

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

**PELVİS RADYOGRAFİSİ YÖNTEMİ İLE 18 – 22 YAŞ
ERKEK VE KADINLARDA YAŞ TAYİNİ**

Dr. Aynur İnan

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gürol CANTÜRK**

**ANKARA
2016**

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

TEZ SINAVI TUTANAĞI

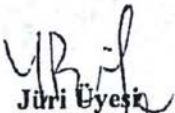
I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı : AYNUR İNAN	Sınav tarihi: 15 / 03 / 2016
Anabilim/Bilim Dalı : ADLİ TIP ANABİLİM DALI	
Tez Danışmanı : PROF.DR.GÜROL CANTÜRK	

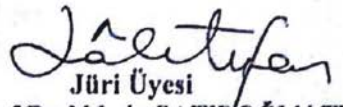
II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: "18-22 Yaş Erkek ve Kadınlarda Pelvis Bilgisayarlı Tomografisi Yöntemi İle Yaş Tayini"	
Tezin Niteliği:	☐ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
☒ Kabulüne ☐ Reddine ☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine	
☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız.	

Jüri Başkanı
 Prof.Dr.Gürol CANTÜRK
 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
 Adli Tıp Anabilim Dalı


Jüri Üyesi
 Prof.Dr.Yaşar BİLGE
 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
 Adli Tıp Anabilim Dalı


Jüri Üyesi
 Prof.Dr. N.Lale ŞATIROĞLU TUFAN
 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
 Adli Tıp Anabilim Dalı

TEŞEKKÜR

Asistanlık süresi boyunca ve tez sürecinde tez konusunu belirlemek dahil her konuda sürekli desteğini ve yardımını gördüğüm, aynı zamanda tez danışman hocam olan Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Gürol Cantürk' e,

Yoğun kongre, sempozyum ve seminer desteğiyle Adli Tıp bilgilerime katkı sağlayan Prof. Dr. Hamit Hancı'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca özellikle yaş tayini konusundaki pratik uygulamalarıyla bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen hocam Prof. Dr. Yaşar Bilge'ye,

Genetikle ilgili bilgilerini paylaşan Prof. Dr. Lale Tufan Şatıroğlu' na, yaş tayini ile ilgili birikim ve tecrübelerini aktaran Prof. Dr. Aysun Baransel Isır' a,

Radyolojik tetkiklerin değerlendirilmesinde ciddi yardım ve desteğini gördüğüm, tezle ilgili olarak bilgi ve tecrübelerinden her ihtiyaç duyduğumda istifade ettiğim Uzman Dr. Zehra Akkaya' ya,

Asistanlıkta geçen dört yıl boyunca pek çok konuda şahsi fikirlerini, güçlü desteklerini ve içten katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen başta Fatih Sezer olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca minnet duyup haklarını ödeyemeyeceğim biricik anneme, sevgi dolu babama ve çok değerli kardeşlerime,

Eşi olduğum için kendimi şanslı hissettiğim, hayata dair her konuda maddi ve manevi sürekli desteğini gördüğüm, ebedi yoldaşım, sevgili eşim Kemal İnan'a ve canlarım, evlatlarım Alper, Bahadır ve Alparslan'a teşekkür ederim.

Dr. Aynur İNAN

İÇİNDEKİLER

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	vii
GRAFİKLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	13
2.1. İLGİLİ KANUN MADDELERİ	13
2.1.1. 4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu	13
2.1.2. 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu.....	13
2.1.2.1. Ceza Ehliyeti.....	13
2.1.2.2. Sağır ve Dilsizler.....	14
2.1.2.3. Çocukların Cinsel İstismarı	14
2.1.3. 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu.....	14
2.1.4. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası.....	15
2.1.5. Diğer Ülkelerdeki Hukuki Uygulamalar.....	15
2.2. YAŞ TAYİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	16
2.2.1 Radyolojik Yöntemler.....	17
2.2.1.1. Pelvis A-P Radyografisi Pozisyon Tekniği.....	17
2.2.1.2. Radyolojik Yöntemlerle Kemiklerden Yaş Tayini.....	18
2.2.1.3. Greulich ve Pyle Yöntemi.....	18
2.2.1.4. Tanner-Whitehouse Yöntemi.....	20
2.2.1.5. Gök Atlası Yöntemi.....	21
2.2.1.6. Dişlerden Yaş Tayini Yöntemleri	22
2.2.1.6.1. Çoklu Regresyon Yöntemi (Gustafson Yöntemi).....	22
2.2.1.6.2. Demirjian Yöntemi.....	23
2.2.1.6.3. Diğer Diş Tayini Yöntemleri	24
2.2.1.7. Yaş Tayini Çalışmaları	25
2.2.1.8. Otomatik İskelet Kemik Yaşı Değerlendirmesi.....	26
2.2.1.8.1. Gilsanz & Ratib (GR) Atlas	27
2.2.1.9. Ultrason ve Yaş Tayini	27

2.2.1.10. MRG ve Yaş Tayini.....	28
2.2.1.11. BT ve Yaş Tayini.....	28
2.2.2. Histolojik Yöntemler	29
2.2.2.1. AgNOR Yöntemi ile Epidermisten Yaş Tespiti	29
2.2.3. Morfolojik Yöntemler	30
2.2.4. Yaş Tayinide Sosyal ve Psikolojik Değerlendirme.....	31
2.2.5. Fiziksel Gelişim ve Yaş Tayini	31
2.2.5.1. Puberte Belirtileri	33
2.2.5.2. Tanner Evrelemesi	35
2.2.5.3. Prader Orşidometresi	37
2.3. KEMİK ANATOMİSİ VE KEMİKLEŞME MERKEZLERİ.....	37
2.3.1. Kemik Dokusunun Özellikleri	37
2.3.2. Kemikleşme Türleri	38
2.3.3. Kemikleşme Merkezlerinin Gelişimi.....	39
2.3.4. Pelvis Anatomisi	40
2.3.5. Pelvisteki Kemikleşme Merkezleri ve Risser İşareti.....	41
2.3.6. Diğer Kemikleşme Merkezleri	48
2.3.7. Kemik Gelişimini Etkileyen Faktörler	50
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	51
3.1. Olgular	51
3.2. Radyolojik Değerlendirme	53
4. BULGULAR.....	53
5. TARTISMA	65
6. SONUÇLAR	81
ÖZET	84
SUMMARY	85
KAYNAKLAR	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

GP	: Greulich ve Pyle
TW	: Taner JM-Whitehouse RH
ÇKK	: Çocuk Koruma Kanunu
TCK	: Türk Ceza Kanunu
TMK	: Türk Medeni Kanunu
AP	: (Anterior Posterior) Ön Arka
CA	: Kronolojik Yaş
SA	: İskelet Yaşı
BA	: Kemik Yaşı
OY	: Ortalama Yaş
NOR	: Nükleolar Organizer Bölge
MSCT	: Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
AB	: Avrupa Birliği
ÇKK	: Çocuk Koruma Kanunu
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
ÇKBT	: Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
mAs	: X Işını Yoğunluk Birimi
kV	: (Kilovolt) X Işını Enerji Birimi
mSv/μSv	: Mili / Mikro Sievert (Radyasyon Dozu Birimi)
DR	: Dijital Radyografi
CR	: Bilgisayarlı Radyografi
ICA / IW	: İliak epifiz uzunluğu / iliak kanat alanı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Epifizlerin kapanma sırası	16
Şekil 2. AP ve Lateral Pelvis Radiografisi Çekim Tekniği	17
Şekil 3. GP atlası ve 0-19 yaş aralığında yüzük parmağının epifiz gelişimi	19
Şekil 4. Tanner-Whitehouse Yönteminde el-bilek kemiklerinin şekil analizleri.....	20
Şekil 5. Gök Atlası' nda sırasıyla 20 yaş, 21 yaş ve 22 yaş sonunda pelvis epifizleri.....	21
Şekil 6. Gustafson Yöntemi ve Dişlerdeki Değişimler	23
Şekil 7. Demirjian yöntemine göre molar dişlerin mineralizasyon dereceleri	23
Şekil 8. Servikal vertebralardan yaş tayini çalışmaları.....	25
Şekil 9. Türk toplumunda manubriosternal bileşkenin kemikleşme derecesi.....	26
Şekil 10. Ultrason yöntemiyle iliak krest apofiz gelişiminin değerlendirilmesi.....	27
Şekil 11. BT yöntemiyle pelvis kemiklerinden yaş tayini	28
Şekil 12. Sırasıyla 1 yaş altındaki ve 50 yaş üzerindeki bireylerde NOR benekleri .	29
Şekil 13. Uzun kemik dokusunun yapısı	38
Şekil 14. Kemik pelvis anatomisi	40
Şekil 15. Pelvisin radyolojik anatomisi	41
Şekil 16. Risser Derecelendirme Sistemi.....	43
Şekil 17. Krista iliaka kemikleşme aşamalarının radyografik olarak görüntülenmesi.....	44
Şekil 18. Pelviste Risser işareti ve dereceleri	45
Şekil 19. Pelvis radyografisi yöntemi ile Amerikan ve Fransız Risser evreleri	48
Şekil 20. Erkeklerde epifiz kapanma yaşları.....	50
Şekil 21. İskium epifiz ve foramen obturatoriadaki hayali çizgiler	53
Şekil 22. 19 yaş kadın olgunun iliak krest (4 b-4 b) ve iskium (2 a-2 a) evreleri.....	64
Şekil 23. İliak krestte tam füzyon ve iskiumda gecikme olan 22 yaş kadın olgu.....	64
Şekil 24. 19 yaş kadın olgunun sağ (2 a) ve sol (2 b) iskium evreleri.....	65
Şekil 25. 21 yaş 8 ay kadın olguda sağ (5) ve sol (4 b) taraf iliak krest kapanma farklılığı.....	65

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Kız çocuklarında cinsel gelişim.....	34
Tablo 2.	Kızlarda Tanner evreleri	35
Tablo 3.	Erkek çocuklarda Tanner evreleri	36
Tablo 4.	Amerikan ve Fransız Risser evrelerinin karşılaştırılması	47
Tablo 5.	Kalçadaki beş epifiz bölgesinde cinsiyetlere göre füzyon yaşları	49
Tablo 6.	Kız çocuklarda dirsekteki sekonder kemikleşme merkezinin görülme yaşları.....	49
Tablo 7.	Krista iliakada tespit ettiğimiz Risser evreleri	53
Tablo 8.	Çalışmamızdaki iskium evreleri	53
Tablo 9.	Krista iliaka evrelerindeki vaka sayıları.....	53
Tablo 10.	İskium evrelerindeki vaka sayıları	56
Tablo 11.	Sağ krista iliakada evrelere göre vaka sayıları	56
Tablo 12.	Sol krista iliakada evrelere göre vaka sayıları	57
Tablo 13.	Sağ iskium epifizinde evrelere göre vaka sayıları.....	57
Tablo 14.	Sol iskium epifizinde evrelere göre vaka sayıları	57
Tablo 15.	Epifizler ve cinsiyet arasındaki ilişki	58
Tablo 16.	Çalışmamızda sağ taraf pelvis epifizlerinde yaşa göre görülen evre oranları	58
Tablo 17.	Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi ile yaş ve pelvis epifiz ilişkisi	59
Tablo 18.	Mann Whitney U Testinde cinsiyet ile pelvis epifizleri ilişkisi	60
Tablo 19.	Çalışmamızdaki epifiz bölgelerinin yaşla olan ilişkisi	60
Tablo 20.	Sağ krista iliaka epifizinin yaşla olan ilişkisi	61
Tablo 21.	Yaş ve cinsiyetin sağ krista iliaka epifizine olan etkisi.....	61
Tablo 22.	Pelviste krista iliakadan yapılan yaş tayini çalışmaları ve çalışmamız.....	76

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Krista iliaka evrelerindeki vaka sayıları grafiksel gösterimi	54
Grafik 2. İskium evrelerindeki vaka sayılarının grafiksel gösterimi	55
Grafik 3. Sağ krista iliakada yaşa bağlı füzyon oranları	61
Grafik 4. Sol krista iliakada yaşa bağlı füzyon oranları	61
Grafik 5. Sağ iskium pubiste yaşa bağlı füzyon oranları	62
Grafik 6. Sol iskium pubiste yaşa bağlı füzyon oranları.....	62



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bir insanın tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkin olan özelliklerin tümüne “*kimlik*” adı verilir. Kimlik tayininin en önemli unsurlarından birisi de kişinin yaşının belirlenmesidir. Ceza sorumluluğu, hukuki ehliyet, işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılama ve davranışlarını yönlendirme yeteneği, askere alınma, memuriyete girme, evlenme, emeklilik, miras, sahte kimlik, kimliği belirsiz ve şüpheli ölümler ile kendini ifade edemeyecek durumdaki kişilerde, kısaca sosyal ve hukuki pek çok olayda yaş tayini yapılması gerekebilmektedir. Kemik yaşının değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem el-bilek radyografisidir. Radyografik yöntemlerle kemiklerin epifiz hatlarına bakılarak yapılan yaş tayininin, günümüzde en sık ve en güvenilir yöntemler olduğu kabul edilmektedir. Ülkemizde de kemiklerdeki epifiz ve diafiz hatlarının radyolojik olarak incelenerek Gök Atlası, Greulich-Pyle atlası gibi atlaslara bakılması ve klinik muayene ile birlikte değerlendirilmesi ile yaş tayini yapılmaktadır (1).

0-22 yaşları arasında el-el bilek, radius, ulna alt epifiz grafileri, dirsek, omuz, iliak üst, iskiyon alt kenarını içine alan pelvis grafileri, kısaca vücuttaki pek çok kemik değerlendirilerek yaş tayini yapılmaktadır. Yaş tayini, özellikle adli tıp uygulamalarındaki cezai sorumluluk, hukuki ehliyet, işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılama ve davranışlarını yönlendirme yeteneği kavramları ile askere alınma, memuriyete girme, evlenme, emekli olma, felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi gibi durumlarda, kısaca kişinin sosyal ilişkilerinde ve yargıya yansıyan pek çok olayda büyük öneme sahiptir. Bu nedenle adli makamlar tarafından adli tıp uzmanlarından canlı ya da ölmüş kişinin yaş tayini istenmektedir (2).

Mağduru bulunduğu olay sonrası koma, amnezi veya akıl hastalığı gelişenler veya yaşı küçük olanlar kendi kimlikleri ve yaşı hakkında bilgi veremeyebilir. Bunun gibi göç, miras, adli olaylar, yaş sınırlaması gerektiren sporlar, askere alınma, memuriyete girme, emeklilik, evlenme, ehliyet alma, okula ve işe başlama, doğum kayıtlarının yetersizliği gibi pek çok durumda yaş tayini yapma ihtiyacı doğabilir. Canlı veya ölmüş kişilerde miras, mülkiyet, borç, resmi işlemler, nüfus istatistikleri,

hayat sigortası, nesep davaları, cinayet, kuşkulu ölüm, intihar ve cinayet gibi kriminal olaylarda bireyin yaşının bilinmesi önemlidir (1, 3).

Adli tıp uygulamalarında canlılarda yaş tayini için radyografi tetkiklerine ek olarak fiziksel gelişim ve yaşlanma bulgularına bakılmaktadır. Bunun için boy, ağırlık, sekonder seks karakterlerinin gelişimi, cilt ve göz değişiklikleri, kıl gelişimi, ruhsal gelişim, diş ve kemik gelişimi gibi farklı fiziksel bulgular incelenmektedir (2). Fiziksel gelişimi izlemek için persantil eğrileri denilen standart cetvellerle kişinin boy ve ağırlığı takip edilir (4).

Ruhsal ve mental gelişim muayenesi, klinisyenler veya sosyal hizmet uzmanları tarafından yapılan bazı testlerle değerlendirilmektedir. Bu testler esnasında bireyle bir güven ortamı oluşturulur ve alınan objektif anamnez yardımıyla olaylara verilen anlık tepkiler sorgulanarak bireyin yaşı ile ilgili bir görüşe varılır (5).

Radyolojik yöntemler yaş tespitinde en sık kullanılan yöntem olup bu yöntemle kemiklerin epifiz hatlarının kapanma derecelerine göre yaş tahmini yapılmaktadır (6). Ülkemizde kemik grafipleri karşılaştırılarak yaş tahmininde bulunmak amacıyla Greulich-Pyle Atlası (GPA), Şemsi Gök tarafından düzenlenen Gök Atlası ve Tanner-Whitehouse Atlası (TWA) kullanılmaktadır. Farklı çalışmalarda bu atlasların uygun yöntem olmalarıyla ilgili çelişkili sonuçlar mevcuttur (7-9).

Kemikler dışında, dişlerin radyolojik görünümlerinden yaş tespiti için Demirjian metodu kullanılmıştır. Fakat farklı yöntemler geliştirilmiş olmasına rağmen yaş tayininde altın standart diyebileceğimiz kesin bir metot halen bulunamamıştır (2, 10).

Yaş tayininde en yaygın kullanılan metod, röntgen filmi ile el-bilek kemiklerinin Greulich WW ve Pyle SI tarafından geliştirilen atlastaki şablonlarla karşılaştırılması esasına dayanmaktadır (11). Ancak 0-22 yaşları arasında el- el bileği

grafisi dışında, radius, ulna, dirsek, humerus başını içeren omuz grafisi, krista iliaka ve iskiyon pubisi içine alan tek taraflı pelvis grafileri de incelenmektedir (12).

Radyolojik yöntemler, yaş tayini için en sık kullanılan ve en güvenilir yöntem olma özelliğini taşısa da çevresel değişikliklerin ve coğrafi faktörlerin kemik gelişimi üzerinde etkili olduğu da bilinmektedir. Ülkemizde yaşayan bireyler üzerinde antropometrik çalışmalar yapılmış olsa da yaygın kabul gören yaş tayini atlası bulunmamaktadır (2). Amerikan çocuklarının el-bilek grafileri incelenerek geliştirilen GP atlası ile ülkemizde yapılan bir çalışmada, 7-17 yaş grubundaki erkek çocukların kemik yaşının kronolojik yaşa göre geri kaldığı gösterilmiştir (7). Bu sonuçla, ülkemizin coğrafi yapısı, iklimi, sosyoekonomik çeşitliliği, genetik ve kültürel farklılıkları nedeniyle, kendi ülke standartlarımıza uygun bir atlasın gerekliliği ortaya çıkmaktadır (2).

Avrupa Göç Ağı (The European Migration Network), AB' ne göç edenlerden, yasadışı iş gücü sağlama ve cinsel istismar amacıyla insan ticareti yapıldığını, bunların pek çoğunda kronolojik yaşın gerçek yaşından büyük olarak gösterildiğini tespit etmiştir. Belirtilen yaştan şüphe edildiğinde, yasal merciler tarafından yaş tahmini yapılsa da günümüzde hiçbir yaş tahmini yöntemi tam olarak kronolojik yaşı belirleyememektedir. Bu sebeple daha güvenli ve hassas yöntemlerle yapılan yaş tahmini, insan ticareti yapılan çocuk mağdurlar için de yararlı olacaktır (13).

Son zamanlarda savaş nedeniyle ülkemize göç eden Suriyeliler üzerinde, Hacettepe Üniversitesi Göç ve Siyaset Araştırmaları Merkezi (HUGO) tarafından 2011 yılında yapılan bir araştırmaya göre; 3,5 yılda 1,5 milyondan fazla Suriyeli ülkemize göç etmiş ve sayı zamanla daha da artmıştır. Türkiye'deki Suriyelilerin % 53'ünden fazlası 18 yaş altındaki çocuk ve gençlerden, % 75'ten fazlası ise özel koruma ihtiyacı içinde bulunan çocuk ve kadınlardan oluşmaktadır (14).

Adli tıp hekimleri tarafından yaş tayini raporları düzenlenen ve başvuru sırasında yaşları nüfusa göre 18 yaş altı olan 214 olgunun rapor istem nedenleri araştırılmış. İlk sırada erken yaşta cinsel birliktelik ve gebelik olduğu tespit

edilmiştir. Vakaların üçte ikiden fazlası, gerçek yaşının nüfus yaşından daha büyük olduğunu iddia etmişlerdir. Bu sonuca göre; tespit edilen yaşın nüfus kaydından büyük çıkma oranının yüksekliği, özellikle çocuğun doğum sonrası nüfusa geç kaydettirilmesine bağlanmıştır (15).

Özellikle hukuki, sosyal ve siyasal haklar noktasında çocuk ve erişkin sınırı kabul edilen 18 yaşın tespiti son derece önemlidir. TCK' na göre ülkemizde sağır ve dilsizler için bu sınır üç yıl artarak 21 yaşa çıkmaktadır. İngiltere ve Almanya gibi bazı ülkelerde 18 yaşından başlayıp 24 yaşına kadar olan yaş grubunda “*genç yetişkin*” terimi kullanılmış ve hukuksal açıdan bu yaş grubuna özel bazı haklar getirilmiştir (16).

Ülkemizde radyografik yöntemlerle 18 yaş altında yapılan bazı çalışmalar mevcut olsa da 18 yaş üzerindeki bireyler için yaş tayini çalışmalarına rastlanmamıştır. Hem ülkemizde bu konuda yapılan ilk çalışma olması, hem de küreselleşme nedeniyle bazı ülkelerdeki yasal yaş sınırlarının 18 yaştan yukarı olması nedeniyle çalışmamızın önemi artmaktadır. Adli amaçlı iliak apofiz gelişimini inceleyen çalışmalar literatürde de az sayıdadır (17). Bu bilimsel boşluğun kapatılması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı ile birlikte, 18-22 yaş arasındaki sağlıklı bireylerin pelvis grafileri üzerinde incelemeler yaparak toplumumuza özgü standart değerlerden oluşan yaş tayini atlası hazırlanmasına katkı sağlamak amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İLGİLİ KANUN MADDELERİ

2.1.1 4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu

Kişi, aile, eşya, miras ve borç ilişkisini, kısaca sosyal ve ekonomik ilişkileri düzenleyen hukuk kuralları bütünü olarak tarif edilen bu kanunla; ergin olma, ergin kılınma, cinsiyet değişikliği, evlenme ehliyeti ve engelleri, yasal temsilci, evlat edinme, vasiyet yapabilme ya da vasilikten kaçınma durumlarda yaşa bağlı olarak değişiklik gösteren çok sayıda hüküm yer almaktadır (18).

2.1.2. 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu

2004 yılında kabul edilen TCK'nun birçok maddesinde, suçun işlendiği tarihteki failin veya mağdurun yaşına bağlı olarak verilen cezalar değişmektedir. TCK Madde 6'da, çocuk deyiminden; henüz onsekiz yaşını doldurmamış kişinin anlaşılacağı belirtilmiş olup, buna göre TCK'nda çocukların faili olduğu suçlar için ceza almama ve ceza indirimi uygulaması ve erişkinin çocuğa yönelik işlediği suçlarda ise erişkine verilecek cezada artış halleri düzenlenmiştir (19).

2.1.2.1. Ceza Ehliyeti

Ceza ehliyeti, ceza kanunu açısından bireyin suçlu sayılabilmesi için gerekli hal olup, kişinin suç işlediği sırada tam bir bilinç ve iradeye sahip olması temeline dayanır. TCK'nda 31. Maddeye göre; fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmamış olan çocukların ceza sorumluluğu yoktur. 12-15 yaş arasındakilerde ise işlediği fiilin hukukî anlam ve sonuçlarını algılayamaması veya davranışlarını yönlendirme yeteneğinin yeterince gelişmemiş olması hâlinde ceza sorumluluğu olmayıp çocuklara özgü güvenlik tedbiri uygulanır. 15-18 yaş arasında ise ceza oranların erişkine göre azaltılmış olarak uygulanır (19). TCK'nda 12-15 yaş arasındaki çocuklarda suçun anlam ve sonuçlarını kavrama durumuna göre ceza sorumluluğuna

karar verilmektedir. Bunun için akıl hastalığı veya zeka geriliği olmayan çocuklar, mental durumu, suç tipi ve koşulları, sosyokültürel özellikleri açısından değerlendirilmelidir. Önceki suçunda ceza sorumluluğu veya ehliyeti tam olan bireyin, sonradan işlediği suç için ceza sorumluluğu olmayabilir. 15 yaş üzerinde olup akıl hastalığı veya zeka geriliği olmayanlarda ceza sorumluluğu tam olup 18 yaşına kadar indirimli ceza oranları uygulanır (20, 21).

2.1.2.2. Sağır ve Dilsizler

TCK' nun 33. Maddesinde; sağır ve dilsizlerle ilgili olarak uygulanan tüm cezalarda yaş sınırlarının üç yıl yukarı çekilmesi gerektiği belirtilmiştir. Böylece 21 yaş altındaki sağır ve dilsizler çocuk olarak değerlendirilmiştir (22).

2.1.2.3. Çocukların Cinsel İstismarı

Adli Tıp pratiğinde sık karşılaşılan suçlardan, çocukların cinsel istismarı TCK Madde 103' te ve reşit olmayanla cinsel ilişki TCK Madde 104' te belirtilmiş ve mağdurun yaş küçüklüğüne bağlı olarak artan ceza oranları düzenlenmiştir. Ayrıca TCK 109. Madde; çocuğu hürriyetinden yoksun kılanlara, TCK 227. Madde; çocuğu fuhuşa sürükleyenlere uygulanacak cezalarla ilgilidir (19).

2.1.3. 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu

Ceza muhakemesinin nasıl yapılacağı hususundaki kurallar ile bu sürece katılan kişilerin hak, yetki ve yükümlülüklerini düzenleyen CMK' nun bazı maddelerine göre; onbeş yaşını doldurmamış olanların yeminsiz dinleneceği, onsekiz yaşını doldurmamış sanık için duruşmanın kapalı yapılacağı, yine onsekiz yaşını doldurmamış, sağır veya dilsiz ya da meramını ifade edemeyecek derecede malul ve bir vekili de bulunmazsa, istemi aranmaksızın bir vekil görevlendirileceği hükmü yer almaktadır (23).

2.1.4. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası

T.C. Anayasası 18 yaşını dolduran vatandaşların seçme ve halk oylamasına katılma haklarına sahip olup parti üyesi olabileceğinden bahseder. Milletvekili seçilme yeterliliği için daha önce 25 olan yaş sınırı, 2015 yılında 18 yaşa indirilmiştir (24).

2.1.5. Diğer Ülkelerdeki Hukuki Uygulamalar (16)

Ceza sorumluluğunun başlangıç yaşı konusunda mukayeseli hukukta uluslararası bir standart tespit edilmemiştir. Çocuk Hakları Sözleşmesiyle taraf devletlere bu konuda bir sorumluluk yüklenmeyip ceza sorumluluğu asgari yaş sınırının tayin edilmesi gereği belirtilmiştir.

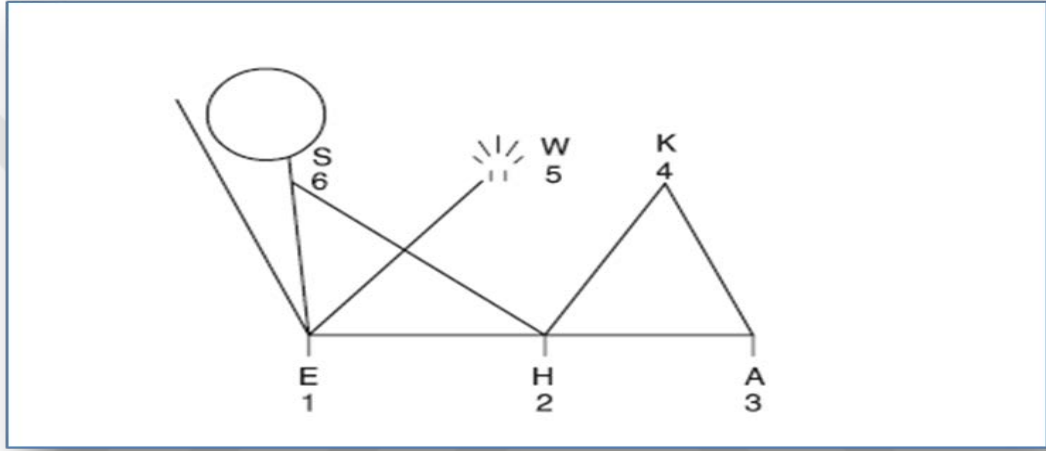
Pekin kurallarına göre; ceza sorumluluğu yaşının çok düşük bir yaş olarak kabul edilmemesi gerektiği ve yaşı belirlerken duyuların, akli melekelerin ve zihinsel olgunluğun nazara alınması gerektiği belirtilmiştir.

