ay) ve tüm yaşlarda anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 10,12,13,14 ve 15 yaş gruplarında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 10 ve 16 yaşındakilerde bulgular sıfıra yakın bir ilişkinin varlığı, bir başka deyişle ilişkinin olmadığı yönündedir (Tablo16). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı tüm yaşlarda ilerde bulunmuştur (8,74–18,93 ay). Yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Korelasyon katsayıları incelendiğinde 11 yaş hariç düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 11 yaşındakilerde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur (Tablo 17).

Büken ve ark.'nın 2009 yılında yayınlanan, 750 çocuk üzerinde yapılan ve üç yöntemin (Greulich-Pyle, Tanner-Whitehouse, Gök) karşılaştırıldığı çalışmaları sonucunda kız çocuklar için en doğru yöntemin Tanner-Whitehouse (TW3), erkek çocukları için en doğru sonuç veren yöntemin Greulich-Pyle olduğu, her iki cinsiyette de Gök yönteminin son sırada yer aldığını belirtmişlerdir (13).

Akkoyun'un çalışmasında Adli Tıp Anabilim Dalında yaş tayini için kullanılan Gök yönteminin güvenilirliği hakkında bir fikir verebileceği düşüncesi ile çalışmaya katılan vakalar içerisinde kimlik yaşı ile ifade ettiği yaş arasında fark olmayan, rapor istemlerindeki talep ve çıkarları da incelenmek suretiyle kimlik yaşlarının gerçek yaşları olduğu kanaatine varılan vakalar ayrıca değerlendirilmiştir. Çalışmada kimlik yaşlarına göre en küçük yaş 5, en büyük 22, ortalama yaş 15,63'tür. Raporla tespit edilen yaşlara bakıldığında en küçük yaştan 3, en büyük yaş 22, ortalama yaştan 17,35 bulunduğu görülmüştür. Rapor yaşları ile kimlik yaşları arasındaki farklar incelendiğinde en düşük farkın -2 (n=1, %1,8), en yüksek farkın 6 (n=2, %3,5), ortalama farkın 1,72 yıl olduğu görülürken en sık müracaatın görüldüğü 15 yaş grubunda ortalama fark 2,38 yıl olarak bulunmuştur. Sadece 6 vakada (%10,5) rapor yaşı kimlik yaşı ile uyumlu bulunurken, vakaların %3,6'sında (n=2) rapor yaşı kimlik yaşından küçük, %85,9'unda (n=49) rapor yaşı kimlik yaşından büyük olarak saptanmıştır (13).

Baransel Isır ve ark.nın nüfus kaydı, kardeş sayısı ve sıralaması, aile, akraba görüşmeleri yapılarak ve samimi öyküleri alınmaya çalışılarak, ayrıca mahkemeye başvuru talebi ve çıkarları irdelenerek, nüfusta belirtilen yaştan gerçek yaş olduğu kanaat edilen olguların çalışma kapsamına alındığı 2007 yılında yayınlanan çalışmalarında 13-22 yaş arası vakaların %29,6'sında kemik yaşı kronolojik yaştan küçük, %22,2'sinde kemik yaşı kronolojik yaş ile uyumlu bulunurken vakaların %48'inde kemik yaşı kronolojik yaştan büyük bulunmuştur. Baransel Isır ve ark.nın benzer şekilde seçilen vakalar üzerinde 2009 yılında yaptıkları çalışmada ise 13-22 yaş grubundaki 406 vakanın %9,6'sında kemik yaşı kronolojik yaştan küçük, %10,6'sında kemik yaşı kronolojik yaş ile uyumlu bulunurken vakaların %79,8'inde kemik yaşı kronolojik yaştan büyük bulunmuştur (13). Büken ve ark.nın 2003 yılında yaptıkları ve Düzce'de 2001 – 2003 yılları arasında müracaat eden yaş tayini istemlerini içeren çalışmalarında vakaların %9'unun tespit edilen yaşı, kimlik yaşı ile uyumlu; %79,1'inde rapor yaşı, kimlik yaşından büyük bulunurken, en sık görülen fark +3 idi ve vakaların %27,8'inde saptanmıştır. Yıldırım ve ark.nın Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalına 2006–2010 yılları arasında yaş tayini istemi ile başvuran olguların incelendiği çalışmalarında da rapor yaşı kimlik yaşından büyük olan vakaların oranı %75,7 iken, Akkoyun'un çalışmasında kesin yaş

ayını yapılan vakaların %88,3'ünde rapor yaşı kimlik yaşıdan büyüktür (13). Bizim çalışmamızda Büken, Akkoyunlu, Baransel'in çalışmalarındakine benzer şekilde sadece 1974 yılı 14 yaş bireylerde Gök Atlasına göre hesaplanan yaş kronolojik yaştan ortalama 1.53 ay geride bulunurken 1974 ve 2013 yılı diğer tüm yaş gruplarında erkek ve kız bireylerin Gök Atlasına göre hesaplanan yaşı, kronolojik yaştan ortalama 1.16 ila 40.43 ay arasında ileride bulunmuştur.

G-P ve Ş-G atlaslarının karşılaştırılması: Diğer çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda G-P atlası ve Gök atlası ile hesaplanan yaşları da karşılaştırılmıştır. 1974 yılı grafiğinde tüm kızlarda Gök Atlasına göre 12-15 yaş arası ortalama iskelet yaşı G-P Atlasına göre ileridedir (21,09–22,45 ay) ve tüm yaşlarda fark anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (Tablo18). Erkek çocuklarda da ortalama iskelet yaşı G-P metoduna göre Gök Metodunda tüm yaşlarda ileride bulunmuştur (12,92–14,83 ay). Yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (Tablo19).

2013 yılı grafiğinde de tüm kızlarda Gök Atlasına göre saptanan 10-16 arası ortalama iskelet yaşı G-P Atlasına göre ileridedir (20,00–21,50 ay) ve tüm yaşlarda fark anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (Tablo20). Erkek çocuklarda da ortalama iskelet yaşı G-P ye göre Gök'te tüm yaşlarda ileride bulunmuştur (11,00–21,22 ay). Yaş ortalamaları arasındaki fark 10 yaş grubu dışında anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 10 yaş grubunda ise anlamlı fark bulunamamıştır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde yüksek düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (Tablo 21).

Büken'in çalışmasında 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 ve 22 yaşındaki erkek çocukların sırasıyla %10.3, %15.2, %33.3, %41.2, %39.1, %66.7, %93.8 ve %100'ünde epifizyal birleşme tamamlanmış olarak bulunmuş ve 21 yaş ve üstündeki tüm erkeklerde epifizyal birleşme tamamlanmıştır (129). Bizim çalışmamızda 1974 yılına ait grafiğinde 14 ve 15 yaşındaki erkek çocukların sırasıyla %1.25 ve %10.60'ında, 2013 yılına ait grafiğinde ise 15 ve 16 yaşındaki erkek

çocukların sırasıyla %9.30 ve %44.4'ünde epifiziyal birleşme tamamlanmış olarak bulunmuştur.

Büken'e göre Gök Atlas Metodu erkek çocuklarda modele göre 1,87 ay geriye doğru kayma gösterir ve her 1 kronolojik yaş, Gök tabanlı tahmini 12,86 ay artırmaktadır. Kız çocuklarda ise sadece iki kız çocuğunda iskelet yaşı, kronolojik yaştan altında (%0.8), 15 kız çocukta eşit (%6.0) ve 231 kız çocuğunda kronolojik yaştan üstündedir (%93.1). Tüm kız çocuklarında kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasında yüksek korelasyon var olarak tespit edilmiştir. Fakat yaş gruplarına göre analiz yapıldığında sadece 14 yaşında anlamlı korelasyonlar bulunduğu saptanmıştır. Büken'e göre kız çocuklarında 11 – 21 arasındaki yaş gruplarında iskelet yaşı tüm yaş gruplarında kronolojik yaşa göre ilerleme göstermiş ve 19 ile 20 yaşındaki vakalar hariç tüm yaşlarda p değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Radyografilerde 13–20 yaş arası kız çocuklarda her yaş grubunda sırasıyla %3.4, %8.6, %0, %41.9, %47.8, %43.8, %50.0 ve %50.0 oranlarında epifiziyal birleşmenin tamamlandığı bildirilmiştir. 15 yaşındaki kız çocuklarında epifiziyal birleşme gözlenen vaka yoktur, fakat 20 yaş üstündeki tüm kız çocuklarda epifiziyal birleşme tamamlanmıştır (129). Bizim çalışmamızda 1974 yılına ait grafilerde, 14 ve 15 yaşındaki kız çocuklarında sırasıyla %7.90 ve %27.03'ünde, 2013 yılına ait grafilerde ise 14,15 ve 16 yaşındaki kız çocuklarının sırasıyla %10.00, %44.19 ve %53.85'inde epifiziyal birleşme tamamlanmış olarak bulunmuştur.

