

**T.C.  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FARABİ HASTANESİNE  
BAŞVURAN 10-19 YAŞLARI ARASI TÜRK ÇOCUKLARDA EL VE EL  
BİLEĞİ RÖNTGEN GÖRÜNTÜLERİNİN KEMİK YAŞI TAYİNİ  
AÇISINDAN GİLSANZ-RATİB DİJİTAL ATLASIYLA  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. Tevfik Furkan PEKŞEN**

**TRABZON - 2022**

**T.C.  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FARABI HASTANESİNE  
BAŞVURAN 10-19 YAŞLARI ARASI TÜRK ÇOCUKLARDA EL VE EL  
BİLEĞİ RÖNTGEN GÖRÜNTÜLERİNİN KEMİK YAŞI TAYİNİ  
AÇISINDAN GİLSANZ-RATİB DİJİTAL ATLASIYLA  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. Tevfik Furkan PEKŞEN**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Güven Seçkin KIRCI**

**TRABZON - 2022**

## ÖNSÖZ

*Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini bana aktaran, kişisel gelişimime büyük katkı sunan, her konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen çok değerli hocam **Prof. Dr. Erdal ÖZER'e**, ve bu tezin hazırlanış aşamasında yanımda olan, büyük bir sabırla yardım eden, bilgi ve tecrübelerine çok güvendiğim tez danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Güven Seçkin KIRCI'ya**;*

*Tez çalışmamı akademik ve bilimsel temeller ışığında değerlendiren ve değerli önerilerini esirgemeyen **Dr. Öğr. Üyesi Burak GÜMÜŞ'e**, tez çalışmamın şekillenmesinde çok büyük katkıları olan, minnet duyduğum ağabeyim **Op. Dr. İbrahim PEKŞEN'e** ve **Uzm. Dr. Ensar TÜRKO'ya**;*

*Asistanlık süresi boyunca birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, her konuda birbirimize destek olduğumuz, paylaştığımız ortamı neşeli hale getiren tüm asistan doktor arkadaşlarıma ve birlikte çalışmayı kendim için şans saydığım, çok şey öğrendiğim, şu anda adli tıp uzmanı olarak görev yapan tüm kıdemlilerime,*

*Trabzon Çocuk Koruma ve İzlem Merkezi çalışma arkadaşlarıma, Adli Yazılar ekibine ve Adli Tıp sekreterimiz **Yonca ÖKSÜZ'e**;*

*Beni bu günlere getiren, hayatımın her aşamasında arkamda desteğini hissettiğim başta annem **Nurşen PEKŞEN** ve babam **Ömer PEKŞEN** olmak üzere büyük canım aileme;*

*Hayatımı anlamlandıran ve her anını özel kılan, merhametin ve şefkatin vücut bulmuş hali biricik eşim **Tuba PEKŞEN'e** ve en kıymetli varlıklarım, candan öte canım kızlarım **Gökçem** ve **Ayçama** çokook*

***Teşekkür Ederim.***

**Dr. Tevfik Furkan PEKŞEN**

## ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Yaş tayini, adli tıp uygulamalarında ve sosyal hayatımızın birçok alanında karşımıza çıkmaktadır. Adli yaş tayini, özellikle 12, 15 ve 18 yaş gibi ceza sorumluluğunu etkileyen yaş sınırlarını belirlemek amacıyla istenmektedir. Pratik uygulamada adli yaş tayininin en önemli unsurunu “kemik yaşı” oluşturmaktadır. Kemik yaşı, çoğunlukla radyolojik yöntemlerle, en sık olarak da el bilek röntgen görüntülemesiyle belirlenmektedir. Kemik yaşı tayini amacıyla oluşturulmuş birçok el-bilek atlası bulunmaktadır. Bunlardan dünyada en çok bilineni ve kullanılanı 1959 yılında oluşturulmuş Greulich-Pyle (GP) atlasıdır. Bizim çalışmamızda ise; 2005 yılında yayınlanan, GP atlasıyla aynı metodolojide kullanılan, dijital referans görüntüler barındıran, ulaşımı ve kullanımı kolay; Gilsanz-Ratib (GR) atlası tercih edilmiştir. Çalışmamız, kronolojik yaşları 10-19 arasında olduğu bilinen, daha çok el-bilek travması nedeniyle hastanemize başvurmış çocukların, el-bilek radyografilerinin, 3 deneyimli doktor tarafından GR atlası referans görselleriyle karşılaştırılması, esasına dayanmaktadır. Bu sayede; GR atlasının, adli yaş tayininde, yaş gruplarına göre kullanılabilirliğinin belirlenmesi, incelenen röntgen görüntüleri üzerinden referans görseller oluşturulması ve yaş tespiti açısından ülkemizde, özellikle bölgemizde yürütülen adli tahkikatlara destek sağlanması amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışma; geriye dönük, kesitsel, tanımlayıcı bir araştırmadır. KTÜ Tıp Fakültesi Farabi Hastanesi’ne 2012-2022 yılları arasında başvuran PACS sistemine kayıtlı 10-19 yaşları arası çocukların, kemik yaşı tayinine uygun olabilecek (travma vs. nedeniyle çekilmiş) el ve el bileği röntgen görüntülerinin; birisi adli tıp araştırma görevlisi, birisi ortopedi uzmanı, birisi radyoloji uzmanı olmak üzere 3 gözlemci doktor tarafından incelenmesiyle gerçekleştirilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmada, 1545 olgu değerlendirmeye alınmış, kriterlere uygun 1147 olgu üzerinden çalışma sürdürülmüştür. 1147 olgunun 778’ini (%67,8) erkekler, 369’unu (%32,2) kızlar oluşturmaktadır. 10-17 yaşları için genel ortalama, GR atlasına göre kemik yaşı, kronolojik yaşın; erkeklerde 0,57 (yıl), kızlarda ise 0,84 (yıl) ilerisinde bulunmuştur. 10-17 yaşları için GR atlasına göre ortalama kemik yaşıyla kronolojik yaşın benzerlik oranı; erkeklerde %27, kızlarda ise %25 olarak tespit edilmiştir. Erkeklerde 14 yaş, kızlarda ise 10 yaş için GR atlası yaş tahmininde kullanılabilir bulunmuştur. Aynı kişilerin, aradan bir veya birkaç yıl geçtikten sonra çekilmiş el-bilek radyografilerinin karşılaştırması, incelemesinde; GR atlasının, %58 oranında, kronolojik yaştaki ilerlemeyi kemik yaşına yansıtmayı başardığı tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Gilsanz Ratib atlasına göre kemik yaşı tayininin, bazı yaş gruplarında daha kullanılabilir bulunsada adli yaş tayininde tek başına yeterli olmadığı ve tüm yaşlarda deneyimli doktorlar tarafından, dikkatli kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmamız sonucunda kemik yaşı tayininde kullanılabilecek el-bilek referans görselleri oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yaş tayini, kemik yaşı, Gilsanz Ratib Atlası, Adli Tıp

## SUMMARY

**Introduction and Objective:** Age determination is encountered in forensic medicine practices and in many areas of our social life. Forensic age determination is required in order to determine the age limits that is related to criminal responsibility, especially at 12, 15 and 18 years. The most important phase of forensic age determination is “bone age” in practice and it is determined mostly by radiological methods, most commonly by X-ray visualization of the wrist. There are many hand-wrist atlases created for the determination of bone age. The most well-known and used one in the world is the Greulich-Pyle (GP) atlas, which was created in 1959. In this research (published in 2005), The Gilsanz-Ratib (GR) atlas that used in the same methodology as the GP atlas, containing digital reference images, and easy to access and use, was preferred. The research is based on the comparison of hand-wrist radiographs of children with chronological age between 10-19, who were admitted to our hospital mostly because of hand-wrist trauma, with GR atlas reference images by 3 experienced doctors. In this way, in terms of age determination, it is aimed to determine the usability of the GR atlas for forensic age determination according to age groups, create reference images from the examined x-ray images and support the juridical inquiries carried out in our country, especially in our region.

**Material and Method:** The research is retrospective, cross-sectional, descriptive. X-ray images of the hand and wrist (taken due to trauma, etc.) that may be suitable for bone age determination of children aged 10-19 registered in the PACS system, who applied to KTU Medical Faculty Farabi Hospital between 2012-2022 and it was examined by 3 observer doctors, one of whom is a forensic medicine research assistant, one is an orthopedic specialist, and one is a radiology specialist.

**Results:** In the research, 1545 cases were evaluated, and the study was continued on 1147 cases who met the criteria. In the 1147 cases, 778 (67.8%) were boys and 369 (32.2%) were girls. Bone age according to the GR atlas was 0.57 (years) ahead of the chronological age for boys and 0.84 (years) for girls, on the general average for ages 10-17. According to the GR atlas, the similarity rate of average bone age and chronological age for 10-17 years old was 27% in boys and 25% in girls. It was found that the GR atlas can be used to estimate age for 14 years for boys and 10 years for girls and also comparison of the hand-wrist radiographs of the same people taken one or several years after the interval, it was found that the GR atlas succeeded in reflecting the progression in chronological age to bone age at a rate of 58%.

**Conclusion:** Although bone age determination atlas is more useful in some age groups according to Gilsanz Ratib, conclusions are not sufficient alone for forensic age determination and should be used carefully for all ages by experienced doctors. In addition, as a result of our study, hand-wrist reference images were constituted that can be used in the determination of bone age.

**Keywords:** Age determination, bone age, The Gilsanz Ratib Atlas, Forensic Medicine

# İÇİNDEKİLER

|                                                                              | Sayfa No |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|
| ÖNSÖZ .....                                                                  | I        |
| ÖZET .....                                                                   | II       |
| SUMMARY .....                                                                | III      |
| İÇİNDEKİLER.....                                                             | IV       |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                     | VI       |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                        | VIII     |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                        | X        |
| GRAFİKLER DİZİNİ .....                                                       | XII      |
| EL-BİLEK REFERANS GÖRSELLER (RG) DİZİNİ.....                                 | XIII     |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....                                                        | 1        |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                                      | 6        |
| 2.1. Yaş Tayini Tarihçesi .....                                              | 6        |
| 2.2. Yaşlara Göre İlgili Kanun Maddeleri.....                                | 7        |
| 2.2.1. Türk Ceza Kanunu (TCK) Açısından Sınır Yaşlar .....                   | 8        |
| 2.2.2. Diğer Kanun Maddeleri Açısından Sınır Yaşlar .....                    | 10       |
| 2.3. Yaş Tayininde Kullanılan Yöntemler .....                                | 16       |
| 2.3.1. Morfolojik Yöntemler .....                                            | 16       |
| 2.3.1.1. Fiziksel Gelişme .....                                              | 17       |
| 2.3.1.2. Pubertal Gelişme .....                                              | 17       |
| 2.3.1.3. Diş Gelişimi .....                                                  | 20       |
| 2.3.2. Histolojik Yöntemler .....                                            | 22       |
| 2.3.3. Radyolojik Yöntemler .....                                            | 23       |
| 2.3.3.1. El ve El Bileğine Yönelik Röntgen Değerlendirmesi.....              | 26       |
| 2.3.3.2. Diğer Bölgelere Yönelik Radyolojik Yaş Tayini .....                 | 29       |
| 2.3.3.3. Yetişkin Çağda Yaş Tayininde Kullanılan Radyolojik Yöntemler; ..... | 38       |
| 2.4. El ve El Bileğinin Embriyolojik Gelişim Süreci ve Anatomisi .....       | 39       |
| 2.5. Kemik Gelişimini Etkileyen Hastalıklar ve Durumlar .....                | 43       |
| 2.6. Yaş Tayininde Kullanılan Atlaslar ve Yöntemler.....                     | 44       |
| 2.6.1. Greulich-Pyle (GP) Atlası.....                                        | 44       |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.6.2. Tanner-Whitehouse (TW) Atlası.....                                                      | 45  |
| 2.6.3. Gök Atlası.....                                                                         | 46  |
| 2.6.4. Thiemann-Nitz Atlası.....                                                               | 47  |
| 2.6.5. Gaskin Kahn ve Ark. El-Bilek İskeleti Gelişim Atlası .....                              | 47  |
| 2.6.6. Kemik Yaşı Atlası (Yekeler Atlası) .....                                                | 48  |
| 2.6.7. El-Bilek MR'ı ile Yaş Tespiti Atlası.....                                               | 48  |
| 2.6.8. Bilgisayar Destekli Programlar Aracılığıyla Kemik Yaşı Tayini .....                     | 48  |
| 2.6.9. Fishman El-Bilek Gelişim Metodu .....                                                   | 49  |
| 2.6.10. Fels Yöntemi.....                                                                      | 50  |
| 2.6.11. Gilsanz Ratib (GR) Atlası.....                                                         | 51  |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                                       | 53  |
| 4. BULGULAR .....                                                                              | 57  |
| 4.1. Çalışmamızdaki Olguların Genel Özellikleri .....                                          | 58  |
| 4.2. Gözlemci Değerleri ve Gözlemciler Arası Korelasyon .....                                  | 60  |
| 4.3. Kronolojik Yaş ile GR Atlasına Göre Kemik Yaşı Karşılaştırması .....                      | 62  |
| 4.4. Doğum Yerinin Sosyoekonomik Gelişmişlik Seviyesine Göre Kemik Yaşını Etkileme Durumu..... | 67  |
| 4.5. Aynı Kişilerin Farklı Yıllardaki El-Bilek Radyografilerinin İncelenmesi.....              | 69  |
| 4.6. El-bilek Radyografilerinin Yorumlanmasında Dikkat Edilecek Hususlar.....                  | 71  |
| 4.7. Erkek El-Bilek Referans Görselleri (RG) .....                                             | 72  |
| 4.8. Kız El-Bilek Referans Görselleri (RG) .....                                               | 75  |
| 5. TARTIŞMA.....                                                                               | 77  |
| 5.1. El-bilek radyografileri arasındaki farklılıklarda dikkat edilecek hususlar .....          | 96  |
| 5.2. Çalışmamızın Kısıtlılıkları ve Üstün Yönleri.....                                         | 97  |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....                                                                      | 98  |
| 7. KAYNAKLAR.....                                                                              | 100 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|              |                                                                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GR</b>    | : Gilsanz-Ratib                                                                                                                 |
| <b>GP</b>    | : Greulich-Pyle                                                                                                                 |
| <b>TW</b>    | : Tanner-Whitehouse                                                                                                             |
| <b>BT</b>    | : Bilgisayarlı Tomografi                                                                                                        |
| <b>CT</b>    | : Computed Tomography                                                                                                           |
| <b>MR</b>    | : Manyetik Rezonans                                                                                                             |
| <b>USG</b>   | : Ultrasonografi                                                                                                                |
| <b>AGFAD</b> | : Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik (Adli Yaş Tayini Çalışma Grubu)                                          |
| <b>KTÜ</b>   | : Karadeniz Teknik Üniversitesi                                                                                                 |
| <b>PACS</b>  | : Picture Archiving and Communication Systems (Görüntü Saklama ve İletişim Sistemleri)                                          |
| <b>TCK</b>   | : Türk Ceza Kanunu                                                                                                              |
| <b>CMK</b>   | : Ceza Muhakemesi Kanunu                                                                                                        |
| <b>ILO</b>   | : International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)                                                               |
| <b>ABD</b>   | : Amerika Birleşik Devletleri                                                                                                   |
| <b>NOR</b>   | : Nükleolar Organizer Bölge                                                                                                     |
| <b>µSv</b>   | : mikroSievert                                                                                                                  |
| <b>AER</b>   | : Apical Ectodermal Ridge (Apikal Ektodem Sırtı)                                                                                |
| <b>DBAC</b>  | : Digital Bone Age Companion (Gaskin Kahn ve Ark. El-Bilek İskeleti Gelişim Atlası - <i>Oxford University Press, New York</i> ) |
| <b>GG</b>    | : Girdany-Golden                                                                                                                |
| <b>RUS</b>   | : Radius - ulna - short bone                                                                                                    |
| <b>SMIs</b>  | : Skeletal Maturity Indicators                                                                                                  |
| <b>MP3</b>   | : 3. parmak mid-falanks                                                                                                         |
| <b>RVG</b>   | : Radio Visio Graphy (Geleneksel Ağız İçi Radyografi Cihazı)                                                                    |
| <b>n</b>     | : sayı                                                                                                                          |
| <b>BA</b>    | : Bone Age (Kemik Yaşı)                                                                                                         |
| <b>CA</b>    | : Chronological Age (Kronolojik Yaş)                                                                                            |
| <b>SA</b>    | : Skeletal Age (İskelet Yaşı)                                                                                                   |



|              |                                                                       |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>SEGE</b>  | : Sosyoekonomik Gelişmişlik Endeksi                                   |
| <b>SPSS</b>  | : Statistical Package for the Social Sciences                         |
| <b>ICC</b>   | : Intraclass Correlation Coefficient (Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı) |
| <b>p†</b>    | : Eşleştirilmiş T testinin p değeri                                   |
| <b>p*</b>    | : Wilcoxon testinin p değeri                                          |
| <b>SS</b>    | : Standart Sapma                                                      |
| <b>Ort.</b>  | : Ortalama                                                            |
| <b>Topl.</b> | : Toplam                                                              |
| <b>G1</b>    | : Gelişmemiş                                                          |
| <b>G2</b>    | : Orta Gelişmiş                                                       |
| <b>G3</b>    | : Gelişmiş                                                            |
| <b>RG</b>    | : Referans Görsel                                                     |
| <b>DEHB</b>  | : Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu                         |
| <b>Ark.</b>  | : Arkadaşları                                                         |

## TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. TCK 31’de faile verilecek cezaların yaşa ve ruhsal durum muayenesine göre ayrımı .....                                                                                                                                                                                                    | 8  |
| Tablo 2. Tanner evrelemesine göre ortalama yaşlar (57).....                                                                                                                                                                                                                                        | 19 |
| Tablo 3. Bazı radyolojik inceleme ve bazı durumların iyonize radyasyon yükü, $\mu\text{Sv}$ (72–74).....                                                                                                                                                                                           | 27 |
| Tablo 4. Yekeler atlasında yer alan, bölgelere göre değerlendirme yaş aralıkları ve normal popülasyonun maksimum varyasyon süreleri (101). ....                                                                                                                                                    | 48 |
| Tablo 5. Erkekler ve kızlarda tahmini son boy (yetişkinlikte ulaşacağı boy) hesabı katsayıları (18).....                                                                                                                                                                                           | 52 |
| Tablo 6. Erkeklerde, gözlemcilerin yaş gruplarına göre ayrı ayrı ortalama kemik yaşı değerleri ve SS (standart sapmaları) ile birlikte gözlemcilerin birbirleri arasındaki sınıf içi korelasyon (ICC) .....                                                                                        | 60 |
| Tablo 7. Kızlarda, gözlemcilerin yaş gruplarına göre ayrı ayrı ortalama kemik yaşı değerleri ve SS (standart sapmaları) ile birlikte gözlemcilerin birbirleri arasındaki sınıf içi korelasyon (ICC) .....                                                                                          | 61 |
| Tablo 8. Tüm erkek olgular üzerinden GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p*: Wilcoxon testi p değeri).....                                                      | 62 |
| Tablo 9. Tüm kız olgular üzerinden GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p*: Wilcoxon testi p değeri).....                                                        | 62 |
| Tablo 10. Üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu erkek olgular üzerinden, GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p*: Wilcoxon testi p değeri) ..... | 63 |
| Tablo 11. Üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu kız olgular üzerinden, GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p*: Wilcoxon testi p değeri) .....   | 64 |
| Tablo 12. Erkekler - Olgular sayıları üzerinden GR kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması.....                                                                                                                                                                                                 | 65 |
| Tablo 13. Kızlar - Olgular sayıları üzerinden GR kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması.....                                                                                                                                                                                                   | 65 |

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 14. Her iki cinsiyette, doğduğu yerin sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı ilişkisi .....                                                                                  | 68 |
| Tablo 15. Doğduğu yerin sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı karşılaştırması, anlamlılık seviyeleri (G1: Gelişmemiş, G2: Orta Gelişmiş, G3: Gelişmiş).....                       | 68 |
| Tablo 16. Aynı kişilerin, farklı yıllardaki başvurularında; kronolojik yaş (CA) - kemik yaşı (BA) karşılaştırması, yıllara göre kemik gelişiminin aynı kişiler üzerinden incelenmesi ..... | 69 |
| Tablo 17. Dünyada GP atlasıyla yapılan bazı kemik yaşı çalışmaları.....                                                                                                                    | 89 |
| Tablo 18. Türkiye’de GP atlasıyla yapılan bazı kemik yaşı çalışmaları ve bizim çalışmamız.....                                                                                             | 91 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Amerika Birleşik Devletleri - 1908, (iplik fabrikasında bir çocuk işçi) (30).....                                                                                                      | 6  |
| Şekil 2. Kız ve Erkek Çocuklarda Tanner Evrelemesi (57) .....                                                                                                                                   | 18 |
| Şekil 3. Kız Çocuklar İçin Tanner Evrelemesi (Meme Gelişimi) (57) .....                                                                                                                         | 18 |
| Şekil 4. Erkek Çocuklar İçin Tanner Evrelemesi (57) .....                                                                                                                                       | 19 |
| Şekil 5. Süt Dişlerinin Belirme ve Değişme Zamanları (27,63).....                                                                                                                               | 21 |
| Şekil 6. Kalıcı Dişlerinin Belirme Zamanları (27,64) .....                                                                                                                                      | 21 |
| Şekil 7. Dişlerin morfolojik değişim süreci (Gustafson yöntemi) (66) .....                                                                                                                      | 22 |
| Şekil 8. Yaş gruplarına göre NOR Beneklerinin görünümü (67) .....                                                                                                                               | 23 |
| Şekil 9. Erkek ve kızlarda epifiz füzyonunun görüldüğü yaş aralıkları - Flecker (1942) * Webb ve Suchey (1985) (69) .....                                                                       | 24 |
| Şekil 10. Epifizlerin kapanma sırası (şezlongda kitap okuyan çocuk) (50).....                                                                                                                   | 25 |
| Şekil 11. Röntgenin şematik gösterimi (71) .....                                                                                                                                                | 26 |
| Şekil 12. Cameriere, el bileğinden planimetrik metotla kemik yaşı tayini (79) .....                                                                                                             | 28 |
| Şekil 13. El-bilek iskelet anatomisi ve röntgen görüntüsü (80) .....                                                                                                                            | 28 |
| Şekil 14. Dirsek yan, dirsek ön ve omuz röntgen görüntüleri, epifiz hatları (15 yaş - E) (5).....                                                                                               | 29 |
| Şekil 15. Pelvis, krista iliaka epifiz oluşumu ve füzyonu (87).....                                                                                                                             | 30 |
| Şekil 16. Sternum kemikleşmesi (füzyon dereceleri), ortalama yaşlar (88,89) .....                                                                                                               | 31 |
| Şekil 17. Sırasıyla, 23 yaş kadın, 27 yaş erkek ve 55 yaş erkek olgunun sakral füzyon evreleri (91) .....                                                                                       | 32 |
| Şekil 18. Klavikula sternal uç kemikleşmesi, 5 evreli model (93,94) .....                                                                                                                       | 33 |
| Şekil 19. Klavikula sternal uç kemikleşmesi, evre 2 ve evre 3 ün detaylandırılması (95).....                                                                                                    | 33 |
| Şekil 20. Servikal vertebraların gelişimi ve yaş hesabı (97,98) .....                                                                                                                           | 34 |
| Şekil 21. Nolla diş gelişim evreleri ve 6,8 yaşındaki bir kız çocuğunun Nolla metoduna göre diş yaşı hesaplanması (Nolla metoduna göre tahmini yaş: 7) (103,104) .....                          | 35 |
| Şekil 22. Demirjian metoduna göre 3. molar gelişim evreleri (106) .....                                                                                                                         | 35 |
| Şekil 23. Cameriere yöntemine göre diş yaşı hesaplanması (107) - 6,8 yaşındaki bir kız çocuğunun Cameriere yöntemiyle diş yaşı hesaplaması için diş uzunluğu ve açık apeks ölçümleri (104)..... | 36 |
| Şekil 24. Cameriere 3. molar maturasyon indeksi metodundaki ölçümler (109) .....                                                                                                                | 36 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 25. Üst ekstremité embriyolojik gelişim aşamaları (125) .....                                                                                                                                                                                                                   | 40 |
| Şekil 26. Endokondral kemik oluşumunun şematik gösterimi (18) .....                                                                                                                                                                                                                   | 41 |
| Şekil 27. Yenidoğan el-bilek röntgen görüntüsü, sırasıyla erkek ve kız (128) .....                                                                                                                                                                                                    | 41 |
| Şekil 28. Eldeki sesamoid kemiklerin konumları ve bulunma yüzdeleri (129) .....                                                                                                                                                                                                       | 42 |
| Şekil 29. Gelişim sırasına göre karpal kemikler ve Radius ulna distal epifizi<br>(18).....                                                                                                                                                                                            | 42 |
| Şekil 30. El-bilek kemikleri.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 43 |
| Şekil 31. TW3 RUS (Radius - ulna - short bone) yöntemi, örnek inceleme .....                                                                                                                                                                                                          | 46 |
| Şekil 32. Bone Expert programı ara yüz örneği .....                                                                                                                                                                                                                                   | 49 |
| Şekil 33. Fishman yönteminde kullanılan anatomik bölgeler ve bu bölgelerdeki<br>kemik gelişim aşamaları (163) - Orta parmağın orta ekleminin<br>(MP3; 3. parmak mid-falanks) kemik gelişim aşamaları (162) .....                                                                      | 50 |
| Şekil 34. GR Atlası, referans görüntü belirleme yöntemi .....                                                                                                                                                                                                                         | 51 |
| Şekil 35. Çalışma dışı bırakılan el röntgen görüntülerinden bazı örnekler .....                                                                                                                                                                                                       | 54 |
| Şekil 36. Sol elde skafoïd kırığı ve cerrahi tespit materyali bulunan 15 yaş erkek<br>olgu - Radial ve ulnar distal epifiz hattının daha kapalı ve epifiz<br>kapanma çizgisinin daha ince olmasıyla, sol elin sağ ele göre kemik<br>yaşı hafif ileri olarak değerlendirilmiştir. .... | 57 |
| Şekil 37. Metakarpal 3 ve 4 de kırık gelişmiş, cerrahi tespit materyalleri<br>gözlenen 15 yaş erkek olgu - Kemik yaşı açısından, radius ve ulna<br>distali 16 yaş ile, parmak epifizleri ise 18 yaş ile uyumlu olarak<br>değerlendirilmiştir. ....                                    | 58 |
| Şekil 38. Uluslararası düzeyde yayınlanmış kemik yaşı çalışmalarına göre<br>dünya haritası .....                                                                                                                                                                                      | 91 |

## GRAFİKLER DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 1. Ülkelerin yıllara göre ortalama menarş yaşları (59) .....                                                                    | 20 |
| Grafik 2. Cinsiyete ve yaşa göre olgu sayıları.....                                                                                    | 58 |
| Grafik 3. Olguların tanıları.....                                                                                                      | 59 |
| Grafik 4. Olguların tedavi gördüğü hastane bölümleri .....                                                                             | 59 |
| Grafik 5. Her iki cinsiyette ve 18 dahil tüm yaşlarda; GR atlasına göre kemik yaşı ortalamalarıyla kronolojik yaş arasındaki fark..... | 66 |
| Grafik 6. Her iki cinsiyette; 18 yaş harici yaşlarda GR atlasına göre kemik yaşı ortalamalarıyla kronolojik yaş arasındaki fark.....   | 67 |

## EL-BİLEK REFERANS GÖRSELLER (RG) DİZİNİ

Sayfa No

73-77

- RG 1.** Erkek 10 yaş (10-11 arası, ör:10,5) .....
- RG 2.** Erkek 11 yaş (11-12 arası, ör:11,5) .....
- RG 3.** Erkek 12 yaş (12-13 arası, ör:12,5) .....
- RG 4.** Erkek 13 yaş (13-14 arası, ör:13,5) .....
- RG 5.** Erkek 14 yaş (14-15 arası, ör:14,5) .....
- RG 6.** Erkek 15 yaş (15-16 arası, ör:15,5) .....
- RG 7.** Erkek 16 yaş (16-17 arası, ör:16,5) .....
- RG 8.** Erkek 17 yaş (17-18 arası, ör:17,5) .....
- RG 9.** Erkek 18 yaş ve üstü.....
- RG 10.** Erkek 18 yaş ve üstü.....
- RG 11.** Erkek 18-20 yaş arası.....
- RG 12.** Kız 10 yaş (10-11 arası, ör:10,5).....
- RG 13.** Kız 11 yaş (11-12 arası, ör:11,5).....
- RG 14.** Kız 12 yaş (12-13 arası, ör:12,5).....
- RG 15.** Kız 13 yaş (13-14 arası, ör:13,5).....
- RG 16.** Kız 14 yaş (14-15 arası, ör:14,5).....
- RG 17.** Kız 15 yaş (15-16 arası, ör:15,5).....
- RG 18.** Kız 16 yaş (16-17 arası, ör:16,5).....
- RG 19.** Kız 17 yaş ve üstü.....
- RG 20.** Kız 17-19 yaş arası.....

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Her insan müstesnadır. Bu müstesnai durum kimlik algısını doğurur. Kimlik kısaca bir bireyin diğer bireylerden ayrılmasına olanak sağlayan özelliklerin tümüdür. Kimlik tespiti de bu ayrımlardan yola çıkarak o bireyin tanınması ve tanımlanması olarak ifade edilebilir (1).

İnsanda kimlik tespiti birçok resmi uygulamada olduğu gibi her türlü adli ve tıbbi uygulamaların da başında gelmektedir. Kimlik tespiti; toplu ölümler, felaket kurbanları veya kimliği belirsiz ceset bulunması gibi ölen bireylerin yanı sıra, yaşayan bireylerde de nüfus cüzdanı, pasaport gibi kişinin adli kimliğini oluşturan resmi kayıtlarda herhangi bir sorun yaşanması halinde gündeme gelmektedir. Özellikle yaşayan bireylerde kimlik tespitinde, hukuki ve sosyal birçok düzenlemeyi etkilemesinden dolayı “yaş tayini” kimlik tespitinin en önemli unsurlarından birisidir (1,2).

Yaş, kişinin tıbbi kimliğini oluşturan; cinsiyeti, vücut ağırlığı, boyu, göz rengi, parmak izi gibi biyolojik özelliklerinden birisidir ve tıbbi olarak tespit edilmesi diğer özelliklerle kıyaslandığında daha zordur. Bu da adli kimlikte yer alan nüfus kayıt bilgisinin önemini ortaya koymaktadır. Ülkemizde, eski zamanlarla kıyaslandığında azalmakla birlikte halen nüfus kayıtlarında sorunlar yaşandığı bilinmektedir. Günümüzde daha çok herhangi bir sağlık kuruluşunda doğmayan bir bebeğin doğum kaydının geç yapılmasıyla; gerçek yaşının nüfustaki yaşından büyük olması (nüfusta daha küçük yaşta gözükmesi) durumu yaşanmaktadır. Ayrıca önceden ölen ve ölüm bildirimi yapılmamış bir çocuğun kimlik bilgileri, yeni doğan bir bebeğin yerine kullanılmasıyla; kişinin gerçek yaşının nüfustaki yaşından daha küçük (nüfusta daha büyük yaşta) gözükeceği de bilinmelidir. Tüm bunların yanında, kişinin kendi menfaati doğrultusunda yaşını değiştirdiği; adli kimlikte sahtecilik olaylarında da gerçek yaş tayini gündeme gelmektedir.

Adli makamlar, bireyin yaşı hususunda herhangi bir şüphe varsa gerçek yaş tayini açısından adli tıptan görüş istemektedir. Bu hususlar genellikle cezai sorumluluk (farik mümeyyizlik), çocuk yaş grubundaki mağdur veya sanığın yaşında tereddüt olması, evlilik, emeklilik, askere alınma, memuriyete girme gibi durumlarda karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca ceza mahkemesinde görülmekte olan “çocuklara yönelik cinsel saldırı ve taciz” suçlarında yapılan yargılamalarda sıklıkla mağdurun görüntüsünün kimlik yaşından büyük olduğu ve bu nedenle bu hususun mahkeme tarafından



aldırılacak adli raporlarla birlikte tespiti istenmektedir. Bu tarz taleplerde **mağdurun hastanede doğduğuna dair doğum tutanağı bulunsa bile, mağdurun kemik yaşının tespiti yapılmalı**, alınan adli raporlar ve mahkemenin gözlemi çerçevesinde mağdurun tespit edilen yaşı yalnızca devam eden davaya esas olacak şekilde kullanılmalıdır (3), denilmiştir. Yaş tespiti yetişkinlerden ziyade esas olarak çocukluk çağına ilişkin bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü çocuk kavramının hukukta özel bir yeri bulunmaktadır. Özellikle 12, 15 ve 18 yaş gibi ceza sorumluluğunu etkileyen, hukuki olarak önem arz eden yaş gruplarındaki vakalarda yoğunluk gözlenmektedir (4). Ülkemizde yaş tayini amacıyla adli tıpa gönderilen şahıslarda yer yer küçük farklılıklar olsa da genel uygulama şu şekildedir;

- Şahsın anamnezi (hastanın öyküsü, mevcut veya geçirilmiş hastalıkları hakkında bilgi) alınmaktadır. Doğumunun herhangi bir sağlık kuruluşunda olup olmadığı ve iddia edilen yaşı sorgulanmaktadır.
- Harici beden muayenesi yapılmaktadır. Boy, kilo, sekonder seks karakterlerinin gelişimi, diş gelişimi ve ruhsal gelişim gibi fiziksel gelişimine ve yaşlanma bulgularına bakılmaktadır.
- Kemik yaşı (iskelet yaşı) tayini amacıyla kişinin yaşına uygun radyolojik tetkikler istenmektedir ve elde edilen görüntüler mevcut kemik yaşı atlasları yardımıyla değerlendirilmektedir. Bu hususta radyoloji uzman görüşü de alınabilmektedir.
- Tüm bulgular bir araya getirilerek kişinin yaş tayini hususunda mütalaa raporu düzenlenmektedir.