Fransız Ceza Hukuku'nda 13 yaşını doldurmamış çocukların ceza sorumluluğu olmayıp 10 ve 12 yaş arası kriminal açıdan risk altında bulunan çocuklara güvenlik tedbiri uygulanabilir. 13 yaşını dolduran ve 17 yaşını doldurmamışlar hakkında ceza verilmesi istisna olup kural olarak “eğitici güvenlik tedbiri” uygulanır. Fransız Genç Mahkemeleri, sadece suç işleyen çocuk ve gençlerle değil, aynı zamanda 18 yaşından küçük çocukların korunması, bakılması ve eğitimi ile ilgili bütün kararları vermekle yetkili tek mahkemedir. *Sudan, Ürdün ve Pakistan'da* ceza sorumluluğu 7 yaş, *Belçika, Panama ve Peru'da* ise 18 yaş ile başlamaktadır.

İngiltere'de 18 – 20 yaş arasında, *Almanya'da* ise 18 – 24 yaş arasında “genç yetişkin” (juvenile adult) statüsü benimsenmiştir. *İspanya Ceza Kanunu'nda*, ceza sorumluluğunun 14 yaştan başlaması gerektiği, tekrarlayan ve ağır suçlarda ise uzun süreli hapis cezası verilmesi onaylanmıştır (16).

2.2. YAŞ TAYİNİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Yaş tayininde kullanılan yöntemler; *radyolojik, morfolojik ve histolojik yöntemler* olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır. Yaş tayininde bireye ait boy, ağırlık, puberte belirtileri, kıllar, cilt değişiklikleri, göz değişiklikleri, ruhsal durum, dişler ve kemik gelişimi gibi fiziksel belirtiler ile ruhsal durum muayeneleri, bu yöntemlerle birlikte değerlendirilmektedir (2).



Şekil 1. Epifizlerin kapanma sırası

Epifizlerin yaşa bağlı kapanma zamanı Novotny ve arkadaşları tarafından 1993 yılında modifiye edilmiştir. Yaklaşık 12-14 yaşlarında dirsek eklemi (E) ile başlayan epifiz kapanması sırası, ortalama olarak bir yıl aralıklarla kalça (H), ayak bileği (A), diz (K), bilek (W) ve 18-22 yaşlarında omuz (S) ile biter (25).

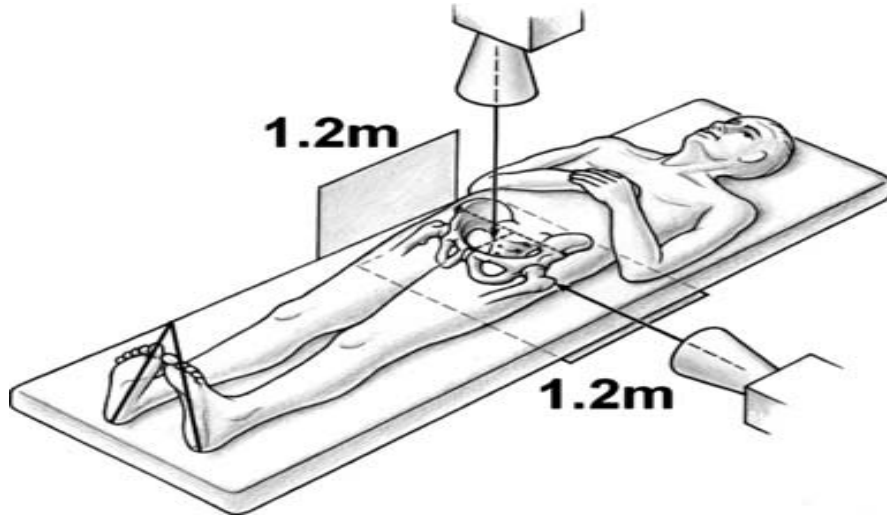
Şekildeki “*şezlongda kitap okuyan çocuk*” resminde; her bir epifiz için belirlenen sayı değerine 13 rakamı eklenerek bireyin yaşı hesaplanır. Örneğin; bireyin el bileği grafisindeki epifiz hatları kapanmışsa $13 + 5 = 18$ yaşında olduğu tahmin edilir. Kalçayı oluşturan ilium, iskium ve pubis kemiklerinin ortalama füzyon zamanı ise $13 + 2 = 15$ yaştır (26).

2.2.1. Radyolojik Yöntemler

Günümüz görüntüleme yöntemlerinin temelini oluşturan ve tıp biliminde yeni bir çağ açan X-ışınlarını, ilk olarak 1895 yılında Alman Fizik Profesörü Wilhelm Conrad Röntgen keşfetmiş ve bu keşif gelişerek günümüze kadar gelmiştir. Klasik radyografide, X-ışınları kemik doku gibi değişik ortamlardan geçerken dokuların fiziksel yoğunlukları, atomik yapısı, X-ışınının enerjisi ve kat ettiği yola bağlı olarak soğurulur ve saçılmaya uğrar. Vücudu geçen X-ışınları, X-ışınlarına duyarlı bir film üzerine düşürüldüğünde, farklı soğurma katsayısına sahip bölgelerden geçerek geldiği için değişik tonlarda görüntü oluştururlar (27).

2.2.1.1. Pelvis AP Radyografisi Pozisyon Tekniği

Hasta, masa üzerine *supin* pozisyonunda yatar. Hastanın ayak parmakları birbirine bakacak şekilde yaklaştırılıp iç rotasyona getirilir. Ayak tabanlarının da masaya dik olmasına dikkat edilir. Bucky tepsisine yerleştirilen kasetin üst kenarı, krista iliakanın 4 cm üzerine gelecek şekilde tüpe aç verilmeden expojur uygulanır (28).



Şekil 2. AP ve Lateral Pelvis Radiografisi Çekim Tekniği (29).

2.2.1.2. Radyolojik Yöntemlerle Kemiklerden Yaş Tayini

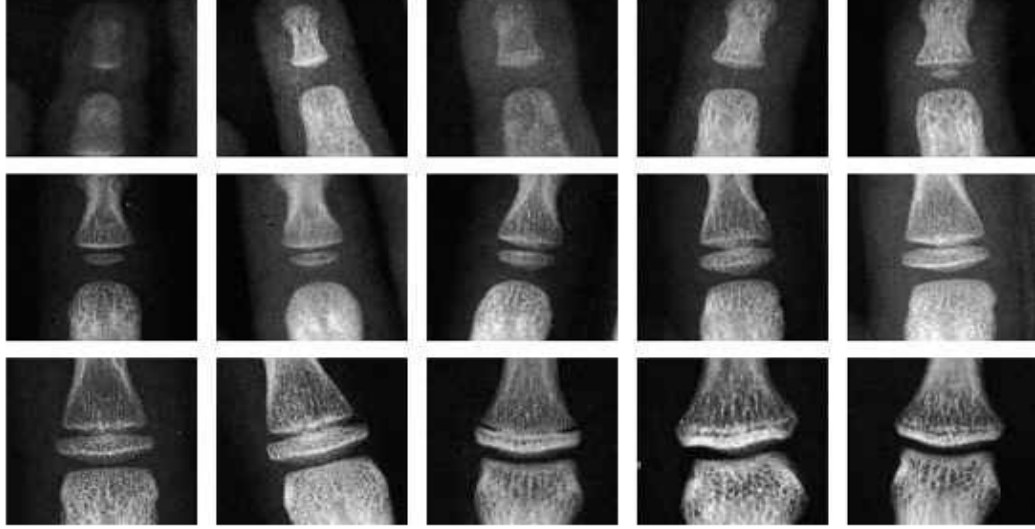
Yaş tespitinde halen en sık kullanılan yöntemler olup kemiklerin epifiz hatlarının kapanma derecelerine göre yaş tahmini yapılmaktadır. Kemiklerin bir veya her iki ucunda bulunan ve diafizden ayrı olarak kemikleşen bölgelere *epifiz* denir. Tibia, radius, ulna gibi büyük ve uzun kemiklerin her iki ucunda epifiz hattı varken metakarp, metatars, falanks gibi küçük ve uzun kemiklerde ise bir tane epifiz hattı vardır. Kemiklerin diafizlerinde bir tane, epifizlerinde ise birden çok kemikleşme merkezi olabilmektedir. Kemiklerin gelişim derecesi kemik yaşı olarak ifade edilir ve değerlendirme normal olgular ile kıyaslama yoluyla yapılır. Kemik olgunlaşması normal olan bir olguda kemik yaşı kronolojik yaşa eşittir (29).

Kemik yaşı bireyin iskelet ve biyolojik olgunluk göstergesidir ve bireyin doğum tarihi kullanılarak hesaplanan kronolojik yaştan farklıdır. Genellikle pediatrist ve endokrinologlar tarafından uzun veya kısa boylu olmaya yol açan hastalıkların tanısı için kronolojik yaş ile karşılaştırma yapmak amacıyla bireyin kemik yaşı talep edilebilir (29).

İskeletsel gelişimin ana göstergesi olan kemik yaşının değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem el-bilek radyografisidir. El-bilek ve parmak kemiklerindeki kemikleşme derecesi için, Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse atlaslarındaki standart görüntüler kullanılmaktadır (2).

2.2.1.3. Greulich ve Pyle Yöntemi

1957 yılında, 1931-1942 yılları arasında doğmuş yüksek sosyoekonomik düzeydeki Kuzey Amerikalı çocukların, el- el bileği direk grafilerindeki görüntüler referans alınarak hazırlanan ve yaş tayini için dünyada en fazla kullanılan yöntemdir. Sadece sol ele X ışınları uygulanarak en az radyasyon ile tek çekimde, kolaylıkla birçok kemik incelenmektedir. Çekilen el-bilek grafisindeki kemikler "Greulich ve Pyle" atlasındaki standart kemiklerle karşılaştırılır.



Şekil 3. GP atlası ve 0-19 yaş aralığında yüzük parmağının epifiz gelişimi.

Greulich ve Pyle atlasının 1959 yılındaki 2. baskısında erkekler ve kadınlar için ayrı standartlar oluşturulmuş, erkeklerde 19 yaşına kadar 31 adet ve kadınlarda ise 18 yaşına kadar 27 adet standart imaj belirlenmiştir. Ancak GP atlasıyla yapılan yaş tayinlerinde, pek çok ülkede farklı sonuçlar elde edilmiştir. Hindistan’da GP yöntemi ile CA ve SA arasında, erkeklerde 1.53 yıl ve kızlarda 2 yıl, ortalamada ise 1.78 yıl farklılık saptanmış ve bu fark anlamlı bulunmuştur (30).

Girdany-Golden: Pakistan’da omuz-kalça, el bileği-diz, el-ayak, vertebra, sakrum-koksiks, kosta-klavikulanın yaş tayininde birlikte değerlendirildiği yerel bir yöntemdir. Awais’ in çalışmasında, GP ve GG yöntemlerinin birlikte kullanımının ek yarar sağlamadığı, GP yöntemi kızlarda güvenilir olsa da erkeklerde bunu başaramadığı, yerel standartları geliştirmenin ideal olacağı sonuçlarına varılmıştır. Pek çok ülkede benzer sonuçlar elde edilmiştir (30-32).

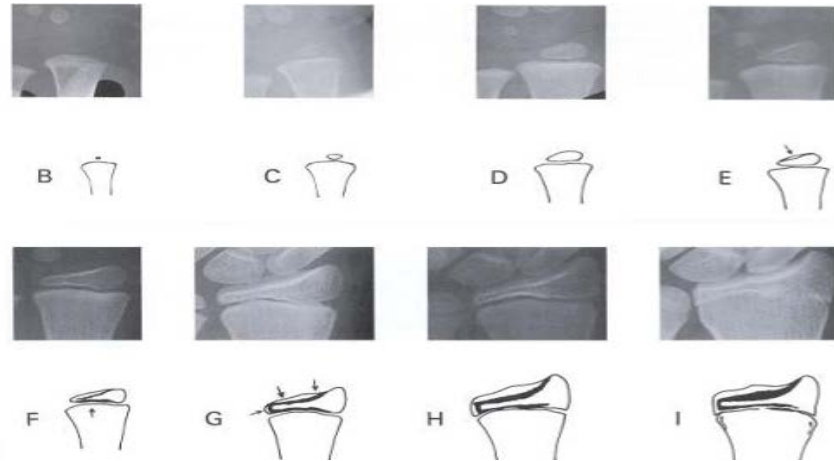
Türkiye’de GP atlasıyla yapılan çalışmada; CA ve SA arasındaki ortalama fark 1.11 yıl, kadınlarda 1,79 yıl olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (33).

2.2.1.4. Tanner-Whitehouse Yöntemi

TW metodu 1950'lerde düşük sosyoekonomik düzeydeki İskoç çocukların el-bilek grafilerinden, iskelet olgunluğunu belirlemek için geliştirilmiş yaş tayini yöntemidir. 1983 yılında yayınlanan 2. baskı (TW2), İngiltere'de en yaygın olarak kullanılan sistemdir. Daha sonra yapılan bazı çalışmalarda çocukların daha hızlı olgunlaştığı ve daha erken yaşta iskelet olgunluğunun arttığı gösterilmiştir. Bu nedenle Tanner ve arkadaşları da iskelet olgunluğunu yeniden değerlendirerek 2001 yılında bu atlasın 3. baskısını yayınlamışlar (TW3) ancak bu yeni baskı yeterince tanıtılamadığından İngiltere'de yaygın olarak kullanılamamıştır (34).

TW yönteminde, el ve el bilek kemiklerinin distal uçlarındaki kemikleşme derecesi cinsiyete göre ayrı ayrı skorlanır. RUS (radius, ulna, kısa kemikler) ve karpal kemikler olmak üzere skorlanan toplam 20 adet kemiğin gelişim evresinden detaylı şekil analizleri ile kemiklere verilen değerler toplanır. Elde edilen skorlar tablolardaki uygun yaş ile eşleştirilerek olgunun yaşı saptanır (2, 8, 10).

Karşılaştırmalı çalışmalar bu yöntemin, GP atlasından üstün olmadığını ve zaman alıcı olduğunu gösterse de, (TW3) metoduyla ülkemizde 324 çocuk üzerinde yapılan bir çalışmada, her iki cinsiyette CA ve BA arasında yüksek korelasyon olduğu tespit edilmiş, ülkemize özgü yaş atlası hazır olana kadar TW3 atlasının Türk çocukları için adli yaş tayininde kullanılabileceği düşünülmüştür (35).



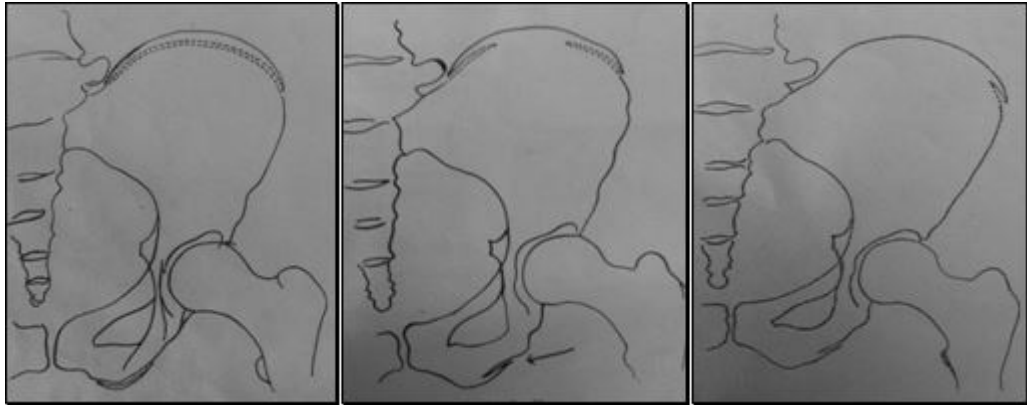
Şekil 4. Tanner-Whitehouse Yönteminde el-bilek kemiklerinin şekil analizleri (2, 36)

2.2.1.5. Gök Atlası Yöntemi

“*Gök Atlası*” Şemsi Gök ve arkadaşları tarafından 1985 yılında GP atlası uyarlanarak oluşturulmuş olup yaş tayininde ülkemizde sıkça kullanılmaktadır (37).

Kemiklerden; genellikle 1-22 yaş arasında, ayrıca 25, 40 ve 50 yaşlarında yaş tayini yapılabilmektedir. Gök Atlası ile el- el bilek kemiklerine ek olarak, humerus başı, skapula, femur başı, radius ve ulna alt epifiz, iliak üst kenar, iskion alt epifiz hattı, patella, sakrum, koksiks ve sternum kemikleri birlikte değerlendirilerek güvenilirlik arttırılmaya çalışılmıştır (12). Ancak ülkemizde yapılan bir çalışmada kronolojik yaş ve kemik yaşı arasında “*Gök Atlası*” na göre 15-19 yaş erkeklerde ve 11-18 yaş kadınlarda 1 yıldan fazla fark olduğu tespit edilmiştir (37).

Pelvis kemikleri gelişiminin Gök Atlasına göre incelemesinde; kadınlarda 19 yaşında, erkeklerde 20 yaşın sonunda iliak üst kenar epifiz hattının açık olduğu, 21 yaşın sonunda ise iliak üst kenar ve iskion alt kenar epifiz hattının kısmen kapandığı, 22 yaşın sonunda ise her iki epifiz hattının tamamen kapalı olduğu çizgisel şekillerle gösterilmiştir (12).



Şekil 5. Gök Atlası’ nda sırasıyla 20 yaş, 21 yaş ve 22 yaş sonunda pelvis epifizleri (12).

20 yaşında; humerus diafiz hattı kapalı, iliak üst kenar epifiz hattı açık, iskion alt kenar epifiz hattı açıktır. 21 yaşında; iliak üst kenar ve iskion alt kenar epifiz hattında kısmen kapanma başlar. 22 yaşında; iliak üst kenar ve iskion alt kenar epifiz hattı kapanır (12).

2.2.1.6. Dişlerden Yaş Tayini Yöntemleri

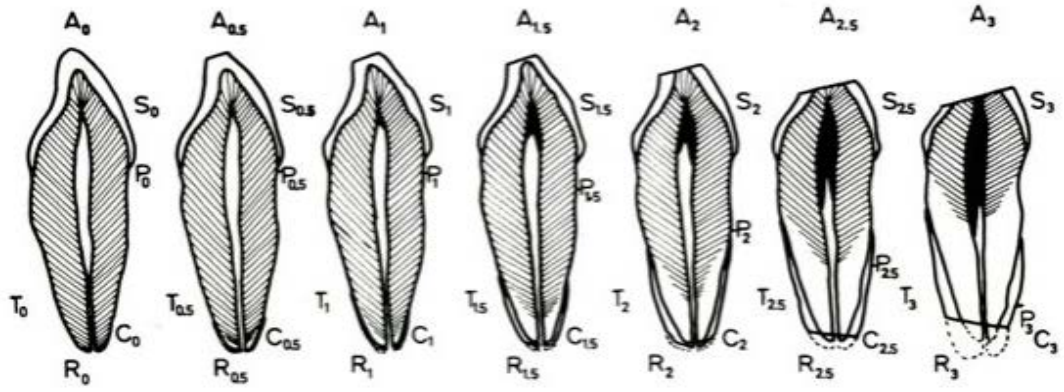
Diş yaşı, çocuklarda geçici ve sürekli dişlerin gelişim aşamalarının ve sürme zamanlarının, erişkinlerde ise sürekli dişlerde meydana gelen yapısal değişikliklerin incelenmesi esasına dayanır. Dişteki yapısal değişikliklerin yaş tayininde kullanılabileceği, ilk kez İsveçli araştırmacı *Gustafson* tarafından gösterilmiştir (38).

Kemik yaşı, beslenme ve diğer çevresel faktörlerden etkilendiği için iskelet yaşı yöntemlerinde değişkenlikler ve bazı dezavantajlar mevcuttur. Diş kalsifikasyonu ise çevresel faktörlerden ziyade genler tarafından kontrol edildiğinden beslenmeyle ilgili belirsizliği ortadan kaldırmaktadır. Tüm diş köklerinin tamamen kapanması 20 yaş civarındadır. Ancak dejeneratif değişikliklerin de dikkate alınması gerekmektedir (13).

Diş kliniğinde, 20 adet süt dişinin sürdükleri evreye “birinci dentisyon” denir ve süt dişleri Roma Rakamı ile gösterilir. 32 adet sürekli dişin sürdükleri evreye ise “ikinci dentisyon” denir. İkinci dentisyon 6 yaşında 1. büyük azı dişinin sürmesiyle başlar, 18 ile 30 yaşları arasında çıkan 3. azı dişinin sürmesiyle sona erer. Kentlerde ve ılıman iklimlerde diş sürmesi daha erken olmaktadır (39).

2.2.1.6.1. Çoklu Regresyon Yöntemi (Gustafson Yöntemi)

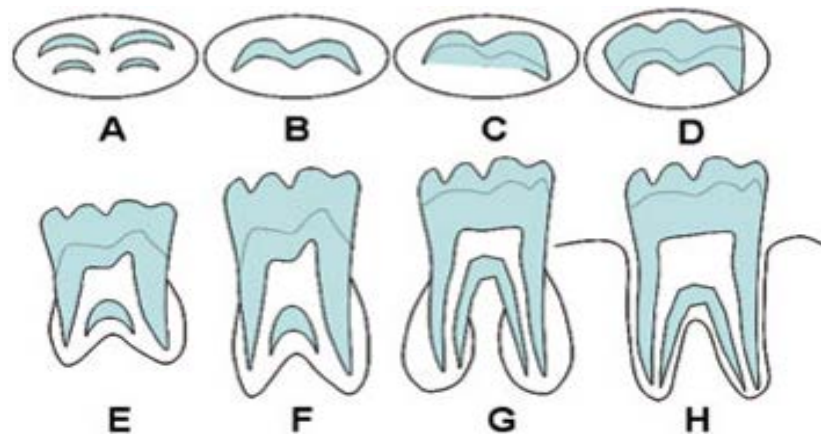
Gustafson, dişteki yapısal değişikliklerin tek tek yaş ile ilgisi az olduğunu, bu değişiklikler birlikte değerlendirildiğinde yaş tayininde kullanılabileceğini düşünmüştür. Bunun için atrisyon, periodontitis, sekonder dentin, sement apozisyonu, kök transparanlığı ve kök rezorpsiyonu olmak üzere 6 farklı değişimi dikkate almıştır.



Şekil 6. Gustafson Yöntemi ve Dişlerdeki Değişimler (38)

2.2.1.6.2. Demirjian Yöntemi

Demirjian ve arkadaşları tarafından, Kanada'da yaşayan Fransız kökenli insanlar üzerinde 1973 yılında yapılan ve daha sonra 1976 yılında modifiye edilen yöntem, dişlerden yaş tayininde en çok bilinen ve en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu yöntemle sol mandibuladaki ilk 7 diş, panoramik radyogramlarla incelenmekte ve her bir diş için kalsifikasyon, kök ve apex açıklık durumunu gösteren A-H arası 8 aşamalı bir maturite skalası kullanılmaktadır. Diş gelişiminin röntgen görüntüleri taslak çizimlerle ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7. Demirjian yöntemine göre molar dişlerin mineralizasyon dereceleri.

Dünyanın birçok ülkesinde bu yöntemle alakalı birçok çalışma yapılmış, genellikle bu yöntemle elde edilen diş yaşı, kronolojik yaştan daha büyük çıkmış ve

12 yaşından büyük çocuklarda dikkatli kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Fransız, İspanyol, Venezüellalı ve Malezyalı çocuklarda ise güvenilir olduğu, bu yöntemin GP Yöntemi ile birbirlerinin yerine kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çocukların diş gelişimini değerlendirmek amacıyla yapılan pek çok çalışmada yaş aralığı 3-16 yaş arasını kapsamaktadır. 14-23 yaş arasındaki bireylerde ise alt çenedeki üçüncü molar dişler (yirmi yaş büyük azı dişleri) incelenerek oluşturulan tablolar yaygın olarak kullanılmakta ancak üçüncü molar dişler diğer gelişmekte olan dişlerden daha fazla değişkenlik göstermektedir (13).

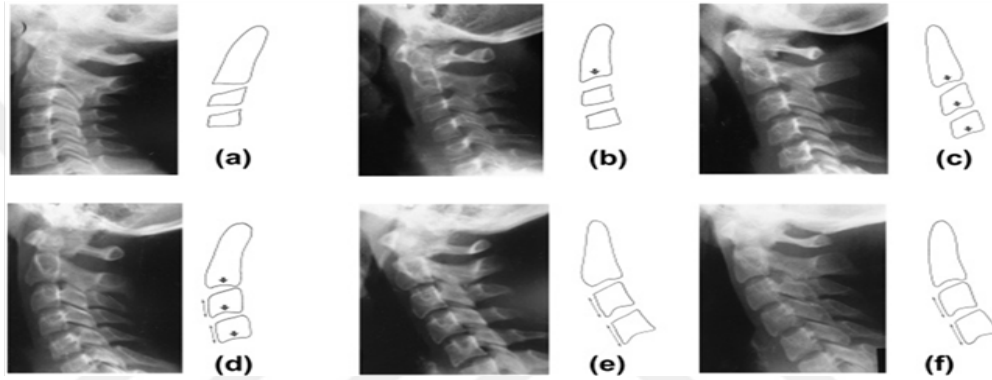
Demirjian yöntemiyle Brezilya'da yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; üçüncü azı dişleri her iki cinsiyette de molar diş ark tipi açısından benzer gelişme göstermektedir. Üçüncü azı dişlerinin kalsifikasyon evrelerine göre 5,5-21 yaş arası bireylerin yaşını tahmin etmek mümkündür (40). Diyarbakır'da 250 ilkokul öğrencisi incelenerek yapılan bir çalışma; kızlarda Nolla yönteminin, erkeklerde ise Demirjian yönteminin kronolojik yaşa daha yakın olduğunu göstermiştir (41).

2.2.1.6.3. Diğer Diş Tayini Yöntemleri

Adli diş hekimliği, dental radyografi ve morfolojik incelemelerle ölü ve canlılarda kimliklendirme yapmanın yanı sıra bireylerin yaş tayininde de görev almaktadır. Kalıcı dişlerden yaş tayini, 2. molar dişlerin tamamen çıktığı ve köklerin şekillendiği 15 yaşına kadar geçerlidir. 3. molar dişlerin sürmesi klinikte pek kullanılsa da varlığında kişinin en az 17, apexi kapalı ise en az 20 yaşında olduğunu gösterir. Ayrıca 15-21 yaş grubunda alt 3. molar dişlerin medial kök uzunluğundan yaş tayini yapıldığı gibi, ölü fetüs ve yedidoğanlarda santral kesici dişin metrik boyutlarından elde edilen formülle $\pm 0-2$ hafta hata payı ile yaş tayini yapılmaktadır (2, 42, 43).