Büken'in çalışmasında, kızlarda Gök Atlas Metodu 44,4 ay ileri kayma göstermektedir ve her bir kronolojik yaş, Gök tabanlı tahmini 11,30 oranında artırır (129). Her ne kadar Gök Atlası adli tıp uzmanlarının yaklaşık %50'si tarafından kullanılmaktaysa da atlas yayınlandığından beri atlasla ilgili hiçbir çalışma yayınlanmadığından Büken kendi sonuçlarını diğer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştıramamıştır (128,129). Büken'in çalışmasında erkek ve kız çocukları içeren grupların tümünde kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ayrıca, yaş gruplarına göre, tüm yaş gruplarında ortalama iskelet yaşı ortalama kronolojik yaştan 1,08–37,2 ay daha fazladır ve 14 yaş üstündeki erkek çocuklarda anlamlı oranda yüksek saptanmıştır. Ortalama iskelet yaşı tüm yaşlarda ilerleme göstermiş (5,28-46,32 ay) ve 19–20 yaşındaki kızlar dışında farklılıklar anlamlı saptanmıştır (129). Bizim çalışmamızda 1974 Yılı erkek ve kız çocuklarının

Gök atlasına göre hesaplanan yaşları G-P atlasına göre ortalama 22,00 ay ileridedir ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). 2013 yılı için ise her iki cinsten de ortalama 13,90 ay ileridedir ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

Hukuk mahkemeleri tarafından dünya çapında kabul edilen yaş tahmini metotları güvenilirlik aralıkları sunmaktadır. Örneğin, Groell ve arkadaşları (1999), kronolojik yaş ile ölçülen iskelet yaşı arasında 12 aya varan farklılık olduğunu göstermişler ve GP Metodunun Orta Avrupalı çocuklara güvenle uygulanabileceğini doğrulamışlardır (95). Bununla birlikte, Gök Atlas Metodu için daha önce tanımlanmış bir güvenilirlik aralığı yoktur (129).

Büken çalışmasında özellikle, 15 – 19 yaş arası erkek çocuklarda ve 11 – 18 yaş arası tüm kız çocuklarda >12 ay fark bulmuştur. Bu fark 13 – 16 yaş arasında >36 aydır. Kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasındaki farklılıklar 11 – 14 yaş arası kızlarda kademeli artış göstermiştir. Büken'e göre uygun fark aralığının 12 ayı geçmemesi gerekmektedir; bu nedenle, o Gök Atlas Metodundaki farkın adli tıp yaş tespitine uygun olmadığını düşünmektedir. Bu sebeple, Metodun post-pubertal erkek çocukları ve 11 – 18 yaş aralığındaki kız çocuklarında yaş tahminlerinde kullanılmamasını önermektedir. Çalışmasında 11 -14 yaş arasındaki erkek çocuklarda kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasındaki fark <12 aydır (1,08–6,96 ay) ve istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bununla birlikte, 14 – 19 yaş arasındaki erkek çocuklarda kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasındaki fark >12 aydır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Büken bu büyük farklılığı, yoksullukla açıklamaktadır (129).

Rikhasor ve arkadaşlarına (1999) göre, iskelet büyüme retardasyonu için yaş limiti erkek çocuklarda 15 yaştır ve bu yaş erkek çocuklar için yaklaşık puberte yaşıdır (124). Büken'in çalışmasında, erkek çocukların iskelet matürasyonu 14 yaş sonrasında hızlanmış olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada 19, 20 ve 21 yaşlarındaki kızlarda kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasındaki fark <12 aydır (5,28-11,4 ay). Fakat diğer yaş gruplarında >12 aydır. Büken'in vakalarının >%50'sinde epifiziyal birleşme 19 yaş sonrasında tamamlandığından ve bu yaş grubunda birleşmesi tamamlanmamış vakaların sayısı tam bir analiz yapılmasına yeterli olmadığından çalışmada 19 yaş üstündeki vakalar için güvenilirlik konusunda

kesinlik bulunmamaktadır (129). Rikhasor ve arkadaşlarına göre Pakistanlı çocuklarda iskelet retardasyonu yaş limiti 13 yaştır (124). Akarsu ve arkadaşlarına (1998) göre Türk kızlarda puberte yaşı buna benzer iken, Büken 14 yaş üstündeki tüm kız çocuklarda menarş ve iskelet matürasyonu olduğunu saptamıştır (129,130).

Epifiziyal birleşme 20 yaşına kadar erkek çocukların >%50'sinde tamamlandığından, 20 yaş üstü erkek çocuklarda Gök Atlası Metodunun güvenilirliği konusunda şüphe duyulmaktadır. Büken'in çalışmasında genel korelasyonlar yüksektir ancak bu yükseklik yanıltıcı olabilir, çünkü ayrı ayrı yaşlar ele alındığında korelasyonlar çok düşüktür ve sadece 12 ile 13 yaşındaki erkek çocuklar için önemlidir. Yalnızca 14 yaşındaki kız çocuklar için ortalama düzeydedir. Bu nedenle bu yöntemin, Türk kız ve erkek çocuklarında adli tıp yaş tespitinde teknik olarak yararlı olmadığı görülmektedir (129). Bizim çalışmamızda Gök Atlası yaş ortalamaları ile kronolojik yaş ortalamaları karşılaştırıldığında sadece 1974 yılı erkek bireylerde fark 1.16 ile 5.24 ay arasında değişen düşük seviyede iken 1974 kız ile 2013 yılı erkek ve kız bireylerde farkın 40.43 aya kadar yüksek seyrettiği görülmüştür. Yaş grupları ayrılmadan karşılaştırıldığında da yine 1974 erkek bireyler hariç yaş farkları oldukça yüksek bulunmuştur.

Greulich ve Pyle (1959) kendi metotları için 7,2 - 13,2 ay arasında değişen standart deviasyon tanımlamışlardır (17). Fakat Gök Atlas Metodu için aralık verilmemiştir. Eğer Büken'in çalışmasında ki kriterler Gök Atlas kriterleri olarak kabul edilirse, bu Metodu 11 – 19 yaşları arasındaki ve özellikle 14 ve 15 yaşındaki erkek çocuklarda ve 11 – 20 yaşındaki kız çocuklarda kullanamayız (129).

Çöloğlu (1987), Koç ve arkadaşları (2001), Büken ve arkadaşları (2007) ile Baransel Isır ve arkadaşlarının (2007) yaptıkları çalışmalarda, 13-15 yaş grubu arasındaki kız çocukların tamamının kemik yaşının kronolojik yaşa göre büyük olduğu, tam tersi olarak aynı yaş grubundaki erkeklerin tamamının kemik yaşının kronolojik yaşa göre küçük olduğu bulunmuş; G-P atlasının ve Gök atlasının özellikle 13-15 yaş arası dönemdeki kriterlerinin çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermediği, cinsiyete göre farklı sonuçlar ortaya çıktığı belirlenmiştir (12,62,86,131,132). Bizim çalışmamız da Gök Atlası ile yapılan çalışmalardaki sonuçlara paralellik göstermektedir.