Radyolojik yöntemler **kemik yaşını** değerlendirmesi yönüyle yaş tayini konusunda en güvenilir ve en sık kullanılan yöntemlerdir (5). Radyolojik yöntemler kullanılarak tespit edilmeye çalışılan kemik yaşı tayininin temelini; kemiğin uç kısmındaki epifiz kıkırdığının kemikleşme oranı ve büyüme plağının (epifiz hattının) tam kapanıp kapanmama durumu oluşturmaktadır. Kemik yaşıyla kronolojik yaşı aynı şeyi ifade etmediği akılda tutulmalıdır ancak kronolojik yaşa en yakın tahmini sağlamak için kemik yaşının kullanılması gerektiği söylenmektedir (6).

Kemik yaşını hesaplamak için farklı iskelet bölgelerine uygulanabilecek çeşitli radyolojik yöntemler geliştirilmiştir ve birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında röntgen dışında başlıca kullanılanları; medial klavikulaya yönelik BT ve dişlere

yönelik ortopantomograftır. Kemik yaşı tayininde MR ve USG kullanımıyla ilgili çalışmalar da mevcuttur.

Kemik yaşını değerlendirme konusunda Radyolojik yöntemler arasında da en uzun süredir ve en yaygın olarak kullanılan başlıca yöntem bir adet ön arka çekilmiş **el-bilek röntgen (radyografi - x-ray) görüntüsüdür**. Bunun nedenleri arasında; elde ve el bileğinde çok sayıda kemikleşme noktası (epifiz bölgesi) olması itibarıyla kemik yaşı karşılaştırmasına daha müsait olması, çok hızlı olması, çok düşük doz iyonize radyasyon maruziyeti, düşük maliyetli olması, diğer yöntemlerin bu yönetime önemli bir üstünlüğünün bulunmaması yer almaktadır (2,6,7).

Son zamanlarda hem Türkiye’de hem Avrupa’da özellikle göçler nedeniyle yargı makamlarının yaş tayinine yönelik artan talepleri olmuştur (8,9). Bununla da ilişkili olarak 2000 yılında Berlin’de Adli Yaş Tayini için Çalışma Grubu (AGFAD; Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik) kurulmuştur. AGFAD yaşayan bireylerde adli yaş tayini için önerilerde bulunmuştur (10). Bu çalışma grubu yaş tayini için; fizik muayene ile birlikte el ve el bileğine yönelik röntgen incelemesi, dental muayene ve ortopantomogram ile yapılan dental değerlendirmenin kombine edilmesini önermektedir. Eğer kişinin eli iskelet gelişimini tamamlamış ise, kişinin 18 veya 21 yaşına ulaşmış olmadığını tahmin edebilmek için ilave olarak klavikuların röntgen veya bilgisayarlı tomografi ile çekilen görüntülerinin de incelenmesi önerilmektedir (11).

Kemik yaşı, adli uygulamalar haricinde tıbbi uygulamalarda da önemli bir yere sahiptir. Çocuk doktorları, çocuk endokrinologları, ortopedik cerrahlar, diş hekimleri ve insan büyümesiyle ilgilenen her branş; tıbbi alandaki tanı ve tedavide kemik yaşını kullanabilmektedir (12,13).

1895 yılında X-ışınlarının keşfinden kısa bir süre sonra 1898’de John Poland ilk kemik yaşı çalışmasını yayınlamıştır. Bu atlas niteliğindeki çalışmada 1-17 yaş arası 19 İngiliz çocuğun el-bilek radyografileri yer almıştır (14). Ancak bu alandaki en önemli iki yayın 1959’da Greulich ve Pyle, 1962’de Tanner, Whitehouse ve Healy tarafından yapılmıştır (15,16). Üzerlerinden yaklaşık 60 yıl geçmiş olmasına rağmen Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse atlasları halen en yaygın kullanılan kemik yaşı atlaslarıdır (13). Türkiye’de adli yaş tayininde sık kullanılan Şemsi Gök ve arkadaşları tarafından geliştirilen Gök Atlası, Greulich-Pyle atlasının yeniden uyarlanması ile

oluşturulmuştur (17). Gilsanz Ratib Dijital Atlası ise ilk olarak 2005 yılında yayınlanmış, kemik yaşı tayininde dünya genelinde gittikçe yaygınlaşan en güncel atlaslardan bir tanesidir (18,19).

**Gilsanz Ratib (GR) Atlası;** Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşayan 522 sağlıklı beyaz çocuğun el-bilek radyografileri çekilerek oluşturulmuştur. Greulich-Pyle (GP) atlası gibi içinde yaşlara ve cinsiyete göre ayrılmış referans el-bilek görselleri bulunan atlas ilk baskısını 2005, ikinci baskısını 2012 yılında yapmıştır (18,20). Referans görseller, gerçek el bileği radyografilerinin 6 farklı kemikleşme noktasına göre ayrı ayrı sıralanması ve bunların dijital ortamda birleştirilmesiyle yapay olarak oluşturulmuş ve idealize edilmiştir (18). GR atlasıyla yapılan bazı çalışma sonuçlarında;

- GP atlasının da GR atlasının da oldukça tutarlı atlaslar olduğu, GR atlasının dijital kullanım imkânı vermesi ve görüntü kalitesi nedeniyle güvenle kullanılabileceği (21),
- GR atlasının GP atlasına benzer performans gösterdiği ve onun yerine geçmek için uygun olabileceği (22),
- GR'nin 10-13 yaş arası erkek çocuklarda önerilmediği (23),
- Kız çocuklarında yaşı fazla tahmin edilmesinden dolayı GR'nin adli yaş tespitinde sınırlı ölçüde kullanımının olabileceği (24), vurgulanmıştır.

GR atlasının yaygın kullanımındaki en önemli etken referans görsellerinin kolay ulaşılabilir olmasıdır. Türkiye'de görev yapan birçok klinisyen de çocuklardaki kemik yaşı değerlendirmelerinde, GR atlasının referans görsellerini kullanmaktadır (25,26).

Çalışmamız; Karadeniz Teknik Üniversitesi Farabi Hastanesi'ne 2012-2022 yılları arası başvurmış, düşme, el-bilek travması vs. gibi nedenlerle el-bilek radyografisi çekilmiş, 10-19 yaşları arası, Türk uyruklu (büyük çoğunluğu Trabzon ve çevresinde doğmuş ve bu bölgede yaşayan) çocukların; kemik yaşı tayinine müsait (el ve el bileğini uygun şekilde gösteren), hastanemiz PACS sistemine kayıtlı röntgen görüntülerinin, biri adli tıp araştırma görevlisi, biri ortopedi uzmanı ve biri radyoloji uzmanı olmak üzere üç doktor tarafından geriye dönük incelenmesi ve Gilsanz-Ratib kemik yaşı atlasındaki referans görsellerle karşılaştırılması sonucu gerçekleştirilmiştir. Çocuk Endokrin Hastalıkları Bölümü'nün yönlendirdiği çocuklar ve kemik gelişimini

etkileyebilecek herhangi bir kronik hastalık tanısı bulunan olgular çalışma dışı bırakılmıştır.

Bu çalışmada;

- Her iki el ve el bileğini içeren radyografilerde sağ el ile sol el arasında belirgin farkların olup olmadığı hususlarının değerlendirilmesi,
- Gözlemci doktorların kemik yaşı tayininde birbirleriyle uyum ilişkisi ve Gilsanz-Ratib atlasının tekrar edilebilirliğinin değerlendirilmesi,
- Özellikle bölgemiz çocuklarının, ortalama iskelet gelişiminin yansıtılması ve çalışmaya dahil ettiğimiz çocuklar üzerinden Gilsanz-Ratib atlasına göre kemik yaşıyla kronolojik yaş uyum ilişkisinin değerlendirilmesi,
- Gilsanz-Ratib atlasının Trabzon ve çevre popülasyonda kemik yaşı tayininde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi,
- Nüfus kaydındaki doğum yerine göre, sosyoekonomik açıdan farklı olduğu bilinen bölgelerde doğan çocukların, kemik yaşı açısından karşılaştırılması,
- 10-19 yaşları arası çocukların, kemik yaşı tayininde kullanılabilecek referans görsellerinin elde edilmesi,

Bu sayede, özellikle Trabzon ve çevre bölgelerdeki yaş tayini açısından yürütülen adli tahkikatlara destek sağlamak ve başta çocuk doktorları olmak üzere kemik yaşıyla ilgilenen tüm klinisyenlere katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Yaş Tayini Tarihçesi

Yaş tayininin kayıtlara göre milattan önce 9. yüzyıla kadar uzandığı bilinmektedir. Eski zamanlarda yaş tayininin daha çok; çalışma hayatı ve askerlik için gerekli olduğu, X ışınları bulunana kadar (1895) yaş tahmininde fiziksel görünüşün yanı sıra dişlerdeki değişim sürecinin kullanıldığı bilinmektedir. X ışınlarının bulunmasından hemen bir yıl sonra el bileği radyografisinin kemik olgunlaşmasında kullanılabileceği fikri ortaya atılmıştır (27).

Roma İmparatorluğunda, 2. molar dişin (günümüzde yaklaşık 12. yaş civarlarında oluşmaktadır) ortaya çıkmasının erkeklerde askerlik yapabilmesi için gerekli şartlardan birisi olarak değerlendirildiği belirtilmektedir (28). Sanayi devrimi ile birlikte özellikle 19. yüzyılda Avrupa’da çocukların fabrikalarda çalıştırılmasıyla ilgili çocuk işçiler ve çocuk hakları gibi kavramlar öne çıkmıştır. Bu da yaş tayinini gündeme getirmiş ve bu hususta çocukların diş gelişim ve değişim süreçleri incelenmiştir (27,29).



Şekil 1. Amerika Birleşik Devletleri - 1908, (iplik fabrikasında bir çocuk işçi) (30)

1895 yılında X-ışınlarının keşfinden kısa bir süre sonra 1898’de John Poland ilk kemik yaşı çalışmasını yayınlamıştır. Bu atlas niteliğindeki çalışmada 1-17 yaş arası 19 İngiliz çocuğun el-bilek radyografileri yer almıştır (14). 1937 yılında ise T.Wingate Todd tarafından klinisyenler için hazırlanan “Atlas of Skeletal Maturation

of the Hand” isimli el - el bileği atlası, kemiklerin gelişimi alanında yayınlanan o zamana kadarki en kapsamlı eser olmuştur (15). Bu alandaki en önemli iki yayın 1959’da Greulich ve Pyle, 1962’de Tanner, Whitehouse ve Healy tarafından yapılırken (15,16), Nolla (1960) ve Demirjian (1975) tarafından dental gelişim düzeyleri tanımlanmıştır (31).

Yirminci yüzyılın başından itibaren, el ve el bileği radyografilerinde her iki el yerine, sol el kullanılmaya başlanmıştır. Sol taraf seçimi; Todd’un ve bazı diğer araştırmacıların çalışmalarında bu tarafı kullanmasıyla başlamıştır. 1906 ve 1912 yıllarında (Canlı Bireylerde Yapılacak Antropometrik Ölçümlerin Birliğine Dair Uluslararası Antlaşmada) ölçümlerin vücudun sol tarafından yapılması kararının alınması, sol taraf seçiminde etkili olmuştur. Ayrıca, çoğu toplumda sağ tarafını kullananların sayısının daha fazla olması ve sağ tarafın daha fazla kaza riskine sahip olması gibi nedenlerle radyografilerde sol elin kullanımı yaygınlaşmıştır (15). Dreizen ve ark.nın (1957) yaptığı bir çalışmada, her iki taraf arasındaki farkın, iskelet gelişimi durumunun belirlenmesinde yanlışlık kaynağı oluşturmayacak kadar belirsiz olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tek el ile alınan radyasyon dozu %50, maliyet ise yaklaşık olarak %40 azalmaktadır (32). Bu nedenle el ve el bileği üzerinden yapılan çalışmalar genellikle sol el ile yapılmıştır.

İşcan ve ark. tarafından 1984 yılında yaş tayinine yönelik yapılan bir çalışmada, sağ torakal bölgede 4. kaburganın sternal uç kısmı incelenmiştir ve özellikle adli antropolojik yaş değerlendirmesi için önemli tespitler yapılmıştır (33,34). Ayrıca 1998 yılında yayınlanan bir çalışma, bu yöntemin Türkiye toplumu için de kullanılabileceğini göstermiştir (35).

## 2.2. Yaşlara Göre İlgili Kanun Maddeleri

Türkiye’nin de içinde bulunduğu yaklaşık 142 devletin imzaladığı “*Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme*” ye göre; çocukluk yaş sınırının 18 olduğu, cezai ehliyet için her ülkenin asgari bir yaş sınırı belirlemesi gerektiği, 18 yaşından küçüklere işledikleri suçlar nedeniyle **idam veya müebbet hapis cezası verilemeyeceği** belirtilmektedir. Sözleşmeye göre kesin bir yaş tayin edilmediğinden, asgari cezai sınır yaşı ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (36).

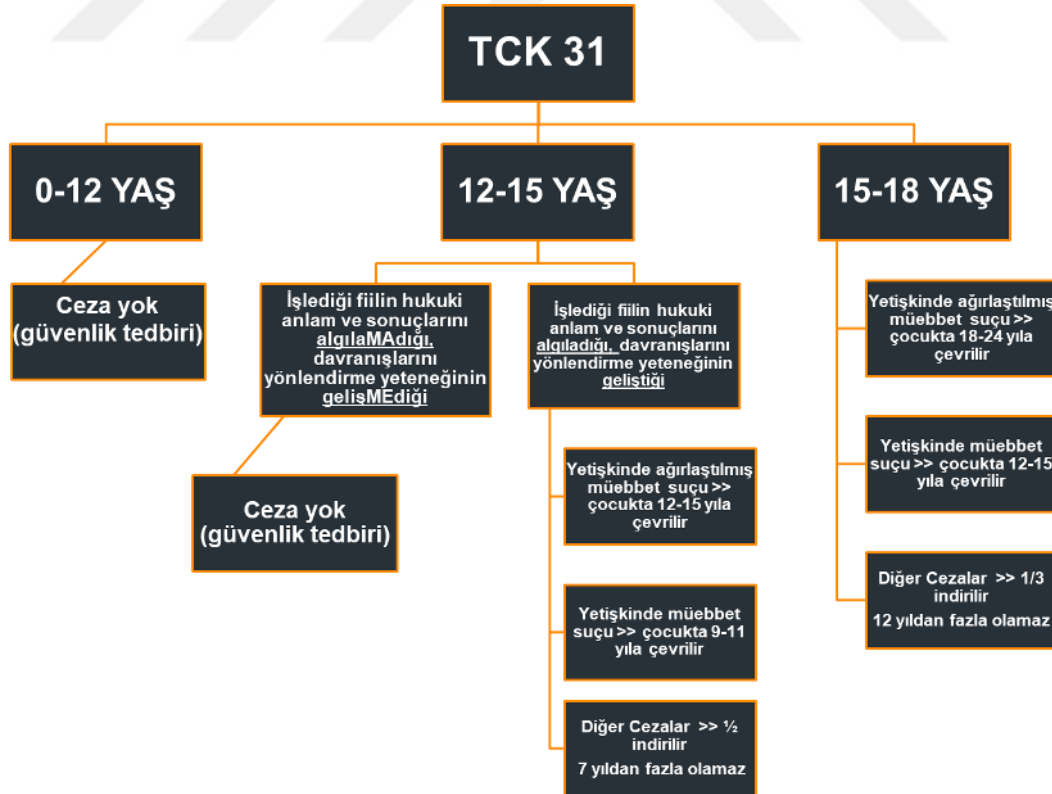
Kanun maddelerine bakıldığında tanık, sanık ve mağdur açısından yaşa dayalı düzenlemelerin yapıldığı görülmektedir.