2.2.1.7. Yaş Tayini Çalışmaları

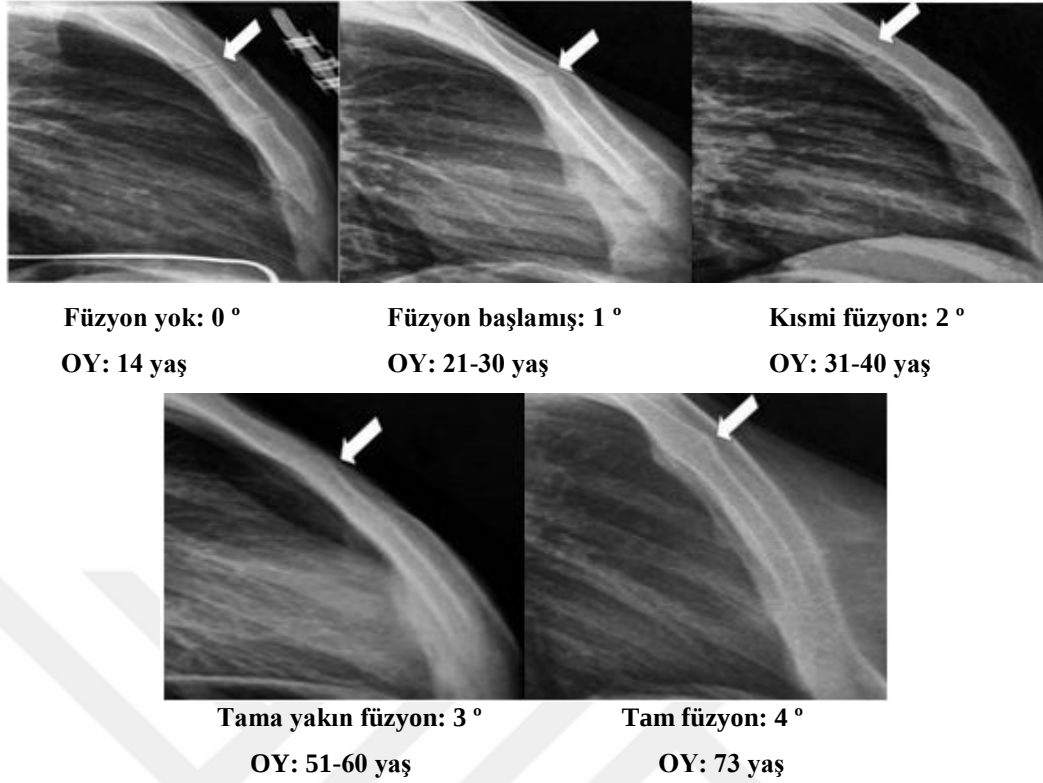
Yaygın olarak kullanılan yöntemler dışında insan vücudundaki neredeyse tüm kemiklerin gelişim evresi ve epifiz kapanma derecelerine göre literatürde çok çeşitli çalışmalar mevcuttur (29, 36, 44-50). Hassel ve arkadaşları farklı yaş grubu bireylerin el-bilek ve lateral servikal grafilerini karşılaştırmışlar. 2. 3. ve 4. servikal vertebralardaki gelişim değerlendirilmiş. El-bileğindeki gelişime uygun olarak servikal vertebraların gövdelerinde ve denste meydana gelen değişikliklere göre kemik gelişiminde 6 evre oluşturulmuş (2, 51).



Şekil 8. Servikal vertebralardan yaş tayini çalışmaları.

10-18 yaşları arasındaki 150 erkek bireyin 3. ve 4. servikal vertebraları incelenmiş. Kemik yaşını belirleyen formül elde edilerek servikal vertebranın, kemik yaşına ve kronolojik yaşa yakın olarak maturiteyi yansıttığı görülmüştür (52).

Türk toplumunda manubriomezosternal bileşke kemikleşme derecesi lateral toraks grafileri ile incelenmiş. Çalışmaya 130 erkek ve 90 kadın dahil edilmiş. Yaş grupları 0-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 ve > 60 olarak 6 gruba ayrılmış.



Şekil 9. Türk toplumunda manubriosternal bileşkenin kemikleşme derecesi (53).

2.2.1.8. İskelet Kemik Yaşı Değerlendirmesi

Yukarıda belirtilen yöntemlerle kemik yaşı tahmini manuel olarak yapıldığından sonuçlarda farklılıklar oluşabilmektedir. Bu da klinik uygulamada sorunlara yol açabilir. Dijital sistemlerin bu soruna çözüm olacağı düşünülse de pratikte el ve el bileğindeki çok sayıda ossifikasyon merkezinin varlığı, varyasyonlar, boyut, şekil ve mineralizasyon analizleri için otomatik bir sistem geliştirmek pek kolay değildir. Son yıllarda geliştirilen bu yöntemle; radyografik görüntüler bilgisayar ortamında tonlama, yön düzeltme, kemik ve yumuşak doku ayrımı gibi çeşitli işlemlerden geçirilir. Tanner-Whitehouse yöntemi veya Greulich & Pyle Atlasındaki standart görüntülerle elde edilen görüntüler karşılaştırılarak yaş hesaplanır. Bu metot, çeşitli etnik gruplarda güncellenmiştir (29).

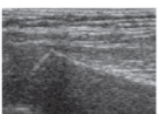
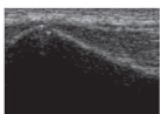
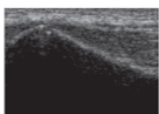
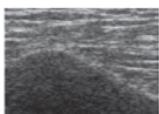
2.2.1.8.1. Gilsanz & Ratib (GR) Atlas

İskelet olgunluğunun daha etkili ve objektif değerlendirilmesi amacıyla 2005 yılında geliştirilen dijital atlasır. Kemikleşme merkezlerinin karakteristik gelişimlerini içeren dijital görüntüler oluşturularak, sağlıklı çocukların el grafilerindeki kemik yoğunluğu, şekil ve boyutunu kapsayan detaylı analizlerle yaşa ve cinsiyete özgü standartlar oluşturulmuştur. Bu standartlar GP atlasına göre çok daha hassastır ve daha iyi görüntü kalitesine sahiptir. Ayrıca GR atlasında, 2-6 yaş arasındaki dönemler 6 aylık, 7-17 yaş arası ise bir yıllık aralıklarla incelenmiştir. GR atlası çelişkili olsa da GP atlasının yerine kullanılabileceği belirtilmektedir (29, 54).

2.2.1.9. Ultrason ve Yaş Tayini

Ultrasonla özellikle ulna ve radius distal epifizleri 5 dakika gibi çok kısa bir sürede değerlendirilmektedir. Yeni bir yöntem olup düzenlemelere ihtiyaç vardır. GP atlası ile karşılaştırılan ilk çalışmalar ümit verici olsa da bazı çalışmalarda büyük farklar ortaya çıkmıştır. Radyasyon içeren el-bilek grafilerini terk edebilmek için, çok sayıda ve farklı örnekleme değerlendirme gerekmektedir (29).

Schmidt ve arkadaşları tarafından krsta iliaka epifizleri incelenmiş. Kadınlarda, füzyon başlangıcı en erken 10.1 yılda, erkeklerde ise 10.0 yılda ortaya çıkmış. Tam füzyon ise kadınlarda 17.9-22.7 yaş ve erkeklerde 17.4-22.6 yaş arasında tespit edilmiştir (55).

stage I	stage II	stage III	stage IV
			
			

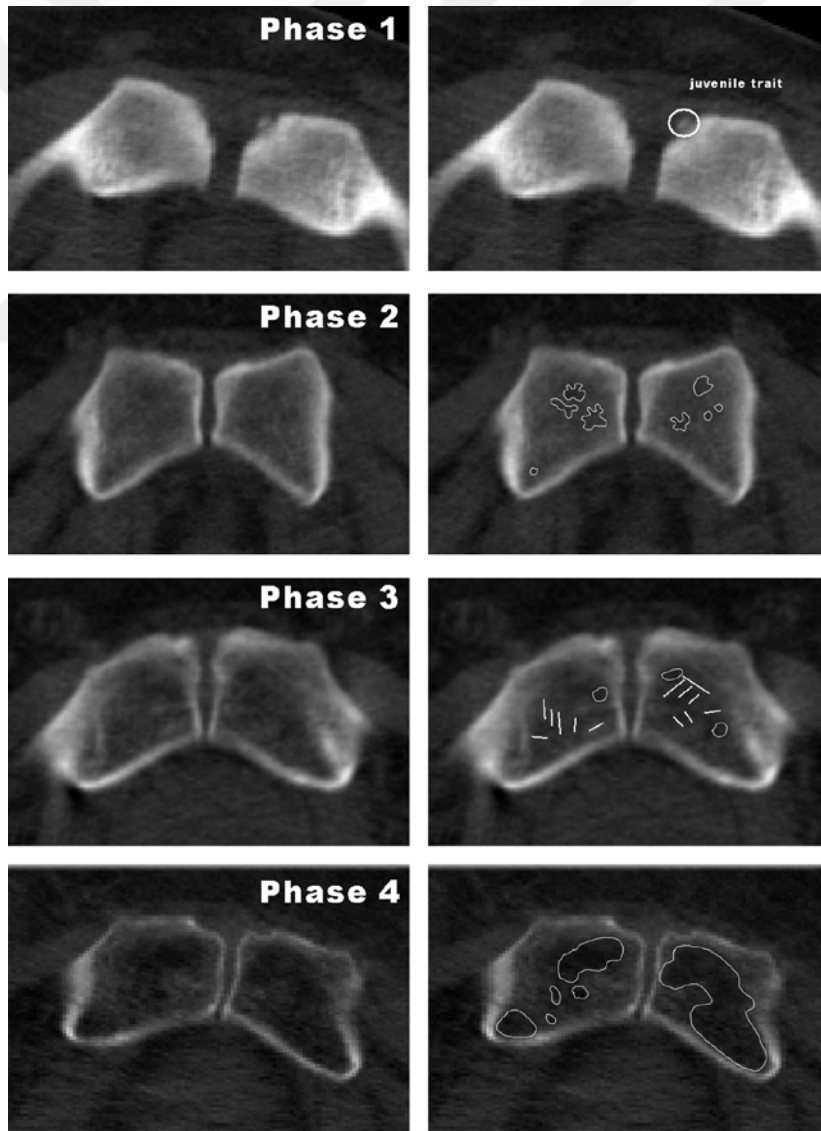
Şekil 10. Ultrason yöntemiyle iliak krest apofiz gelişiminin değerlendirilmesi (55)

2.2.1.10. MRG ve Yaş Tayini

16-26 yaş arasındaki bireylerde sternoklavikular eklem MRG yöntemiyle incelenmiş. Bu yöntemin, 18 yaşından küçük veya büyük olmayı ayırt etmekte kullanılabileceği, ancak el-bilek grafileri ile eşzamanlı değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (44).

2.2.1.11. BT ve Yaş Tayini

ÇKBT yöntemi ile 15-30 yaş arası 160 bireyin sağ birinci kostası incelenmiş. Yöntemin etkili ve noninvaziv olduğu belirtilmiştir (56).



Şekil 11. BT yöntemiyle pelvis kemiklerinden yaş tayini (57).

Faz 1: 17 yaşındaki erkek. Trabeküler kemik çok yoğun ve kemiğin tamamını doldurmuş; baskın bir gölgelenme yok ve çevredeki dokulara göre açık renktedir.

Faz 2: 34 yaşındaki erkek. Trabeküler kemik tamamen kemik içini doldurur, sağda ince beyaz çizgiler ile işaretlenmiş daha düşük yoğunluklu alanlar vardır.

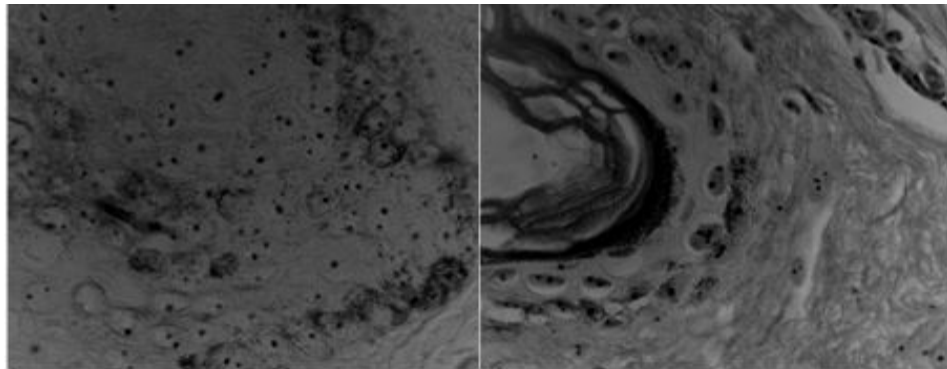
Faz 3: 46 yaşındaki kadın. Trabeküler kemik yoğunluğu azalmış, sağda işaretlenmiş büyük trabeküler yapılar mevcuttur.

Faz 4: 71 yaşındaki kadın. Boş alanlar % 50' den fazla alanı kapsamaktadır.

2.2.2. Histolojik Yöntemler

2.2.2.1. AgNOR Yöntemi ile Epidermisten Yaş Tespiti (58)

Özellikle kimliği belirsiz postmortem yaş tayini için hücrelerin proliferatif aktivitesine göre bazı metodlar denenmiştir. Bu amaçla karın cildi gibi küçük doku örneklerinde mitotik aktiviteye bakılmış ve Nükleolar Organizer Bölgelerin (NOR) gümüşle boyanması esasına dayalı AgNOR yöntemi kullanılmıştır. Yaş ortalaması arttıkça AgNOR boyama yöntemiyle azalan sayıda NOR benekleri boyanması tespit edilmiş ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). Bu çalışma ile postmortem küçük dokulardan AgNOR boyama yöntemiyle yaş tespiti yapılabileceği ancak sağlıklı bir değerlendirme için daha geniş vaka serilerine ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır (58).



Şekil 12. Sırasıyla 1 yaş altındaki ve 50 yaş üzerindeki bireylerde NOR benekleri (58).

NOR Benekleri (çok ve büyük) NOR Benekleri (az ve küçük)

Mikroskopik teknikler, laboratuvar, uzun uğraş, tecrübe ve uzman eğitimi gerektirmektedir. Gözlemciler arası sayısal uyumsuzluklar oluşması da yöntemin dezavantajlarıdır. İnce kesit gerektiren bu yöntemler, kaburga gibi kolay kırılabilen veya parçalanmış uzun kemiklerde güçlüklerle yol açtığından adli vakalarda dikkatli muamele gerektirmektedir (25).

Yaş tayini bazen ölmüş, kimliği belirsiz, çürümüş ya da parçalanmış cesetlerde kimliklendirme amacıyla da yapılmaktadır. Bu amaçla 40 tane otopsi vakasında kosta ve klavikulanın kemik yoğunluğu histolojik yöntemlerle incelenmiş. Bilinen ve tahmin edilen yaşlar arasında klavikula için 1.1 yıl, kosta için 2.6 yıl ve klavikula ve kostonun birlikte değerlendirildiği durumda 3.4 yıl ortalama fark tespit edilmiş. Kostonun ve klavikulanın ikisinin birlikte incelenmesinde daha yüksek standart hata oluşmuşsa da r^2 değerinin yüksek olması nedeniyle her iki kemiğin birlikte kullanımı güvenilir olarak düşünülmüştür (59).

2.2.3. Morfolojik Yöntemler

Uzun yıllar boyunca, iskelet üzerinde yapılan en önemli morfolojik yaş tahminleri kafatası, kaburga ve pelvis odaklı olmuştur. Koksa genellikle iyi korunduğundan, adli vakalarda yaygın ve ulaşılabilir yaş göstergesi olmuştur. Asetabulumdan da yapılan benzer çalışmalar mevcuttur (48).

Pubis eklemi ve ilium aurikular yüzeyi yaygın olarak incelenmiştir. Cinsiyete bağlı değişikliklerin, yöntemin güvenilirliği konusunda önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Erkek otopsilerde 39 ve kadın otopsilerde 29 yaşına kadar önemsiz hata payı ile yaş tespit edilmiş ancak 35 yaş üzerindeki otopsilerde bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Yaş arttıkça yöntemin güvenilirliği de azalmaktadır (60, 61).

Pek çok ülkede antropoloji çalışmaları için iskelet koleksiyonları oluşturulmuştur. Ülkemizde de dünyanın en zengin kemik koleksiyonlarından birine sahip Hacettepe Üniversitesi Antropoloji Laboratuvarı, farklı çağlara ait 10 binden fazla insan iskeleti kalıntısına sahiptir. İtalya’ da yapılan çalışmada 153 kişinin sakrum bölgesi incelenmiş ve yedi basamaklı kodlama sistemi (S1, S1 ve S2, S2 ve

S3 füzyonu, aurikular yüzeyde ve apekte oluşan değişiklikler, mikroskopi ve makroskopi) geliştirilmiştir. Her yaş tahmininde ortalama olarak, bilinen yaştan 12.87 yıl fark ve % 6.6 bir gözlemci içi yanılma ortaya çıkmıştır. Yüksek hassasiyet ve düşük gözlemci içi hataya rağmen, geniş yaş aralıkları nedeniyle adli uygulamada kullanımının pratik olmayacağı belirtilmiştir (49).

Dişlerde, diş kökü şeffaflığının veya kök şeffaflığı ile birlikte sekonder dentin yüksekliğinin yaşla olan ilişkisine bakılmıştır (47). Ülkemizde tek köklü dişlerde, kök şeffaflık alanı ve kök uzunlukları ölçülerek yapılan çalışmada sırasıyla ± 5.5 ve ± 4.9 yıl hata payı ile yaş tayini yapılmıştır (10, 62).

Canlılarda veya bütünlüğü korunmuş cesetlerde dış görünüşten yaş tayini yapılmaya çalışılsa da bireyin kronolojik yaşı ile dış görünüş arasında tam bir uyum beklenmez (63). Yüzdeki kırışıklıklar ve deri kıvrımlarından yaş tahmini yapılabilir. Bunun için alında, ağız ve göz çevresinde oluşan çizgilenmeler, mimik çizgileri, saç ve sakaldaki beyazlanma, yüz cildindeki sarkıklık, lekeler, göz kenarlarındaki kaz ayağı denilen kıvrımlar, göz altlarındaki torba ve morluklar bireyin yaşı konusunda fikir verebilir (64).

2.2.4. Yaş Tayinide Sosyal ve Psikolojik Değerlendirme

Klinisyen veya sosyal hizmet uzmanı tarafından mental durum değerlendirilmesi yapılır. Bireyle güven ortamı oluşturulur, alınan objektif anamnezle olaylara verilen anlık tepkiler sorgulanarak bir görüşe varılır (65).

2.2.5. Fiziksel Gelişim ve Yaş Tayini

Fiziksel gelişim boy, kilo, vücut yapısı, vücut kitle indeksi, cinsel olgunluk belirtilerini içerir. Fiziksel özelliklere dayanarak yaşı değerlendirmek, önerilen yöntemler içinde en az güvenilir olanıdır. Cinsel olgunluğa bakılarak yapılan yaş tayininde hata oranı yüksek olduğundan kemik ve diş gelişimi ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yine de fizik muayene, fiziksel olgunlaşmayı etkileyen patolojileri ortaya çıkarmak için önemlidir (13).

Oksoloji (Auxology) Yunanca büyüme izin vermek anlamındaki somatik büyüme ve gelişiminin incelendiği ve büyük ölçüde antropometrik ölçümlere dayalı bilim dalıdır. Çocukların büyümesine ait ilk veri, Buffon'un 1777' de yayınlanan "Supplements to the Natural History" (Doğa Tarihine Ekler) adlı eserinde ele alınmıştır. Dünyada ilk izlemeli ölçüm çalışması, Montbellier' nin kendi oğlunun doğumundan on dokuz yaşına kadar izlediği boy ölçümleri de bu eserde yer almaktadır. Avrupa ülkelerinde 18. ve 19. yüzyıllarda okul çocukları üzerinde yapılmış sınırlı verilere rastlanmaktadır. 20. yüzyılın başlarına kadar antropometrik ölçümler genellikle çeşitli ırklarda ve toplumlarda yapısal farklılıkları belirlemek ve hatta bazı toplumların diğerlerine üstünlüğünü kanıtlamak amacıyla uygulanmıştır. Büyüme araştırmalarının temeli, 1899' da Franz Boas' ın antropometrik ölçümlerle çocuklarda yaşa göre büyüme ritmi değişikliklerine dikkat çekmesiyle atılmıştır (66).

Çocuklardaki büyüme seviyesi, toplumun maddi ve moral koşullarını yansıtan değerli bir ölçüdür. Avrupa' da endüstrileşme sonrası toplumun tüm katmanlarında yaşam koşulları düzelmeye başlamıştır. Bu gelişme çocukların beslenme ve sağlık durumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Gerek Avrupa ülkelerinde, gerekse ABD' de 20. yüzyılın başlarında, hatta daha eski kayıtlar incelendiğinde, günümüz çocuklarının önceye göre daha erken geliştikleri ve yaşa göre daha uzun boya ve vücut ağırlığına eriştikleri bilinmektedir. Bu süreç, **"yüzyılın eğilimi"** (*secular trend*) olarak adlandırılmaktadır (67).

Türk çocuklarının büyümesi ile ilgili en eski çalışma 1917'de Kansu tarafından Bursa' da 125 kız ve 156 erkek öğrenci üzerinde yapılan boy ve ağırlık ölçümleridir (68). 2008 yılında ise Olcay Neyzi ve arkadaşları tarafından, Türk çocuklarının büyümesini değerlendirilmek ve ABD çocuklarla karşılaştırmak amacıyla çalışma yapılmış. Yüksek sosyoekonomik düzeydeki Türk çocuklarının boy uzunluğunun, Amerikalı çocuklarla benzer olduğu, çocuklarımızın daha önceki değerlere göre daha uzun boylu oldukları sonucuna varılmıştır (4).

2.2.5.1. Puberte Belirtileri

Adolesan dönemi, çocukluk döneminin sonundan erişkinliğe kadar uzanan tüm fiziksel, seksüel ve psikolojik gelişim evrelerini içine alır. Bu dönem içinde yer alan pubertal dönemde ise sekonder seks karakterlerinin gelişimi, pubertal büyüme ve gonadların olgunlaşarak fertilizasyon yeteneğinin kazanılması gerçekleşir. Puberte, kızlarda meme gelişimi, erkeklerde ise testis büyümesi ile başlar. Aslında gonadotropin aktivasyonu başlamış ve seks steroidleri salınmaya başlamıştır. Seks steroidleri pubertenin ortalarına kadar gece salgılandığı için, sabah alınan kan numunelerindeki değerler düşüktür. Bu nedenle seks steroidlerinin kan değerleri yerine, fizik inceleme sonuçları pubertal gelişimin değerlendirilmesinde kullanılır. Puberte kızlarda ortalama olarak 10-11 yaşta ve erkeklerde 11-12 yaşta başlar. Pubertenin kızlarda 8 yaşından ve erkeklerde ise 9 yaşından önce başlaması erken puberte, 13.5 yaşına kadar herhangi bir belirti gözlenmemesi de gecikmiş puberte olarak değerlendirilir (69).

Puberte sırasında; boy ve ağırlık artışı, sekonder seks karakterlerinin gelişimi, yağ ve kas dokusu dağılımının ve miktarının değişmesi, dolaşım ve solunum sistemlerinde bazı fiziksel değişiklikler gözlenir. Pubertenin tamamlanması, ortalama 2-6 yıl gibi geniş bir aralıkta gerçekleşir. Bu nedenle aynı yaştaki normal ve normal olmayan bireylerin ayırt edilmesinde güçlüklerle karşılaşılabilir (70).

Kız çocuklarında pubertenin ilk fiziksel belirtisi genellikle **telarş** yani göğüs gelişimidir. Ancak kızların % 10-20'sinde **pubarş** adı verilen pubik kıllanma, pubertal gelişimin ilk belirtisi olabilir. Telarş ve pubarş, Tanner tarafından tanımlanan 5 evrede değerlendirilir. **Menarş** yani adet görme ise, uterusu belirli aralıklarla kanama olmasıdır ve genellikle doğurganlığın ilk belirtisi olarak kabul edilir. Menarş, çoğunlukla 12 -13 yaşlarında başlasa da 1-2 yıl sapma olabilir (70).

Tablo 1. Kız çocuklarında cinsel gelişim (70)

	Telarş	Pubarş	Menarş
Yaş	7.5 – 13.5	8.5 – 14	9.5 – 16

Erkek çocuklarda pubertenin ilk fiziksel bulgusu testis hacminin artmasıdır. Daha sonra pubik kıllanma oluşur. Testis büyümesi 9,5 – 12 yaş arasında gerçekleşir. Türk erkek çocuklarının testis boyutları ile ilgili yapılan çalışmada; 14 yaşına ulaşan olguların % 99,9’ unda testis volümünün 4 ml ve üzerinde olduğu saptanmıştır. Daha sonra pubik ve aksiller kıllanma gözlenir. Bunu yüz, göğüs, sırt, karın ve uylukların üst bölümü gibi androjene duyarlı bölgelerde kılların çıkması takip eder. Ses kalınlaşması, aksiller kıllanma başladığında androjenlerin larinkse olan etkisiyle gerçekleşir. Adolesan büyüme sıçraması, erkek çocuğu erişkin boyutuna ulaştırır. Erkek çocuklarda dış genital değişiklikleri 9-18 yaş arasında olmakla birlikte daha ileri yaşlara kadar devam edebilir (71).

Puberte yaşı ile dış genital değişiklikleri arasında tam bir uyum yoktur. Erkek çocuklarda pubik kıllanma, genellikle dış genital gelişimi başladıktan hemen sonra başlasa da bazılarında 4. evreye kadar görülmeyebilir. Pubik kıllanma Amerikalı çocuklarda en erken 9.3 yaşında ve ortalama 12 yaşında tespit edilmiş. Ülkemizde 1987 ve 2000 yıllarında yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (71, 72).

Ortalama olarak aksiller kıllanma 13 yaşında, bıyık gelişimi 15 yaşında, yanakta sakal gelişimi 16 yaşında, çenede sakal gelişimi ise genellikle dış genital gelişimi yani pubarştan 3 yıl sonra belirir. Sekonder seks karakterlerinin geliştiği 11-16 yaş arasındaki büyüme hızlanmasına *büyüme atağı* adı verilir. Ortalama 2,5-3 yıl devam eden bu süreçte, erkek çocuklar 28 cm, kız çocuklar ise 25 cm uzarlar. Erişkin hayattaki ağırlığın yaklaşık yarısı kazanılır (70).

2.2.5.2. Tanner Evrelemesi

Erkek ve kadınlarda puberteye bağılı dış genital gelişimi Tanner tarafından 5 evrede tanımlanmıştır (73).

Tablo 2. Kızlarda Tanner evreleri (74).

Evre	Yaş	Pubis kıllanması	Meme gelişimi
I	10 yaş ve altı	Karın duvarındakine benzer, pigment içermez	İnfantil areola göğüs deri sınırı altında
II	10-11.5 yaş	Hafif kıvrılmış veya düz, pigmentli, seyrek, uzun, labialara yayılır	Göğüs tomurcuklanır, papilla yükselir, areola çapı artmaya başlar
III	11.5-13 yaş	Pigmentli ve iri, kıvrılır pubis birleşim hattına yayılır	Göğüs ve areola boyutu artar, yandan bakıldığında meme-areola sınırı düz hat şeklindedir
IV	13-15 yaş	Pigmentli, mons pubise yayılır, üçgeni tam doldurmaz	Boyutu ve yüksekliği artar, yan görüntüde areolada ikinci bir tümsek oluşur
V	15 yaş ve üzeri	Kıl sayısı artar, yapısı erişkine benzer, pubik üçgeni kaplar	Erişkin boyutuna ulaşır, areola sınırı- meme dokusu aynı seviyeye geri döner

Tablo 3. Erkek çocuklarda Tanner evreleri (74).