Büken ve ark.'na göre birçok yeni çalışma batılı populasyonlar ve diğer populasyonlarda iskelet matüritesinde orantılı bir ivme göstermiştir. Bu ivmenin nedeni ekonomik koşullardan ziyade yeni sosyokültürel faktörler olabilir (17,130). Gök Atlası ilk kez 1969 yılında ve son olarak 1985 yılında yayınlanmıştır. Gök ve arkadaşları (1985) atlasın önsözünde atlasın Türk çocuklarında kullanılabileceğini bildirmektedirler (5). Ancak ekonomik ve sosyokültürel faktörler nedeniyle 1969 yılından beri Türk populasyonunda büyük değişiklikler olmuştur. Kronolojik yaş ve iskelet yaşı arasındaki geniş farklılık bu sebeplerden kaynaklanmış olabilir. Büken bu sonuçların Türkiye’de ve başka ülkelerde yaşayan Türk çocukları için çok önemli olduğunu belirtmektedir. Mahkemeler, çeşitli ülkelerde özellikle Avrupa’da yaşayan Türklerin yaş tespitlerini talep etmektedirler. Yanlış değerlendirmeler ülke dışında yasal sorunların çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, Türk çocuklarında yaş tespiti için uygun bir atlasın belirlenmesi amacıyla en kısa zamanda ülke çapında çalışmaların yürütülmesi gereklidir. Kısa vadeli bir çözüm olarak, uluslararası kabul görmüş atlasların Türk çocukları için uygunluğunun saptanması ve bu atlaslarda Türk çocukları için uyarlamaların yapılması gereklidir (129).

Bildiğimiz kadarıyla Büken’in çalışmasına kadar Gök atlası için daha önce böyle bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada da her iki cinsiyette, farklı yaşlarda ve tüm vakalarda kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasında büyük bir fark bulmuşlardır. Bu fark özellikle cezai sorumluluk vakalarında yanıltıcı olabilir. Bu durum Türk çocukları için önemli bir insan hakları sorunudur. Bu atlas cezai sorumluluk vakalarında adli tıp yaş tahminleri için özellikle 15 – 18 yaş arasındaki vakalarda kullanılmamalıdır (129). Büken tarafından daha önce yapılmış bir çalışmada karşılaştırılabilir vakalarda aynı istatistiksel metot kullanılarak Türk erkek çocuklarında kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasında daha az fark olduğu bulunmuştur. Bu nedenle Büken’e göre, özellikle 11 – 18 yaşları arasındaki kız ve erkek çocuklarda Gök Atlası yerine Greulich-Pyle Atlasının kullanılması gerekmektedir (86,129). Bizim çalışmamızda 1974 Yılı erkek ve kız çocuklarının Gök atlasına göre hesaplanan yaşları G-P atlasına göre ortalama 22,00 ay ileridedir ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$). 2013 yılı için ise her iki cinsten de ortalama (13,90 ay) ileride ve yaş ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.01$).

Sonuçlarımızı değerlendirdiğimizde de Şemsi Gök Atlası yerine G-P Atlasının kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ

Ülkemizde olduğu gibi dünyanın bir çok bölgesinde de nüfus kayıtlarının yeterli olmaması, göçler, bireylerin kanun dışı işlere karışmaları sonucu birden çok kimlik belgesine sahip olmaları gibi nedenlerin yanında, pek çok hukuki ve sosyal sorunun çözümü amacı ile adli makamlar, adli tıp uzmanlarından sıklıkla yaş tayini yapmalarını istemektedirler. Yaş tayini istemleri özellikle 12,15,18,21,25 yaş gibi yasalarda ceza sorumluluğu ve hukuki açıdan önem taşıyan yaşlar civarında yoğunlaşmaktadır (82,133). Türkiye’de Adli Tıp Uzmanları arasında yapılan bir araştırmaya göre katılanların %45,7’sinin Gök Atlasını kullanmaktadır. Aynı çalışma %21,7 oranında Greulich-Pyle Metodu kullanıldığını, %17,4 oranında ise Tanner-Whitehouse Metodu kullanıldığını göstermiştir (13).

Çalışmamızın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde olgularımızın kronolojik yaşlarının G-P Atlası ve Gök Atlası yöntemleri ile belirlenen iskelet yaşlarından az olduğu ve dolayısıyla kemik olgunlaşmasının da G-P Atlası ve Gök Atlas standartlarına göre erken olduğu görülmüştür. Gerek bizim çalışmamız gerekse Türkiye’de günümüze kadar yapılan çalışmalarda Gök Atlası yöntemi ile tespit edilen yaşların kimlik yaşına göre G-P Atlasına nazaran yaş belirlenmesinde daha fazla sapma gösterdiği anlaşılmaktadır.

Ülkemizde Greulich Pyle ve Tanner Whitehouse yöntemlerinin uygunluğuna ilişkin az sayıda literatür bulunmakla birlikte, bu yöntemlerin Gök Atlasına göre daha doğru sonuçlar verdiği ancak yine de kronolojik yaş ile tespit edilen yaşlar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Yeni yöntemlerin Türk toplumuna uygulanabilirliği konusunda yapılacak çalışmaların daha isabetli yaş tayini konusunda katkısı olabileceği düşünülse de başka toplumlar için hazırlanmış yöntemleri uygulamak yerine ülkemiz için kendi coğrafyamızdan seçilen yeterli sayıdaki örneklerle özgün bir yöntem oluşturulmasına ihtiyaç olduğu açıktır (13).

Gerek 1974 gerekse 2013 yılına ait tüm vakalar iki kez değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları uyumlu olmadığında, bu vakalar yeniden değerlendirilmeye alınıp gözden geçirilerek kaydedilmiştir. Bu çaba daha iyi sonuçlar için gereklidir.

Değerlendirmelerdeki güçlü uyum yeterliliğin yansımasıdır ve kemik yaşı tahminlerinin klinik deneyimle geliştiğini göstergesidir.

Her iki cinsiyette, farklı yaşlarda ve tüm vakalarda her iki atlasla yapılan yaş kestirimleri ile kronolojik yaş arasında büyük farklar bulunmuştur. Bu fark özellikle ceza davaları başta olmak üzere birçok mağduriyete sebep olabilir. Bu durum önemli bir insan hakları problemi olarak karşımızda durmaktadır. Özellikle Gök Atlası yaş kestirimlerindeki farkların daha fazla olması bu atlasın, ceza davaları başta olmak üzere adli tıpta yaş tahminleri için kullanılmasının sakıncalı olduğunu göstermektedir.

Bu veriler değerlendirildiğinde, ceza sorumluluğu ve hukuki açıdan özellik içerdiğinden 11-18 yaşları arasındaki kız ve erkek çocuklarda Gök Atlası yerine Greulich-Pyle Atlasının kullanılmasının daha doğru olacağı kanaatindeyiz.

Ülkemizde yaş tespiti için uygun bir atlasın belirlenmesi amacıyla çalışmaların bir an önce başlaması gereklidir. Geçici olarak yapılabilecek olan, uluslararası kabul görmüş atlasların çocuklarımız için uygunluğunun saptanması ve bu atlasların ülkemiz için uyarlanması yönünde olabilir.

Adli amaçlı yaş tahmininde çekilen radyografilerin mevcut atlaslara göre değerlendirilmesinin yanısıra, yapılacak fizik muayene, fizyonomik görünüm ve varsa dava dosyasında ki kişinin yaşını belirlemeye yardımcı olabilecek belgeler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Birçok yeni çalışma batılı popülasyonlar ve diğer popülasyonlarda iskelet matüritesinde orantılı bir ivme göstermiştir. Bu ivmenin nedeni ekonomik koşullardan ziyade yeni sosyokültürel faktörler olabilir (17,130). Gök Atlası ilk kez 1969 ve son olarak 1985 yılında yayınlanmıştır. Gök ve arkadaşları (1985), atlasın önsözünde atlasın Türk çocuklarında kullanılabileceğini bildirmektedirler (5). Ancak ekonomik ve sosyokültürel faktörler nedeniyle atlasın yayınlandığı yıldan beri Türk popülasyonunda büyük değişiklikler olmuştur. Atlas ve kronolojik yaşta farklılığın yüksek oluşu bu sebeplerden kaynaklanmış olabilir.