### 2.2.1. Türk Ceza Kanunu (TCK) Açısından Sınır Yaşlar

Türk Ceza Kanunu'nda; yaşla ilgili ifadeleri içeren maddeler ele alınmış olup, özellikle çocukluk döneminin tespitinin önemli olduğu görülmektedir. TCK'da tanımlar başlığı altındaki Madde 6(1) b'de, çocuğun tanımı yapılmış olup, *çocuk henüz 18 yaşını doldurmamış kişi* olarak tanımlanmıştır (37).

TCK'ya genel olarak bakıldığında, “ceza sorumluluğunu kaldıran veya azaltan nedenler” başlığı altında yaş sınırlarının ceza sorumluluğunda belirleyici faktörlerden biri olduğu görülmektedir. “Yaş küçüklüğü” başlıklı 31. Maddede çocukların ceza sorumlulukları ile ilgili düzenlemeler yapılmış olup, ceza sorumluluğu açısından yasal yaş sınırlarının belirlendiği görülmektedir. Buna göre, TCK'da 12 yaşını doldurmamış olan, 12 yaşını doldurmuş olup da 15 yaşını doldurmamış olan ve 15 yaşını doldurmuş olup da 18 yaşını doldurmamış olan çocuklarla ilgili düzenlemelerin yapıldığı görülmektedir (37). TCK'da *çocuğun işlediği suç önce yetişkin bir bireyin eylemiymiş gibi hesaplanmakta, ardından yaş durumuna göre indirim tabi tutulmaktadır.*

**TCK 31. Madde failin yaşına ve ruhsal durumuna yönelik oluşturulmuş, faile verilecek cezayı düzenlemektedir;**



Tablo 1. TCK 31'de faile verilecek cezaların yaşa ve ruhsal durum muayenesine göre ayrımı

TCK 33. Madde de ise “sağır ve dilsizlik” başlığı altında, yine ceza sorumluluğunu kaldıran veya azaltan nedenler arasında işitme yeteneğine doğuştan hâkim olmayan veya küçük yaşta bu yeteneğini tamamen yitiren insanların algılama yeteneğinin daha geç gelişebileceği düşüncesiyle, yukarıda belirtilen yaş sınırlarına üç yaş eklenerek “0-15 yaş, 15-18 yaş ve 18-21 yaş şeklinde” ayrı bir yaş grubu sınıflandırması yapılmıştır (37).

***Mağdurun yaşına ve ruhsal durumuna yönelik oluşturulmuş faile verilecek cezayı etkileyen TCK maddelerinde ise;***

- “Cinsel dokunulmazlığa karşı suçlar” başlığı altında, Madde 102,103,104,105’te; çocuk yaş grubunda olmak, özellikle 12 ve 15 yaşını tamamlamamış olmak ya da 15 yaşını bitirmiş olup da 18 yaşını tamamlamamış olmak gibi yaş sınırlarının ceza oranlarının belirlenmesinde etkili olduğu görülmektedir. Örneğin *nitelikli cinsel istismar* suçunun yaptırımını on altı yıldan aşağı olmamak üzeredir. Ancak mağdur 12 yaşını tamamlamamış ise faile verilecek olan ceza on sekiz yıldan az olmayacaktır. Ayrıca 15 yaşını tamamlamış, 18 yaşını tamamlamamış olan çocukla cebir, hile, tehdit olmaksızın cinsel ilişki yaşayan kişi *reşit olmayanla cinsel ilişki* suçu işlemiş olacaktır. Bu suçun temel halinde şikâyet aranmaktadır.
- “Hürriyete karşı suçlar” başlığı altında “Kişiyi hürriyetinden yoksun kılma” 109. Maddede; “Eylemin çocuğa ya da beden veya ruh bakımından kendini savunamayacak durumda bulunan kişiye karşı işlenmesi halinde verilecek cezanın bir kat artırılacağı” belirtilmiş olup, yaş açısından bakıldığında, mağdurun 18 yaşını doldurmamış olmasının faile verilecek cezanın arttırılmasında göz önünde tutulduğu görülmektedir.
- “Genel ahlaka karşı suçlar” başlığı altındaki Madde 226, 227, 228, 229’da da mağdurun 18 yaşını tamamlamamış olması cezayı ağırlaştırıcı bir faktör olduğu belirtilmektedir (37).



### 2.2.2. Diğer Kanun Maddeleri Açısından Sınır Yaşlar

Bu bölümde kanun maddeleri yaş atlası niteliğinde sunulmuştur. Kanun maddelerinin sınır yaşlara göre düzenlenmesinde kullanılan kaynaklar (38–49).

#### **6 yaş altı;**

- *(Nüfus Hizmetleri Kanunu)* Süresi içinde bildirilmeyen doğumlar ile ilgili olarak Madde 16'da, 6 yaşını bitirmemiş olan çocukların doğum tarihinin tespitinde beyanın esas alınacağı belirtilmiştir.

#### **6 yaş ve üstü;**

- *(Nüfus Hizmetleri Kanunu)* Çocuk 6 yaşını doldurmuş ise Nüfus Müdürlüğüne getirilerek resmi sağlık kuruluşunca yaşının tespit edilmesi sağlanacaktır. Doğuma ait resmî belge ibraz edilmesi halinde, yaş tespitine gerek kalmayacağı bildirilmiştir.

#### **12 yaş altı;**

- *(Çocuk Koruma Kanunu)* Madde 37'de, denetim altına alınan çocukla ilgili olarak Denetimli Serbestlik ve Yardım Merkezi Şube Müdürlüğü tarafından bir denetim görevlisi görevlendirileceği, ancak korunma ihtiyacı olan çocuklar veya suç tarihinde 12 yaşını bitirmemiş suça sürüklenen çocuğun aileye teslimi yönünde karar verilmesi hâlinde, bu çocuklar hakkında denetim görevinin gözetim esaslarına göre, Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu tarafından yerine getirileceği,
- *(Umumi Hıfzısıhha Kanunu)* Madde 173'te; 12 yaşından küçüklerin çalıştırılmayacağı hükmü yer almaktadır.

#### **12 yaş ve üstü;**

- *(Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun)* Madde 11 (2)'de, 12 - 18 yaş grubu çocukların, cinsiyetleri ve fiziki gelişim durumları göz önüne alınarak bu kurumların (Çocuk Kapalı Ceza İnfaz Kurumları) ayrı ayrı bölümlerinde barındırılacakları hükmü yer almaktadır.

#### **15 yaş altı;**

- *(Ceza Muhakemesi Kanunu (CMK))* Tanıklıkla ilgili düzenlemelerin yer aldığı Madde 45 (tanıklıktan çekinme) ve Madde 50'de (yemin verilmeyen tanıklar) yaş küçüklüğü ve 15 yaşını doldurmamış olanlar ile ilgili düzenlemeler,

- (*Çocuk Koruma Kanunu*) Madde 21’de; *15 yaşını doldurmamış* çocuklar hakkında üst sınırı beş yılı aşmayan hapis cezasını gerektiren fiillerinden dolayı tutuklama kararı verilemeyeceği,
- (*Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun*) Madde 107 (5)’de; koşullu salıverilme süresinin hesaplanmasında, hükümlünün *15 yaşını dolduruncaya kadar* infaz kurumunda geçirdiği 1 günün, 2 gün olarak dikkate alınacağı yer almaktadır.

#### **15 yaş ve üstü;**

- (*Türk Medeni Kanunu*) Madde 12’de; *15 yaşını dolduran küçüğün*, kendi isteği ve velisinin rızasıyla mahkemece ergin kılınabileceği,
- (*Türk Medeni Kanunu*) Madde 470’te, küçük üzerindeki vesayetin, onun *ergin olmasıyla* kendiliğinden sona ereceği, erginliğe mahkemece karar verilmiş ise, mahkemenin aynı zamanda küçüğün hangi tarihte ergin olacağını tespit ve ilân edeceği, Madde 502’de ise vasiyet yapabilmek için ayırt etme gücüne sahip ve *15 yaşının doldurulmuş* olması gerektiği,
- (*Devlet Memurları Kanunu*) Madde 40’ta; bir meslek veya sanat okulunu bitirenlerin en az *15 yaşını doldurmuş olmak* ve (*Türk Medeni Kanunu*) 12. maddesine göre; “*kaza-i rüşt*” kararı almak şartıyla, Devlet memurluklarına atanabilecekleri belirtilmiştir.

#### **16 yaş ve üstü - 17 yaş altı;**

- (*Türk Medeni Kanunu*) Evlilik konusunda Madde 124’te; erkek veya kadının *17 yaşını doldurmadıkça* evlenemeyeceği, ancak, hâkimin olağanüstü durumlarda ve pek önemli bir sebeple *16 yaşını doldurmuş* olan erkek veya kadının evlenmesine izin verebileceği belirtilerek, bu durumdaki kişilere yönelik istisnai düzenleme getirilmiştir.

#### **18 yaş altı;**

- (*Ceza Muhakemesi Kanunu (CMK)*) “*duruşma*” ile ilgili düzenlemelerin yer aldığı ikinci bölüm, Madde 185’te; *sanığın, 18 yaşını doldurmamış olması* durumunda duruşmanın kapalı yapılacağı; hükmün de kapalı duruşmada açıklanacağı,
- (*Ceza Muhakemesi Kanunu (CMK)*) Madde 234 (2)’de; mağdur, *18 yaşını doldurmamış*, sağır veya dilsiz ya da meramını ifade edemeyecek derecede

malul ve bir vekili de bulunmazsa, istemi aranmaksızın bir vekil görevlendirileceği belirtilmiştir.

- (*Çocuk Koruma Kanunu*) Madde 3 (1)'de; çocuğun tanımı, daha erken yaşta ergin olsa bile, *18 yaşını doldurmamış* kişi olarak yapılmaktadır. Çocuk Koruma Kanununun bu maddesinde, medeni hukukta ergin olmayı sağlayan evlenme veya mahkemece ergin kılınma durumları için bir ayrıcalık tanınmamaktadır.
- (*Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun*) Madde 11 (2)'de; *12 - 18 yaş grubu* çocukların, cinsiyetleri ve fiziki gelişim durumları göz önüne alınarak bu kurumların (*Çocuk Kapalı Ceza İnfaz Kurumları*) ayrı ayrı bölümlerinde barındırılacakları,
- (*Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun*) Madde 107 (8)'de; *18 yaşından küçük* olan hükümlülerin, denetim süresinde eğitimlerine, gerektiğinde barınma imkânı da bulunan bir kurumda devam edecekleri,
- (*Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu*) Sigortalının bakmakla yükümlü olduğu veya sigortalının ölümü halinde ölüm aylığı bağlanabilmesi için; *18 yaşından küçük* olmak veya *20 yaşından küçük olup* lise veya dengi okulda okumak, *25 yaşından küçük olup* yükseköğrenim görme şartı olduğu belirtilmiştir.

#### **18 yaş ve üstü;**

- (*Türkiye Cumhuriyeti Anayasası*) Bir bireyin seçme ve seçilme gibi haklardan yararlanabilmesi için *18 yaşını doldurmuş* olması gerekmektedir.
- 1982 Anayasası *21 yaşını dolduran* vatandaşlara seçme hakkı tanınmıştır. 1987 yılında seçme yaşı *20'ye*, 1995 yılındaki anayasa değişikliğiyle de seçme yaşı *18'e* indirilmiştir.
- 1876'da Kanûn-ı Esâsî *30 yaşını bitirenlere* seçilme hakkı tanımış, bu yasa 2006'ya kadar devam etmiş, 2006'da *25'e* indirilmiş, 1 Şubat 2017 tarihinde ise *18'e* indirilmiştir.
- (*Türk Medeni Kanunu*) Madde 153'te; yasal temsilcisinin izni olmadan evlenen küçük veya kısıtlının sonradan *18 yaşını doldurmak* suretiyle ergin olacağı ve kısıtlı olmaktan çıkacağı,

- *(Türk Medeni Kanunu)* Madde 40'ta; cinsiyetini değiştirmek isteyen kişiler için *18 yaşını doldurmuş* olmaları gerektiği,
- *(Türk Medeni Kanunu)* Madde 11'de; erginliğin *18 yaşının doldurulmasıyla* başlayacağı, evlenmenin kişiyi ergin (reşit) kılacağı,
- *(Nüfus Hizmetleri Kanunu)* Bulunmuş çocuklar ve zihinsel engelli kişilerle ilgili olarak Madde 19 (2)'de, zihinsel özürlü olup da bulunmuş *18 yaşından büyük* kişileri, mahkemece tayin edilecek olan kayyımlarının bildirmekle yükümlü olduğu,
- *(Çocuk Koruma Kanunu)* Madde 7 (6)'da, kişinin *18 yaşını doldurmasıyla* tedbir uygulanmasının kendiliğinden sona ereceği,
- *(Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun)* Madde 12 (1)'de; gençlik kapalı ceza infaz kurumlarının, cezanın infazına başladığı tarihte *18 yaşını bitirmiş olup da 21 yaşını doldurmamış* genç hükümlülerin cezalarını çektikleri kurumların, eğitim ve öğretim esasına dayalı kurumlar olduğu,
- *(Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun)* Madde 15 (2)'de; kurum içinde veya dışında herhangi bir eğitim ve öğretim programına devam eden ve *18 yaşını dolduran* çocukların, eğitim ve öğretimlerini tamamlayabilmeleri bakımından *21 yaşını bitirinceye kadar* bu tesislerde (Çocuk eğitim evlerinde) kalmalarına izin verilebileceği,
- *(Devlet Memurları Kanunu)* Madde 40'ta; genel olarak *18 yaşını tamamlayanların* devlet memuru olabileceği,
- *(Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu)* *18 yaşın* sigortalı sayılma yaşı olduğu, belirtilmiştir.

#### **20 yaş altı ve 25 yaş altı;**

- *(Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu)* Sigortalının bakmakla yükümlü olduğu veya sigortalının ölümü halinde ölüm aylığı bağlanabilmesi için; *18 yaşından küçük* olmak veya *20 yaşından küçük olup* lise veya dengi okulda okumak, *25 yaşından küçük olup* yükseköğrenim görme şartı olduğu belirtilmiştir.

#### **21 yaş altı;**

- *(Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun)* Madde 12 (1)'de; gençlik kapalı ceza infaz kurumlarının, cezanın infazına başladığı tarihte *18*

*yaşını bitirmiş olup da 21 yaşını doldurmamış* genç hükümlülerin cezalarını çektikleri kurumların, eğitim ve öğretim esasına dayalı kurumlar olduğu,

- *(Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun)* Madde 15 (2)'de; kurum içinde veya dışında herhangi bir eğitim ve öğretim programına devam eden ve *18 yaşını dolduran* çocukların, eğitim ve öğretimlerini tamamlayabilmeleri bakımından *21 yaşını bitirinceye kadar* bu tesislerde (Çocuk eğitim evlerinde) kalmalarına izin verilebileceği ifade edilmiştir.

#### **21 yaş - 41 yaş;**

- *(Askerlik Kanunu)* Askerlik çağının tüm erkeklerin nüfus kayıtlarındaki yaşlarına göre olduğu ve *21 yaşına girdiği senenin ocak ayının birinci gününden, 41 yaşına girdiği senenin ocak ayının birinci gününe kadar* en fazla yirmi bir sene olduğu, kişilerin *21 yaşına girdikleri sene* askere alınmak için çağrılacakları; belirli şartlar sağlandığında askerliklerin 29, 35, 36 ve 38. yaşlarına kadar ertelenebileceği,
- Askerlik çağına gelindikten sonra (mahkeme tarafından resmi hastane doğum kayıtlarına göre yapılanlar hariç) yapılan yaş değişikliklerinin askerlik işlemlerinde dikkate alınmayacağı, ancak; yoklamaları esnasında nüfus kütüklerinde yazılı bulunan yaşları ile dış görünüşleri uyumlu olmayan kişilerden (kayden yaş düzeltmesine engel olmayanların) yaşlarının düzeltilmesi için, askerlik şubesi başkanı tarafından Cumhuriyet savcısına müracaat olunacağı ve yargılama sonucuna göre askerlik hizmeti yaptırılacağı belirtilmiştir.

#### **23 yaş ve üstü - 39 yaş altı;**

- *(Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu)* Yardımcı üreme tekniklerinden faydalanabilmek için *23 yaşından büyük, 39 yaşından küçük* olmak gerekmektedir.

#### **25 yaş ve üstü;**

- *(Devlet Memurları Kanunu)* Madde 206 (2)'de; *25 yaşını geçen* çocuk için aile yardımı ödeneği verilmeyeceği belirtilmiştir.

### **30 yaş ve üstü;**

- (Türk Medeni Kanunu) Evlat edinmeyi düzenleyen 306 ve 307 gibi maddelerde; evlat edinme ile ilgili olarak 30 yaşını tamamlamış olmanın önemli olduğu görülmektedir.

### **40 yaş ve üstü;**

- (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası) Cumhurbaşkanı seçilmek için seçilme yaşı 40'tır.