Evre	Pubis kıllanması	Skrotum gelişimi	Penis gelişimi
I	Yok	İnfanıl, deri pembe	İnfanıl
II	Penis kökünde seyrek, hafif pigmente, düz veya kıvrırcık uzunca tüyler	Skrotum derisinde pigmentasyon başlar	Hafif büyüme
III	Kıllanma daha belirgin ve yaygın, kıllar koyu renkte ve kıvrırcık	Daha belirgin büyüme ve pigmentasyon	Boyuna ve enine büyüme
IV	Kıllanmanın dağılımı erişkine benzer ancak erişkinden daha az	Büyüme artar, pigmentasyon ve pürtüklenme belirgin	Uzunluk ve çap artar, glans gelişir
V	Kıllanma artar, bacakların medial kısımlarına da yayılır	Erişkin görünümü	Erişkin boyutu

Dış genital gelişimi ortalama 2-5 yıl arasında tamamlanır. Puberte yaşı ile dış genital değişiklikleri arasında tam bir uyum yoktur. Amerikalı erkek çocuklarda *pubik kıllanma*, en erken 9.3 yaşta ve ortalama 12 yaş civarında gözlenir. Ülkemizde yapılan çalışmada ABD ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (71, 72).

Ortalama olarak aksiller kıllanma 13, bıyık gelişimi 15 ve yanakta sakal gelişimi 16 yaşında gözlenir. Çenede sakal gelişimi ise genellikle dış genital gelişimi bittikten ve pubarştan 3 yıl sonra belirir (70)

Sekonder cinsiyet karakterlerinin gelişiminin olduğu 11-16 yaş arasındaki büyüme hızlanmasına “*büyüme atağı*” adı verilir. Bu dönemde erkek çocuklar 28 cm, kız çocuklar ise 25 cm uzarlar. Cinsiyet, ırk, iklim, hormonal faktörler ve ailesel özellikler, beslenme, çevresel uyarılar, ebeveynlerin ergenliğe giriş yaşları puberte gelişim süresini etkileyen durumlardan bazılarıdır (70).

2.2.5.3. Prader Orşidometresi

Tanner evrelemesi testis hacim ölçümünü içermez. Ancak Tanner evresinde yaş ilerledikçe testis hacmi de artmaktadır. Testis boyutları, İsviçreli pediatrik endokrinolog Andrea Prader tarafından tanımlanan *Prader orşidometresi* ile değerlendirilir. Bu yöntemle; 1-25 ml arası 12 tahta veya plastikten oluşan boncuk dizisi ile testis boyutları eşleştirilir. 1-3 ml prepubertal, 4 ml pubertal ve 12-25 ml yetişkin olarak değerlendirilir. Bu ölçümlere göre makroorşidizm varlığı, öğrenme güçlüğü ile seyreden *Frajl X sendromu* için ipucu olabilir (75).

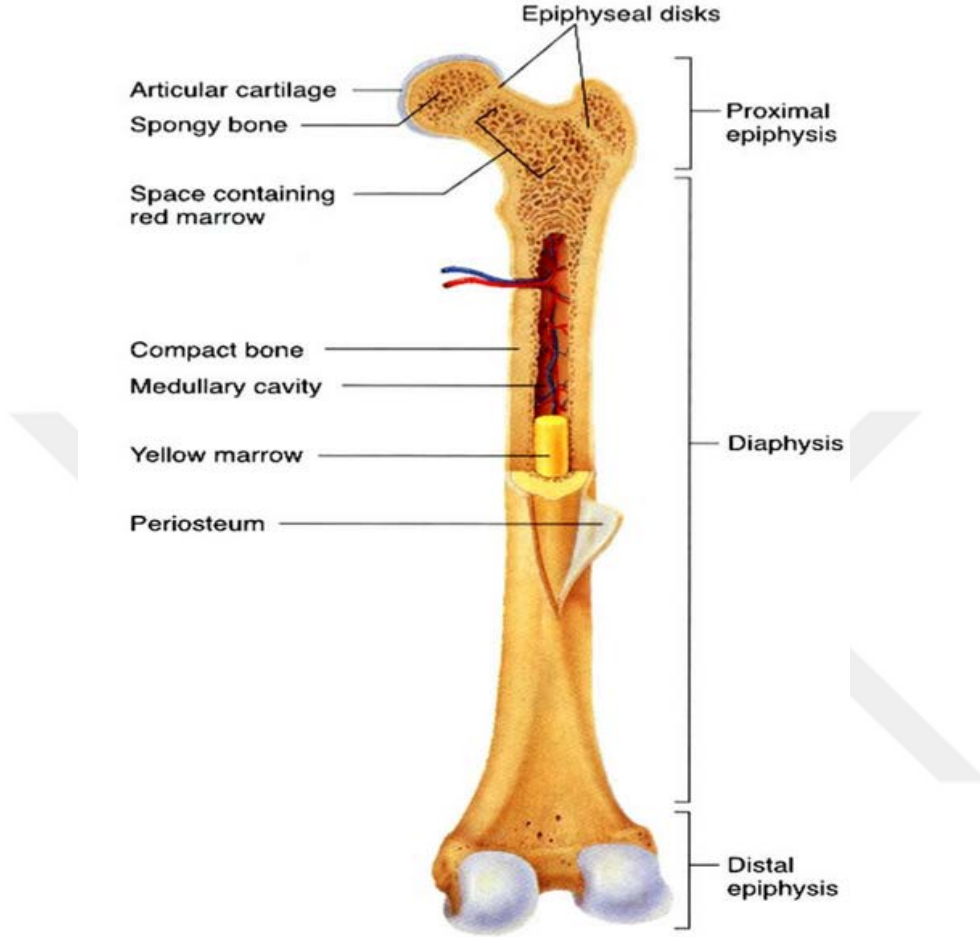
2.3. KEMİK ANATOMİSİ VE KEMİKLEŞME MERKEZLERİ

2.3.1. Kemik Dokusunun Özellikleri

Kemikler kökenini embriyonal bağ dokusundan alır. Kemik dokusunda osteoblast, osteoklast, osteosit ve periost hücreleri olmak üzere 4 tip hücre bulunur. Mezenkimden köken alan osteoblastlar osteoidi meydana getirirler. Osteoid içinde kollagen lifler ve bu lifler arasında inorganik maddeler toplanır. Yani hücreler, lifler ve ekstraselüler matrikste oluşan kalsifikasyon kemiğin yapısını oluşturur. 4 yaşından sonra kollagen liflerin yerini lameller ve osteon alır.

Kemikler, kemikleşme bölgeleri bakımından epifiz, diafiz ve metafiz olmak üzere 3 bölgede incelenir. Uzun kemiklerdeki **epifiz** olarak adlandırılan uç kısımlar, ince bir kompakt kemik tabakası ile örtülmüş süngerimsi kemikten oluşur. **Diafiz** (Yunanca diaphysis, arasında büyüyen) silindirik kısımdır. Kemik iliği tarafındaki iç yüzeyde az miktarda süngerimsi kemik dışında tamamına yakını kompakt kemikten

oluşur. Kısa kemikler ise genellikle etrafı kompakt kemikle çevrelenmiş süngerimsi kemik merkezi içerir (76).



Şekil 13. Uzun kemik dokusunun yapısı.

2.3.2. Kemikleşme Türleri (77)

Kemikleşme yapısal ve bölgesel olabilir. Yapısal kemikleşme desmal ve kondral olmak üzere iki türdür. İntramembranöz (desmal) kemikleşme; klavikula, yüz ve kafa kemikleri gibi yassı kemiklerde görülürken intrakartilaginöz (kondral) kemikleşme ise yassı kemikler dışındaki kemiklerde görülür. Kısa kemiklerde içten dışa doğru meydana gelen kemikleşmeye enkondral kemikleşme, uzun kemiklerde dıştan içe doğru kemikleşmeye ise perikondral kemikleşme denilmektedir (77).

Kısa kemiklerde bir miktar perikondral kemikleşme de olur. Uzun kemiklerde epifizde ayrı ayrı kemikleşme odakları meydana gelir. Epifiz ile diafiz arasında kemikleşmemiş darca kıkırdak doku kalır ve kıkırdak doku kemikleşene kadar kemikler büyümeye devam eder. Bu kıkırdak dokuya büyüme çizgisi (linea epifizyalis) denir ve bu çizgi 20-25 yaşında kemikleşir.

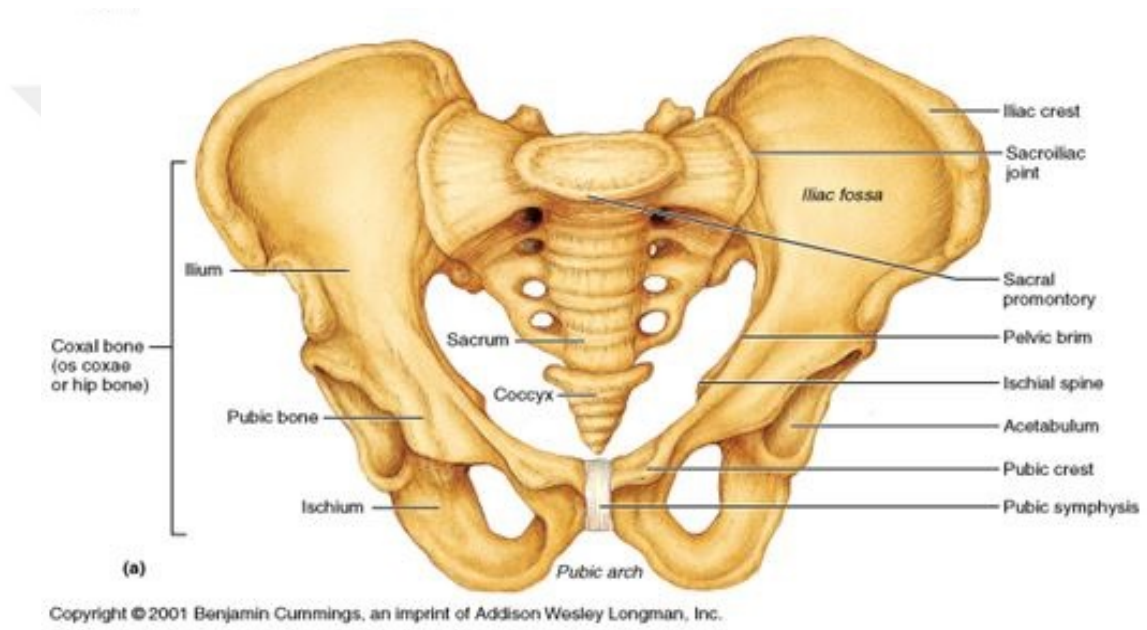
Bölgesel kemikleşme, tek merkez ve birden fazla merkez olmak üzere iki türlü olur. Tek merkezden kemikleşme, kısa kemiklerde (kalkaneus hariç) intrauterin hayatın 8. haftasında başlar ve 9 yaşına kadar devam ederken birden fazla merkezden kemikleşme ise intrauterin 7-12 haftalar arasında ortaya çıkar. Bunlar primer ossifikasyon merkezleri olup kemikleşme taslağında ilk görülen kemik odağıdır. Bu kemik uçları doğumda kıkırdak yapıdadır. Bazı kemiklerin epifizlerinde ise 13-19 yaş arasındaki bireylerde sekonder ossifikasyon merkezleri gelişir (77).

2.3.3. Kemikleşme Merkezlerinin Gelişimi

İskelet sistemindeki kemiklerin primer ossifikasyon merkezlerinin çoğu erken fetal hayatta gelişir. Klavikula ilk ossifiye olan kemiktir. 2-3. Gestasyonel ayın sonuna kadar tüm primer ossifikasyon merkezleri gelişir. Term yeni doğan tüm bebeklerde, femur distal ucunda epifiz kıkırdağı içinde yaklaşık 5 mm çaplı, baklava şeklinde, kesitlerinde beyaz kıkırdak doku içinde yuvarlak kırmızı renk içeren *Beklard kemikleşme odağı* bulunur. Tibia proksimal ucunda, kalkaneus ve küboid kemiklerde de kemikleşme odağı bulunur. Ancak tibia proksimal epifizinin görülmesi doğumdan sonra 2. aya kadar gecikebilir. Bu merkezler genellikle fetal ve neonatal kemik yaşının tayininde kullanılır. Yine term infantların % 40-50' sinde humerus proksimal epifizinde ossifikasyon olduğu görülür. Yaş tayininde her bir ossifikasyon merkezinin görülme zamanı, şekli ve epifizlerin şafta füzyonu dikkate alınır. Epifiz ossifikasyon merkezleri önce yuvarlak 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 tayini yapılmaya başlanır. Başparmak kolayca saptanabilen özel değişiklikler gösterir. Birinci metakarpalın distal ucu komşuluğunda görülen *sesamoid kemik* kızlarda 11, erkeklerde 13 yaş civarında görülür. Oniki aylıktan küçük çocuklarda kemik yaşı değerlendirmesi sekonder ossifikasyon merkezlerinin sayısı ile yapılabilir. Genellikle falangeal epifizlerin incelenmesi ile yapılan yaş tayini karpal ve metakarpal kemiklere göre daha doğru sonuç vermektedir (78).

2.3.4. Pelvis Anatomisi



Şekil 14. Kemik pelvis anatomisi.



Şekil 15. Pelvisin radyolojik anatomisi.

2.3.5. Pelvisteki Kemikleşme Merkezleri ve Risser İşareti

Kemik pelvis ve iliak epifiz olgunluğu ile ilgili ilk temel bilgi, Ortopedi cerrahı Joseph C. Risser tarafından 1934 yılında tanımlanmış ve Risser işaretinin gelişimine yol açmıştır. 1998 yılında, Risser işaretinin standart değerleri klinik amaçlar için güncellenmiştir. Buna göre, iliak kemikleşme 12 yaşında ve erkeklerde 13 yaşında başlar. Kızlarda 17 ve erkeklerde 18 yaşında tamamlanır. İliak epifiz canlılarda adli yaş tayininde mükemmel koşullar sağlar (79).

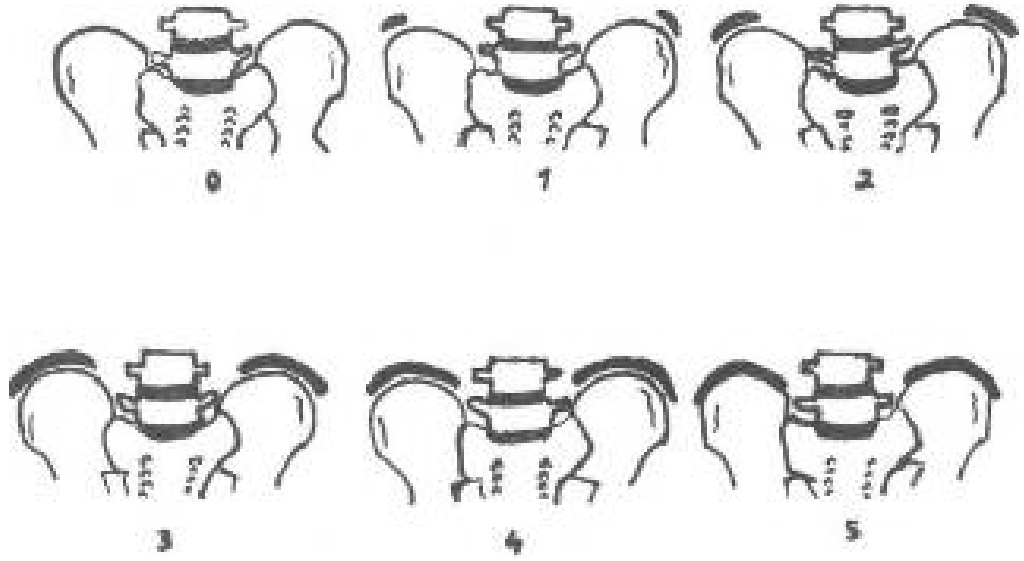
Bu alanda Wittschieber ve arkadaşları Cameriere tarafından geliştirilen yöntemi kullanarak, 10-30 yaş arasındaki 643 bireyin pelvis grafilerini incelemişler, iliak epifiz uzunluğunun iliak kanat alanına (ICA / IW) oranı ile cinsiyete spesifik lineer regresyon analizleri oluşturmuşlardır. İliak krestte füzyon başlangıcının en erken 16 yaşında başladığını, bu bölgeden 12-24 yaş arasında yaş tayini yapılabileceğini belirtmişler. Sağ ve sol pelvisler arasında anlamlı fark olmadığını, Risser evrelerinin canlılarda yaş tayini için uygun olduğunu, rutin kullanım için standart koşullar ve yüksek vakalı çalışmalar gerektiğini bildirmişlerdir (79).

Küreselleşme ve göçler nedeniyle adli yaş tahminlerinin önemi artmıştır. İliak apofizin kemik olgunlaşmasının el ve klavikulayanispeten geç tamamlanması nedeniyle yaş tayininde uygun bir kriter olabileceği düşünülmüş ve iliak apofiz gelişimi radyografik, anatomik ve antropolojik çalışmalarla hesaplanmıştır. Yirminci yüzyılda ise radyografi tekniğiyle iliak epifiz gelişimini değerlendirmek için radyoloji ve klinik ortopedi alanında uzun çalışmalar yapılmış ve Risser işareti oluşturulmuştur (17).

İliak krest olgunlaşması Risser tarafından tanımlandığı için Risser Sign (Risser İşareti) adını almış ve canlılarda yaş tayini için önerilmiştir. Eikvil ve arkadaşları tarafından, iliak krest epifizleri incelenmiş ve epifizlerin dış taraftan başlayıp merkeze doğru ilerleyerek kapandığı belirtilmiştir (13).

İliak apofizle ilgili literatür verileri çok farklı ve heterojendir. Çalışmaların çoğunda, ossifikasyon için alt sınır belirlenememiş, iskelet bozuklukları dışlanmamıştır. Bu konuda adli sorulara yanıt veren çalışma sayısı çok azdır (17).

Birang ve arkadaşları tarafından yapılan benzer çalışmada; 16 yaş altı gençlerin hiçbirinde Risser 0 evresi mevcut değilken, 18 yaş üzerinde ise Risser derecesi ≥ 3 bulunmuştur. Risser skorunun erişkinlerde adli yaş tayininde yararlı olduğu ve Risser yönteminin 18 yaş üstü ergenlerde pelvisteki iskelet olgunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan tek standart yöntem olduğu belirtilmiştir (80).

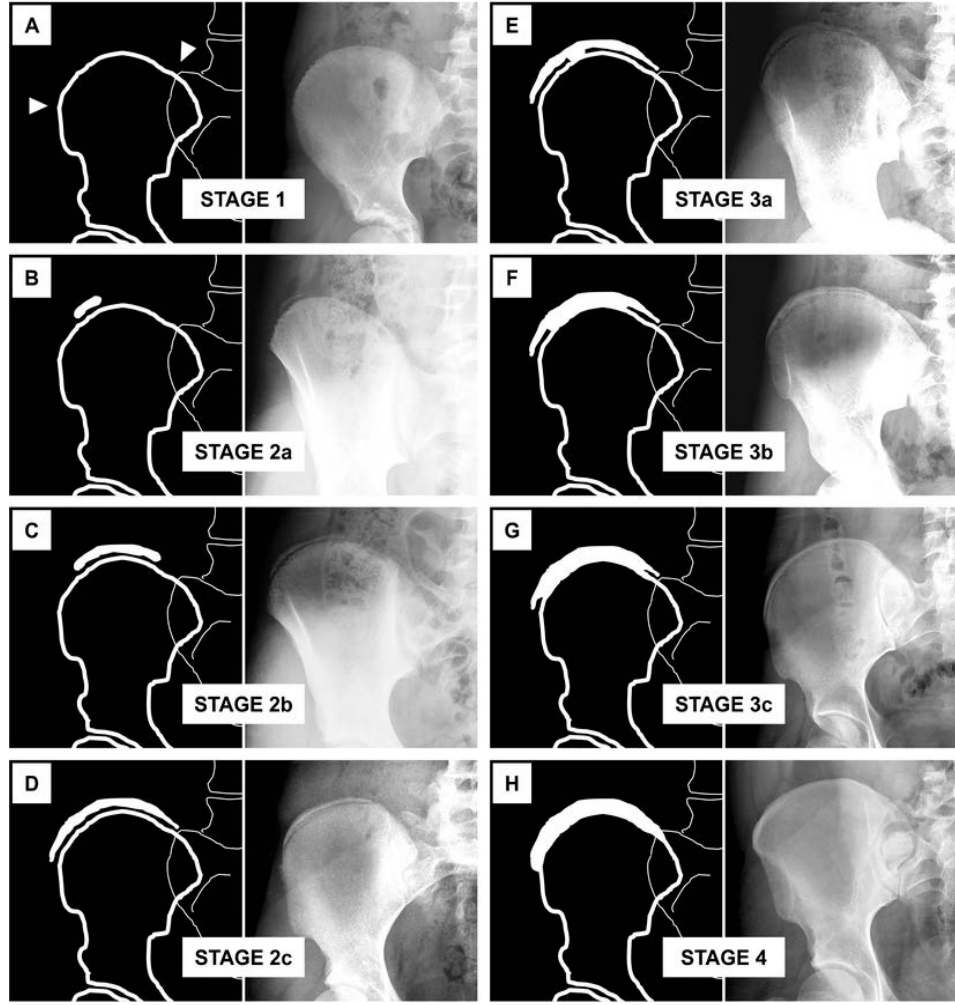


Şekil 16. Risser Derecelendirme Sistemi.

Çin’ de yapılan çalışmadaki modifiye evreleme sistemine göre, son evre olan 4. evrede her iki cinsiyette de 18 yaşın tamamlandığı tespit edilmiştir (81).

İtalya’ da *Wittschieber* ve arkadaşları tarafından, 10-30 yaş arasındaki bireylere ait 643 pelvis grafisinin 566 tanesi retrospektif olarak incelenmiş. Tespit edilen minimum füzyon başlangıcı olan 14 yaş ve tam füzyon olan 16 yaş sınırının birçok ülkede yasal sınır olması nedeniyle, çalışma geçerli olarak düşünülmüştür. Özellikle evre 4’te, kızlarda erkeklere göre biraz daha erken kemikleşme olduğu fark edilmiştir. İliak kemikleşme ortalama olarak her iki cinsiyette de 14 yaşta başlamış ve 24 yaşta tamamlanmıştır (17).

Antropolojik olara yapılan çalışmada, 7-29 yaş aralığındaki 137 Portekizli iskeleti incelenmiş ve kadınlarda 20 yaşta ve erkeklerde 22 yaşta füzyon olduğunu belirtmişlerdir (82). Hindistan’ da yapılan çalışmanın sonucuna göre ise; *iliak krest* epifizi erkeklerde 15-16 yaşta ve kızlarda 14-16 yaşta görünmeye başlar. Çoğunlukla erkeklerde 21-22 yaşında ve kadınlarda 20-21 yaşında füzyon gözlenir. *İskium epifizi* ise erkeklerde 16-17 yaşında ve kızlarda 15-17 yaşlarında belirir. Her iki cinsiyette de 21-22 yaşında füzyon gözlenir. Aynı bölgeden inceleme yapan çalışmalarla bulunan benzerliğin nedeni; diğer çalışmaların da Hindistan’ da ve aynı kişiler tarafından yapılmasına bağlanmış (83).



Şekil 17. Krista iliaka kemikleşme aşamalarının radyografik olarak görüntülenmesi.

1934 yılında Risser' in yaptığı çalışmalarda iliak krest epifiz kenarı olarak isimlendirilen bölge için, zamanla iliak krest apofizi terimi kullanılmıştır. Risser' e göre iliak krest epifizi ilk olarak 13-14 yaşında görünmeye başlar, 15-16 yaşında ilerler ve 16-18 yaş aralığında füzyon gerçekleşerek kemik gelişimi tamamlanır. 1998 yılında, Diedrichs ve arkadaşları tarafından Risser kemikleşme aşamalarındaki standart değerler yeniden güncellenmiştir. Buna göre muhtemelen kemik gelişim hızındaki artış nedeniyle; iliak kemikleşme, kızlarda 12 yaşta ve erkeklerde 13 yaşta görünmeye başlar ve yine kızlarda 17 yaşta ve erkeklerde 18 yaştan sonra tamamlanır (17). Doğruluğu ile ilgili tartışmalara rağmen, kemik gelişimi tamamlanmamış ergenlerde omurga deformitelerinin progresyonu sırasında tedavi şekli ve başlangıcı hakkında karar vermek için bir ana kriter olarak Risser işareti yaygın olarak kullanılmaktadır (17).

Joseph C. Risser iliak kanat epifizi ile vertebra büyümesi arasında bir korelasyon olduğunu tespit etmiştir. İliak kanat dörde bölünerek altı Risser derecesi oluşturulmuş. Buna göre;

Evre 0: hiçbir kemikleşme yok.

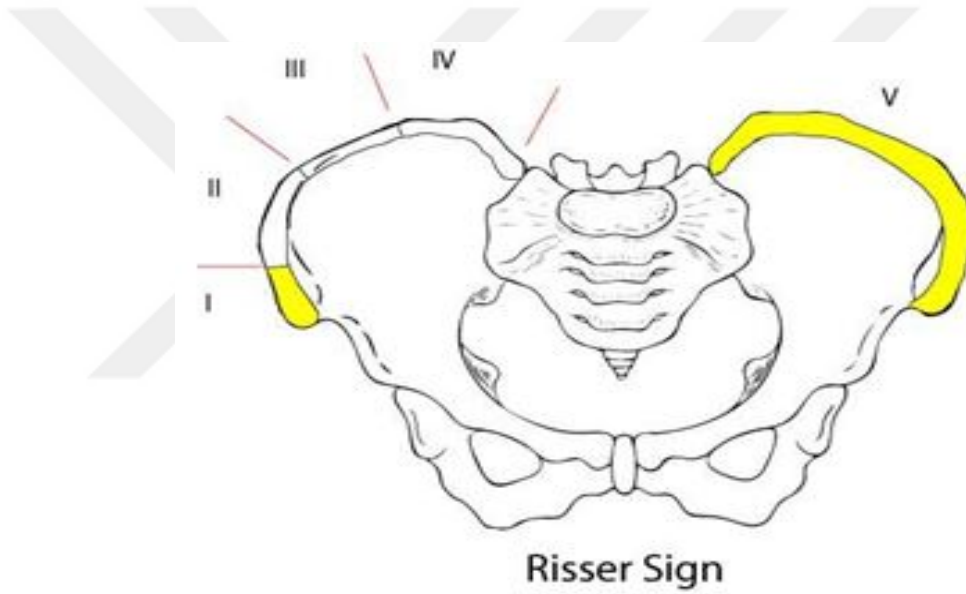
Evre 1: İliak krest ilk çeyreğinde (% 25) kemikleşme.

Evre 2: İliak krest ikinci çeyreğine (%25-%50) uzanan kemikleşme.

Evre 3: İliak krest üçüncü çeyreğine (% 50-%75) uzanan kemikleşme.

Evre 4: Epifiz hattın dördüncü çeyreğine (> % 75) kadar kemikleşme.

Evre 5: Anterolateralden posteromediale uzanan tam füzyon.



Şekil 18. Pelviste Risser işareti ve dereceleri.