Araştırmacılar arasındaki değişkenlikleri asgari seviyeye indirebilmek için tüm vakalar her bir araştırmacı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bazı vakalarda araştırmacılar arasında farklı kestirimler olmuş, bu vakalar yeniden birlikte

değerlendirilmiştir ve bu sonuçlar kesin sonuç olarak kaydedilmiştir. Bu çaba daha iyi sonuçlar için gereklidir. Kestirimlerdeki güçlü uyum yeterliliğin göstergesidir ve kemik yaşı tahminlerinin klinik deneyimi iyileştireceğine işaret eden önceki çalışmalarca desteklenmektedir.

Her yaş grubu için Greulich–Pyle standartlarına göre ortalama sapmanın hesaplanması gerektiği görülmektedir. Ardından her standart için verilen yaş aralıkları bu değere göre ayarlanabilir ve bu sayede iskelet yaşı tahmin standartlarının ülkemiz popülasyonuna daha fazla uygulanabilir olması ve gelişim yaşının saptanmasında daha doğru sonuçlar vermesi sağlanabilir.

Diğer birçok çalışmada da aynı yaş gruplarında kronolojik yaş ile ölçülen kemik yaşı arasında bir yıldan daha fazla farklılık vardır (80). İskelet matürasyonunu kesinlik, güvenilirlik ve tutarlılıkla saptama yeteneğimizi artırmak için Greulich-Pyle Atlasında bazı modifikasyonlar yapılmasının gerekli olduğuna inanıyoruz.

ÖZET

Adli tıpta ve pediatri de sıklıkla, diş hekimlerince ortodontik tedavi için başvurulmuş bir yöntem olan kemik yaşı tayini bu alanlardaki önemine bağlı olarak sürekli gündemde kalmıştır. Bu konudaki ilk araştırmaların amacı kemik olgunlaşması sürecinin özelliklerini ortaya koymaktır. Bu çalışmalar halen kullanılmaya devam eden atlasların hazırlanmasını neden olmuştur. Ancak atlasların kullanımları sırasında görülen uyumsuzluklar, daha sonraki çalışmaları kemikleşme sürecinin farklı topluluklarda değişen özelliklerini ortaya çıkarmaya kaydırmıştır. Bu sürecin çevre, ırk gibi özelliklerden etkilenebildiği ortaya çıkınca değişik zamanlarda ve değişik toplumlarda araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar yurt dışında ivedilikle yapıla gelirken ülkemizde bu konuda yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Çalışmamızda, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Polikliniğine 1974 (12-15 yaş arası 234 erkek, 251 kız) ve 2013 (10-16 yaş arası 203 erkek, 224 kız) yıllarında tedavi amaçlı başvuran toplam 912 bireyin el bileği grafileri iki ayrı araştırmacı tarafından incelenerek, ülkemizde kullanılmakta olan iki önemli kemik yaşı atlasının standartlarının, vakalarımızın kronolojik yaşlarıyla benzerliği ve uyumluluğu incelenmiştir. Amacımız ülkemizin bu konudaki bilgi birikimine katkıda bulunmaktır.

Bizim çalışmamızda 1974 yılı grafilerinde G-P atlasına göre 12-15 yaş arası hemen hemen tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı 14 (0,18 ay geride) yaş hariç ileridedir (0,11–4,8 ay, en çok fark 13 yaşta) ve farklılıklar 14 ile 15 yaşlarda anlamlıdır (Tablo 3). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı tüm yaşlarda gecikme göstermiştir (7,68–15,00 ay, en çok fark 14 yaşta) ve bu gecikme anlamlı bulunmuştur (Tablo 4). 2013 yılı grafilerinde ise G-P atlasına göre 10-16 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (3,65–18,93 ay, en çok fark 14 yaşta) ve farklılıklar 11 yaş hariç 10,12,13,14,15 ve 16 yaşlarda anlamlıdır (Tablo 6). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı 11,12,14 ve 16 yaşlarda gecikme göstermiş (1,43–8,67 ay, en çok fark 16 yaşta) 10,13 ve 15 yaşlarda ise ileride (0,63–5,18 ay, en çok fark 10 yaşta) bulunmuştur. Ancak yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$), (Tablo 7).

Çalışmamızda 1974 yılı grafilinde Gök Atlasına göre 12-15 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (17,02–22,63 ay) ve tüm yaşlarda anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 14 ve 15. yaşındakilerde hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur (Tablo 15). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı 14 yaş hariç ileride (1,16–5,54 ay) 14 yaş da ise geride (1,53 ay) bulunmuştur. Ancak yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır ($p>0.05$). Korelasyon katsayıları incelendiğinde 12 yaş hariç düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 12 yaşındakilerde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. 14 yaşındakilerde hesaplanan ilişki anlamlı bulunmuştur (Tablo 15).

2013 yılı grafilinde ise Gök Atlasına göre 10-16 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileridedir (23,65–40,43 ay) ve tüm yaşlarda anlamlıdır. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde 10,12,13,14 ve 15 yaş gruplarında düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 11 ve 16 yaşındakilerde bulgular sıfıra yakın bir ilişkinin varlığı, bir başka deyişle ilişkinin olmadığı yönündedir (Tablo 16). Erkek çocuklarda ortalama iskelet yaşı tüm yaşlarda ileride bulunmuştur (8,74–18,93 ay). Yaş ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Korelasyon katsayıları incelendiğinde 11 yaş hariç düşük düzeyde pozitif yönlü ilişkiler gözlenmiştir. 11 yaşındakilerde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur (Tablo 17).

Vakalarımız genelde her iki atlastaki standartlara göre daha erken olgunlaşmaktadır; kronolojik yaşlarına G-P Atlası kestirimlerinin uyumluluğu Gök Atlası kestirimlerinden daha iyidir.

Çalışmamızdaki her iki araştırmacının G-P Atlası yaş kestirimleri arasında yüksek derecede uyumluluk bulunmuştur.

Hesaplanan korelasyon katsayılarının pozitif yönlü, anlamlı olup ilişki miktarı bakımından oldukça yüksek bulunmuştur. İki araştırmacı arasında 1974 (kızlarda 0,951-1,000 erkeklerde, 0,882-0,997) ve 2013 (kızlarda 0,952-1,000 erkeklerde 0,936-0,992) yıllarına ait her iki grupta da bilgisayarlı korelasyon katsayıları 0.882-1.000 arasındadır. Bir başka deyişle, Greulich-Pyle metoduna göre diş hekiminin yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri ile araştırmacının yapmış olduğu kemik yaşı kestirimleri arasında yüksek önemli bir ilişki söz konusudur ($p<0.01$).

Toplumumuza ait iskelet gelişimi, elimizde hâlihazırda bulunan atlaslardakilerle karşılaştırıp kestirimde bulunmak kısmen zahmetsiz ve geçerli bir yöntem olsa da toplumumuza ait atlas veya atlasların en kısa sürede hayata geçirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yaş tahmini; Kemik yaşı; İskelet matürasyonu; Türk çocukları; G–P Metodu; Türk çocukları; Şemsi Gök Metodu

ABSTRACT

Skeletal age estimation, used by dentists for orthodontic purpose, has also remained a central interest of forensic medicine and pediatrics. The main purpose of the early investigations was to evaluate the bone maturation process. The outputs of these studies have prompted the preparation of currently used atlases. However, due to the discrepancies observed during the implementation of these atlases, later studies have focused on variations in bone maturation process between populations. As it was recognized that this process was affected by a number of factors, such as genetic, racial and environmental factors, studies from different populations or different time periods have been conducted. Although these studies were done in developed countries in different study populations, sufficient reliable data are not available in our country.

In our study, plain radiographs of the wrist, obtained from total of 912 patients who applied to Ankara University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics in 1974 (234 boys and 251 girls between 12 and 15 years of age) and in 2013 (203 boys and 224 girls between 10 and 16 years of age), were analyzed by two radiologists to determine the compatibility and similarity of the standards of bone age atlases used in our country with the chronological ages of our subjects. Our aim is to contribute to the fund of knowledge in this field in our country.