### **58 ve 60 yaş üstü;**

- (Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu) Emeklilik yaş sınırları; (7000 iş gününü doldurmak koşuluyla) kadınlarda 58, erkeklerde 60 yaş olarak belirlenmiştir.

## **2.2.3. Diğer Ülkelerdeki Ceza Hukuku Sınır Yaşları**

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 (50).

İş kanunu, Avrupa Sosyal Şartı'nda ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'nun çocuk iş gücü tanımında benimsediği yaş sınırı 15'tir. Ancak bazı istisnai durumlarda bu asgari yaş sınırının 13'e kadar inebileceği, hükme bağlanmıştır (49).

Ceza hukuku açısından yaş gruplarında ülkemizde 0-12, 12-15, 15-18 şeklinde üçlü bir ayrıma gidilmiştir. Diğer ülkelerde de benzer ayrımlar söz konusudur. Almanya'da 0-14, 14-18, 18-21 şeklinde, İngiltere 0-7, 7-14, 14-17 şeklinde, Fransa, 0-13, 13-16, 16-18 şeklinde, Rusya ise 0-14, 14-18, 18-20 şeklinde olmak üzere üçlü ayırım yapmışlardır. İsviçre ise 0-7, 7-15, 15-18, 18-25 şeklinde dört grup belirlemiştir. İspanya Ceza Kanunu'nda, ceza sorumluluğunun 14 yaştan başlaması gerektiği, tekrarlayan ve ağır suçlarda ise uzun süreli hapis cezası verilmesi onaylanmıştır. Sudan, Ürdün ve Pakistan 'da ceza sorumluluğu 7 yaş, Belçika, Panama ve Peru'da ise 18 yaş ile başlamaktadır (51,52).

### 2.3. Yaş Tayininde Kullanılan Yöntemler

Yaş tayini açısından kullanılan yöntemler; *morfolojik* (boy, vücut ağırlığı, cilt, gözler gibi fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi), *histolojik* (kemik, kas fiber ve miyozin zincirlerine göre değerlendirilmesi) ve  *radyolojik* (çeşitli kemiklerde epifiz plaklarının gelişimlerine göre değerlendirme) olarak üç grupta toplanmıştır (53). Standart yaş tayini uygulamasında morfolojik ve radyolojik yöntemlerden faydalanılmaktadır.

#### 2.3.1. Morfolojik Yöntemler

Morfolojik yöntemler ile kişinin boyu, kilosu, puberte belirtileri, göz, cilt ve kıl değişiklikleri ile diş gelişimi gibi fiziksel gelişme bulguları incelenmektedir. Yaşlanma ile birlikte deri dokularında esnekliğin kaybolması ile birlikte göz kapaklarında buruşukluk ve sarkmalar görülür. Göz bölgesinde yaşlanma süreci ile birlikte kornea halkası (arcus senilis), katarakt ile buruşukluk ve sarkmalar (dermatochalasia) gibi bulgulara rastlanır. Yine yaş artışı ile birlikte cilt üzerinde bazı değişiklikler görülür. Epidermis hücreleri yaşlanarak keratin ve daha sonra korneum tabakasına dönüşür ve deri soyulması (deskuamasyon) ile birlikte atılır. Yaş ilerledikçe yüz ve alın bölgesinde cilt kırışıklıkları, el sırtlarında pigmentasyon artışı, doğum sırasında ince ve esnek olan tırnaklarda yaş ile birlikte kalın ve sert yapının görülmesi de cilt değişikliklerin sayılabilir. Bunlarla birlikte saç ve kıllarda da değişimler meydana gelir. Saç ve kıllar yaşlandıkça beyazlaşır, seyrelir ve incelme gösterir (2,17).

Bunun yanında ölü insan kemikleri ve dişleri üzerinden de yaş tayini amacıyla morfolojik inceleme yapılabilmektedir. Suchev 1980'lerde kimliği bilinen ölülerin simfizis pubis kemikleri üzerine inceleme yapmış, ancak çok geniş interval ile yaş tayini yapılabileceğini belirtmiştir. İşcan, bu konuda sağ 4. kot sternal ucuna ait verilerin daha güvenilir olduğunu ortaya koymuştur. Ancak standart oluşturacak geniş çalışmalar mevcut değildir(54).

Morfolojik yöntemler yaş tayininde kullanılan yöntemler içinde güvenilirliği en az olanlardır. Bu yöntemler ile fiziksel ve pubertal gelişim bulgularına bakarak yaş tayini yapmak zor ve riskli olduğundan bu bulgular ile birlikte kemik ve diş gelişimini de incelemek gerekmektedir (2,17).

### **2.3.1.1. Fiziksel Gelişme**

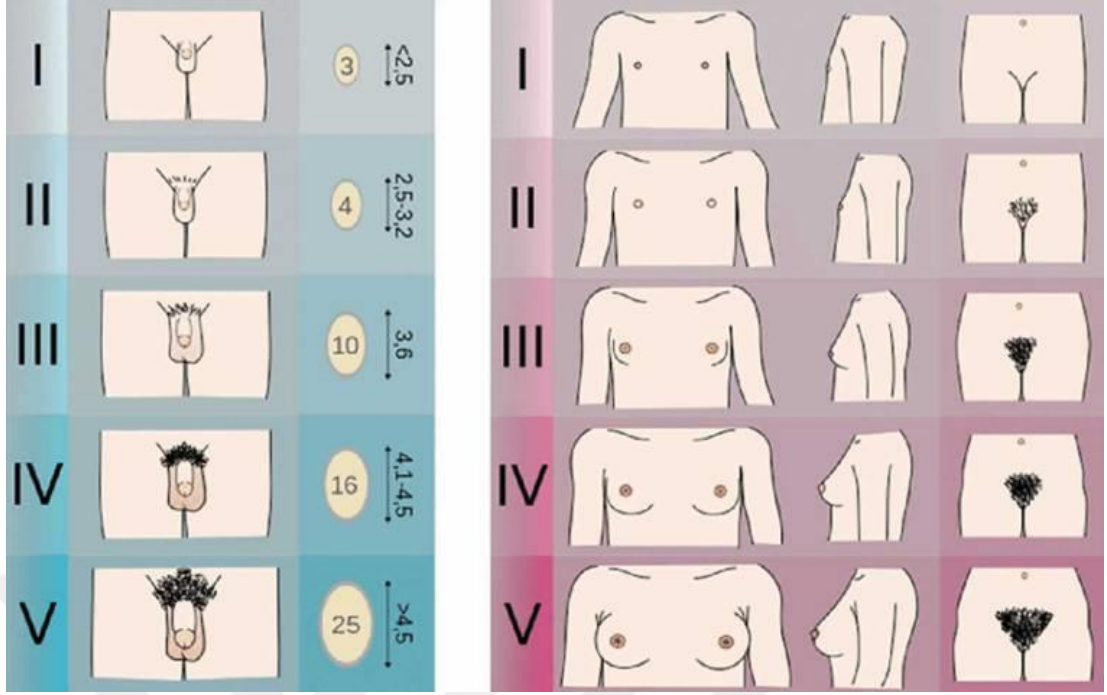
Büyüme ve gelişmenin temposu dönemsel olarak değişiklik göstermekle beraber, büyümenin en hızlı olduğu dönem fetal dönemdir. Özellikle 3-4 yaş ile 9-10 yaş aralıklarında ise büyüme hızı oldukça düz ve yavaş ilerlemektedir (55). Büyümenin değerlendirilmesinde kilo-boy persentil eğrileri tablolarından faydalanılır. Bu yöntem ile kişilerin tahmini yaşını belirlemek risklidir. Büyüme, farklı popülasyonlarda genetik, hormonal ve çevre faktörlerine bağlı olarak değişebileceği gibi aynı popülasyondaki çocuklarda bile farklılık göstermektedir (55)

### **2.3.1.2. Pubertal Gelişme**

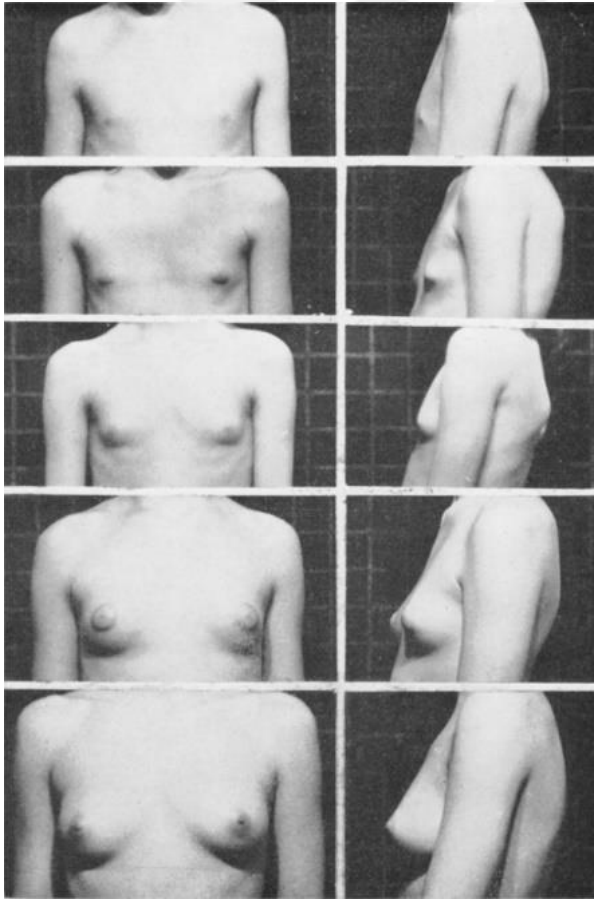
Pubertal evre çocukluk döneminden erişkinliğe geçilen fiziksel ve cinsel gelişimin, psikososyal olgunlaşma sürecinin gerçekleştiği bir evredir. Bu evrede, sekonder cinsiyet karakterleri ortaya çıkmaya başlar, adölesan büyüme atağı meydana gelir, fertilizasyon yeteneği olan olgun gametler üretilmeye başlar. Puberte döneminde salgılanan seks hormonları adolesanda cinsel ve duygusal davranış değişikliklerine yol açar. Adolesan dönemde pubik kıllanma, penis ve testis gelişimi, meme gelişimi gibi sekonder seks karakterlerinin oluşması bu dönemin majör değişimleridir (66).

Türkiye’de yapılan çalışmalara göre kız çocuklarında seksüel gelişimler ortalama 11.2 yaşında başlamakta ve ilk fiziksel belirti olarak genellikle telarş (meme gelişimi), nadiren de pubarş (pubik kıllanma) görülmektedir. Menarş (ilk adet kanaması) ise pubarş evresinden yaklaşık 2 yıl sonra meydana gelir. Erkek çocuklarda seksüel gelişimler ortalama 11.6 yaşında başlamakta ve ilk fiziksel belirti testis volümünün artması olmaktadır. Bu sürecin devamında penis çapı ve uzunluğu artar, boy uzaması, aksiller ve pubik kıllanma, ses kalınlaşması gibi bulgular ergenlik dönemi sonuna kadar ortaya çıkmaya devam eder (56).

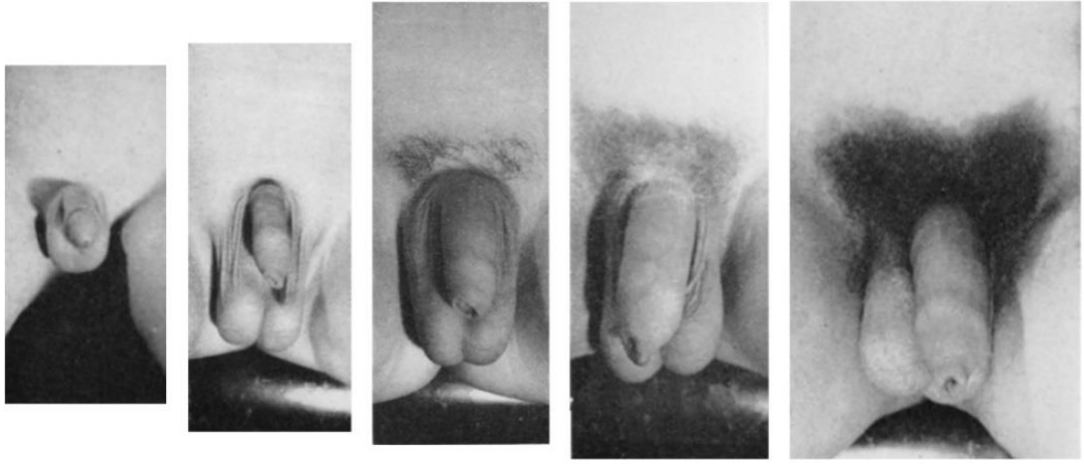




Şekil 2. Kız ve Erkek Çocuklarda Tanner Evrelemesi (57)



Şekil 3. Kız Çocuklar İçin Tanner Evrelemesi (Meme Gelişimi) (57)



Şekil 4. Erkek Çocuklar İçin Tanner Evrelemesi (57)

|               | Genitaller (erkek) | Memeler (kız)  | Kasık kılı (erkek-kız)      |
|---------------|--------------------|----------------|-----------------------------|
| <b>Evre 1</b> | 10 yaş ve altı     | 9 yaş ve altı  | 9 veya 10 yaş altı          |
| <b>Evre 2</b> | 10-14 yaş          | 9-13 yaş       | (9 veya 10) - (13 veya 14)  |
| <b>Evre 3</b> | 14-16 yaş          | 13-15 yaş      | (13 veya 14) - (15 veya 16) |
| <b>Evre 4</b> | 16-18 yaş          | 15-17 yaş      | (15 veya 16) - (17 veya 18) |
| <b>Evre 5</b> | 18 yaş ve üstü     | 17 yaş ve üstü | 17 veya 18 yaş ve üstü      |

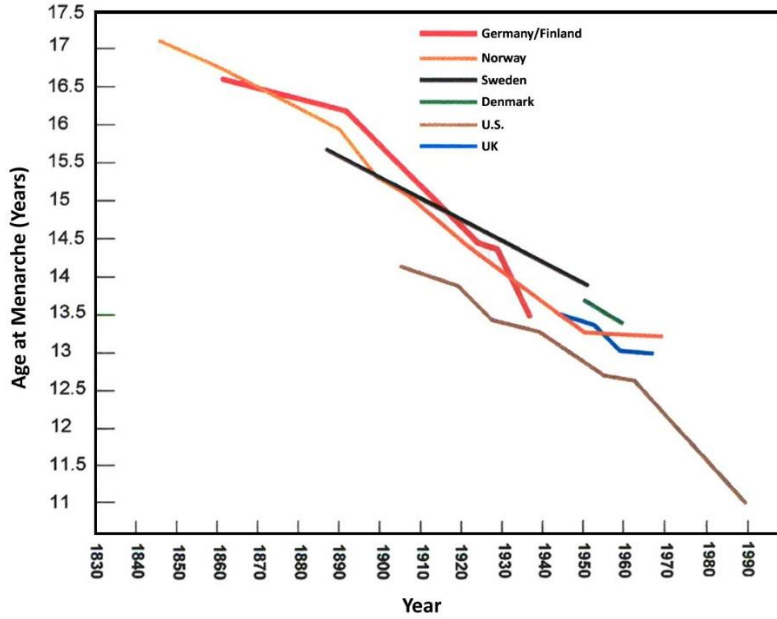
Tablo 2. Tanner evrelemesine göre ortalama yaşlar (57)

Tanner evreleri kronolojik yaş ile pek uyuşmaz, olgunluk evreleri ile eşleşir ve bu nedenle yaş tahmini için tanısız değildir (57).

Bu ölçek pornografi endüstrisi tarafından (yanlış çocuk pornografisi mahkumiyetlerine yol açma potansiyeli nedeniyle) eleştirilmiştir. ABD federal yetkilileri, bu ölçeği kullanarak, pornografik aktris Lupe Fuentes'in reşit olmadığını iddia etmişlerdir. Fuentes duruşmaya bizzat katılmış ve söz konusu DVD'lerin yasal olarak üretildiğini gösteren belgeleri mahkemeye sunmuştur (57).

Ülkelere göre, hatta yaşanan bölgelere ve beslenme durumlarına göre menarş yaşının değiştiği bilinmektedir. Ortalama menarş yaşları; İngiltere'de 13,1 olduğu, ABD'de 12 olduğu bildirilmişken, Nijerya'nın bir bölgesinde 12,3 başka bölgesinde ise 15,2 olduğu, Papua Yeni Gine'deki Burundi kabilesinde ise ortalama menarş yaşının 18,8 olduğu ifade edilmiştir (58). Aynı zamanda, yıllara göre menarş yaşı ortalamasının düştüğü, kızların daha erken adet görmeye başladığı belirtilmektedir (59). Güney Kore'de yapılan bir araştırmaya göre; 1988 doğumlu kızlarda ortalama

menarş yaşı 13 iken, 2003 doğumlu kızlarda bu ortalamanın 12.6 yaşa düştüğü gözlenmiştir. Ayrıca erken menarş prevalansının 2006'da %1,8 iken, 2015'de %3,2 olarak anlamlı şekilde arttığı bildirilmiştir (60). 2021 yılında Türkiye/Aydın'da yapılan bir çalışmada, kızların ortalama menarş yaşı 12,1 olarak, annelerinin ise 13,1 olarak bulunduğu bildirilmiştir (61).