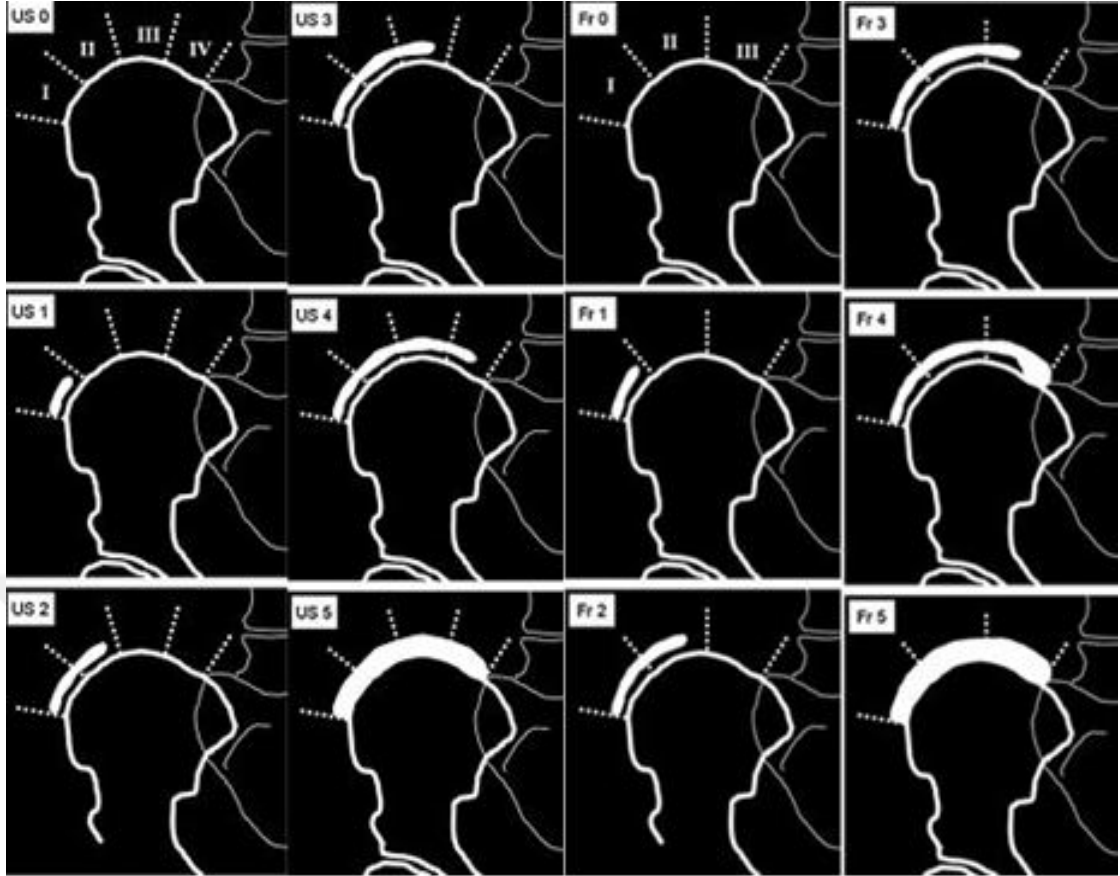
Birang ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada pelviste önce iskium, sonra iliak krest epifizinin kapandığı belirtilmiş, 16 yaş altındaki gençlerin tamamında Risser derecesi 2' nin altında, 18 yaş üstünde ise 3' ün üstünde bulunmuştur. Sonuçların, özellikle adli yaş tahmininde yararlı olacağı ve bazı değişikliklerle ülkelere özgü daha iyi sonuçlar elde edilebileceği belirtilmiştir. Az sayıda örneklem olması ve sadece Tahran'da yapılması çalışmanın kısıtlılığı olarak değerlendirilmiştir (80).

Adli hekim, radyolog, diş hekimi ve antropologlardan oluşan Uluslararası Adli Yaş Tayini Çalışma Grubu (AGFAD) tarafından, ceza davaları ve diğer hukuki alanlarda yaş tayini için öneriler geliştirmiştir. Buna göre; kemikleşme tamamlanana kadar sol el ve dişlerden, sonrasında ise köprücük kemiğinden radyolojik değerlendirme yapılabileceği gibi, iliak krestin de nispeten geç kapanması ve ulaşımının kolay olması nedeniyle yaş tayininde mükemmel koşullar sağladığı belirtilmiştir. Risser, skolyoz hastalarının vertebral gelişimini takip ederken vertebra ve iliak apofiz füzyonlarının yakalşık aynı zamanda tamamlandığını gözlemlemiştir. Risser işareti, özgün tanımından bu yana, nispeten basit uygulanabilirliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Başlangıçta Amerika’ da geliştirilen Risser işareti daha sonra, Fransız ve diğer Avrupa hekimleri tarafından modifiye edilmiştir (84).

Wittschieber ve arkadaşları tarafından, 10-30 yaş arasındaki 643 hastanın AP pelvis grafileri retrospektif olarak incelenmiş. İliak apofiz kemikleşme durumu için, Risser’ in bulgularından yararlanılarak ABD ve Fransız olmak üzere iki farklı derecelendirme sistemi uygulanmıştır (84).

Tablo 4. Amerikan ve Fransız Risser evrelerinin karşılaştırılması.

Evre	Epifiz kemikleşme durumu	
	Fransız	ABD
0	kemikleşme yok	kemikleşme yok
1	anterolateral ilk üçte birde (% 33)	anterolateral ilk çeyrekte (% 25)
2	% 33-66 arası	ikinci çeyreğe uzanmış (% 25-50)
3	% 66-100 arası	üçüncü çeyreğe uzanmış (% 50-75)
4	ilium posteromedial ile iliak krest arasında füzyon	> % 75 epifizyel kemikleşme
5	iliumun ile iliak krestin tam füzyonu	iliumun ile iliak krestin tam füzyonu



Şekil 19. Pelvis radyografisi yöntemi ile Amerikan ve Fransız Risser evreleri.

Örnekte kemik silüetler beyaz olarak gösterilmiştir. Amerikan (US) Risser evreleri solda ve Fransız (Fr) Risser evreleri sağda gösterilmiştir. Her iki evreleme sistemi, hiç kemikleşmenin olmadığı birinci aşama olan 0 evresinden başlamakta ve 6 evreden oluşmaktadır. ABD sisteminde, iliak krest dörde ve Fransız sisteminde ise üçe ayrılmıştır. ABD Risser evre 4' te dördüncü çeyrekte iliak apofizin gelişimi, Fransız sisteminde ise iliak krest füzyon başlangıcı olarak tanımlanır. Evre 5, her iki sınıflandırma sisteminde tam füzyon anlamına gelir. Ancak, ABD sisteminde, füzyon başlangıcı son aşamada yer almaktadır (84).

ABD Risser evrelerinde, her iki cinsiyette evre 4 ve evre 5' e en erken 14 yaşında ve en son 16 yaşında rastlanmıştır. Fransız Risser evrelerinde ise evre 3 ve evre 4'e 14 yaşından önce ulaşılmış, evre 5 ise mutlaka 16 yaşından büyüklerde bulunmuştur. Ayrıca, kızlar erkeklere göre daha erken kemik gelişimi göstermiştir. 1998 yılında Diedrichs ve arkadaşları, ABD Risser evre 5 için kızlarda 17.09 yıl, erkeklerde ise 18,03 yıl ortalama değerlerini bulmuşlardır (84).

2.3.6. Diğer Kemikleşme Merkezleri ve Yapılan Çalışmalar

Sharma ve arkadaşları tarafından, 18-21 yaş arasındaki bireylerin kalça epifizleri incelenmiş. 18 yaşında femur başı, büyük trokanter ve küçük trokanterde tüm bireylerde füzyon gözlenmiş. Bu bölgelerde 18 yaştan önce kemikleşmenin başladığı düşünülmüş. 20-21 yaş arasındaki % 75' ten fazla olguda, pelvis gövdesi ile iliak krest birleşerek füzyon oluşturmuş. Bu, Galstaun ile Gupta ve arkadaşlarının incelemeleriyle benzer bulunmuş. 21-22 yaşındaki kadınların % 78' den fazlasında, erkeklerde ise % 77 olguda tuber ishiumda füzyon gözlenmiş. 21-22 yaş erkeklerin iliak krest epifizinde % 85 olguda tam füzyon gözlenmiş (85).

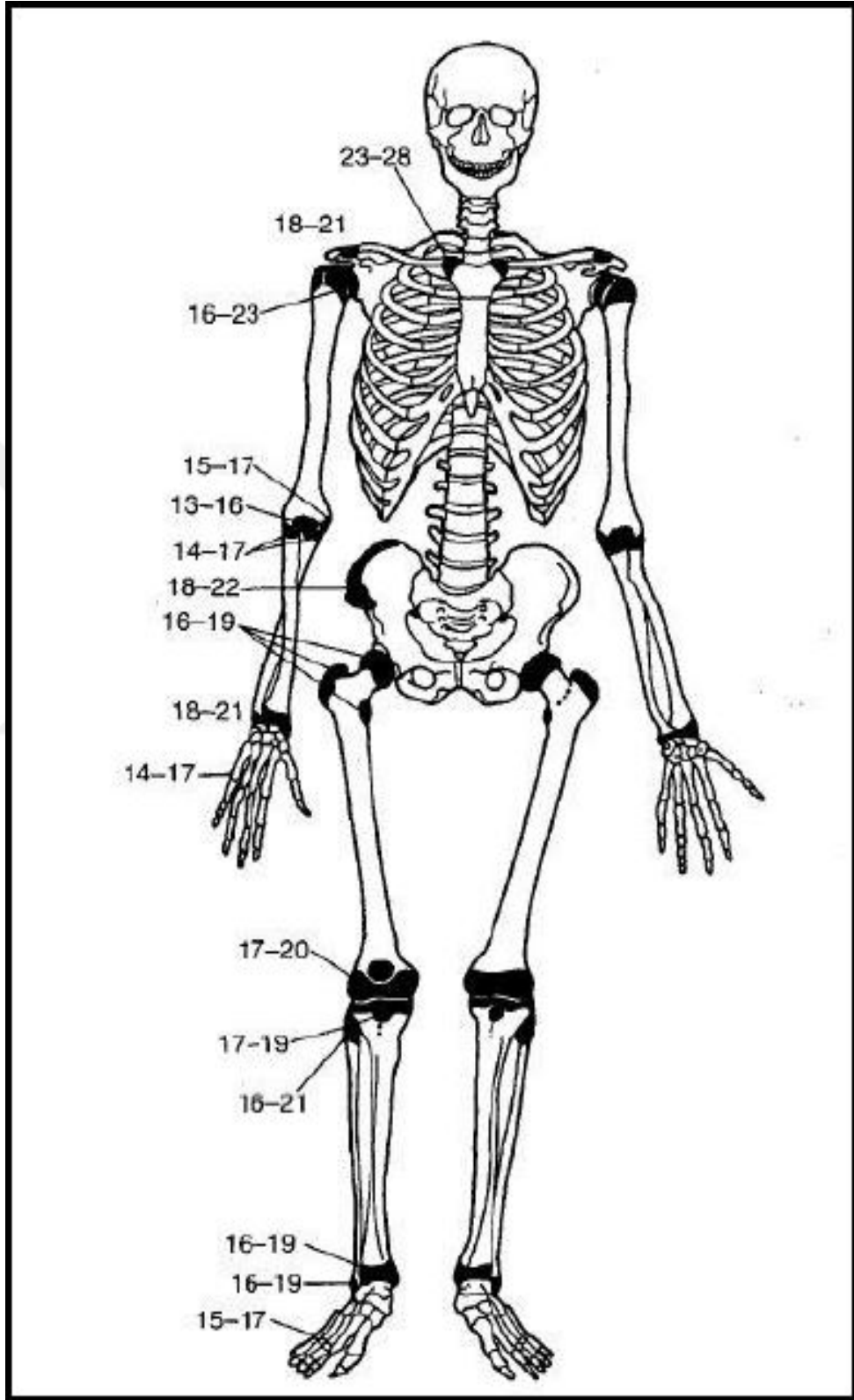
Tablo 5. Kalçadaki beş epifiz bölgesinde cinsiyetlere göre füzyon yaşları (85).

Epifiz	Kadın	Erkek
Femur başı	18-19	18-19
Büyük trokanter	18-19	18-19
Küçük trokanter	18-19	18-19
İliak krest	20-21	21-22
Tuber ishium	21-22	21-22

Dirsek ekleminde altı kemikleşme merkezi bulunur. Bu kemikleşme merkezlerinin her zaman belirli bir sırayla görünür olması, klinik olarak önem taşımaktadır. Erkek çocuklarında bu merkezler kızlara göre 1 yıl geç oluşur (86).

Tablo 6. Kız çocuklarda dirsekteki sekonder kemikleşme merkezinin görülme yaşları (86)

Kemikleşme merkezi	Yaş
Capetellum	1
Radius	3
İnternal (medial) epicondyl	5
Trochlea	7
Olecranon	9
External (lateral) epicondyl	11



Şekil 20. Erkeklerde epifiz kapanma yaşları (87).

2.3.7. Kemik Gelişimini Etkileyen Faktörler

Kemik yaşının saptanması tiroidi, pitüiter glandları ve gonadları etkileyen bazı endokrin hastalıklarda önemlidir. Bazı sendromlar, malformasyonlar, beslenme bozuklukları, sistemik hastalıklar, konstitüsyonel gelişme geriliği, kemik displazileri ve maligniteleri gibi pek çok patolojide kemik matürasyonu etkilenmektedir (4).

Hipotiroidizm; ağır iskelet yaşı geriliğine sebep olur. Büyüme hormon eksikliğinde kemik yaşı boy yaşına göre daha az etkilenir. Adrenal steroidlerin aşırı yapımı; kemik yaşında geriliğe neden olabilir. Akondroplazi (cücelik), mukopolisakkaridoz ve diğer pek çok kemik displazisi büyüme geriliği oluşturur. Turner sendromu, kısa boylu bir kız hastada hafif kemik yaşı geriliği, hafif osteoporoz, 3 ve 4. metakarpalarda kısalık ile karakterizedir. Crohn hastalığı gibi sistemik hastalıklarda büyüme duraklar. Konjenital adrenal hiperplazi ciddi puberte prekoks en sık neden olan sendromdur. Puberte prekoks, sıklıkla kızlarda görülür. Fonksiyonel endokrin tümörler nadir olup erken kemik matürasyonuna yol açabilir. Obezite hafif ileri, serebral gigantizm ileri kemik yaşına neden olur (78).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbn-i Sina Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' nun 18 Temmuz 2014 tarihli kararı ile onaylanmıştır.

3.1. OLGULAR

Haziran 2011- Haziran 2015 tarihleri arasında 350162 tetkik kodu ile çekilmiş ve PACS (Picture Archiving and Communications System) (Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemleri) (GE Healthcare) (Centricity PACS IW 3.7.3.9 sp3, GE Healthcare) üzerinde kaydı bulunan 698 hastanın görüntüleri bir radyoloji uzmanı ve bir adli tıp bilimleri asistanı tarafından değerlendirilmiştir. Hastaların klinik bilgilerine AviCenna Hastane Bilgi İşletim Sistemi üzerinden ulaşılarak kemik yaşı üzerinde etki oluşturabilecek patolojileri olanlar değerlendirme dışında bırakılmıştır. 18 ile 22 yaş aralığındaki olguların pelvis AP grafileri ile 143 kadın ve 134 erkek olmak üzere toplam 277 olgu değerlendirmeye alınmıştır.

Çekim hataları olan, pelvik bölgesinde kemik kırıkları, protez ve cerrahi tespit materyali, anomali, deformite, kemik ve yumuşak doku tümörü olan olgular ile aynı hastaya ait mükerrer çekimler çalışma dışında bırakılmıştır.

Krista iliaka ve iskium sağ ve sol tarafları ayrı ayrı değerlendirme yapıp toplam 4 epifiz bölgesi incelenmiştir. Epifiz bölgelerinin grafide tam olarak görünür olması hedeflenmiştir. Krista iliakadaki epifiz gelişimi literatürde mevcut olan Risser' in tanımladığı 5 evre ve iskium epifizi, bu bölgenin incelendiği literatürler modifiye edilerek değerlendirilmiştir (12, 80, 88).

Çalışma grubumuzda Risser evrelerinden evre 0, 1, 2 ve 3'e rastlanmamıştır. Risser evre 4'teki epifiz kapanması 4 a ve 4 b olmak üzere iki alt evreye ayrılmıştır. Krista iliaka epifizi tam olarak oluşmuş ve füzyon oranı % 50' den az ise vre 4 a ve % 50' den çok ise vre 4 b olarak tanımlanmıştır.

Tablo 7. Krista iliakada tespit ettiğimiz Risser evreleri.

Modifiye Risser evrelerimiz	Epifiz (krest) oluşma oranı	Füzyon oranı
4 a	% 75-100	% 50' den az
4 b	% 75-100	% 50' den çok
5	% 100	% 100

İskium epifiz değeri değerlendirilirken, iskiüm çentiğinin anatomik uzunluğuna ve epifiz kapanma durumuna göre evre 0, 1 a, 1 b, 2 a ve 2 b olmak üzere toplam beş evreye ayrıldı. İskium çentiği yoksa evre 0, çentik mevcut fakat iskiüm çentiğindeki füzyon oranı % 50 den az ise evre 1 a, % 50 den çok ise evre 1 b, çentik füzyonu tamamlanmışsa evre 2 a, tam füzyona ek olarak kortikal düzensizlik de mevcutsa evre 2 b olarak isimlendirildi.

Tablo 8. Çalışmamızdaki iskiüm evreleri.

İskium	Çentikteki füzyon yüzdeleri	
0	Çentik hiç yok	
1	a	% 50 den az
	b	% 50 den çok
2	a	tam % 100
	b	tam % 100 + kortikal düzensizlik

İskium çentiğindeki füzyon oranını belirleyebilmek için; foramen obturatorianın lateral kısımlardan aşağı inen hayali bir hat çizildi. Bu hattın arasında kalan iskiüm çentiğindeki füzyon oranına bakıldı.



Şekil 21. İskium epifiz ve foramen obturatoriadaki hayali çizgiler.

3.2. RADYOLOJİK YÖNTEMLER

Çalışmamızda GE, Phillips ve Siemens marka dijital (DR) ve bilgisayarlı radyografi (CR) cihazlarında elde edilmiş AP pelvis grafileri değerlendirilmiştir.

Anteroposterior pozisyonda hasta supin pozisyonda yatarken çekilen rutin pelvis grafilerinde, hasta ayak başparmakları birbirine doğru yaklaştırılarak iç rotasyonda yatar. Tüp simfizis pubis üst kenarı ile spina iliaca anterior superiorları birleştiren hattın ortasına gelecek şekilde dik olarak konumlandırılır. Tüm AP pelvis grafilerde doz otomatik ekspozur ile belirlenmiş olup çalışmamızda ortalama 80 kV ve 30-40 mAs arasındadır.

4. BULGULAR

Araştırma verileri Microsoft Excel 2010 programına kaydedilmiştir. Veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22. 0 paket programına aktarılmış ve tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için One – Sample Kolmogorov-Smirnov Test yapılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uymadığı gözlenmiştir ve nonparametrik testler kullanılmıştır. Gruplar arasında fark olup olmadığını bulmak için Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi yapılmıştır. İki grup arasındaki farkı belirlemek için Mann-Whitney U Testi yapılmıştır. Sonuçlar tablo ve grafiklerle gösterilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Olasılık dışı örnekleme yöntemlerinden amaçlı örnekleme yöntemi ile örneğimiz seçilmiştir.

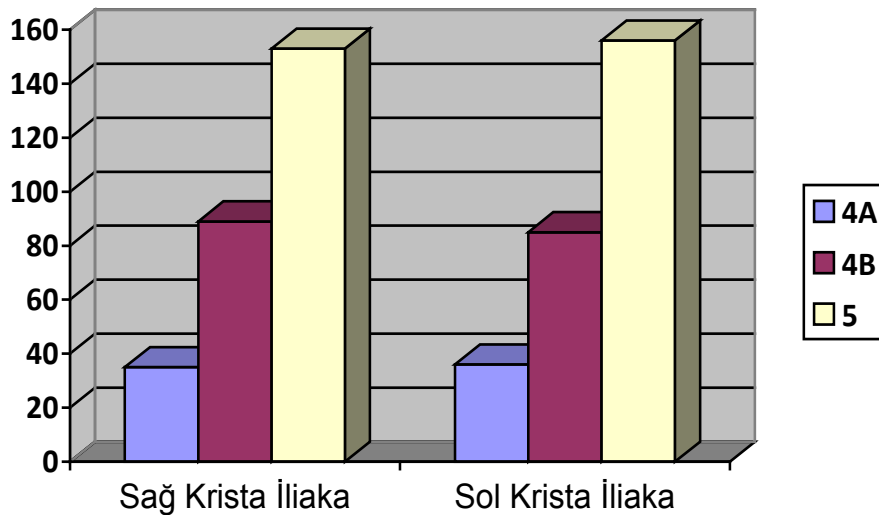
18-22 yaş aralığında olan 134' ü erkek ve 143' ü kadın olmak üzere toplam 277 AP pelvis grafisi incelenmiştir. Krista iliaka ve iskiüm epifizlerinin gelişimi açısından sağ taraf ve sol taraf arasında farklılık olup olmadığını araştırmak için Mann-Whitney U Testi uygulanmıştır. Hem iliak krest hem de iskiüm epifizlerinin sağ ve sol tarafları arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$).

Mann-Whitney U Testinde Risser Sağ ve Risser Sol değişkenleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($P > 0,05$; Asymp. Sig. (2-tailed) **0,858**). İskium Sağ ve Sol değişkenleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($P > 0,05$ Asymp. Sig. (2-tailed) **0,531**)

İliak krest ve iskium epifiz evrelerindeki vaka sayılarına bakılmış. Sağ taraf iliak krestteki vaka sayıları; evre 4 a (n: 35), evre 4 b (n: 89), evre 5 (n: 153), sol taraf iliak krestte ise; evre 4 a (n: 36), evre 4 b (n: 85), evre 5 (n: 156) olarak bulunmuştur. Sağ taraf iskium evresinde; evre 0 (n: 3), evre 1 a (n: 40), evre 1 b (n: 69), evre 2 a (n: 121), evre 2 b (n: 44), sol taraf iskium evresinde; evre 0 (n: 5), evre 1 a (n: 39), evre 1 b (n: 63), evre 2 a (n: 117), evre 2 b (n: 53) olarak bulunmuştur.

Tablo 9. Krista iliaka evrelerindeki vaka sayıları

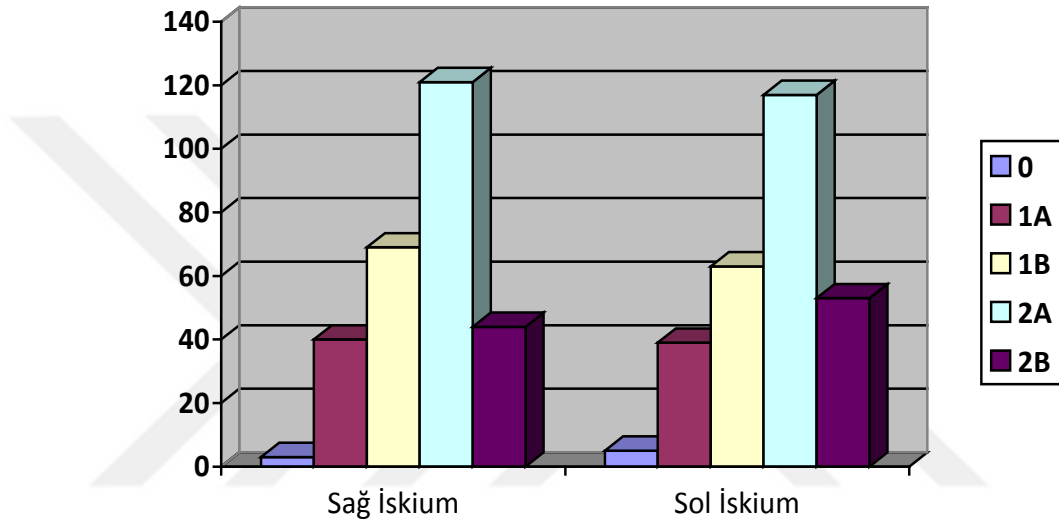
Evre	Sağ krista iliaka	Sol krista iliaka
4 a	35 (% 12,6)	36 (% 12,9)
4 b	89 (% 32,1)	85 (% 30,6)
5	153 (% 55,2)	156 (% 56,3)



Grafik 1. Krista iliaka evrelerindeki vaka sayılarının grafiksel gösterimi.

Tablo 10. İskium evrelerindeki vaka sayıları.

Evre	Sağ iskiüm	Sol iskiüm
0	3 (% 1,0)	5 (% 1,8)
1 a	40 (% 14,4)	39 (% 14,4)
1 b	69 (% 24,9)	63 (% 14,0)
2 a	121 (% 43,6)	117 (% 42,2)
2 b	44 (% 15,8)	53 (% 19,1)



Grafik 2. İskium evrelerindeki vaka sayılarının grafiksel gösterimi.

Tablo 11. Sağ krista iliakada evrelere göre vaka sayıları.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	KAPANMA %50 DEN AZ	35	6,3	12,6	12,6
	KAPANMA %50 DEN FAZLA	89	16,1	32,1	44,8
	TAM KAPANMIŞ	153	27,6	55,2	100,0
	Total	277	50,0	100,0	
Missing	System	277	50,0		
Total		554	100,0		

Çalışmamızda 18 yaşında 42 (% 15), 19 yaşında 61(% 22), 20 yaşında 56 (% 20), 21 yaşında 64 (% 23), 22 yaşında 54 (% 19) olgu mevcuttur.

Tablo 12. Sol krsta iliakada evrelere göre vaka sayıları.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	KAPANMA %50 DEN AZ	36	6,5	13,0	13,0
	KAPANMA %50 DEN FAZLA	85	15,3	30,7	43,7
	TAM KAPANMIŞ	156	28,2	56,3	100,0
	Total	277	50,0	100,0	
Missing	System	277	50,0		
Total		554	100,0		

Tablo 13. Sağ iskium epifizinde evrelere göre vaka sayıları.

		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	KAYNAMAMIŞ	3	,5	1,1
	%50 DEN AZ KAYNAMA	40	7,2	14,4
	%50 DEN ÇOK KAYNAMA	69	12,5	24,9
	KORTİKAL KALINLAŞMA	121	21,8	43,7
	KORTİKAL KALINLAŞMA VE DÜZENSİZLİK	44	7,9	15,9
	Total	277	50,0	100,0
Missing	System	277	50,0	
Total		554	100,0	

Tablo 14. Sol iskium epifizinde evrelere göre vaka sayıları.

		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	KAYNAMAMIŞ (Evre 0)	5	,9	1,8
	%50 DEN AZ KAYNAMA (Evre 1 a)	39	7,0	14,1
	%50 DEN ÇOK KAYNAMA (Evre 1 b)	63	11,4	22,7
	KORTİKAL KALINLAŞMA (Evre 2 a)	117	21,1	42,2
	KORTİKAL KALINLAŞMA VE DÜZENSİZLİK (Evre 2 b)	53	9,6	19,1
	Total	277	50,0	100,0
Missing	System	277	50,0	
Total		554	100,0	

Tablo 15. Epifizler ve cinsiyet arasındaki ilişki.

	Cinsiyet	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Risser Sağ	Erkek	134	148,43	19889,00
	Kadın	143	130,17	18614,00
	Total	277		
Risser Sol	Erkek	134	146,86	19679,50
	Kadın	143	131,63	18823,50
	Total	277		
İskium Sağ	Erkek	134	164,31	22018,00
	Kadın	143	115,28	16485,00
	Total	277		
İskium Sol	Erkek	134	164,16	21997,00
	Kadın	143	115,43	16506,00
	Total	277		

Mann Whitney U Testi ile cinsiyete göre sağ ve sol taraf arasında farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Risser Sağ, İskium Sağ ve İskium Sol değişkenleri ve Cinsiyet arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Risser Sol ve Cinsiyet arasındaki fark anlamlı değildir ($p > 0,5$). Özellikle İskium Sağ ve Sol değişkenleri Cinsiyete göre önemli değişkenlik göstermektedir ($p < 0,05$).

Tablo 16. Çalışmamızda sağ taraf pelvis epifizlerinde yaşa göre görülen evre oranları.

Yaş	İskium Evresi	(Krista İliaka) Risser Evresi
18	0 (% 45.2)	4 a (% 42.9)
19	1 b > 1 a (% 43.5 > % 32.5)	4 b (% 27)
20	2 a (% 27.3)	5 (% 24.7)
21	2 a (% 30.6)	5 (% 67.2)
22	2 b (% 56.8)	5 (% 81.5)

Tablo 17. Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi ile yaş ve pelvis epifiz ilişkisi.