In our study, mean skeletal age was advanced (0.11 – 4.8 months, maximum difference at age of 13) in girls aged 12 to 15 years except for 14 years (0.18 months delay) according to atlas of G–P in radiographs of the year 1974, and differences were significant at 14, 15 ages (Table 3). Mean skeletal age was delayed (7.68–15 months, maximum difference at age of 14) almost for all ages and differences were significant for boys (Table 4). According to G-P atlas, mean skeletal ages in radiographs obtained in 2013 were advanced in all girls aged 10 to 16 years (3.65 – 18.9 months, maximum difference at age of 14) and differences were significant at 10, 12, 13, 14, 15 and 16 ages except 11 (Table 6). Mean skeletal ages were delayed in boys at 11, 12, 14 and 16 ages (1.43–8.67 months, maximum difference at age of 16) and advanced in boys at 10, 13 and 15 ages (0.63–5.18 months, maximum

difference at age of 10). However, the difference between mean ages was not significant ($p>0.05$). (Table 7).

In our study, mean skeletal ages in radiographies in the year 1974 were advanced in girls at all ages according to Gök Atlas (17.02–22.63 months) and significant at all ages. However, a low and positive correlation coefficient existed. A significant correlation was observed in children at ages 14 and 15 (Table 15). Mean skeletal ages were advanced for all age groups in boys (1.16–5.54 months) except for 14 years where it was delayed (1.53 months). But, the difference between mean ages was not found to be significant ($p>0.05$). Analysis of correlation coefficients indicates positive but low correlation except for 12 years. It was found a negative correlation at 12 years of age. However, the calculated correlation was found to be significant at 14 years (Table 15).

In the radiographies obtained in 2013, mean skeletal ages were advanced in girls aged 10 to 16 years according to Gök Atlas (23.65–40.43 months), and it was significant for all age groups. Analysis of correlation coefficients indicates low positive correlation for 10,12,13,14 and 15 years of age. The findings in relation to children aged 11 and 16 years are near to zero, so there will be no linear relation (Table 16). Mean skeletal ages were advanced in boys at all ages (8.74–18.93 months). Also, the difference between mean ages was found to be significant ($p<0.05$). Analysis of correlation coefficients reveals low positive correlation except for 11 years, and a negative correlation at 11 years of age (Table 17).

Our cases mature much earlier compared to the standards published in both atlases, and the predictions of G-P Atlas is better than that of Gök Atlas for chronological ages.

In our study, there is a high degree of compatibility between two researchers about the age estimation according to GP atlas.

The calculated correlation coefficient was positive and significant, and the general level of correlation was very high. The computed correlation coefficients range between 0.882-1.000 in both groups of radiographies obtained in 1974 (0.951-1.000 for girls and 0.882-0.997 for boys) and in 2013 (0.952-1.000 for girls and 0.936-0.992 for boys). In other words, there is a significant relationship between age

estimates made by the dentists according to Greulich-Pyle method and those made by researchers ($p<0.01$).

Although skeletal age estimation using the available atlases is a simple and valid method, formulation of skeletal age estimation standards specific to Turkish population is necessary.

Keywords: Age estimation; Bone age; Skeletal maturation; Turkish children; G–P method; Turkish children; Şemsi Gök method

7. KAYNAKLAR

- 1- Garamendi PM, Landa MI, Ballesteros J, Solano MA. Reliability of the Methods Applied to Assess Age Minority in Living Subjects Around 18 years old: A Survey on A Moroccan Origin Population. *Forensic Sci Int.* 2005;154(1):3–12.
- 2- Schmidt S, Koch B, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A. Comparative Analysis of the Applicability of the Skeletal Age Determination Methods of Greulich–Pyle and Thiemann–Nitz for Forensic Age Estimation in Living Subjects. *Int J Legal Med.* 2007;121(4):193–296.
- 3- Schmidt S, Baumann U, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A. Study of Age Dependence of Epiphyseal Ossification of the Hand Skeleton. *Int J Legal Med.* 2008;122(1):51–54.
- 4- Lynnerup N, Belard E, Buch-Olsen K, Sejrsen B, Damgaard-Pedersen K. Intra and Interobserver Error of the Greulich–Pyle Method as Used on A Danish Forensic Sample. *Forensic Sci Int.* 2008;179(2):242–247.
- 5- Gök Ş, Erölcer N, Özen C. *Adli Tıpta Yaş Tayini.* İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları, 2. baskı, Sayı:2,1985.
- 6- Cantürk G. Çocuk Suçluluğunda Adli Psikiyatrik Değerlendirme. *STED.* 2004;14 (2):31-34.
- 7- Cantürk G. *Adli Psikiyatri.* İçinde: Karakuş O, ed. *Adli Bilimler.* Ankara: Adalet Yayınevi, 2011: 153-183.
- 8- Afşin H. *Adli Diş Hekimliği.* İstanbul: Toprak Ofset, 2004.
- 9- Yanık A. *Yetişkin Dişlerinden Yaş Tahmini (Uzmanlık Tezi).* Adli Tıp Kurumu Başkanlığı. İstanbul. 1999.

- 10- Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Forensic Age Estimation. İn: Tsokos M, ed. Forensic Pathology Reviews, Volume 5. Totowa: Humana Press, 2008: 270-271.
- 11- Ersoy U.O. Kemik Yaşının Değerlendirilmesi: 0–18 Yaş Arası Popülasyonda Kesitsel Çalışma (Cross-Sectional Study of the Evaluation of Bone Age in the 0–18 Year-Old Population) (Uzmanlık Tezi). Adli Tıp Kurumu Başkanlığı. İstanbul. 2003.
- 12- Baransel A. Adli Hekimlikte Yaş Tayini. Klinik Gelişim. 2009; 22(18): 114-121.
- 13- Akkoyun M. Adli Tıp Açısından Yaş Tayini İstenen Olguların Değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi). Akdeniz Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı. Antalya. 2013.
- 14- Çöloğlu AS, İşcan MY. Adli Osteoloji. İ.Ü. Adli Tıp Ens. Yayınlarından, Rektörlük No: 4150. İstanbul: 1998.
- 15- İşcan MY. The Emergence of Dental Anthropology. Am J Phys Anthropol. 1989; 78 (1): 1.
- 16- Farah CS, Booth DR, Knott SC. Dental Maturity of Children in Perth, Western Australia, and Its Application in Forensic Age Estimation. J Clin Forensic Med. 1999; 6: 14–18.
- 17- Greulich WW, Pyle SI. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. Stanford, CA. Stanford University Press, 1959.
- 18- Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Age (TW3 Method), 3rd ed. London: W.B. Saunders, 2001.
- 19- Tanner JM, Oshman D, Bahhage F, Healy M. Tanner-Whitehouse Bone Age Reference Values for North American Children. J Pediatr. 1997; 131: 34-40.

- 20- Loder RT, Estle DT, Morrison K, Eggleston D, Fish DN, Greenfield ML, Guire KE. Applicability of the Greulich and Pyle Skeletal Age Standarts to Black and White Children of Today. *Am JDis Child*. 1993; 147(12): 1329-1333.
- 21- Schmid F, Moll H. Atlas der Normalen und Pathologischen Handskelettentwicklung. Berlin, Heidelberg: Springer, 1960.
- 22- Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 method). London, UK: Academic Press, 1975.
- 23- Bolanos MV, Manrique MC, Bolanos MJ, Briones MT. Approaches to Chronological Age Assessment Based on Dental Calcification. *Forensic Sci Int*. 2000; 110 (2): 97–106.
- 24- Braga J, Heuze Y, Chabadel O, Sonan NK, Gueramy A. Non-Adult Dental Age Assessment: Correspondence Analysis and Lineer Regression Versus Bayesian Predictions. *Int J Leg Med*. 2005; 119: 260- 274.
- 25- Kollveit KM, Solheim T, Kvaal SI. Methods of Measuring Morphological Parameters in Dental Radiographs: Comparison Between Image and Manual Measurements. *Forensic Sci Int*. 1998; 94: 87–95.
- 26- Soomer H, Ranta H, Lincoln MJ, Penttilä A, Leibur E. Reliability and Validity of Eight Dental Age Estimation Methods for Adults. *J Forensic Sci*. 2003; 48: 149–152.
- 27- Dedouit F, Bindel S, Gainza D, Blanc A, Joffre F, Rouge D, Telmon N. Application of the Iscan Method to Two-and Three-Dimensional Imaging of the Sternal End of the Right Fourth Rib. *J Forensic Sci*. 2008; 53(2): 288–295.
- 28- Müller N. Zur Altersbestimmung Beim Menschen Unter Besonderer Berücksichtigung der Weisheitszähne (Medical Thesis). Erlangen-Nürnberg, Germany. 1990.