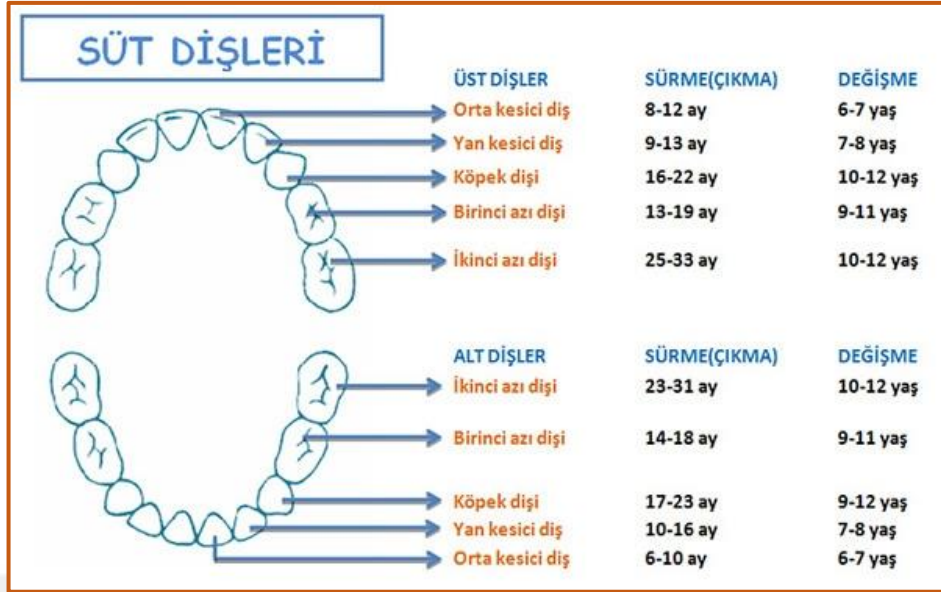


Grafik 1. Ülkelerin yıllara göre ortalama menarş yaşları (59)

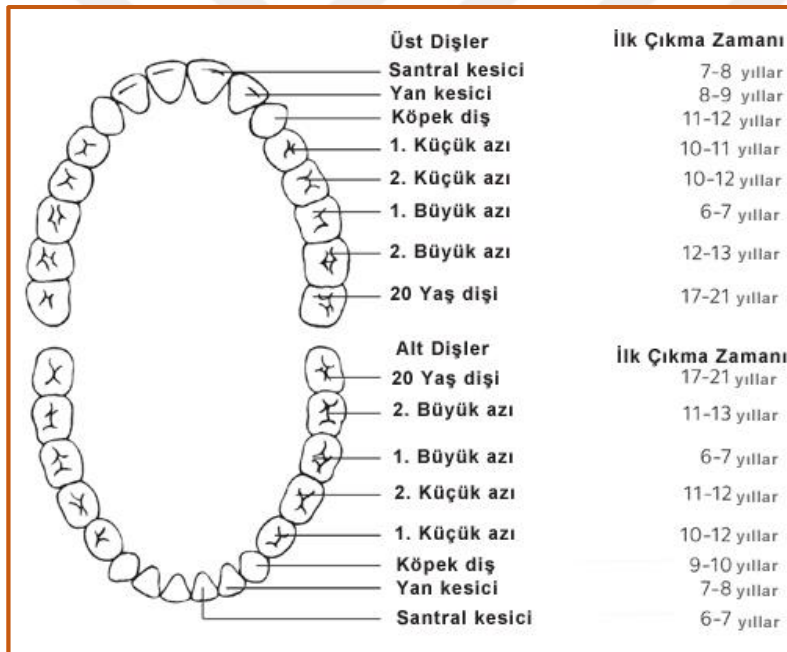
### 2.3.1.3. Diş Gelişimi

Dişlerin morfolojik olarak incelenmesi de yaş tayininde kullanılmaktadır. Dişler; vücudun en sert yapılarındandır, diş etkenlere çok dayanıklıdır, metabolik ve endokrin sistem hastalıklarından görece daha az etkilenmektedirler (2).

İlk diş çıkarma dönemi 6-10. aylarda süt dişlerinin belirmesiyle başlar ve 12 yaş civarında 28 diş oluşumu tamamlanır. 14 yaş çocukluk döneminde diş çıkarma evresinin sonu olarak kabul edilir. 20 adet süt dişinin sürdükleri evreye “*birinci dentisyon*” denir. 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 sürmesinin daha erken olduğu söylenmektedir (27,62).

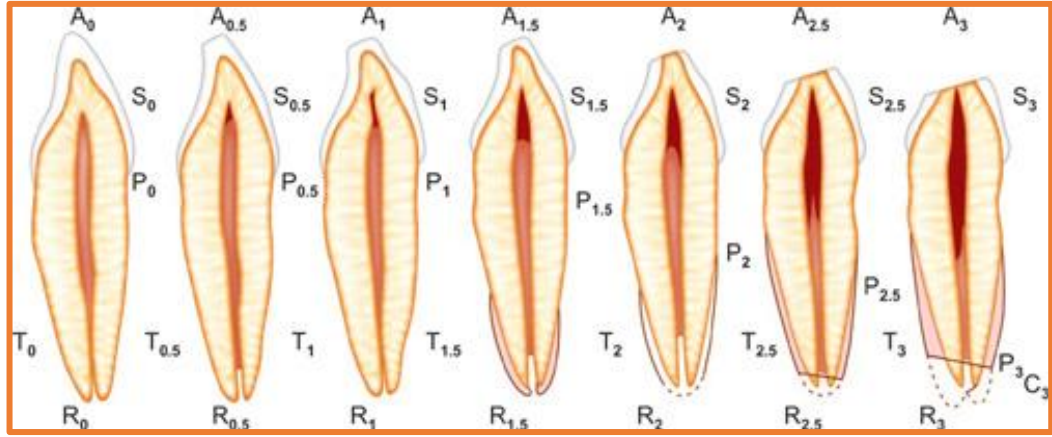


Şekil 5. Süt Dişlerinin Belirme ve Değişme Zamanları (27,63)



Şekil 6. Kalıcı Dişlerinin Belirme Zamanları (27,64)

Hem yaşayan bireylerde hem de adli antropolojide dişlerin formasyonu, mineralizasyonu ve erupsiyonu (aşınması) yaş tahmini ile ilişkilidir (54). Bu konuda 1950’de *Gustafson’un* geliştirdiği yöntem; sekonder dentin birikimi, kök transparanlığı gibi altı postformasyon değişikliğinin incelenmesiyle, erişkin yaşını değerlendirmeye yönelik bir yöntem olmakla beraber daha çok adli odontolojinin ilgi alanları arasında yer almaktadır (65).



Şekil 7. Dişlerin morfolojik değişim süreci (Gustafson yöntemi) (66)

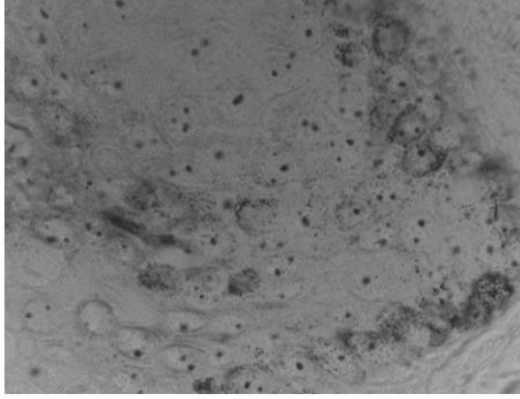
### 2.3.2. Histolojik Yöntemler

Son dönemlerde, histolojik yöntemlerle doku ve hücrelerdeki değişimler dikkate alınarak yapılan yaş tayini çalışmaları artmıştır. Kemik iliğinde erken yaş dönemlerinde hematopoietik hücreler daha çoğunlukta iken yaş ilerledikçe bu durum yerini yağ dokusu artışına bırakmaktadır. Fakat kemik iliği sellülarite oranlarının hem aynı dekattaki kişiler arasında hem de kişinin farklı kemiklerinde önemli değişiklikler gösterebileceği belirtilmiştir (67).

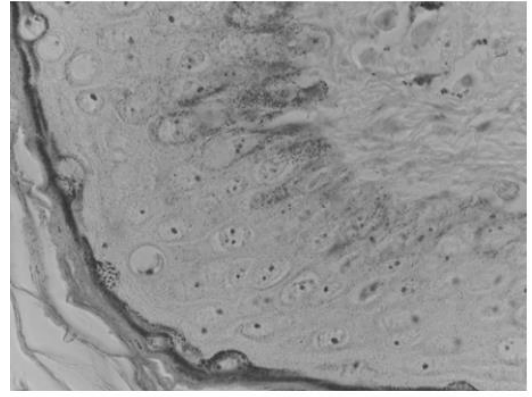
Histomorfolojik yöntemlerden bir diğeri ise farklı kas gruplarında kas myozin zinciri ile fiber tipleri çeşitlerinde zamanla meydana gelen değişikliklerin izlenerek yaş tayini yapılması esasına dayanmaktadır (68).

Bir çalışmada, 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 (67).

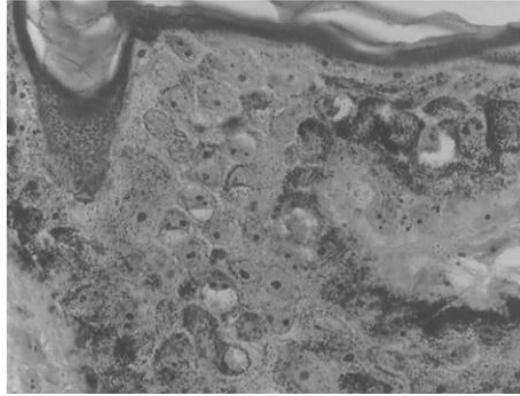




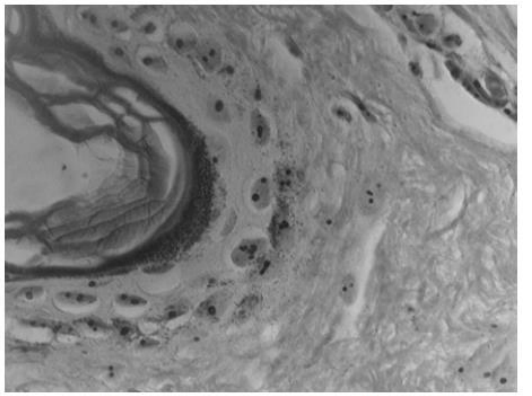
Yenidoğan (0-12 ay) Yaş Grubuna Bağlı NOR Benekleri (sayıca fazla ve iri görünümlü)



İnfant (1-5) Yaş Grubuna Bağlı NOR Benekleri (sayıca fazla ve küçük görünümlü)



Adult (25-35) Yaş Grubuna Bağlı NOR Benekleri (tek tek ve iri görünümlü)



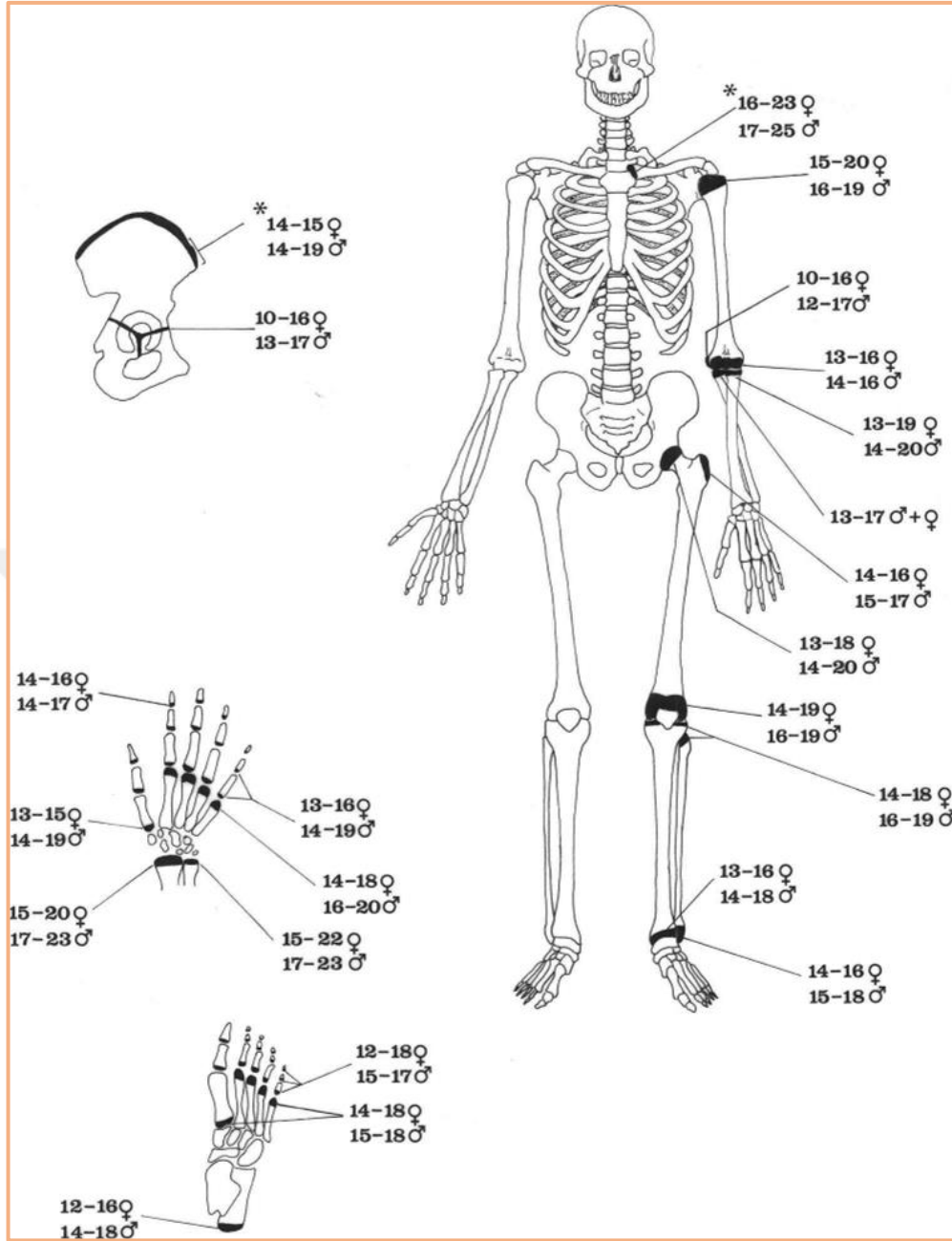
Yaşlı (50 yaş ve üzeri) Yaş Grubuna Bağlı NOR Benekleri (tek tek ve küçük görünümlü)

#### Şekil 8. Yaş gruplarına göre NOR Beneklerinin görünümü (67)

Histolojik yöntemler henüz güvenilir verilerle standart duruma getirilememiştir. Bu nedenle yaş tayininde morfolojik ve radyolojik yöntemler önemini korumaktadır (2).

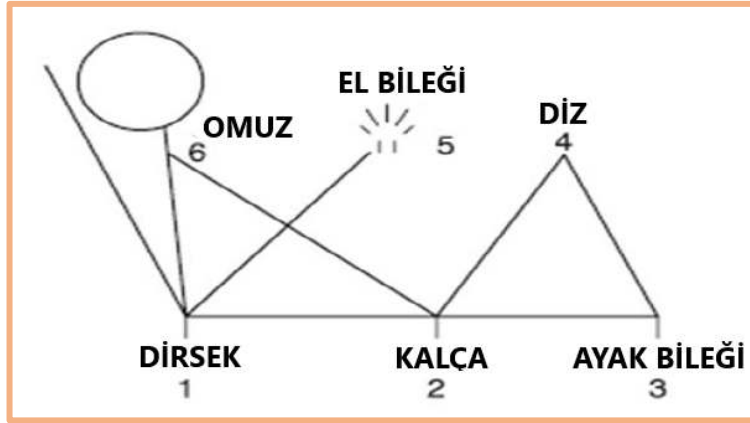
#### 2.3.3. Radyolojik Yöntemler

Radyolojik yöntemler, kemik yaşını değerlendirmesi yönüyle yaş tayini konusunda en güvenilir ve en sık kullanılan yöntemlerdir (5). Radyolojik yöntemler kullanılarak tespit edilmeye çalışılan kemik yaşı tayininin temelini; kemiğin uç kısmındaki epifiz kıkırdığının kemikleşme oranı ve büyüme plağının (epifiz hattının) kapanıp kapanmadığı oluşturmaktadır. Kronolojik yaşa en yakın tahmini sağlamak için kemik yaşının kullanılması gerekmektedir (6).