	YAŞ	N	Mean Rank
Risser Sağ	18	42	76,48
	19	61	126,39
	20	56	140,39
	21	64	158,39
	22	54	177,44
	Total	277	
Risser Sol	18	42	74,58
	19	61	116,49
	20	56	141,38
	21	64	164,66
	22	54	181,65
	Total	277	
İskium Sağ	18	42	75,39
	19	61	97,12
	20	56	148,38
	21	64	159,80
	22	54	201,39
	Total	277	
İskium Sol	18	42	72,79
	19	61	98,26
	20	56	149,48
	21	64	166,77
	22	54	192,74
	Total	277	

Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi yapılarak yaş değişkeni ile Risser ve İskium değişkenleri arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Analiz sonucuna göre; yaş ile Risser ve İskium değişkenleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$).

22 yaşındaki bireylerin ölçümlerinin dağılımları diğer yaştakilerin dağılımından önemli düzeyde pozitif uçta yer almaktadır. 22 yaşındaki bireylerin Risser ve İskium değerleri puanları diğer yaş gruplarından oldukça yüksek çıkmıştır. Farklılıkları belirlemek için Mean Rank sütununa bakılır.

Tablo 18. Mann Whitney U Testinde cinsiyet ile pelvis epfizleri ilişkisi.

	Risser sağ	Risser sol	İskium sağ	İskium sol
Mann-Whitney U	8318,000	8527,500	6189,000	6210,000
Wilcoxon W	18614,000	18823,500	16485,000	16506,000
Z	-2,124	-1,779	-5,384	-5,324
Asymp. Sig. (2-tailed)	,034	,075	,000	,000

Cinsiyete göre sağ ve sol arasında farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Mann Whitney U Testi sonucuna göre Risser Sağ, İskium Sağ ve İskium Sol değişkenleri ve Cinsiyet arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Risser Sol ve Cinsiyet arasındaki fark anlamlı değildir. Özellikle İskium Sağ ve Sol değişkenleri Cinsiyete göre önemli değişkenlik göstermektedir.

Tablo 19. Çalışmamızdaki epifiz bölgelerinin yaşla olan ilişkisi.

	Risser Sağ	Risser Sol	İskium Sağ	İskium Sol
Chi-Square	54,376	68,195	90,574	85,729
Df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	,000	,000	,000	,000

Kruskal Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi yapılarak Yaş değişkeni ile Risser ve İskium değişkenleri arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Analiz sonucuna göre Yaş değişkeni ile Risser ve İskium değişkenleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0,01$).

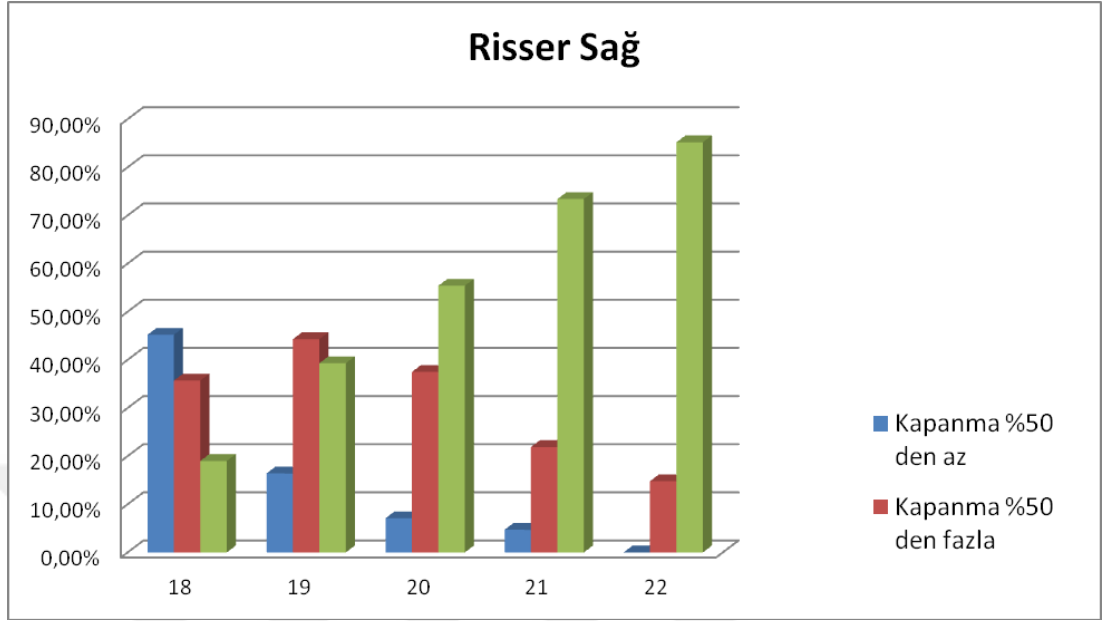
Tablo 20. Sağ krsta iliaka epifizinin yaşla olan ilişkisi.

		Risser Sağ	Yaş	Cinsiyet
Pearson Correlation	Risser Sağ	1,000	,396	-,155
	Yaş	,396	1,000	-,058
	Cinsiyet	-,155	-,058	1,000
Sig. (1-Tailed)	Risser Sağ	.		,005
	Yaş	,000		,166
	Cinsiyet	,005		.
N	Risser Sağ	277	277	277
	Yaş	277	277	277
	Cinsiyet	277	277	277

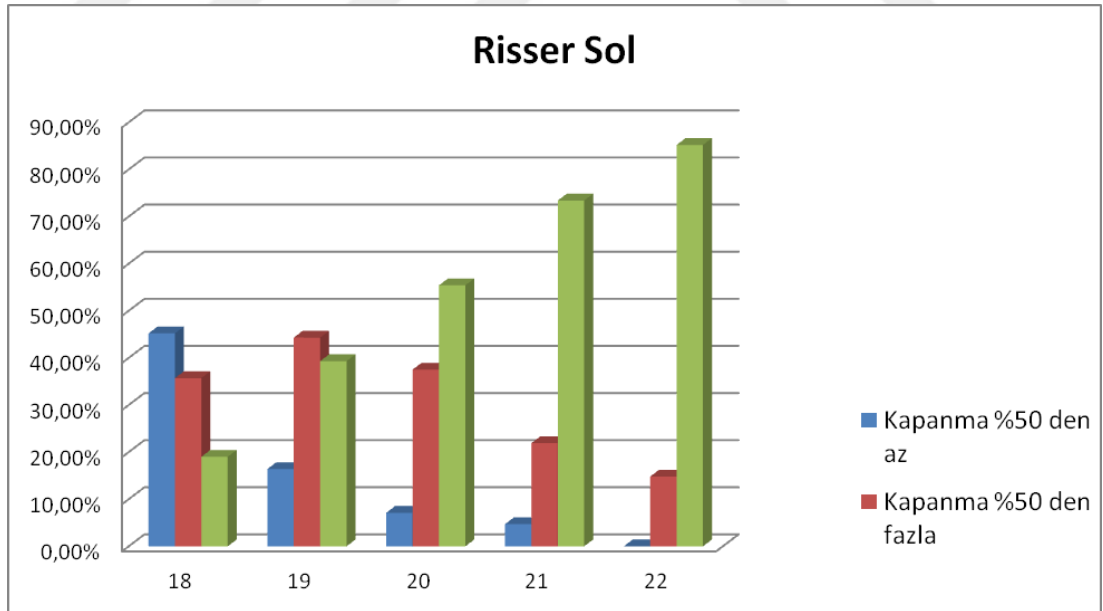
Yaş ve Risser Sağ değişkenleri arasında pozitif bir ilişki varken (0,396), Yaş ve Cinsiyet arasında negatif bir ilişki vardır (-0,155).

Tablo 21. Yaş ve cinsiyetin sağ krsta iliaka epifizine olan etkisi.

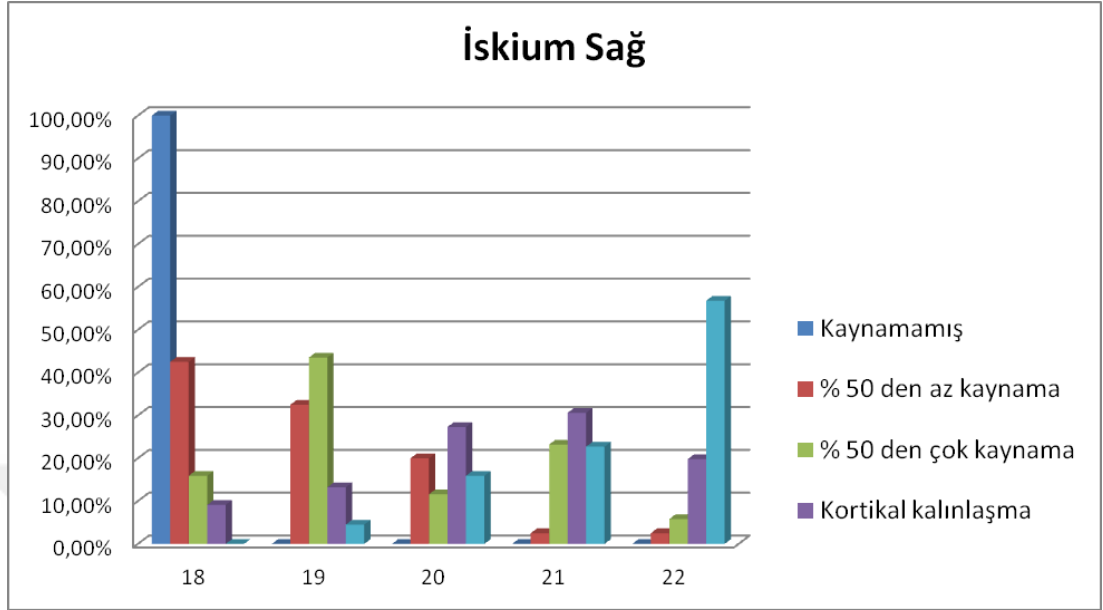
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,417 ^a	,174	,168	6,041



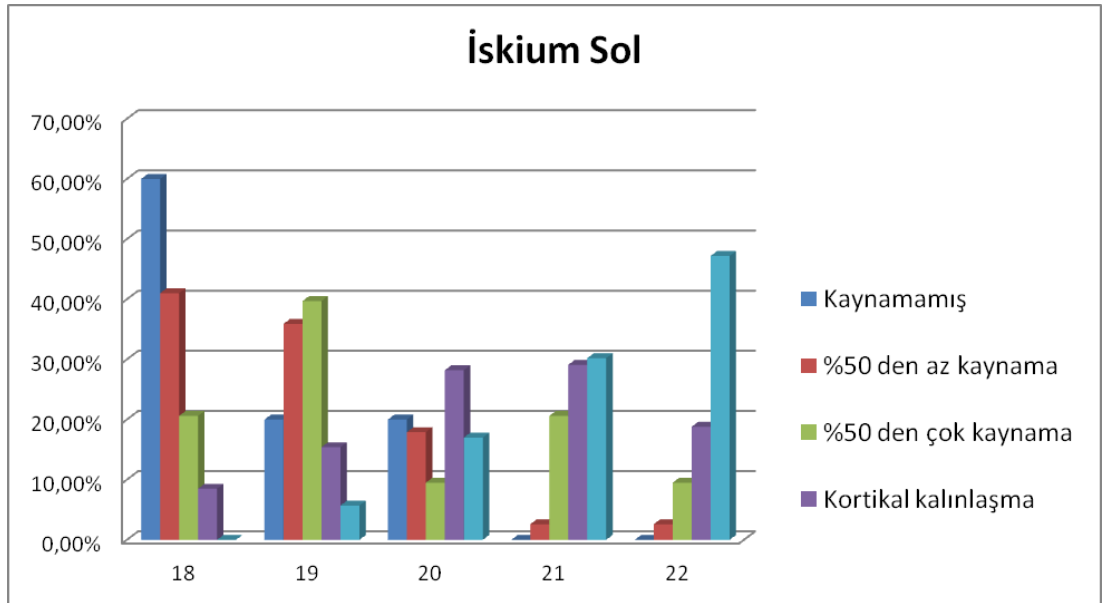
Grafik 3. Sağ krista iliakada yaşa bağlı füzyon oranları.



Grafik 4. Sol krista iliakada yaşa bağlı füzyon oranları.



Grafik 5. Sağ iskium pubiste yaşa bağlı füzyon oranları.



Grafik 6. Sol iskium pubiste yaşa füzyon oranları.



Şekil 22. 19 yaş kadın olgunun iliak krest (4 b-4 b) ve iskium (2 a-2 a) evreleri.

İliak krestte lateral kısımlardan mediale doğru füzyonun büyük oranda oluştuğu, iskiumlarda ise çentiğin tamamen oluştuğu, çentikle iskium arasındaki füzyonun ise bilateral olarak % 50 den az (2 a) olduğu izlendi.



Şekil 23. İliak krestte tam füzyon ve iskiumda gecikme olan 22 yaş kadın olgu.

İliak krest tamamen oluşmuş ve iliak kemikle füzyonunu tamamlamış. İskiumlardaki epifiz çentiğinde ise lateralden mediale doğru kemikle füzyon başlamış ancak medial kısımlarda açık olarak izlenmiştir.



Şekil 24. 19 yaş kadın olgunun sağ (2 a) ve sol (2 b) iskiüm evreleri.



Şekil 25. 21 yaş 8 ay kadın olguda sağ (5) ve sol (4 b) taraf iliak krest kapanma farklılığı.

Sol krsta iliaka lateralindeki epifiz füzyonunun tamamlandığı, medialinde ise kısmen açık kaldığı gözlenmiştir. Füzyon oranı % 50' den fazla olduğundan evre 4 b olarak tanımlanmıştır. Sağ tarafta ise füzyon tam (% 100) olduğundan evre 5 olarak tanımlanmıştır.

5. TARTIŞMA

Yaş tayini adli bilimlerin önemli konularından birisidir. Gelişmiş ülkelerde daha çok kimliklendirme amacıyla yapılan yaş tayini, ülkemizde ise nüfus kayıtlarının zamanında yapılmamasına bağlı olarak kronolojik yaşı bilinen bireyin gerçek yaşının tespiti amacıyla yapılmaktadır. Kanunlarda çocuğun ceza sorumluluğu açısından yaş limitlerini belirtilmiştir. Bu limitler dünyada uygulanan mukayeseli hukukta 7 ile 18 yaş arasında değişmektedir (16, 89).

Özellikle hukuki, sosyal ve siyasal haklar noktasında çocuk ve erişkin sınırı kabul edilen 18 yaşın tespiti son derece önemlidir. TCK' na göre ülkemizde sağır ve dilsizler için bu sınır üç yıl artarak 21 yaşa çıkmaktadır. Bazı ülkelerde ise 18-24 yaş grubu için “*genç yetişkin*” terimi kullanılmış ve hukuksal açıdan bu yaş grubuna özel farklı düzenlemeler yapılmıştır (16). TMK' nda sosyal ve ekonomik ilişkiler ve TCK' nda ceza süreleri yönünden yaş durumuna göre değişen pek çok hüküm bulunmaktadır (1).

Hukuk ve ceza mahkemeleri tarafından cinsel istismar, beden veya ruh sağlığı, kasten yaralama, evlenme, miras gibi pek çok durumda ceza sürelerinin ve ödenecek tazminatların adaletle uygulanabilmesi için mağdur veya sanıktan yaş tayini yaptırması istenebilmektedir. Yaş tespiti için genellikle adli tıp ve radyoloji uzmanları bilirkişi olarak adli makamlara yardımcı olmaktadır (2). Çalışmamızda da bir radyolog ve bir adli tıp asistanı tarafından incelemeler gerçekleştirilmiştir. Suç olayında suçlu profilini belirleyerek şüpheli sayısını azaltmak ve kişiyi tanımlamak için yararlanılan en önemli özellik kişinin yaşıdır (90).

İnsan iskeletinde farklı ossifikasyon merkezleri bulunmaktadır. Kemik tam olarak gelişene kadar bu büyüme merkezlerindeki yaşla ilişkili değişiklikler, X-ışınları ile incelenebilir. Çalışmamızda incelediğimiz pelvis kemiklerindeki iskium ve iliak krest epifizlerinin radyolojik tekniklerle incelenmesi sonucu bireyin yaşını tahmin etmek mümkündür (83).

Radyografik yöntemlerle kemiklerin epifiz hatlarına bakılarak yapılan yaş tayini günümüzde halen en sık ve en güvenilir yöntemler olarak kabul edilmektedir. Bunun için en yaygın incelenen bölge ise el-bilek radyografisidir (1).

Farklı coğrafi bölgelerde yaşayan çocuklarda, büyüme modelleri de farklıdır. Bu nedenle yaş tayini yöntemi tüm yaş grupları için uygun olmayabilir. Fakat bazı yaş grupları ile bazı bölgeler için uygunluk gösterebilir (29). GP Atlası ile yapılan bir çalışmada; kronolojik yaş ve kemik yaşı arasında bir yıldan fazla tutarsızlık olduğu, güvenilirliği ve tutarlılığı geliştirmenin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır (31). El-bilek kemiği dışında bazı ülkelerde kullanılan yerel atlaslarda pelvis dahil farklı kemik bölgeleri incelenerek güvenilirlik arttırılmaya çalışılmıştır (12, 30, 83).

Ülkemizde yapılan pek çok çalışmada da yaş tayininde kullanılan atlasların uygunluğu konusunda çelişkili sonuçlar mevcuttur (7-9). Bu nedenle yaş tayininde kullanılan atlasların güvenilirliğinin arttırılması amacıyla çalışmamızda incelediğimiz pelvis epifizlerinin ve diğer epifiz bölgelerinin de incelenmesi yararlı olacaktır.

Çocuklardaki kemik yaşı, biyolojik ve yapısal olgunluk seviyesini kronolojik yaşa göre daha iyi gösterir. El ve bilek radyografilerinden direk olarak kemik yaşını hesaplamak mümkündür. Son zamanlarda gündeme gelen GR atlası gibi otomatik yöntemler, gözlemci değişkenliğini azaltmak amacıyla geliştirilse de bazı çelişkiler içermekte ancak yine de GP atlası yerine kullanılabileceği düşünülmektedir. Ultrasonografik görüntülerle yapılan yaş tayini, radyografik yöntemler kadar doğru sonuç vermemektedir. El ve bilek grafileri ile 18 yaşından küçükler için kemik yaşı hesaplanabilmektedir. Bizim çalışma grubumuz olan 18 yaş üzerinde ise klavikula medial ucundaki ve pelvis bölgesindeki epifizler incelenebilmektedir (29). Bu konuda az sayıda çalışmanın varlığı ve yaş limitlerimizin hukuksal açıdan önemli olması yaptığımız çalışmanın bilimsel ve adli açıdan yararlı olabileceğini düşündürmüştür.

Yarimoğlu ve arkadaşları tarafından 2005 yılında el-bilek, omuz ve pelvis radyografileri incelenerek yapılan çalışmada, bu bölgelerde epifiz kapanmalarının 16 yaşında başladığı, 17 yaşında el-bilek epifizinde % 100, omuz ve pelvis epifizlerinde % 81.8 oranında füzyon gözlenmiştir. Kemik gelişiminin GP' ye göre ileri olduğu belirtilmiştir (91, 92). Çalışmamızda ise füzyon büyük oranda 22 yaşında tespit edilmiştir. Sağ taraf tercih edildiğinde, iskiumdaki 2 a ve 2 b evrelerindeki tam füzyon oranı (% 30.6 + % 56,8: **% 87,4**) ve krsta iliakadaki evre 5 oranı **% 81,5** olarak gözlenmiştir.

BT, yüksek doz radyasyon içerdiğinden MR yöntemi geliştirilse de güvenilirlik açısından yeterli düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır (29). Hassasiyet gerektiren özel durumlarda, yaş tahmini hayati önem taşıdığından BT güvenilir bir seçenektir (93). Ancak çalışmamızda kullandığımız radyografik yöntemlerin BT'ye göre radyasyon dozu, süre ve maliyet bakımından avantajlı olması nedeniyle, kritik öneme haiz yaş tayini olguları dışında BT rutinde tercih edilmemelidir.

Diş yaşı da kemik yaşı gibi yaş tayini için alternatif yöntemlerdir (29). Diş kalsifikasyonu genlerle kontrol edildiğinden çevresel etkenlerden daha az etkilenmekte ve diş köklerinin tamamen kapanması 20 yaş civarında olmaktadır. Ancak dejeneratif değişikliklerin de dikkate alınması gerekmektedir (13). Pelvis daha korunaklı yapısı nedeniyle dejeneratif değişikliklerden fazla etkilenmez. Antropolojik, postmortem ve canlı bireylerde yaş tayininde kullanılabilmektedir.

Antropolojide diş kalıntılarına ek olarak pelvisteki iliak kanat yüzeyi ve pubis eklemi de sık olarak incelenmekte, bütünlüğü bozulmamış cesetlerde ise radyolojik olarak incelenmesi de yararlı olabilmektedir. Ancak Alcaraz ve arkadaşlarına göre; postmortem BT ile tespit edilen tahmin aralığının geniş olması nedeniyle pratikte kullanılamayacağı ve diğer bulgularla birlikte değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (94, 95). Geniş yaş aralıkları adli uygulamaları sınırlamaktadır.

Lottering ve arkadaşları Avustralya' da 2011 yılında simfizis pubisin yaşa bağlı değişikliklerini incelemişler ve zamanla kortikal ve trabeküler kemik yapılarında

oluşan değişikliklerin cinsiyete göre belirgin farklar içerdiğini tespit etmişlerdir (96). Bizim çalışmamızda da incelediğimiz epifiz bölgeleri ve cinsiyet arasındaki değişikliklere bakılmış, sol krsta iliaca dışındaki diğer epifiz bölgelerinde ve özellikle iskium epifizleri üzerinde cinsiyet faktörünün etkili olduğu gözlenmiştir.

1985 yılında Webb ve Suchey tarafından yapılan çalışmada, 11-40 yaşları arasındaki Amerikalı 605 erkek ve 254 kadında iliak ossifikasyon araştırılmış. İliumun iliak apofizindeki "tam füzyon" aşaması, erkeklerde 17 yaşında ve kızlarda 18 yaşında, radyolojik çalışmada "tam füzyon" aşaması ise erkeklerde 16.42 yıl ve kızlarda 17.90 yıl olarak gözlenmiştir. Radyolojik çalışma sonuçları antropolojik çalışma ile benzer bulunmuştur (17). Coqueugniot ve Weaver' in yaptığı antropolojik çalışmada ise, 7-29 yaş aralığındaki 137 Portekizli iskeleti incelenmiş, kadınlarda 20 yaşta ve erkeklerde 22 yaşta füzyon olduğunu belirtmişlerdir (82). Çalışmamızda ise Webb ve Suchey' in çalışmasından farklı, Coqueugniot ve Weaver' in antropolojik çalışmasına benzer şekilde kadınlarda epifiz kapanması erkeklere göre daha erken gözlenmiştir. 1985' teki çalışma eski radyolojik tekniklerle incelendiğinden yeterince güvenilir olmadığını düşünmekteyiz.

Antropolojik çalışmalardaki birbirinden farklı füzyon zamanları, pelvisin yapısı ile açıklanmıştır. İliak apofizin klavikula ya da el kemiklerine göre, boyutunun büyüklüğü ve anatomik olarak S şeklinde olması süperpoze görüntüye yol açar. Bu nedenle, radyografik yaklaşımlarda apofiz büyüme plağının tam füzyonu, genellikle kemiği direk inceleyen çalışmalara göre daha erkendir. Bu sorunu çözmek için, aynı iskelet üzerinde karşılaştırmalı çalışma ile füzyon durumu hem anatomik ve hem de radyografik olarak incelenmelidir (17). Pelvis grafilindeki superpozisyona bağlı olarak daha erken füzyon gözleendiği belirtildiğinden, AP grafilere ek olarak lateral grafilerin birlikte kullanılmasını önermekteyiz.

Hindistan' da Manzoor ve arkadaşları tarafından iliak krest ve proksimal femurdan yaş tayini çalışılmış ancak standart yöntemler üretilenmemiştir (29). İliak apofizin kemik gelişiminin el ve klavikulaya göre daha geç tamamlanması nedeniyle adli yaş tayininde uygun ve güvenilir bir kriter olabileceği belirtilmiştir (81).

Çalışmamızda yaş ve incelediğimiz epifiz bölgeleri arasında yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık bulunmuştur ($P < 0,01$). Yaşla orantılı olarak iliak krest ve iskiüm epifizlerinde meydana gelen değişiklikler, 18 yaş üzeri bireylerde bu bölgelerin mutlaka incelenmesi gereğini düşündürmüştür (Tablo 14).

Birang tarafından 2008’de radyografik yöntemle iliak krest gelişimi incelenmiş, Risser yönteminin 18 yaş üstü ergenlerde pelvisteki iskelet olgunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan tek standart yöntem olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada 18 yaş üzerinde ise Risser derecesi ≥ 3 bulunmuştur (80). Çalışmamızda benzer şekilde 18 yaş ve üzerinde ise Risser derecesi > 3 bulunmuş, Risser’ in 0, 1, 2, ve 3. evrelerine rastlanmamıştır. Bu sonuç özellikle 18 yaşın tespitinde ve 18 yaş üzeri bireylerde Risser skorunun adli yaş tayininde yararlı olabileceğini düşündürmüştür.

İliak apofiz kemikleşme süreci ile ilgili çeşitli literatür kaynaklarından elde edilen veriler çok farklı ve heterojendir. Klinik çalışmaların büyük çoğunluğunda, ossifikasyon aşamaları için minimum yaş belirlenememiş ve iskelet bozuklukları da dışlanmamıştır. Bu konuda adli sorulara yanıt veren az sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle, iliak apofizden yaş tayininde etkin bir kriter oluşturabilmek için ileri araştırmalar gerekmektedir (17). Çalışmamızda kemik gelişimini ve görüntü kalitesini etkileyen patolojilerin dışlama kriterleri ile çalışma dışına bırakılması çalışmamızın olumlu yanlarından. Ayrıca yaş ile incelediğimiz epifiz bölgeleri arasında önemli düzeyde anlamlılık bulunması ($p < 0,01$), yaş tayini için bu epifiz bölgelerinin kullanılabileceğini göstermektedir.

Epifizler diyafiz ile kaynaşmasını tamamladığında kemiklerdeki büyüme durur. Bu kaynaşma zamanları kemik çeşidine ve cinsiyete göre farklılık gösterir. Füzyon denilen kaynama zamanları, genellikle kızlarda erkeklerden daha erken başlar ve daha erken tamamlanır (97). Çalışmamızda da bu sonuca benzer şekilde yaş ve cinsiyet arasında negatif bir ilişki bulunmuştur ($-0,155$). Bunun nedeni, verileri aktardığımız word programında kadın: 1 ve erkek: 0 olarak belirlenmesi ve sayı değeri yüksek olan kadınların erkeklere göre daha erken yaşta kemik gelişimi

göstermesidir. Çalışmamızda sol krsta iliaka ve cinsiyet arasındaki fark anlamlı değildir ($p > 0,05$). Sağ krsta iliaka ($p < 0,05$) ve özellikle iskiüm epifizleri ($p < 0,01$) ise cinsiyete göre önemli değişkenlik göstermektedir. Çalışma sonuçlarımız; iskiüm epifizlerinde cinsiyete özgü değişikliklerin daha fazla olduğunu, bu nedenle yaş tayininde krsta iliakaya göre tercih edilebileceğini, ancak bu bölgeden inceleme yapılırken cinsiyetin mutlaka bilinmesi gerektiğini düşündürmüştür.