- 29- Schmeling A., Reisinger W., Geserick G. and Olze A.; Forensic Age Estimation of Live Adolescents and Young Adults, In: Tsokos M, ed. Forensic Pathology Reviews, Volume 5. Totowa: Humana Press, 2008: 270-284.
- 30- Loitz C. Untersuchungen zur Entwicklung der Weisheitszähne als ein Kriterium der Altersbestimmung (Medical Thesis). Hamburg, Germany. 1992.
- 31- Nortje CJ. The Permanent Mandibular Third Molar: Its Value in Age Determination. J Forensic Odontostomatol. 1983; 1: 27–31.
- 32- Lewis P. Tıp Tarihi. Türkçe Çeviri: Güdücü N. İstanbul: Khalkedon, 1998.
- 33- Tanner JM. Growth at Adolescence. 2nd ed, 5th printing. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962.
- 34- Fendel H. Die Methodik der Radiologischen Skelettalterbestimmung. Radiologe. 1976; 16: 370–380.
- 35- Behrendsen E. Studien Über die Ossifikation der Menschlichen Hand Vermittels des Roentgenschen Verfahrens. Dt Med Wochenschr. 1897; 23: 433–435.
- 36- Rotch TM. A study of the Development of the Bones in Childhood by the Roentgen Method With the View of Establishing a Developmental Index for the Grading of and the Protection of Early Life. Trans Am Assoc Phys. 1909; 124: 603–630.
- 37- Edeiken J, Hodes PJ. Roentgen Diagnosis of Diseases of Bone. Baltimore: Williams & Wilkins, 1967.
- 38- Tuzlacı M, Alver M. Kemik ve Eklem Hastalıkları Radyolojisi. İ.Ü. Yayınları, Rektörlük No: 3431. İstanbul: 1985.
- 39- Boden SD, Kaplan FS. Calcium Homeostasis. Orthop Clin North Ame. 1990; 21(1): 31-42.

- 40- Dreizen S, Snodgrasse RM, Webb-Peploe FI, Parker GS, Spies TD. Bilateral Symmetry of Skeletal Maturation in the Human Hand and Wrist. *Am J Dis Child.* 1957; 93: 122-127.
- 41- Ebri Tome B. Nouvelle Methode d’Evaluation de l’Ossification du Carpe. A Partir d’Une Etude de 5225 Enfants Espagnols. *Pediatric.* 1993; 48: 813-817.
- 42- Uytterschaut HT, Wilmink FW. On the Assumption of Equality of Variance-Covariance Matrices in the Seks and Racial Diagnosis of Human Skulls. *Am.J.Phys. Anthropol.* 1983; 347: 257-260.
- 43- Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, 6. Edition. Philadelphia: 1998.
- 44- Palanstanga N, Field D, Soames R. *Anatomy&Human Movement’s– Structure&functions*, 3. Edition. Butterworth Heinemann, Oksford: 2000.
- 45- Willams PL, Wearwick R, Dyson M, Bannister LH. *Gray’s Anatomy*, 37. Edition. London, Churchill Livingstone, 1989.
- 46- Sadler TW. *Langman’s Medikal Embriyoloji*. İngilizce 7. baskıdan Türkçe çeviri. Çeviri editörü: Başaklar AC. Ankara. Palme Yayıncılık, 1995.
- 47- Jungueria JC, Corneiro J, Kelley RO. *Basic Histology*, 7. Edition. USA: Prentice–Hall International Inc, 1992.
- 48- Dere F. *Anatomi Atlası ve Ders Kitabı* (cilt 1). Adana: Adana Nobel Tıp Kitabevi, 1999.
- 49- Arıncı K, Elhan A. *Anatomi, I. Cilt*. Ankara: Güneş Kitabevi, 1995.
- 50- Krogman WM, İşcan MY. *The Human Skeleton İn Forensic Medicine*, 2. Edition. USA: Charles C. Thomas Publisher, 1986.
- 51- Ganong FW. *Rewiew of Medikal Physiology*, 15. Edition. Beirut: Tyropress, 1991.

- 52- Toprak M, Akkın SM eds. Anatomi Ders Kitabı. İstanbul: I.Ü. Yayın No: 4014, CTF Yayın No: 204, 1998.
- 53- Yıldırım M. İnsan Anatomisi, 3. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 1997.
- 54- Banerjee KK, Agarwell BBL. Estimation of Age From Epiphysael Union at the Wrist and Ankle Joints in the Capital City of India. Forensic Sci Int. 1998; 1(2): 31-39.
- 55- Davidson LE, Rodd HD. Interrelationship Between Dental Age and Chronological Age in Somali Children. Community Dental Health. 2001; 18: 27-30.
- 56- İşcan MY. Rice of Forensic Anthropology. Yearbook of Physical Anthropology. 1998; 31: 203-230.
- 57- Çöloğlu AS. Adli Olaylarda Kimlik Belirlemesi. İçinde: Soysal Z, Çakalır C eds. Adli Tıp Cilt I. s. İstanbul: İÜ. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, 1999; 73-92.
- 58- İşcan MY, Altunçul H. İskelet Kalıntılarında Kimlik Tayini. İstanbul Baro Dergisi. 2002; 66 (3): 734-749.
- 59- Yavuz F, Çöloğlu S, Kolusayın Ö. Kosta Sternal Uç Kemik Morfolojisinden Faz Yöntemi ile Yaş Tayini: Türkiye Erkek Populasyonu Üzerine Bir Çalışma. I. Adli Bilimler Kongresi, Kongre Kitabı. Adana. 1994; 361-364.
- 60- Bilge Y. Adli Tıp, 3. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitapevi, 2013.
- 61- Büken B, Demir F, Büken E. 2001-2003 Yılları Arasında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı' na Gönderilen Yaş Tayini Olgularının Analizi ve Adli Tıp Pratiğinde Karşılaşılan Güçlükler. Düzce Tıp Fakültesi Dergisi. 2003; 5(2): 18-23.

- 62- Koç A, Karaoğlanoğlu M, Erdoğan M. Assessment of Bone Ages: Is the Greulich-Pyle Method Sufficient for Turkish Boys? *Pediatr Int.* 2001; 43(6): 662-665.
- 63- Bass WM. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual.* Missouri: Missouri Archaeological Society, 1995.
- 64- White TD, Folkens PA. *Human osteology.* California: Academic Press Inc., 1991.
- 65- Albert AM. The Use of Vertebral Ring Epiphyseal Union for Age Estimation in Two Cases of Unknown Identity. *Forensic Sci. Int.* 1998; 97: 11-20.
- 66- Patricia A, Webb O, Suchey JM. Epiphyseal Union of the Anterior Iliac Crest and Medial Clavicle in a Modern Multiracial Sample of American Males and Females. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1985; 68: 457-466.
- 67- Afşin H. *Dentin Transparanlığında Görüntülü Analiz Yöntemi İle Yaş Tayini (Doktora tezi).* Adli Tıp Enstitüsü. İstanbul. 1999.
- 68- Kama JD, Aslan Seher GD, Darı O, Özer T. Erkek Bireylerde Servikal Vertebral Kemik Yaşının Kronolojik ve İskelet Yaş İle Karşılaştırılması. *Dicle Tıp Dergisi.* 2006; 33(1): 36-41.
- 69- Gök E. *Ailevi Akdeniz Ateşi Tanısı İle İzlenen Prepubertal Çocuklarda Kemik Mineral İçeriğinin Değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi).* İstanbul. S.B. Göztepe E.A.H.2006.
- 70- Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Kingnorth-Patterson D. Interrelationships Among Measures of Somatic, Skeletal, Dental, and Sexual Maturity. *American Journal of Orthodontics.* 1985; 88: 433-438.
- 71- Ciapparelli L. The chronology of dental development and age assessment. In DH Clark (ed.): *Practical Forensic Odontology.* Oxford: Wright, 1992;pp. 22-42