Şekil 9. Erkek ve kızlarda epifiz füzyonunun görüldüğü yaş aralıkları - Flecker (1942) \* Webb ve Suchey (1985) (69)

Bir kazı çalışmasında bir kemik bulunduğunda, bunun insan iskeletine ait olduğu anlaşıldıktan sonra, süre açısından, akla iki soru gelmektedir. Bu insan ne kadar zaman önce ölmüştür ve öldüğünde kaç yaşındadır. Epifiz kapanma zamanları, kimliklendirmenin en önemli unsurlarından olan yaş tahmini konusunda oldukça bilgi vericidir. Bu nedenle, eski zamanlardan bu yana, adli antropologların ilgisini çekmiş ve bu konuda birçok araştırma yapılmıştır (54) .



Şekil 10. Epifizlerin kapanma sırası (şezlongda kitap okuyan çocuk) (50)

Epifizlerin yaşa bağlı kapanma zamanı Novotny ve arkadaşları tarafından 1993 yılında modifiye edilmiş ve sadeleştirilmiştir. Yaklaşık 12-14 yaşlarında dirsek eklemi ile başlayan epifiz kapanması sırası, ortalama olarak bir yıl aralıklarla kalça, ayak bileği, diz, el bileği ve 18-22 yaşlarında omuz ile biter (50).

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 epifiz hatları kapanmış ise kişi ortalama  $13 + 2 = 15$  yaşlarındadır (50).

Canlı bireylerde de kemik yaşı tayinin temelini; radyolojik yöntemlerle bakılan epifizyal füzyon aşamaları oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra kostaların vertebral ve sternal uçlarında meydana gelen değişikliklere, sakrum ve sternumda oluşan kalsifikasyonlara, yaşlanmayla ortaya çıkan osteofit yapılarına ve osteoporoz gibi kemik dokusunun iç yapısında meydana gelen değişikliklere göre de değerlendirme yapılabilmektedir (6).

Kemik yaşını hesaplamak için farklı iskelet bölgelerine uygulanabilecek çeşitli radyolojik yöntemler geliştirilmiştir ve birçok çalışma yapılmıştır. Bunların başlıcaları şunlardır;

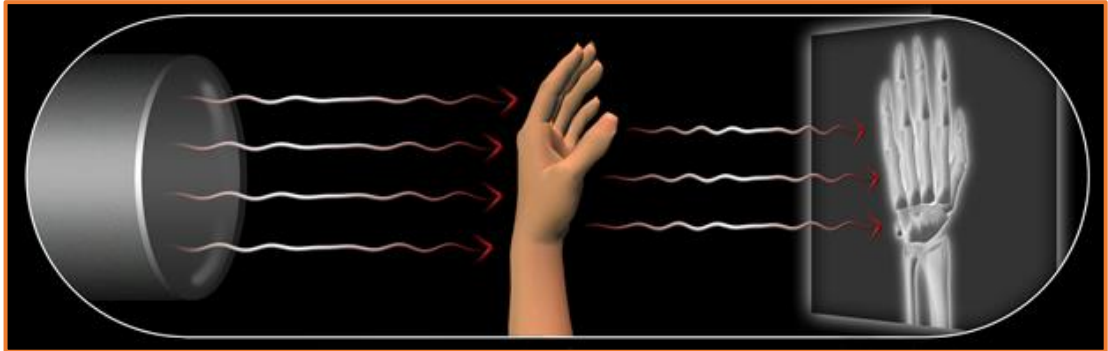
- *Röntgen (radyografi, x-ray)*; el-bilek, dirsek, pelvis, omuz, sakrum, sternum
- *BT*; medial klavikula
- *Ortopantomograf*; dişler
- *MR*; medial klavikula, diz, el-bilek, proksimal humerus
- *USG*; el-bilek, medial klavikula, dirsek



### 2.3.3.1. El ve El Bileğine Yönelik Röntgen Değerlendirmesi

X-ışını 1895 yılında Alman Fizik Profesörü Wilhelm Konrad Roentgen tarafından rastlantısal olarak keşfedilmiştir. Röntgen en eski radyolojik tanı yöntemi olup temel tanı yöntemi olma özelliğini korumaktadır. Kemikler ve akciğerin incelemesinde ilk ve temel yöntemdir (70).

Röntgen, transmisyon (geçme) prensibine dayalı bir radyolojik görüntüleme yöntemidir. Görüntünün oluşabilmesi için enerji kaynağı ve alıcının farklı olup kullanılan enerjinin vücudu geçebilecek kadar güçlü olması gerekmektedir. Röntgende kullanılan enerji X-ışınıdır. X-ışınları elektrik enerjisinden elde edilir. Hızlandırılan elektronların atom numarası yüksek bir maddeye hızla çaptırılması sonucu kinetik enerjinin bir miktarı X-ışını enerjisine çevrilir. Görüntülenecek vücut bölgesinden bu ışın geçirilir. Işının geçtiği yapıların atom ağırlıkları, yoğunlukları ve kalınlıklarına göre geçiş miktarı farklılık gösterir. Bu geçiş farklılığına göre de görüntü oluşmaktadır (70).



Şekil 11. Röntgenin şematik gösterimi (71)

Atomdan bir elektron sökecek kadar enerjiye sahip partikül ve/veya elektromanyetik radyasyona, iyonizan radyasyon denir. İyonizasyon daha yüksek enerjili elektronların, çarptığı elektronları sökmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Atomun moleküler bağları kopar ve çok aktif olan iyonize atom yeni kimyasal reaksiyon içerisine girebilir (70).

X ışını içeren radyoloji incelemeleri, kişide iyonize radyasyon yüküne sebep olmaktadır. Özellikle çocuklar için, bu konularda çok daha hassas olunması gerektiği vurgulanmaktadır. Bazı radyolojik incelemelerin ve bazı durumların iyonize radyasyon yüküne, mikroSievert ( $\mu\text{Sv}$ ) cinsinden bakacak olursak;

| Radyolojik inceleme / maruz kalınan durum   | Etkin doz / Radyasyon yükü - mikroSievert (μSv) |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Ele çekilen standart bir röntgen            | 0,1                                             |
| Ortopantomogram                             | 5                                               |
| Göğüs kafesine çekilen standart bir röntgen | 100                                             |
| Sternoklavikular ekleme yönelik BT          | 600 - 800                                       |
| Tam toraks BT                               | 6.600                                           |
| Mamogram                                    | 400                                             |
| Radyoterapide, yüksek oranlı hedef doz      | 2.000.000                                       |
| Bir adet muz yendiğinde                     | 0,1                                             |
| Havaalanı güvenliğinden geçerken, anlık     | 0,25                                            |
| Trabzon – Texas uçuşu sırasında             | 100 - 120                                       |
| 1 yıl boyunca günde 1,5 paket sigara içmek  | 36.000                                          |
| Cep telefonu kullanımı                      | 0                                               |

**Tablo 3. Bazı radyolojik inceleme ve bazı durumların iyonize radyasyon yükü, μSv (72–74)**

Bazı araştırmacılar, yıllık 10 μSv'den daha az dozda iyonize radyasyon maruziyetine neden olan x-ray incelemelerinin, dolayısıyla adli yaş tayini amacıyla uygulanan iyonize radyasyon dozunun, ihmal edilebilir olduğunu belirtmektedir (75). Yine de gereksiz, ekstra dozlardan kaçınılmalıdır.

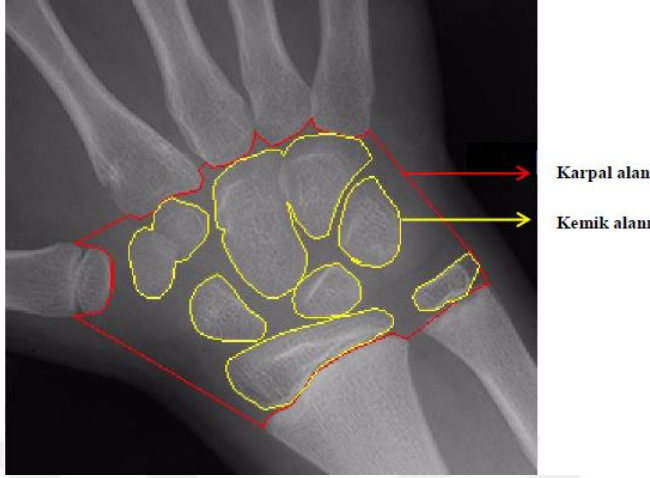
El iskeleti; gelişimsel sürecin bittiği, yaklaşık olarak 19 yaşına kadar özel bir öneme sahiptir. El iskeletinin maturite durumu, bütün iskelet sisteminin durumunu gösteren bir belirteç olarak kabul edilmektedir (15). İnsanların büyük bölümü sağ elini kullandığından dolayı sağ ele yönelik geçirilmiş travmalar daha fazladır ve geçirilmiş travmalar nedeniyle el iskelet gelişimi etkilenebileceğinden dolayı sol ele yönelik çekilmiş olan röntgen görüntülerinin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (76). Bununla birlikte sağ ve sol elin ossifikasyon oranları arasında fark olduğuna dair bir çalışma bulunmamaktadır (77). El-bilek radyografilerinin değerlendirilmesinde; kemiklerin büyüklükleri, biçimi ve büyüme plaklarının kemikleşme durumları kullanılmaktadır (11).

El-bileğin röntgen ile değerlendirmesi üç temel prosedürle mümkündür;

- *Atlas metodları* (Greulich-Pyle, Gilsanz-Ratib)
- *Tek kemik metodu* (Tanner Whitehouse, Fels)
- *Planimetrik prosedürler* (Cameriere)

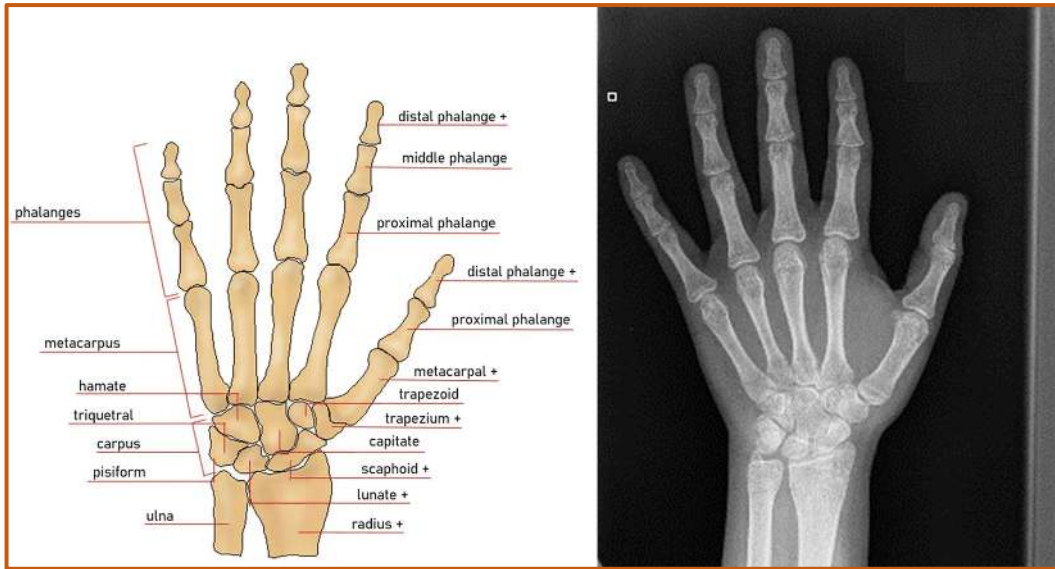
Planimetrik metodlarda; el radyografisi üzerinde yapılan mesafe ve alanlar belirlenerek yaş tahmini üzerine değerlendirmeler yapılmaktadır. Cameriere ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve halen geçerli olan metotta; el iskeletinin ossifiye

kısımları ile elin bütünü arasındaki oran değerlendirilmektedir. Ölçülen alanlar bir formüle yerleştirilerek kişinin kemik yaşı hesaplanabilmektedir (78).



Şekil 12. Cameriere, el bileğinden planimetrik metodla kemik yaşı tayini (79)

El-bilek radyografi değerlendirmesinin en yaygın kullanılan yöntem olması nedenleri arasında; elde ve el bileğinde çok sayıda kemikleşme noktası (epifiz bölgesi) olması itibarıyla kemik yaşı karşılaştırmasına daha müsait olması, çok hızlı ve basit olması, BT ile kıyaslandığında çok düşük doz iyonize radyasyon maruziyeti, düşük maliyetli olması, ayrıca bütün iskelet sisteminin olgunluk derecesini gösterebilecek bir belirteç olabilmesi yer almaktadır. Dezavantajları arasında ise; en fazla 19 yaşına kadar kullanılabiliyor olması, az da olsa iyonize radyasyon maruziyeti, üç boyutlu görüntü sunamıyor oluşu, genetik ve sosyoekonomik faktörlerden etkileniyor olması yer alabilir (2,6,7).



Şekil 13. El-bilek iskelet anatomisi ve röntgen görüntüsü (80)

### 2.3.3.2. Diğer Bölgelere Yönelik Radyolojik Yaş Tayini

El-bilek radyografisi dışında insan vücudundaki neredeyse tüm kemiklerin gelişim evresi ve epifiz kapanma derecelerine göre literatürde çok çeşitli çalışmalar mevcuttur (6,17,81,82).

**Dirsek ve Humerus;** 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. Kızlarda; Capitulum 1 yaş, radius başı 3 yaş, medial epikondil 5 yaş, trochlea 7 yaş, olecranon 9 yaş, lateral epikondil 11 yaş civarı görülmeye başlar. Lateral epikondil epifiz hattı 14 yaş civarı kapanırken olecranon 15 yaş civarı kapanır (17,83).

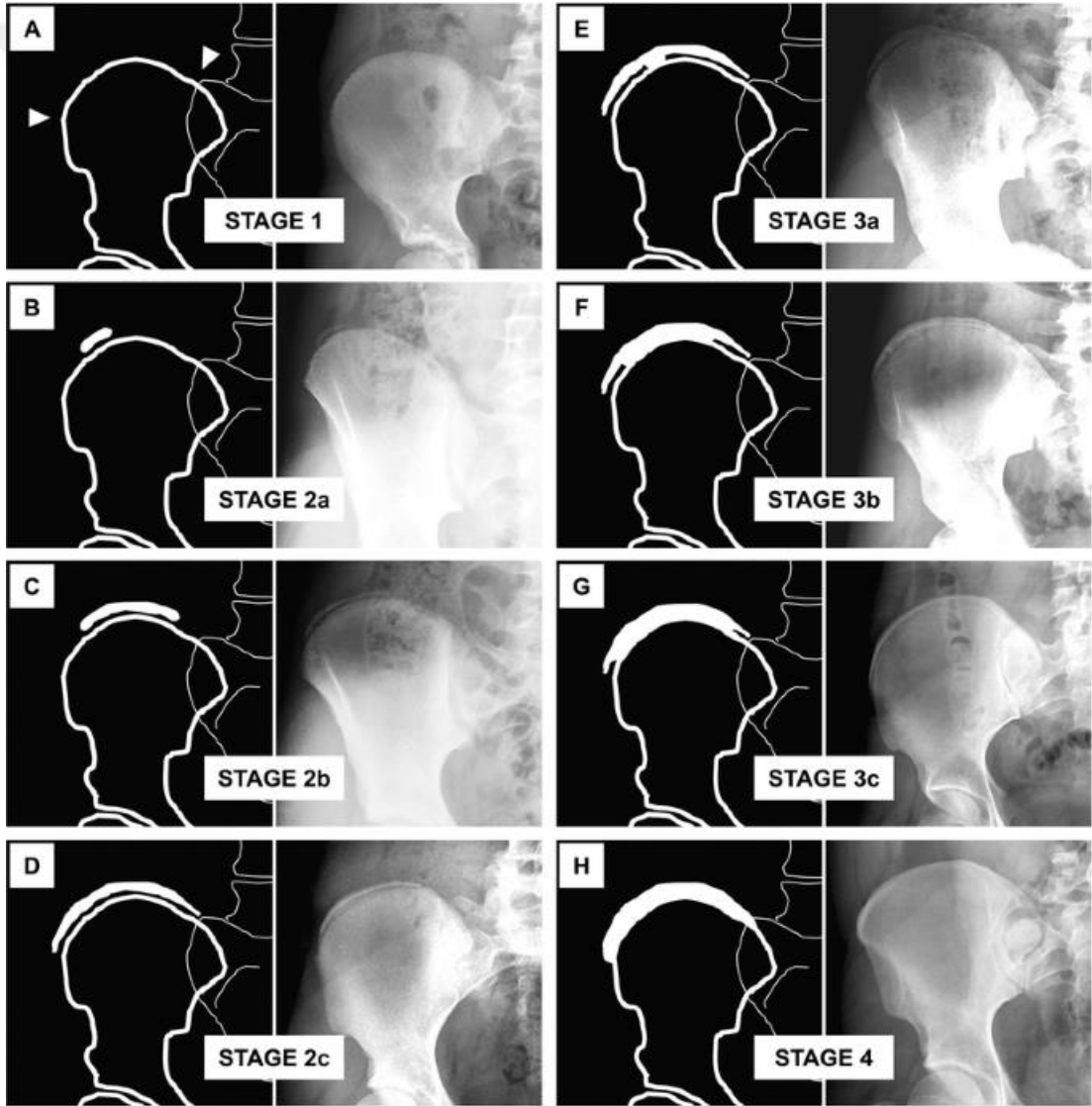
Schedewie ve arkadaşları 1979'da; 6-15 yaş arası 390 olgunun dirsek grafisini, el grafisi ve standartlar ile karşılaştırmış, uyumlu bulgular elde etmiş ve dirsek gelişiminin el grafi bulgularını destekleyici olacağı sonucuna varmıştır (84). Şemsi Gök ve arkadaşları 1989'da, adli tıp pratiğine yönelik olarak 10-11 yaşlarından itibaren dirsek grafi standartlarını oluşturmuştur. 1990 yılında hazırlanan Radyolojik Yaş Tayini kitabında humerus proksimal epifizi ve dirsek epifizlerine yönelik veriler sunulmuştur(85).