Ortopedi cerrahı Joseph C. Risser 1958 yılında pelvik X-ışınları ile iliak apofiz gelişimini incelemiştir. Erkeklerde 16 yaşta ve kızlarda 14 yaşta tam füzyon (Risser evre 5) olduğunu belirtmiştir. 1958 yılında Risser' in yaptığı ilk çalışmalarda füzyon zamanları çok erken dönemlerde tamamlanmış, bizim çalışma sonuçlarımızdan çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonucu, günümüzde radyolojik tekniklerin gelişmesine, görüntü kalitesinin artmasına, görüntüler üzerinde ayrıntılı inceleme yapılabilmesine bağlamaktayız. Bu sayede füzyon olarak gözlenen görüntü, dijital olarak yeniden incelendiğinde füzyon olmadığı tespit edilebilmektedir.

Diedrichs ve arkadaşları 40 yıl sonra 1998 yılında Risser' in ilk verilerini güncellemiş, erkeklerde 18,03 yaşta ve kızlarda 17.09 yaşta tam füzyon tespit etmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki bulgulara biraz daha yakındır. Bizim sonuçlarımızla benzer olarak füzyon zamanı kızlarda erkeklerden daha erkendir.

2007 yılında yapılan antropolojik çalışmada ise iliak apofizin tam füzyonu olan son aşamanın bizim çalışmamızla benzer şekilde 20- 22 yaş arasında elde edilebileceğini göstermektedir (82). Wittschieber ve arkadaşlarının çalışmasında, pelvis apofizinin BT veya MRG gibi modern kesitsel görüntüleme teknikleri ile 18, 20 ve 21 yaşını tamamlayıp tamamlamadığı konusunda fikir verebileceği düşünülmüştür (98). İran' da yapılan çalışmada da benzer şekilde pelvis kemiği apofiz merkezleri değerlendirilerek 15-25 yaş ergenlerde kemik yaşının tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır (93). Özellikle 18 yaş üzerinde yapılan az sayıda yaş tayini yöntemi mevcuttur. Çalışmamız literatürle uyumlu yaş aralıklarında

yapılmış ve pelviste dört epifiz bölgesi birlikte değerlendirilerek güvenilirlik artırılmaya çalışılmıştır.

PA pelvis grafisindeki iliak krestte kısmi füzyon gözlenen vakada lateral pelvis grafisinde füzyon olmadığı gözlenmiş. Günümüzde kullanılan Risser işaretinin iliyak apofizi tam olarak kapsamayacağı çünkü posteromedial bölgedeki sakroiliak apofizin AP spinal grafide görülmeyeceği belirtilmiştir (99). Bu nedenle AP pelvis grafisine ek olarak lateral pelvis grafisinin de birlikte değerlendirilmesinin güvenilirliği arttıracığını düşünmekteyiz.

Kemik yaşı için non-iyonize görüntüleri geliştirmek arzu edilen bir durumdur. Bu amaçla 2011 ve 2013 yıllarında *Schmidt ve arkadaşları* tarafından ultrasonla iliak apofizi incelenmiştir. Ancak ses dalgalarındaki sınırlı penetrasyon nedeniyle kemikler daha yüzeysel değerlendirilmiştir. MR, radyasyona maruz kalmadan ve superpoze görüntü oluşturmada görüntü sağlamaktadır. Wittschieber ve arkadaşları, üç boyutlu MR' la 18 ve 22 yaşları arasındaki bireyleri incelemişler ve her evrede güvenilir sonuçlar almışlar. Sonuçlar, yine Wittschieber ve arkadaşları tarafından yapılan daha çok vaka üzerinde ve X-ışını ile yapılan çalışmaya benzer şekilde gözlenmiştir. İliak MR incelemesi tek cinsiyette ve az sayıda örneklem ile yapıldığından, canlılarda yaş tayini için uygun bir yöntem olsa da yaş tahmini için uygun kriter sunmadığı sonucuna varılmıştır (17, 98). Pelvik MR'ın radyasyon içermemesi nedeniyle, her iki cinsiyeti içeren ve çok sayıda örneklemle 18 yaş üzerindeki bireylerin yaş tayininde kullanılabileceğini ancak maliyet/yarar durumunun da değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Kemiklerdeki en son epifiz füzyonu krista iliaka' da ve 21-24 yaşları arasında olmaktadır (97). Çalışmamızdaki yaş aralığı üst sınırının 22 yaş olması nedeniyle daha ileri yaşlar için pelvis epifizlerinde füzyon durumu değerlendirilememiştir. Ancak çalışmamızda her iki cinsiyetteki iskium epifinde gözlenen kortikal düzensizlik başlangıcının özellikle 22 yaşındaki bireylerin büyük çoğunluğunda gözlenmesi nedeniyle bu sonucun 22 yaş tayini için önemli bir kriter olabileceğini düşünmekteyiz. Bu da ülkemizde sağır ve dilsizler için erişkin yaş sınırı olan 21

yaşının tahmininde veya 21-22 yaş ayırımı konusunda güçlü bir bulgu olarak görülmektedir. Ayrıca yaş ile her iki epifiz arasında önemli düzeyde anlamlılık bulunmuştur ($p < 0.01$). Yaş ilerledikçe epifizler de geliştiğinden yaş tayininde bu epifiz bölgeleri değerlendirilebilir (97).

Klavikula gibi tek bir füzyon bölgesi olan kemiklerden yapılan yaş tayininde genellikle büyük hata oranları olduğu, bu nedenle yaş tayini için pek uygun olmadığı kabul edilse de, sternoklavikular eklem gelişiminin bazı yaş gruplarında ve özellikle adli antropolojide yararlı olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda iliak kanat apofizinin boyutunun büyüklüğü ve anatomik olarak S şeklinde olması nedeniyle, üst üste görüntülenmelere yol açabilir. Bu nedenle tam füzyon zamanı, direk inceleme yöntemlerine ve BT' ye göre daha erkendir. Bu sorunu çözmek için, aynı iskelet üzerinde karşılaştırmalı bir çalışma ile ossifikasyon durumu hem anatomik ve hem de radyografik olarak tespit edilebilir (17).

Çalışmamızda hem krista iliaka hem de iskium epifizleri bilateral incelenerek güvenilirlik arttırılmaya çalışılmıştır. Hillewig ve arkadaşlarının çalışmalarında iliak krest kapanmasının ilk kez 16 yaşında başladığı ve 12-24 yaş arasındaki bireylerden kemik yaşının belirlenebileceği belirtilmiştir. Wittschieber'in bazı çalışmalarında ise bu bölge için çalışmamızdaki yaş aralığı olan 18-22 yaş aralığının incelenmesi gerektiği ve sağ-sol pelvis incelemeleri arasında aynen bizim çalışmamızda olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışmamızda yaş ve cinsiyet arasında gözlenen negatif bir ilişki (-0,155), kadınlarda erkeklere göre daha erken iliak epifiz kapanmasına bağlanmıştır.

İki taraf arasında gelişimsel fark tespit edildiğinde önceki referans çalışmalarında, az gelişmiş taraf istatistiksel analiz için uygun kabul edilirken bu yaklaşım birkaç yıl önce terk edilmiştir. Günümüzde daha fazla gelişmiş taraf genellikle istatistiksel analizler için kullanılmaktadır. Çalışmamızda, iliak krest epifizinde her iki taraf açısından anlamlı fark bulunmasa da yaş ve sağ krista iliaka epifizleri arasında pozitif bir ilişki saptandığından (0,396), yaş incelemelerinde sağ tarafın tercih edilmesinin uygun olacağını düşünmekteyiz (79, 98).

Çin’ de Zhang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise sağ ve sol pelvis taraf arasında bizim çalışmamızdan farklı olarak anlamlı bir fark bulunmuş ve yaş tayininde sol tarafın tercih edilmesi önerilmiştir (81).

BT’ deki iyi çözünürlük, solunum ve hareket artefaktlarına duyarlılığının azlığı, hızlı olması, implantı olanlarda kontrendikasyon oluşturmaması, BT’nin MRI’ ya göre avantajlarındandır. Buna rağmen BT, radyasyon miktarı ve kanser gelişim riski açısından büyük bir dezavantaja sahiptir. Radyografik yöntemlerdeki radyasyon dozu çalışma yapılan bölgeye göre değişmektedir. Çalışmamızda pelvis radyografisinde kullanılan radyasyon dozu ortalama 80 kV ve 30-40 mAs arasındadır ve BT’ den ortalama 500 kat daha düşük seviyededir. Bu sonuç kanser gelişimi açısından değerlendirildiğinde, BT düşük (1/1000-1/10.000), x-ray ise çok düşük (1/10.000-1/100.000) risk içermektedir (44, 100). Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız direk grafilerin rutinde daha güvenli olduğunu söyleyebiliriz. Ancak ayrıntılı inceleme gerektiren özel bir durum varlığında BT yönteminin de alternatif olarak kullanılabileceği kanaatindeyiz.

İliak apofizden yaş tayininde radyografik yöntemler uygun gibi görünse de gonadların 1350 μ Sv gibi nispeten yüksek bir radyasyon dozuna maruz kalması nedeniyle, sadece önceden pelvis grafisi olan olgularda adli yaş tahmini için seçenek olacaktır. Bununla birlikte, sadece iliak kemiğe odaklanmış etkin doz için 90 μ Sv yeterlidir. Bu değer, el (0.1 μ Sv), klavikula (220 μ Sv) ve ortopantomografi (26 μ Sv) değerleri ortalamasındadır. Radyasyon içermesi nedeniyle, Adli Tıp Bölümü’ ne yaş tayini için başvuran olgulardan gereksiz grafi istenmemeli, tahmin edilen yaşlar için istenen standart grafilerde seçici davranılmalıdır. Ancak, iliak kemikleşme sürecindeki X-ışını içeren araştırmalar, gelecekteki non-iyonize yaklaşımlar için vazgeçilmez temel veri oluşturmaktadır (17). Çalışmamızın retrospektif olmasına bağlı kısıtlılıkları olsa da, bireylere radyasyon verilmemesini etik açıdan doğru bir yaklaşım olarak değerlendirebiliriz.

2013 yılında yine Risser tarafından İran popülasyonunda yaş tayini için 10-25 yaş arası 206 bireyin AP vertebra ve proksimal pelvis grafilere, Risser Derecelendirme Sistemi'ne göre değerlendirilmiş ve 18 yaş üzeri tüm bireylerde Risser ≥ 3 olarak bulunmuştur (98). Risser'in ilk çalışmalarında ossifikasyonun iliak apofiz anterolateralinden posteromedialine ilerlediği belirtilmiştir. Ancak bizim çalışmamızda Risser' in önceki çalışmalarından farklı olarak, hem Gök Atlasında hem de Singh ve arkadaşları'nın çalışmalarıyla benzer şekilde genellikle orta kısımdan yanlara doğru ossifikasyonun ilerlediği tespit edilmiştir. Singh ve arkadaşları' nın yaptığı bu çalışmada, erkek ve kadınlar arasında özellikle iliak krest son evresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış (p: 0.006), kadınlar erkeklere göre 1,07-1,12 yıl önce son evreye ulaşmıştır (101). Bizim çalışmamızda da hem iliak krest hem de iskiümde kadınlarda erkeklere göre daha erken füzyon olduğu tespit edilmiştir. 2011 yılında Singh ve arkadaşları' nın çalışmalarında iliak krest epifiz füzyonu 4 evreye ayrılmıştır. Evre 1' de epifiz hattının görünmediği, 2' de görünse de kaynama olmadığı, 3' te kısmi kaynama, 4' te ise tam kaynama olduğu tanımlanmıştır.

Çalışmamızdaki evre 5, Risser evresi ile benzer olarak iliak epifizde tam füzyon anlamına gelir. Bizim çalışmamızda son zamanlarda yapılan Risser çalışmalarına benzer şekilde 18 yaşında iliak krestte evre 3' e rastlanmamıştır. Çok sayıda yöntem iskeletin farklı kısımlarının olgunluğunu değerlendirmek için kullanılsa da bu yöntemler 18 yaşından küçükler için uygundur. Risser yöntemi ise pelvis incelemesine dayanmaktadır ve 18 yaş üstü ergenlerde iskelet olgunluğunu değerlendirilmesi için kullanılan tek standart yöntemdir (80).

Ülkemizde de Şemsi Gök tarafından 20, 21 ve 22 yaşlarına uygun krista iliaka epifizleri çizgisel şekillerle gösterilmiştir. Gök' e göre; 20 yaşında iliak üst kenar ve iskion alt kenar epifiz hatlarının açık olduğu, 21 yaşında kısmen kapandıkları, 22 yaşında ise kapalı oldukları belirtilmiştir. Çalışmamızda Gök Atlasından farklı olarak bilateral evreleme yapılmıştır. Çalışmamızda Gök Atlasında füzyon olmadığı belirtilen 20 yaşındakilerin % 55' inde füzyon gözlenmiştir. Kapanmanın

tamamlandığı belirtilen 22 yaşında ise % 76' sında krsta iliaka epifiz füzyonunun tamamlandığı, geri kalan kısmında ise kısmen kapanma olduğu tespit edilmiştir.

Pelvis grafileri Kui Zhang tarafından, inceleme öncesi ve sonrası kör bir çalışma ile incelenmiştir. Bizim araştırmamızdan farklı olarak grafilere, tek bir araştırmacı tarafından iki kez değerlendirilmiş. Çalışmamızdakine benzer istatistik yöntemleri kullanılmış ve bizim sonuçlarımıza benzer füzyon yaşları bulunmuştur (55).

Tablo 22. Pelviste krsta iliakadan yapılan yaş tayini çalışmaları ve çalışmamız (55).

Çalışma	Çalışma Yılı	Vaka sayısı	Yaş	Füzyon başlangıcı için minimum yaş	
				Kadın	Erkek
Risser	2013	206	10-25	17.1	18.0
Schmidt	2011	613	10-26	17.9	17.4
Wittschieber	2013	643	10-30	16.42	17.90
Kui Zhang	2015	1777	14-26	18.36	17.95
Bizim çalışmamız	2016	277	18-22	18	18

Hindistan'da Singh tarafından, 16-25 yaş arasındaki bireylerin pelvis AP radyograflerinde iskium ve iliak kanat epifiz kapanma zamanına bakılmış. Iskium bölgesinde, 20-21 yaşındaki bireylerin çoğunda kaynamanın tam olduğu, en erken kapanmanın kadınlarda 17 yaşında, erkeklerde ise 18 yaşında meydana geldiği tespit edilmiştir. İliak kanatta ise kadınlarda 20-21 yaşında ve erkeklerde ise 21-22 yaşında çoğunlukla tam olarak kapanmıştır. Tuber iskium epifizinde 20-21 yaş olguların çoğunda füzyon gözlenmiş, en erken füzyonun erkeklerde 18 yaşta ve kadınlarda ise 17 yaşta meydana geldiği görülmüş ve bulgular Hindistan' da yapılan benzer çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. (88). Bizim çalışmamızda krsta iliakada 18 yaşında füzyon başlamamış, 21-22 yaşında iskium epifizlerinde % 87,4 oranında füzyon gözlenmiştir.

Ülkemizde 16-22 yaş arasındaki 50 olgu üzerinde yapılan bir çalışmada; röntgende iliak kanat epifiz hattı kapalılığı, BT' ye oranla daha fazla bulunmuş ve iki tetkik arası saptanan kapalılık oranı farkı istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmiştir (102). Özellikle iliak krest epifiz gelişiminde, radyografik kemik yaşlarının BT yöntemi ile yeniden değerlendirilmesi durumunda daha küçük bir kemik yaşı olmasını beklemekteyiz.

Risser tarafından iliak krestini inceleyen ilk çalışmalarda çalışmamızdan farklı olarak kızlarda 17 ve erkeklerde 18 yaşında füzyonun tamamlandığı belirtilmiştir. Ancak dijital görüntüleme tekniklerinin gelişmesi ile grafipler daha ayrıntılı incelenebilmektedir. Örneğin direk bakıda kapalı görünen epifiz hatları, PACS gibi sistemlerin büyütme özelliği sayesinde açık olarak izlenebilmektedir. Bu nedenle Risser' in eski ve yeni çalışmaları arasındaki füzyon farklarını son zamanlarda gelişen dijital görüntüleme yöntemlerine bağlamaktayız. Çalışma sonuçlarımız, son zamanlardaki Risser evreleri ile birbirine yakındır.

15-25 yaş arası bireylerde BT ile kronolojik yaş ile pelvis iliak epifiz ve pubis epifiz arasında ters doğrusal ilişki olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.001$, $r: 0,898$). Pubis epifiz 16 yaşından önce mevcut değilken 18 yaş ve üzerindeki tamamlanmış ortaya çıkmıştır. 21 yaşındakilerin her iki epifizinin kemikleştiği, 24 yaşındakilerde ise tam füzyon olduğu tespit edilmiştir (103). Bizim yaptığımız çalışmada ise tam füzyon ve kortikal düzensizlik görülen yaş sınırı 22 yaş olarak bulunmuştur. Kemik yaşı, 15-25 yaş ergenlerde iliak epifiz mesafesi değerlendirilerek tahmin edilebileceğinden, pelvis ve pubis epifiz canlılarda adli yaş tahmini için uygun kriterdir. Ancak yerel ve farklı etnik bölgelerde daha yüksek vaka sayıları ile ileri çalışmalara ihtiyaç vardır Bu nedenle ülkemizde yapılan bu çalışma, tüm etnik gruplara uyarlanamasa da vaka sayıları yüksek olan benzer çalışmalarla güvenilirlik artırılabilir.

BT yöntemiyle yaş tayini daha güvenilir olsa da iyonizan radyasyon nedeniyle ultrasonografi gibi diğer daha az zararlı modaliteler seçilebilir. Ancak pek

çok yaş tahmininde hassasiyet hayati önem taşıdığından bazı özel durumlarda BT güvenilir seçenek olarak kabul edilebilir (88).

Zang ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, iliak krestte erkeklerde 17.95-25.98 ve kadınlarda 18.36 -25.95 yaş aralığında füzyon tamamlandığından Batı Çin’ de iliak krest epifiz kapanmasında gecikme olduğu düşünülmüştür (92). Bizim yaptığımız çalışmada ise Zang’ ın çalışmasından farklı, Şemsi Gök, Sharma ve Wittschieber’ in çalışmalarıyla benzer şekilde, hem iliak krest hem de iskion alt epifiz hattında kısmi füzyonun 18 yaşında başladığı, tam füzyonun ise 22 yaş olguların tamamında (%100) olduğu gözlenmiştir (12, 85, 98). Bu nedenle ülkemizde yapılan çalışma sonuçlarımıza göre pelvis epifizlerinin Çinliler’ e göre daha erken oluştuğunu söyleyebiliriz.

Sichuan bölgesindeki gençlerin iliak ve iskial epifiz gelişim özelliklerinden kronolojik yaşı tahmin etmek amacıyla 16-20 yaş arası 691 bireyin X-ray görüntüleri incelenmiş. TW2 sınıflandırma ilkesi ile birleştirilerek 8 evre oluşturulmuştur. Çalışmamızdan farklı olarak iliak ve iskial tuberositas epifizinin gelişimi ile cinsiyetler arasında herhangi bir istatistiksel fark olmadığı ($P > 0.05$) tespit edilmiştir (46).

Özellikle çalışmamızın retrospektif olması ve kişiden anamnez alınamaması nedeniyle bazı kısıtlamalar beklenebilir. Ancak prospektif verilerin kıymetliliğine karşın, zaman alıcı olması ve ciddi emek gerektirmesi, prosedürlerin uzunluğu, ayrıca X ışını maruziyetine bağlı onam sorunları nedeniyle retrospektif bir çalışma planlanmıştır. Kısıtlılıkları önlemek için AviCenna Bilgi Sisteminde kayıtlı vaka bilgileri gözden geçirilmiştir (15).

Diz ve pelvis grafileri, gonadların radyasyona maruz kalması nedeniyle nadiren kullanıldığından çalışmamızda da mevcut grafileri kullanmanın daha doğru bir yaklaşım olduğunu düşünüyoruz. İleri yaşlarda kemik yaşı tayini için pelvise ek olarak klavikula medial epifizine bakılabilir. Klavikula medial epifizinin parsiyel füzyonu 16-26 yaşlarında, komplet füzyonu ise 22-27 yaşlarında gerçekleşmektedir.

Yaş tayini için rapor düzenlerken hastanın cinsiyetini bilmek fakat yaşını bilmemek uygun olur. Çalışma yöntemimizde, AviCenna Bilgi Sistemi' nde 18-22 yaş aralığı belirlenerek radyoloji uzmanı ile adli tıp asistanı tarafından inceleme yapılmıştır. Farklı iki araştırmacı olması ve yaş aralığı bilinse de gerçek yaşın bilinmemesine özen gösterilmesi çalışmanın olumlu yanlarından (78, 104).

Gök Atalası'nda iskium çentiğinin anatomik durumunun yaşa bağlı değişimleri çizgisel şekillerle gösterilmiştir (12). Bizim çalışmamızda ise iskium çentiğinde foramen obturatorianın medial ve lateral kenarlarından aşağı dik inen hayali bir hat çizilmiş, bu hattın arasında kalan iskium çentiğinin uzunluğuna ve kaynama durumuna göre derecelendirme yapılmıştır. İskium çentiği henüz oluşmamışsa evre 0, çentik oluşmuş ve hayali hattın arasında kalan füzyon oranı % 50 den az ise evre 1 a, % 50 den çok ise evre 1 b, çentik füzyonu tamamlanmışsa evre 2 a, füzyon tamamlanmış ve kortikal düzensizlik gelişmişse evre 2 b olarak isimlendirilmiştir (12).

Krista iliaka için evre durumunu belirlerken, krista iliaka için Risser Evreleri modifiye edilmiştir. Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak özellikle 18 yaş altında gözlenen Risser' in 0, 1, 2, 3. evrelerine rastlanmamıştır. Çalışmamızda, füzyon olmadığı belirtilen Risser evre 4' ten farklı olarak füzyon başlangıcı tespit edilmiş, füzyon oranı açısından 4 a ve 4 b olmak üzere iki alt evreye ayrılmıştır. İliak krest epifizi tam olarak oluşmuş ve epifizdeki füzyon oranı % 50' den az ise evre 4 a ve % 50' den çok ise evre 4 b olarak tanımlanmıştır. Çalışmamızda tespit ettiğimiz tam füzyon ise Risser evre 5 ile aynı şekilde evre 5 olarak tanımlanmıştır.

Puberte başlangıcı ve gelişimi, farklı toplumlarda son derece değişken olup sosyoekonomik, genetik ve çevresel faktörler gibi birçok faktörden etkilendiğinden çeşitli popülasyonlarda iskelet olgunlaşmasında bazı farklılıkların olacağı tahmin edilmektedir (17). Çalışmamız, Türkiye' de yapılmış olması nedeniyle ülkemize özgü verilerin oluşmasına katkı açısından önemlidir.

Risser' e göre pelvis AP radyografisinde, önce küçük ve daha az görünen iskiüm epifizi daha sonra ise krista iliaka epifizi kapanmaktadır (80, 85). Çalışmamızda ise hem iskiüm ve hem de krista iliaka epifizlerindeki epifiz kapanma derecelerinin hemen hemen eş zamanlı olduğu gözlenmiştir. 18 yaş üzeridekilerde Risser derecesi > 3 bulunmuştur. Sonuçların, özellikle adli yaş tahmini için yararlı olacağını ve Risser evrelerinde bazı değişikliklerle ülkemize özgü daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini düşündürmüştür.

Gök Atlasında iskiüm alt epifiz hattının genellikle dıştan içe doğru kapanmaya başladığı ve kapanma tamamlanırken çengel şeklinde açıklık gözlemlendiği, lateralden mediale ilerlediği, krista iliaka kapanmasının ise genellikle ortadan yanlara doğru olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda çoğunlukla hem iskiüm hem de krista iliaka epifizlerindeki kapanmanın Gök Atlasındakine uygun şekilde geliştiğini gözlemledik.

Singh' in çalışmasında 16-17, 18-1, 20-2, 22-23, 24-25 yaş grupları arasında, 20 bireyin iskiümleri incelenmiş. 22-23 yaş grubu dışında diğer tüm gruplarda füzyon gözlenen kadın sayısının erkeklerden fazla sayıda olduğu bulunmuştur. 18-19 yaş grubundakilerin % 50' sinde kısmi kaynama başlangıcı bulunmuş, 20-21 yaş grubunda % 10' unda kısmi kaynama başlamış, % 90' ında tam kaynama olduğu, 22-23 yaş grubunda % 10' unda epifiz görüldüğü, % 10' unda kısmi kaynama, % 80' inde tam kaynama olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda 22 yaşındaki bireylerin iskiümünde tam kaynama oranı daha düşük olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda her iki cinsiyette, krista iliaka ve iskiüm epifizlerindeki yaşla birlikte artan füzyon oranları, bu bölgelerden yaş tayini yapılabileceğinin gösterilmesi açısından önemlidir.

İskiüm epifizi ile ilgili yaş tayini çalışmaları krista iliaka bölgesine göre oldukça az sayıdadır. İskiümden yaş tayini yapılan bir çalışmada, 21-22 yaş kadınların % 78' inden fazlasında, erkeklerin % 77' sinde tuber iskiümde füzyon

gözlenmiş ve pek çok çalışma ile bu sonuçlar benzerlik göstermiştir. İliak krest epifizinde kadınlarda 20-21 yaşta ve erkeklerde 21-22 yaşta, iskium epifizinde ise her iki cinsiyette 21-22 yaşta füzyon gelişmiştir. 18 yaş altındaki hiçbir olguda füzyon gözlenmemiştir (85). Bu sonuçların bizim çalışmamızla benzer olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca pubis çentik uzunluğu 25 yaşına kadar en iyi değişken olduğundan yaş tayini için kullanışlı bir bölgedir (105).

Ülkemizde 2010 yılında aile hekimliği sistemine geçilmiştir. Gebe kadınların rutin takibinin ve hastaneye doğum için yönlendirmelerin artması, nüfus kayıtlarının düzenli tutulması ile birlikte, yaş tayini raporu almak için yapılan başvuru sayısının giderek azalacağı düşünülmektedir. Nüfus kayıtlarındaki yaş ile tespit edilen yaş arasındaki fark her zaman kayıtlardaki hatadan kaynaklanmaz. Kemik gelişimini etkileyen bazı fizyolojik süreçlerin, gebelik gibi bazı hormonal durumların ve pek çok patolojik faktörün kemik yaşı üzerine etkili olduğu da dikkate alınmalıdır.

6. SONUÇ

Canlı veya ölmüş kişilerde, suçlu profilinin belirlenmesinde, sosyal, siyasal ve hukuki pek çok olayda bireyin yaşının bilinmesi son derece önemlidir. Yaş tayininde kullanılmak üzere dünyada pek çok yöntem geliştirilmiş ancak henüz kesin bir metot bulunamamıştır. Kemik gelişimi için kullanılan en yaygın metod, el-bilek röntgen filminin GP atlasındaki şablonlarla karşılaştırılması esasına dayanmaktadır.

El- el bileği dışında 0-22 yaşları arasında radius, ulna, dirsek, humerus, pelvis kısaca vücuttaki tüm kemiklerden yaş tayini çalışmaları mevcuttur. Radyolojik yaş tayini, yaygın ve güvenilir yöntemlerdir. Fiziksel gelişim ise çok değişken olduğundan kemik ve diş gelişimi ile birlikte değerlendirilmelidir. Ölmüş, kimliği belirsiz, çürümüş ya da parçalanmış cesetlerde yaş tayini, kimliklendirmeye yardımcı olacağından çalışmamız felaket kurbanlarının kimliklendirilmesine yardımcı olabilir.

Kemik yaşı değerlendirilirken, kronolojik yaşla geliştirilmiş en iyi yaş tayini yöntemleri karşılaştırılmalı, büyük ölçekli araştırmalarla ulusal standartların geliştirilmesi planlanmalıdır. Farklı yöntemlerle farklı sonuçlar elde edildiğinden uygulanabilirlik açısından etnik gruplara özgü en uygun yöntem bulunmalı ve bu konuda yeni çalışmalar tasarlanmalıdır. Ülkemizin coğrafya, iklim ve sosyoekonomik yapı, genetik ve kültürel farklılıkları nedeniyle kendi standartlarımıza uygun bir atlas hazırlanmalıdır.