- 72- Kataja M. Dental Maturity Standards in Southern Finland. Proceedings of the Finnish Dental Society. 1989; 85: 187-197.
- 73- Korkut M. Canlılarda Yaş Tayininde Karşılaşılan Güçlükler ve Adli Tıp'taki Önemi (Uzmanlık Tezi). İstanbul. Adli Tıp Kurumu Başkanlığı. 1996.
- 74- Lambrecht JT, Brix F, Gremmel H. Craniometric Individuality of Human Skulls. In: Iscan MY, Helmer RP eds. Forensic Analysis of the Skull. New York: NY: Wiley-Liss, 1993.
- 75- Blenkin MRB. Forensic Dentistry and its Application in Age Estimation from the Teeth Using Modified Demirjian System (Yüksek Lisans Tezi). Avusturalya. Sidney Üniversitesi. 2005.
- 76- Liversidge HM, Molleson TI. Developing Permanent Tooth Length as an Estimate of Age. Journal of Forensic Sciences. 1999; 44: 917-920.
- 77- Alkan S. Büyüme ve Gelişim ile İlişkili Olarak Ortodontik Tedavide Zamanlama (Bitirme Tezi). İzmir. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı. 2003.
- 78- Taylor EJ Ed. Dorland's Illustrated Medical Dictionary, 27. Edition. Philadelphia: W.B. Saunders, 1988.
- 79- Wilson AJ, Mann FA, Gilula LA. Imaging the Hand and Wrist. Journal of Hand Surgery(British Volume). 1990; 15(2): 153-167.
- 80- Chiang KH, Chou ASB, Yen PS, Ling CM, Lin CC, Lee CC, Chang PY. The Reliability of Using Greulich-Pyle Method to Determine Children's Bone Age in Taiwan. Tzu Chi Med J. 2005; 17(6): 417-420.
- 81- Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins MJ, Waite ER, Schütz HW, Kaatsch J, Borrman HIM. Age estimation: the State of the Art in Relation to the Spesific Demands of Forensic Practise. Int. J. Legal Med. 2000; 113: 129- 136.

- 82- Bilgin N, Çekin N, Gülmen MK, Alper B. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı'na Başvuran Yaş Tayini Olgularının Retrospektif Değerlendirilmesi (Retrospective Evaluation of Age Determination Cases at Çukurova University Forensic Medicine Department). Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2003; 2: 140–144.
- 83- Koç A, Karaoğluoğlu M, Erdoğan M, Kösecik M, Cesur Y. Assessment of Bone Ages: Is the Greulich–Pyle Method Sufficient for Turkish boys? *Pediat. Int.* 2001; 43: 662–665.
- 84- Korkut M, Tüzün B, Korkut S, Çakmak Y. Ülkemizde Adli Tıp Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlükler ve Çözüm Önerileri (Difficulties Faced in Forensic Medicine Procedures in Our Country and Recommended Solutions). *Klinik Adli Tıp.* 2001; 1(1): 9–21.
- 85- Banerjee KK, Agarwal BBL. Estimation of Age From Epiphyseal Union at the Wrist and Ankle Joints in the Capital City of India. *Foren. Sci. Int.* 1998; 1–2(30): 31–39.
- 86- Büken B, Şafak AA, Yazıcı B, Büken E, Mayda AS. Is the Assessment of Bone Age by the Greulich–Pyle Method Reliable at Forensic Age Estimation for Turkish Children? *Forensic Science International.* 2007; 173: 146–153.
- 87- Scheming A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of Ethnicity on Skeletal Maturation: Consequences for Forensic Age Estimations. *Int. J. Legal Med.* 2000; 113: 253–258.
- 88- Cole AJL, Webb L, Cole TJ. Bone Age Estimation: A Comparison of Methods. *Br. J. Radio.* 1988; 61: 683– 686.
- 89- Milner GR, Levick RK, Kay R. Assessment of Bone Age: A Comparison of the Greulich and Pyle, and the Tanner and Whitehouse Methods. *Clin. Radiol.* 1986; 7: 119–121.

- 90- Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age Estimation of Unaccompanied Minors Part I. General Considerations. *Forensic Sci Int.* 2006; 159: 61-64.
- 91- Marshall WA, Ashcroft MT, Bryan G. Skeletal Maturation of the Hand and Wrist in Jamaican Children. *Hum Biol.* 1970; 42:419-435.
- 92- Dembetembe KA, Morris AG. Is Greulich–Pyle Age Esimaion Applicable for Determining Maturaion in Male Africans? *S Afr J Sci.* 2012;108(9/10): 1036.
- 93- Vignolo M, Milani S, Cerebello G, Coroli P, Di Battista E, Alcardi G. FELS, Greulich–Pyle, and Tanner–Whitehouse Bone Age Assessments in a Group of Italian Children and Adolescents. *Am J Hum Biol.* 1992; 4(4):493–500.
- 94- Van Rijn RR, Lequin MH, Thodberg HH. Automatic Determination of Greulich and Pyle Bone Age in Healthy Dutch Children. *Pediatr Radiol.* 2009; 39(6): 591–597.
- 95- Groell R, Lindbichler F, Riepl T, Gherra L, Roposch A, Fotter R. The Reliability of Bone Age Determination in Central European Children Using the Greulich and Pyle Method. *Br J Radiol.* 1999; 72: 461- 464.
- 96- Lewis CP, Lavy SBD, Harrison WJ. Delay in Skeletal Maturity in Malawian Children. *J Bone Joint Surg Br.* 2002; 84B: 732–734.
- 97- Phillips VM, Thompson IOC. A Correlation Between Dental Age and Bone Age. In: Willems G, ed. *Forensic Odontology. Proceedings of the European IOFOS Millennium Meeting Leuven (Belgium).* Leuven: Leuven University Press, 2000; p. 55–58.
- 98- Roff B. Greulich and Pyle (1959) Skeletal Age Estimation Using Hand-Wrist Radiographs –Does the Method Apply to South African Children? A Pilot Study (Unpublished Honours Dissertation). University of Cape Town. Cape Town. 2008.

- 99- Zhang A, Sayre JW, Vachon L, Liu BJ, Huang HK. Racial Differences in Growth Patterns of Children Assessed on the Basis of Bone Age. *Radiology*. 2009; 250: 228–235.
- 100- Schmeling A, Schultz R, Danner B, Rösing FW. The Impact of Economic Progress and Modernization in Medicine on the Ossification of Hand and Wrist. *Int J Legal Med*. 2006; 120(2): 121-126.
- 101- Ontell FK, Ivanovic M, Ablin DS, Barlow TW. Bone Age in Children of Diverse Ethnicity. *Am J Roentgenol*. 1996; 167: 1395–1398.
- 102- Mora S, Boechat MI, Pietka E, Huang HK, Gilsanz V. Skeletal Age Determinations in Children of European and African Descent: Applicability of the Greulich and Pyle Standards. *Pediatr Res*. 2001; 50(5): 624–628.
- 103- Cameron N, Kgamphe JS, Leschner KF, Farrant PJ. Urban–Rural Differences in the Growth of South African Black Children. *Ann Hum Biol*. 1992; 19(1): 23–33.
- 104- Henneberg M, Louw GJ. Average Menarcheal Age of Higher Socioeconomic Status Urban Cape Coloured Girls Assessed by Means of Status Quo and Recall Methods. *Am J Phys Anthropol*. 1995; 96(1): 1–5.
- 105- Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Gesrick G. Effects of Ethnicity on Skeletal Maturation: Consequences for Forensic Age Estimations. *Int J Legal Med*. 2000; 113(5): 253-258.
- 106- Uzel M. Kemik Yaşı Belirlenmesi, Sosyoekonomik Faktörler ve Beslenme İlişkilerinin İncelenmesi (Examination of the Determination of Bone Age, Socioeconomic Factors and Nutritional Factors) (Uzmanlık tezi). İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı. İstanbul. 2002.
- 107- Uzel M. Türk Populasyonunda Puberte Dönemi Kemik Gelişimi ve Yaş Tayini Üzerine Anatomik ve Radyolojik Araştırma (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 2002.