Klavikula medial epifizinin parsiyel füzyonu 16-26 yaşlarında, komplet füzyonu ise 22-27 yaşlarında gerçekleşmektedir. En son epifiz füzyonunun krista iliakada 21-24 yaşları arasında olduğu da belirtilmiştir. Bu nedenle özellikle 18 yaş üzerindeki bireylerde pelvisin ve klavikulanın dikkatle incelenmesi, bu konuda yeni standart yöntemlerin geliştirilmesi önem kazanmaktadır.

Yaş tayini başvuruları, çoğunlukla erken yaşta cinsel birliktelik, gebelik, reşit olmadan evlenme talebi gibi gerekçelerle yapılmaktadır. Güvenilir ve hassas yaş tahminleri, özellikle Orta Doğu' daki son karışıklıklar nedeniyle ülkemize göç eden

çocuk mağdurlara devlet koruması sağlayabilmek ve ülkemizde erken evliliklerin önüne geçebilmek için 18-22 yaş aralığında yaş tayininin önemi artmaktadır.

Histolojik olarak postmortem dokularda AgNOR boyama yöntemi ile yaş tespiti yapılabileceği gösterilse de örneklem sayısının artırılması tavsiye edilmiştir (58). Ayrıca mikroskopik tekniklerin gözlemci değişkenliğinin yüksek olması nedeniyle adli vakalarda dikkatli olunmalıdır.

İliak apofizden kriter oluşturabilmek için, ileri araştırmalar gerekmektedir. Gelecekte retrospektif BT ile iliak kemik dışındaki diğer kısımlar gizlenerek oluşturulan görüntülerden yaş tahmini için güvenilir kriter oluşturulabilir. Böylece pelvisin yapısına bağlı oluşan görüntüleme güçlüklerinin önüne geçilebilir. Direkt grafiler BT ye göre maliyet, düşük radyasyon dozu, uygulama kolaylığı, uzman gerektirmemesi, zaman avantajı nedenleriyle tercih edilebilir.

Kanunlarda, çocuğun ceza sorumluluğunun olmadığı yaş sınırları mukayeseli hukukta 7 ile 18 yaş arasındadır. Almanya ve İngiltere gibi bazı ülkelerde çalışmamızdaki yaş aralığını da içeren 18-24 yaş arasında “*genç yetişkin*” terimi kullanılarak ceza indirimine gidilmiştir. TCK’ daki sağır ve dilsizler için erişkin sınırı 21 yaştır. Çalışmamızda 22 yaşındaki vakalarımızın çoğunda iskium epifizinde gözlemlediğimiz kortikal düzensizlik, 21-22 yaş ayrımında önemli bir kriter olarak görünmektedir (Tablo 12).

Singh’ in çalışmasında 16-17, 18-1, 20-2, 22-23, 24-25 yaş grupları arasında, 20 bireyin iskiumları incelenmiş. 22-23 yaş grubu dışında diğer tüm gruplarda füzyon gözlenen kadın sayısının erkeklerden fazla sayıda olduğu bulunmuştur. 18-19 yaş grubundakilerin % 50’ sinde kısmi kaynama başlangıcı bulunmuş, 20-21 yaş grubunda % 10’ unda kısmi kaynama, % 90’ ında tam kaynama olduğu, 22-23 yaş grubunda % 10’ unda epifiz görüldüğü, % 10’ unda kısmi kaynama, % 80’ inde tam kaynama olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızdaki oranlar kısmen benzer bulunmuştur.

Çalışma verilerimiz Gök Atlası ile çoğunlukla uyumlu bulunmuş, Gök Atlası ile pelvisten yaş tayini yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak Gök Atlası'nda 18 ve 19 yaş için pelvis epifiz görüntüleri yoktur. Gök Atlasında 20 yaşında iliak üst kenar ve iskion alt kenar epifiz hatlarının açık olduğu, 20 yaşında iliak krestin olduğu ancak füzyonun başlamadığı belirtilmiştir. Çalışmamızda ise 20 yaşında hem iskium hem de krista iliakada füzyon başlangıcı gözlenmiştir.

Çalışmamız özellikle ceza sorumluluğu açısından 18 yaşının ve ülkemizde sağır-dilsizler için erişkin sınırı olan 21 yaşının belirlenmesinde önemlidir. Bazı ülkelerde 24 yaşa kadar değişen hukuki düzenlemeler mevcut olup küreselleşme nedeniyle 18-22 yaş limitlerimiz değerlendirilebilir.

Yaş tayinine esas oluşturmak üzere geliştirilecek atlasta, tahmin edilen yaş aralığına uygun epifiz bölgeleri birlikte incelenmeli ve güvenilirlik artırılmalıdır.

Çalışmamız, hem epifiz bölgeleri hem de 18 yaş üzeri olması açısından ülkemizde yapılan ilk çalışma özelliğindedir. Bu nedenle ülkemize özgü yaş tayini atlası oluşturulmasına katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Ülkemiz nüfusu için daha kapsamlı, olgu sayısının yüksek olduğu, çok merkezli çalışmalar gerekse de özellikle adli durumlarda yaş tayini amacıyla yaptığımız çalışma yönteminin kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

ÖZET

Kemik gelişimi coğrafik, sosyal ve ekonomik faktörlerle yakın ilişki içindedir. Orta Doğu' daki son karmaşa ve büyük göç krizi ile birlikte, bireylerin güvenilir olarak kayıt edilmesinde ve doğru kimliklendirilmesinde yaş tespiti önemli hale gelmiştir. Dünyada yaygın olarak kullanılan klavuzlar bu hususta güvenilir olmayabilir. Bu çalışmada, genç Türk popülasyonunda pelvis kemiklerindeki belirteçleri kullanarak kronolojik yaşı doğru olarak belirlemeyi amaçladık.

2011 Haziran - 2015 Haziran tarihleri arasındaki HIS ve PACS kayıtlarındaki 18 - 22 yaş arası 277 bireyin (143 kadın ve 134 erkek) AP pelvis grafileri iki gözlemci tarafından incelenmiştir. İliak krest ve tuber iskium apofizlerinin varlığı ve füzyon derecesi ilgili literatürler dikkate alınarak değerlendirilmiştir ve alt gruplara ayrılmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak kronolojik yaş ve cinsiyet ile karşılaştırılmıştır.

Sağ iliak krest ($p < 0.005$) ve tuber iskium ($p < 0.01$) gelişimi kadınlarda erkeklere göre daha ileri idi. İliak krest ve iskium apofiz gelişiminin her ikisi birlikte kronolojik yaşı belirlemek için güvenilir göstergeler olarak bulundu. Ancak iliak krest evreleri ve iskium evreleri ayrı ayrı değişken olarak karşılaştırıldığında tuber iskium istatistiksel olarak daha anlamlı bulundu ($p < 0.01$).

İliak krest ve iskium apofiz gelişim dereceleri 22 yaşı belirlemek için hassas göstergeleridir. Kronolojik yaş tespitinde iskium apofizi biraz daha güvenilirlerdir. Bununla birlikte, iskium apofizindeki cinsiyete bağlı değişikliklerin daha belirgin olması nedeniyle, iskium apofizi bireylerin cinsiyeti bilindiği sürece iliak krest apofizine alternatif belirteç olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Yaş tahmini, iliak krest, tuber iskium, adli tıp.

SUMMARY

Skeletal development is closely related to geographical, socioeconomical factors. With recent turmoil in the middle east and huge migration crisis, identification of individuals and determining their accurate age have become important to obtain reliable records of populations. Current widely used guidelines on this matter may not be accurate worldwide. In this study, we aimed to find dependable indicators for determining the accurate chronological age in young Turkish population, using pelvic bony landmarks.

Anteroposterior pelvis radiographs of 277 individuals (143 females and 134 males) at age 18 to 22, from the HIS and PACS archives between June 2011 to 2015 June, were examined by two observers. The apophyses of iliac crest and ischial tuberosity of both sides were evaluated and graded separately into subgroups, taking the relevant literature into consideration, for their presence and the degree of fusion. The results were statistically compared to the chronological age and gender.

For the right iliac crest ($p<0.005$) and both ischial tuberosities ($p<0.01$), the developments were significantly more advanced in females compared to males. Both iliac crest and ischial apophyseal developments were found as reliable indicators to determine chronological age, however when iliac crest grading was compared to ischial grading, as individual variables, ischial tuberosity was statistically more accurate ($p<0.01$).

Advanced iliac crest and ischial apophyseal grades are significantly accurate indicators for age 22. Ischial apophysis are slightly more reliable indicators of chronological age. However, gender related changes at the ischial apophysis were found to be more pronounced, as a result, ischial apophysis may reliably be used as an alternative landmark to iliac crest apophysis, so long as the gender of the individual is known.

Key Words: Age estimation, iliac crest, ischial tuberosity, forensic medicine.

KAYNAKLAR

1. Isır A, Dülger HE, Bakır K,, Dülger HE. 1998-2005 Yılları Arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalında Raporlandırılan Yaş Tayini Olgularının İrdelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine*. 2007;4(1):1-6.
2. Isır AB. Adli Hekimlikte Yaş Tayini. *Klinik Gelişim*. 2009;114-21.
3. Zeyfeoglu Y, Hancı H. İnsanlarda kimlik tespiti. *Eskişehir Barosu Dergisi*. 2005;10:375-7.
4. Neyzi O SN, Günöz H, Furman A, Bundak R, Gökçay G, Darendeliler F, Baş F., Türk çocuklarında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi ve vücut kitle indeksi referans değerleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 2008;51(1):001-14.
5. Black S, Aggrawal A, JP. J. Key practical elements for age estimation in the living. *Age Estimation in the Living*. Oxford: Wiley and Blackwell; 2010.
6. Arslan MM, Çekin N, Akçan R, Saylak E. Hatay ağır ceza ve asliye hukuk mahkemelerine 2007 yılında yansıyan yaş tespiti davalarının incelenmesi. *Adli Tıp Dergisi*. 2008;22(2):8-13.
7. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatrics international : official journal of the Japan Pediatric Society*. 2001;43(6):662-5.
8. Ö Y. Yaş tayininde kullanılan yöntemin verimlilik açısından değerlendirilmesi [Tıpta Uzmanlık]. İstanbul 2006.
9. M Ü. Türk popülasyonunda puberte dönemi kemik gelişimi ve yaş tayini üzerine anatomik ve radyolojik araştırma [Doktora]: İstanbul Üniversitesi; 2002.
10. Demirkıran DS, Çelikel A, Zeren C, Arslan MM. Yaş tespitinde kullanılan yöntemler. *Dicle Tıp Dergisi*. 2014;41(1):238-43.
11. 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. *The British journal of radiology*. 1999;72(857):461-4.
12. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. Adli tıpta yaş tayini. 2. İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları. 1985.
13. Eikvil L, Kvaal S, Teigland A, Haugen M, Groggaard J. Age estimation in youths and young adults: a summary of the needs for methodological research and development. Oslo: Norwegian Computing Center. 2012:1-26.
14. M E. Türkiye'deki Suriyeliler: Toplumsal Kabul ve Uyum 2014 [01.02.2016]. Available from: <http://www.hugo.hacettepe.edu.tr/HUGO-RAPOR-TurkiyedekiSuriyeliler.pdf>.
15. Güler H, Kaya A, Meral, O. Erdogan, N. Erturk, S. Investigation of Reasons for Age Assessment Demands among Cases who Appear to Be in Children Age Bracket According to Their Birth Records: 6.5 Years of Experience *Medicine Science| International Medical Journal*. 2015;4(4):2797-812.
16. F Y. 2007. In: Mukayeseli Hukuk Açısından Ceza sorumluluğu Yaşı ve Ceza Sorumluluğu Olmayan Çocuklar ve Gençler İçin Ceza Hukukunda Uygulanan Alternatif Yaptırımlar [Internet]. [1-42].
17. Wittschieber D, Vieth V, Domnick C, Pfeiffer H, Schmeling A. The iliac crest in forensic age diagnostics: evaluation of the apophyseal ossification in

conventional radiography. International journal of legal medicine. 2013;127(2):473-9.

18. Türk Medeni Kanunu [02.01.2016]. Available from: <https://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k4721.html>.

19. Türk Ceza Kanunu [02.01.2016]. Available from: <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5237.html>.

20. Cantürk G. Adli Psikiyatri,. 2011(Adli Bilinear,):153-83.

21. Cantürk G. Çocuk Suçluluğunda Adli Psikiyatrik Değerlendirme,. STED. 2004;14(2):31-4.

22. M A. Adli tıp açısından yaş tayini istenen olguların değerlendirilmesi [Tıpta Umanlık]: Akdeniz Üniversitesi 2013.

23. Ceza Muhakemesi Kanunu [01.02.2016]. Available from: <http://www.ceza-bb.adalet.gov.tr/mevzuat/5271.htm>.

24. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası [02.01.2016]. Available from: https://www.tbmm.gov.tr/anayasa/anayasa_2011.pdf.

25. Loth S, İşcan M. Morphological age estimation. Encyclopaedia of Forensic Sciences. 2000;1:242-52.

26. Y. B. Kimlik Teşhisinde Araştırılması Gereken Hususlar. Adli Tıp. Ankara: Nobel Tıp; 2008. p. 14-8.

27. Arslan T. X-Işınları ve kullanım alanları. Gazi Üniversitesi, Orta Öğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü. Fizik Eğitim Anabilim Dalı, Ankara. 2010.

28. Alt Ekstremité radyografileri-1 [01.02.2016]. Available from: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alt%20Eksremite%20Radyografileri%20I.pdf.

29. Manzoor Mughal A, Hassan N, Ahmed A. Bone age assessment methods: a critical review. Pakistan journal of medical sciences. 2014;30(1):211-5.

30. Awais M, Nadeem N, Husen Y, Rehman A, Beg M, Khattak YJ. Comparison between Greulich-Pyle and Girdany-Golden methods for estimating skeletal age of children in Pakistan. Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan : JCPSP. 2014;24(12):889-93.

31. Chiang K-H, Chou AS-B, Yen P-S, Ling C-M, Lin C-C, Lee C-C, et al. The reliability of using Greulich-Pyle method to determine children's bone age in Taiwan. Tzu Chi Med J. 2005;17(6):417-20.

32. Mohammed RB, Rao DS, Goud AS, Sailaja S, Thetay AA, Gopalakrishnan M. Is Greulich and Pyle standards of skeletal maturation applicable for age estimation in South Indian Andhra children? Journal of pharmacy & bioallied sciences. 2015;7(3):218-25.

33. Gungor OE, Celikoglu M, Kale B, Gungor AY, Sari Z. The reliability of the Greulich and Pyle atlas when applied to a Southern Turkish population. European journal of dentistry. 2015;9(2):251-4.

34. Ahmed ML, Warner JT. TW2 and TW3 bone ages: time to change? Archives of disease in childhood. 2007;92(4):371-2.

35. Büken B, Şafak AA, Büken E, Yazici B, Erkol Z, Erzengin ÖÜ. Is the Tanner–Whitehouse (TW3) method sufficiently reliable for forensic age determination of Turkish children?*. Turkish Journal of Medical Sciences. 2010;40(5):797-805.

36. Niemeijer M, van Ginneken B, Maas CA, Beek FJ, Viergever MA, editors. Assessing the skeletal age from a hand radiograph: automating the Tanner-

Whitehouse method. Medical Imaging 2003; 2003: International Society for Optics and Photonics.

37. 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.

38. Afşin H, Karadayı B, Büyük Y. Adli Diş Hekimliğinin Adli Bilimlerdeki Rolü-Bölüm 1: Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi Ve Adli Olaylarda Dişlerden Yaş Tahmini

39. Dinçer İ. Adli Tıpta Yaş Tayininde Dişlerin Muayenesi İle Elde Edilen Bilgilerin Değerlendirilmesi. Bitirme Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi; 2015.

40. Araújo A.M.M, Pontual M.L.A, França K.P, Beltrão R.V, A.A P. Association between mineralization of third molars and chronological age in a Brazilian sample. Rev odonto ciênc. 2010;25(4):391-4.

41. Özer S, Kama J, Hamamcı O, Darı O, Y. Ç. İki Farklı Diş Yaşı Yönteminin Karşılıklı Olarak Değerlendirilmesi. Türk Ortodonti Derneği. 1997;10(3):305-15.

42. CANGER EM, ARSLAN DS. Adli Diş Hekimliğinde Radyolojinin Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2013;2013(2).

43. Aka PS, Canturk N, Dagalp R, Yagan M. Age determination from central incisors of fetuses and infants. Forensic science international. 2009;184(1):15-20.

44. Hillewig Eaa. Magnetic resonance imaging of the sternal extremity of the clavicle in forensic age estimation: towards more sound age estimates. Int J Legal Med. 2013;127(3):677-89.

45. Fıratlı S, Öztaş E. Boyun omurlarından yararlanarak iskelet yaşının tayin edilmesi. Turkish Journal of Orthodontics. 1996;9(2):200-9.

46. Dong XA, Zhao H, Qing SH, Zheng T, Chen XG, Deng ZH. Skeletal age estimation by pelvic X-ray of Han teenagers in Sichuan. Fa yi xue za zhi. 2013;29(1):12-6.

47. Buchner A, Gorsky M, Metzger Z. Gustafson's method for age determination from teeth—a modification for the use of dentists in identification teams. Journal of Forensic Science. 1980;25(4):742-9.

48. Botha D, Pretorius S, Myburgh J, Steyn M. Age estimation from the acetabulum in South African black males. International journal of legal medicine. 2015;1-9.

49. Colarusso T. A Test of the Passalacqua Age at Death Estimation Method Using the Sacrum. Journal of forensic sciences. 2015.

50. Colarusso T. A Test of the Passalacqua Age at Death Estimation Method Using the Sacrum. Journal of forensic sciences. 2015;22-9.

51. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 1995;107(1):58-66.

52. Kama JD, Arslan SG, Darı O, Özer T. Erkek Bireylerde Servikal Vertebra Kemik Yaşının Kronolojik ve İskelet Yaş ile Karşılaştırılması. Dicle Tıp Dergisi. 2006;33(1):36-41.

53. Kantarcı M, Karaman B, Battal B, BOZKURT Y, Kandemir E. Manubriomezosternal bileşke kemikleşme derecesine göre Türk toplumunda yaş tahmini. *Türkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine*. 2012;9(1):1-6.
54. Gilsanz V, Ratib O. Hand bone age: a digital atlas of skeletal maturity: Springer Science & Business Media; 2005.
55. Schmidt S, Schmeling A, Zwiesigk P, Pfeiffer H, Schulz R. Sonographic evaluation of apophyseal ossification of the iliac crest in forensic age diagnostics in living individuals. *International journal of legal medicine*. 2011;125(2):271-6.
56. Moskovitch G, Dedouit F, Braga J, Rouge D, Rousseau H, Telmon N. Multislice computed tomography of the first rib: a useful technique for bone age assessment. *Journal of forensic sciences*. 2010;55(4):865-70.
57. Villa C, Hansen MN, Buckberry J, Cattaneo C, Lynnerup N. Forensic age estimation based on the trabecular bone changes of the pelvic bone using post-mortem CT. *Forensic science international*. 2013;233(1):393-402.
58. Isır A, Dülger HE, Bakır K., Uçak R. AgNOR yöntemi ile insan epidermisinden yaş tespiti. *Fırat Tıp Dergisi*. 2004;9(3):075-8.
59. Stout SD, Paine RR. Brief communication: histological age estimation using rib and clavicle. *American journal of physical anthropology*. 1992;87(1):111-5.
60. Villa C, Buckberry J, Cattaneo C, Frohlich B, Lynnerup N. Quantitative analysis of the morphological changes of the pubic symphyseal face and the auricular surface and implications for age at death estimation. *Journal of forensic sciences*. 2015;60(3):556-65.
61. Hens SMR, E. Belcastro, G. Age estimation from the human os coxa: a test on a documented Italian collection. *Journal of forensic sciences*. 2008;53(5):1040-3.
62. Atsü SS AP, Nergis İ. Dişlerin kök şeffaflığından yaş tespiti. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2006;12(2):47-52.
63. B.E. HVKA. Yaşa Bağlı Olarak Meydana Gelen Yüzdeki Değişikliklerin Adli Tıptaki Yeri. *Adli Bilimler Dergisi*. 2003 1:1-5.
64. S N. Alt yüz bölgesinde morfolojik yöntemlerle yaş tayini [Yüksek Lisans]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2012.
65. Black S, Payne-James J, Aggrawal A. Key practical elements for age estimation in the living. *Age Estimation in the Living*. 2010:284-90.
66. Boas F. The cephalic index. *American anthropologist*. 1899;1(3):448-61.
67. Neyzi O SN. Türk çocuklarında antropometrik araştırmalar. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*. 2002;65(3).
68. N.A K. "Hıfzıssıhha-i Mekatip" Şakirdlerimizin Nüma-yı Bedenesi. *Muallim Mecmuası* 1917:348.
69. Büyükgebiz A. Adolesanlarda fiziksel ve cinsel gelişim. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrical Sciences*. 2006;2(7):1-5.
70. Ercan O. Adolesanın Fiziksel Gelişimi. "Adolesan Sağlığı, II İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri" Sempozyum Dizisi. (63):13-8.
71. Kinik E, Karaman O, Büyükgebiz A. Determination of various parameters of sexual maturity in adolescent boys in Ankara. *The Turkish journal of pediatrics*. 1986;29(4):217-26.
72. Bundak R, Günöz H, Darendeliler F, Baş F, Saka N, Neyzi O. Testicular volume in healthy Turkish children and its relation with pubertal parameters. *Hormone Research*. 2000;53(suppl 2):96.

73. Zitelli BJ, McIntire SC, Nowalk AJ. Zitelli and Davis' Atlas of Pediatric Physical Diagnosis: Elsevier Health Sciences; 2012.
74. Saunders WB. Atlas of Pediatric Physical Diagnosis Pediatric Endocrinology. 9. Second Edition ed1992. p. 16-9.
75. Prader A. Testicular size: assessment and clinical importance. Triangle; the Sandoz journal of medical science. 1965;7(6):240-3.
76. Schünke M SE, Schumacher U. Prometheus Anatomi Atlası. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2007.
77. M.A. M. Kısa Anatomi Ders Notları. Available from: <http://tip.sdu.edu.tr/index.php?dosya=akademikyapi/dersnotlar/Anatomi/anatomiders>
78. Yaşı BÖROK. Tayini. Klinik Pediatri. 2002;1(2):81-5.
79. Wittschieber D, Vieth V, Wierer T, Pfeiffer H, Schmeling A. Cameriere's approach modified for pelvic radiographs: a novel method to assess apophyseal iliac crest ossification for the purpose of forensic age diagnostics. International journal of legal medicine. 2013;127(4):825-9.
80. Birang S. Estimation of Chronological Age According to Risser's Sign. 2008.
81. Zhang K, Dong XA, Chen XG, Li Y, Deng ZH. Forensic age estimation through evaluation of the apophyseal ossification of the iliac crest in Western Chinese. Forensic Sci Int. 2015;252:192.e1-5.
82. Coqueugniot H, Weaver TD. Brief communication: infracranial maturation in the skeletal collection from Coimbra, Portugal: new aging standards for epiphyseal union. American journal of physical anthropology. 2007;134(3):424-37.
83. Bhise S, Nanandkar S. Age Determination from Pelvis A Radiological Study in Mumbai Region. Journal of Indian Academy of Forensic Medicine. 2012;34(2):104-7.
84. Wittschieber D, Schmeling A, Schmidt S, Heindel W, Pfeiffer H, Vieth V. The Risser sign for forensic age estimation in living individuals: a study of 643 pelvic radiographs. Forensic science, medicine, and pathology. 2013;9(1):36-43.
85. Sharma Y, Sharma A, Bohra B. Union of Epiphyseal Centres in Pelvis of Age Group 18–21 Years in Rajasthan: A Roentgenologic Prospective Study. Journal of Indian Academy of Forensic Medicine. 2013;35(2):134-6.
86. Grayson DE. The elbow: radiographic imaging pearls and pitfalls. Seminars in roentgenology. 2005;40(3):223-47.
87. Saukko P, Knight B. Knight's Forensic Pathology Fourth Edition: CRC Press; 2015.
88. Singh P, Singh VP, Gorea R, Kapila A. Age Estimation from Epiphyseal Fusion of Ischial Tuberosity. J Indian Acad Forensic Med July-September. 2013;35(3):0971-3.
89. Yıldırım A, Çetin İ, Özer E, Gümüş B. Adli Tıp Anabilim Dalına 2006-2010 Yılları Arasında Yaş Tayini İçin Başvuran Olguların Değerlendirilmesi Çağdaş Tıp Dergisi. 2011;1(2).
90. Cantürk G, Cantürk N. Suçlu profili. Adli Tıp Dergisi. 2004;18(2):27-37.
91. Yarımoğlu BH, Alper B, Meral D, Çekin N. Examination of the Epiphyseal Union in Age Assessment. The Bulletin of Legal Medicine. 2005;10(3):84-9.
92. Zhang K, Dong X-a, Chen X-g, Li Y, Deng Z-h. Forensic age estimation through evaluation of the apophyseal ossification of the iliac crest in Western Chinese. Forensic science international. 2015;252:192. e1-. e5.

93. Karami M, Rabiei M, Riahinezhad M. Evaluation of the pelvic apophysis with multi-detector computed tomography for legal age estimation in living individuals. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2015;20(3):209.
94. Lopez-Alcaraz M, Gonzalez PM, Aguilera IA, Lopez MB. Image analysis of pubic bone for age estimation in a computed tomography sample. *Int J Legal Med*. 2015;129(2):335-46.
95. Chiba F, Makino Y, Motomura A, Inokuchi G, Torimitsu S, Ishii N, et al. Age estimation by quantitative features of pubic symphysis using multidetector computed tomography. *Int J Legal Med*. 2014;128(4):667-73.
96. Lottering N, MacGregor DM, Meredith M, Alston CL, Gregory LS. Evaluation of the Suchey-Brooks method of age estimation in an Australian subpopulation using computed tomography of the pubic symphyseal surface. *American journal of physical anthropology*. 2013;150(3):386-99.
97. Iscan MY, Steyn M. *The human skeleton in forensic medicine*: Charles C Thomas Publisher; 2013.
98. Wittschieber D, Vieth V, Timme M, Dvorak J, Schmeling A. Magnetic resonance imaging of the iliac crest: age estimation in under-20 soccer players. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2014;10(2):198-202.
99. Kotwicki T. Improved accuracy in Risser sign grading with lateral spinal radiography. *European Spine Journal*. 2008;17(12):1676-85.
100. Drugs CAf, Health Ti. *Radiation emissions from computed tomography: a review of the risk of cancer and guidelines*. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2014.
101. Singh P, Gorea R, Oberoi S, Kapila A. Estimation of age from epiphyseal fusion in iliac crest. *J Indian Acad Forensic Med*. 2011;33(1):24-6.
102. N B. Kemik yaşı tayininde iliak kanat ve iskion epifiz hatlarının değerlendirilmesinde direkt grafi bulgularının BT ile kıyaslanması [Tıpta Uzmanlık]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2014.
103. Karami M, Rabiei M, Riahinezhad M. Evaluation of the pelvic apophysis with multi-detector computed tomography for legal age estimation in living individuals. *Journal of research in medical sciences : the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2015;20(3):209-13.
104. Hefti F, Hasler C. *Spine, trunk*: Springer; 2015.
105. Rissech C, García M, Malgosa A. Sex and age diagnosis by ischium morphometric analysis. *Forensic Science International*. 2003;135(3):188-96.
106. Iscan MY. Wilton Marion Krogman, Ph.D. (1903-1987): the end of an era. *Journal of forensic sciences*. 1988;33(6):1473-6.