- 108- Çelenk P. 4-12 Yaş Grubu Çocuklarda Diş Yaşı, Kemik Yaşı ve Kronolojik Yaşın Karşılaştırılmasına İlişkin Bölgesel Bir Çalışma (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı. Erzurum. 1985.
- 109- Özer S. Diyarbakır Yöresi Çocuklarında Kemik Yaşı, Diş Yaşı, Kronolojik Yaş, Boy ve Çene-Yüz Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi (Doktora Tezi). Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti Anabilim Dalı. Diyarbakır. 1996.
- 110- Öztürk C. Erzurum'da -2000 Metre Rakımda- Yaşayan Kız ve Erkek Çocukların El ve El Bileğinin İskeletal Maturasyonu (Uzmanlık Tezi). Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı. Erzurum. 2002.
- 111- Neyzi O, Ertuğrul C, Koç L. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları: İstanbul Tıp Fakültesi Vakfı. İstanbul: Bayda Yayınları, 1984.
- 112- Bloom W. A Textbook of Histology. Philadelphia: W.B. Saunders company, 1968.
- 113- Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. Anatomy. Philadelphia: W.B. Saunders company, 1969.
- 114- Jim E, Castellanos J. Skeletal Maturation of Wrist and Hand Ossification Centers in Normal Spanish Boys and Girls A Study Using the Greulich-Pyles Method. Acta Anat (Basel). 1996; 155(3): 206-211.
- 115- Magnusson TE. Skeletal Maturation of the Hand in Iceland. Acta Odontol. 1979; 37: 21-28.
- 116- Wischnitzer S. Outline of Human Anatomy. Newyork: Mc. Graw Hill book company, 1963.
- 117- Greulich WW, Pyles İ. Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. Stanford California: Stanford University press Stanford

California Copyright by the Board of Trustees of the Leland Stanford Junia University, 1959.

- 118- Takai S. Velocities for the Tanner-Whitehouse II Skeletal Maturity in Northwest Japanese Children. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1993; 70(2-3): 119-126.
- 119- Murata M. Characteristics of Pubertal Growth in Japanese Children From the Standpoint of Skeletal Growth. *Acta Paediatr.* 1992; 34 (2): 236-240.
- 120- Liu B, Wang D, Wang Z. Comparison of Skeletal Development Between Rural and Urban School Age Children. *Zhongguo Yi Xue KejXue YuanyXue Bao.* 1994; 16(3): 165-169.
- 121- Fishman LS. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation A Clinically Oriented Method Based Hand-Wrist Films. *Angle Orthod.* 1982; 52(2): 88-112.
- 122- Lejarraga H. Skeletal Maturity of the Hand and Wrist of Healthy Argentinian Children Aged 4-12 Years, Assessed by TWII Method. *Ann Hum Biol.* 1997; 24(3): 257-261.
- 123- Takai S, Akiyoshi T. Skeletal Maturity of Japanese Children in Western Kyushu. *Am J Phys Anthropol.* 1983; 62(2): 199-204.
- 124- Rikhasor RM, Qureshi AM, Rathi SL, Channa NA. Skeletal Maturity in Pakistani Children. *J. Anat.* 1999; 195: 305–308.
- 125- Greulich WW. A Comparison of the Physical Growth and Development of American Born and Native Japanese Children. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1957; 15: 489–515.
- 126- Mackey DH. Skeletal Maturation in the Hand: A Study of Development in East African Children. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1952; 46: 135–150.

- 127- Weiner JS, Thambipillai V. Skeletal Maturation of West African Negroes. Am. J. Phys. Antropol. 1952; 10: 407–418.
- 128- Büken B, Büken E, Yazıcı B, Şafak AA, Mayda AS. Is the Use of the Gök Atlas Sufficiently Reliable for Age Determination of Turkish Children Today? Fifth Annual Anatolian Forensic Science Congress, 8–10 September 2006, Samsun, Turkey. 2006; 41.
- 129- Büken B, Büken E, Şafak AA, Yazıcı B, Erkol Z, Mayda AS. Is the “Gök Atlas” Sufficiently Reliable for Forensic Age Determination of Turkish Children? Turk J Med Sci. 2008; 38(4): 319-327.
- 130- Akarsu S, Aygün AD, Güvenç H, Kocabay K. Pubertal Development of Eastern Turkish Girls in Elazığ. T Klin J Med Res. 1998; 16: 16-19.
- 131- Çöloğlu AS. Kemik ve Diş Gelişimini Etkileyen Faktörler Yaş Tayini Aışmalarındaki Önemi. Adli Tıp Dergisi. 1987; 3(1-4): 117-122.
- 132- Baransel Isır A, Dülger HE. 1998-2005 Yılları Arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı’nda Raporlandırılan Yaş Tayini Olgularının İrdelenmesi. Türkiye Klinikleri Adli Tıp Dergisi. 2007; 4(1): 1-6.
- 133- Polat O. Kimliklendirme. İstanbul: Adli Tıp Der. Yayınları, 2000.

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul Kurul Kararı



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

Bölüm : Yayın İşleri Şefliği
Sayı : 9-8/13

1764

30.04.2008

Sayın Prof. Dr. Yaşar BİLGE

Fakültemiz Etik Kurulunun 29.04.2008 tarihli toplantısında alınan 130/2 sayılı kararı ilişikte sunulmuştur.
Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.


Prof. Dr. Nejat Bora SAYAN
DEKAN

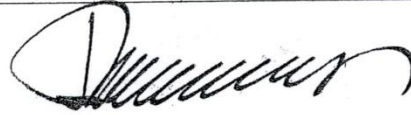
EKİ: Karar

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ETİK KURULU KARARLARI

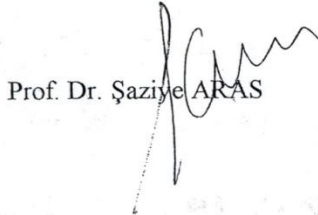
Karar tarihi : 29.04.2008

Karar sayısı: 130

2-Prof. Dr. Yaşar BİLGE sorumluluğunda yürütülecek olan. **“Kişisel gelişimi etkileyen unsurların antropometrik ve radyolojik değerlendirilmesi ”** konulu araştırma, Araştırma Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun olduğuna , oy birliği ile karar verildi.



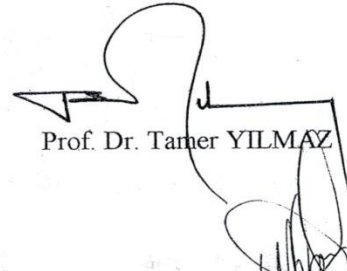
Prof. Dr. Mutahhar ULUSOY
Başkan



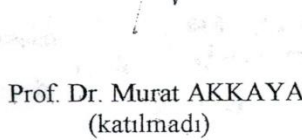
Prof. Dr. Şaziye ARAS



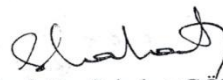
Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ



Prof. Dr. Tamer YILMAZ



Prof. Dr. Murat AKKAYA
(katılmadı)



Prof. Dr. Sebahat GÖRGÜN



Prof. Dr. Ümit AKAL AKTAŞ



Doç. Dr. Meltem DARTAR OZTAN



Doç. Dr. Engin ERSÖZ

Doç. Dr. Serap ŞAHİNOĞLU
(katılmadı)