Şekil 14. Dirsek yan, dirsek ön ve omuz röntgen görüntüleri, epifiz hatları (15 yaş - E) (5)

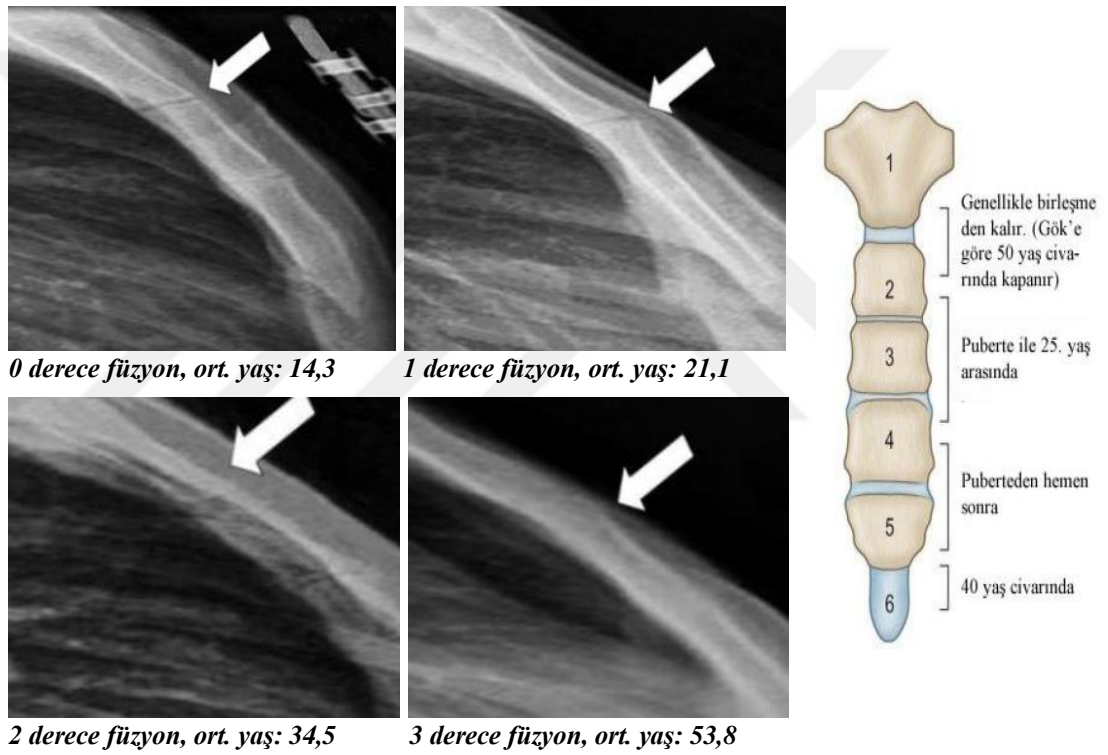
**Pelvis;** Ortopedi doktoru Risser 1934 yılında kemik pelvis ve iliak epifiz olgunluğu ile ilgili ilk temel bilgileri tanımlanmış ve Risser işaretinin gelişimine yol açmıştır. 1998 yılında, Risser işaretinin standart değerleri klinik amaçlar için güncellenmiştir. Yapılan çalışmalarda; iliak krestte füzyon başlangıcının en erken 16 yaşında başladığı, bu bölgeden 12-24 yaş arasında yaş tayini yapılabileceği

belirtilmiştir. Ayrıca sağ ve sol pelvisler arasında anlamlı fark olmadığı, Risser evrelerinin canlılarda yaş tayini için uygun olduğu, rutin kullanım için standart koşullar ve yüksek vakalı çalışmalar gerektiği bildirilmiştir (86). Gök atlasında da yaşa göre pelvis görüntüleri bulunmaktadır (17). Yapılan bir çalışmada; kızlarda erkeklere göre epifiz oluşumlarının ve füzyonun daha önce olduğu, 20 yaşında krista iliaka epifizinin tam olarak oluştuğu ve füzyonun da başlamış olduğu, 22 yaşındaki vakaların çoğunda iskium epifizinde gözlemlenen kortikal düzensizliğin, 21-22 yaş ayrımında önemli bir kriter olabileceği, ayrıca kronolojik yaşı belirlemede iskium epifizinin, iliak krest epifizine göre daha güvenilir olduğu ifade edilmiştir (50).



Şekil 15. Pelvis, krista iliaka epifiz oluşumu ve füzyonu (87)

**Sternum;** Günümüzde, BT'nin 3 boyutlu görüntü avantajı ile sternum parçalarının gelişim ve füzyon aşamaları değerlendirilmektedir. Yaş tayinine katkı sağlayacak standartlar elde etmek için çalışmalar sürdürülmektedir. Ülkemizde, özellikle yaşlı nüfus hedef alınarak manubriomezosternal bileşke kemikleşmesinin yaş tayininde kullanılabilirliğini araştıran bir çalışma yapılmıştır. Neticede, çalışmanın adli antropolojide kullanılabilirliğinin olduğu, ayrıca 50'li ve 70'li yaşlarla elde edilen sonucun hukuk mahkemeleri için değerli olabileceği vurgusu yapılmıştır. Gök Atlası'nda belirtilen sternum yan radyografiyle elde edilmeye çalışılan görüntüler bu çalışmada Toraks BT ile elde edilmiştir (88).



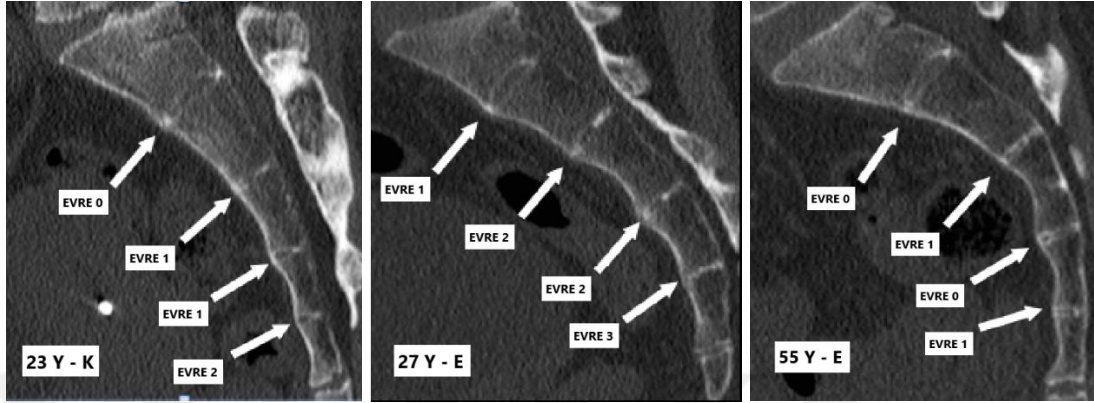
**Şekil 16. Sternum kemikleşmesi (füzyon dereceleri), ortalama yaşlar (88,89)**

4 derece füzyon tam füzyon olarak değerlendirilmiş ve ortalama yaş 73,1 olarak bulunmuştur (88).

**Sakrum ve Koksiks;** 2014 yılında Cardoso ve arkadaşları, sakrumun primer ve sekonder ossifikasyon merkezlerinin gelişimi ile ilgili, sırasıyla 1-8 yaş ve 15-21 gibi geniş bir yaş aralığı tahmini verilebilmiştir. Füzyon ile ilgili veri ise, son koksigeal elementin proksimal ile füzyonunun 25-40 yaş arası herhangi bir dönemde olabileceği şeklinde olmuştur. Yıl bazlı değerlendirmeye temel olabilecek kriterlerin henüz mevcut olmadığı ifade edilmiştir (90).

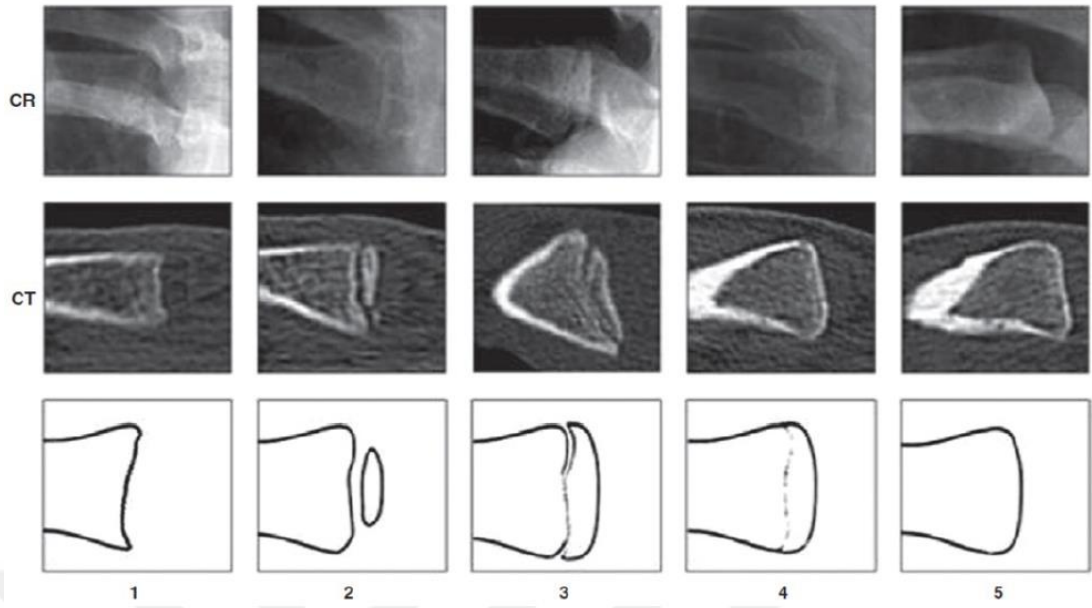


Bir çalışmada, sakral vertebral füzyon evrelerinin olgu yaşlarıyla çok uyumsuz olabileceği, bu durumun 18 yaş sonrası bireyler için yaş tayinin pratik uygulamasında, engel teşkil edebileceği ifade edilmiştir (91).

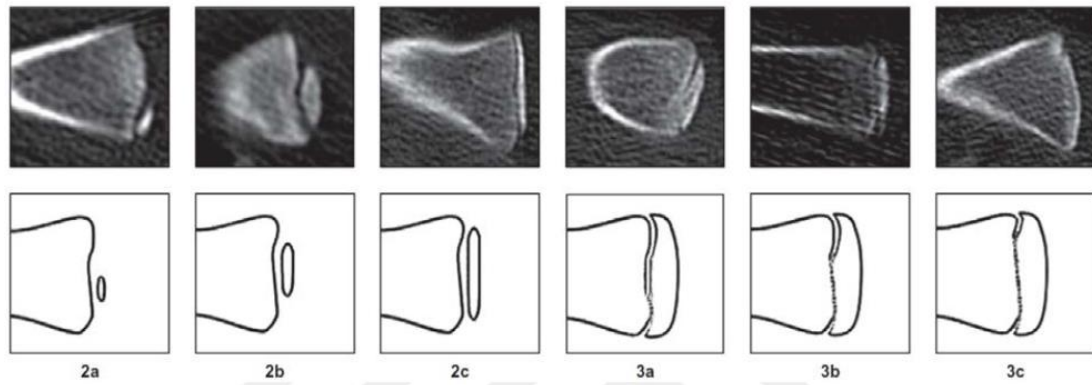


Şekil 17. Sırasıyla, 23 yaş kadın, 27 yaş erkek ve 55 yaş erkek olgunun sakral füzyon evreleri (91)

**Klavikula;** 1928 yılında Todd ve arkadaşları makroskopik olarak klavikula medial başı epifiz ossifikasyonunu incelemişlerdir. 1976 yılında ise Jit ve arkadaşları konvansiyonel röntgen ile epifiz ossifikasyonunun yaşa göre değişikliklerini değerlendirmişlerdir (92). Alman araştırmacı Schmeling ve arkadaşları 2003 yılında, röntgen üzerinden, klavikula epifiz ossifikasyon evresini değerlendirmişlerdir. Ancak sonraki araştırmalarında, röntgende klavikula ile diğer anatomik yapıların süperpozisyonu nedeniyle değerlendirmenin net yapılamadığı ve summasyon etkisi sonucu kemik yaşının olması gerekenden daha ileri evrede saptandığı kanısına varmışlardır (10,93). Schmeling ve arkadaşları 2009 yılında yaptıkları BT çalışmasında klavikula epifiz ossifikasyon evresini gelişim ve kapanma olarak 1'den 5'e kadar evrelemiştir (94). 2010 yılında ise Kellinghaus ve Schmeling, toplam 502 olgunun BT incelemesinde, önceden tespit edilen evre 2 ve evre 3'ün gelişim ve kapanma düzeylerini, 6 alt gruba biraz daha detaylandırmışlardır (95). Bu evreleme sistemleriyle kronolojik yaş arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmış ve evre 3c'nin 19 yaşından önce görülemeyeceği, evre 4'ün ise 21 yaşından önce görülemeyeceği belirtilmiştir (95).



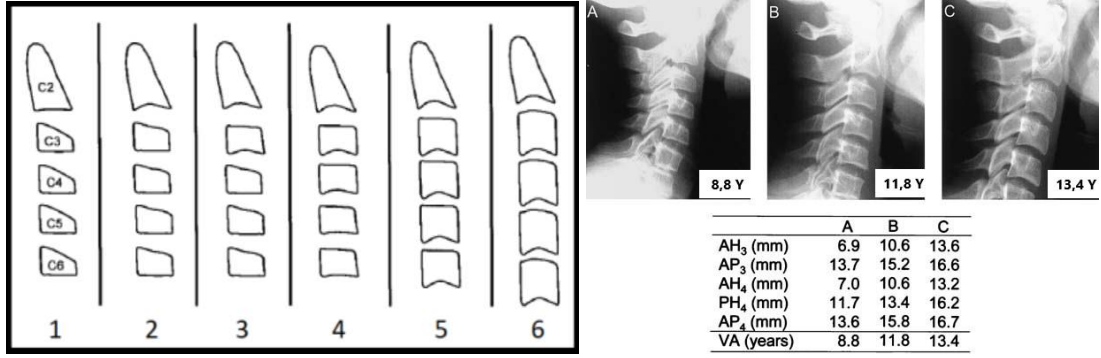
Şekil 18. Klavikula sternal uç kemikleşmesi, 5 evreli model (93,94)



Şekil 19. Klavikula sternal uç kemikleşmesi, evre 2 ve evre 3 ün detaylandırılması (95)

**Servikal Vertebra;** İskeletsel olgunluk dönemleri, lateral sefalometrik radyografiler üzerinden, servikal vertebraların maturasyon safhalarının değerlendirilmesiyle belirlenebilmektedir. Bu yöntem, diş hekimlerinin pubertal gelişim dönemindeki hastaya doğru tedavi zamanını belirlemelerinde yol gösterici olmaktadır. 1995’de Hassel ve Farman değişik yaş gruplarındaki 220 bireyin el-bilek radyografilerine ek olarak lateral servikal grafilerini değerlendirmiş ve vertebraların büyüme ve gelişme indeksi üzerinde çalışmışlardır (96). 2002’de 176 kız üzerinde yapılan diğer bir çalışmada Mito ve arkadaşları 7-15 yaş arası olgularda servikal vertebra gelişiminin Tanner-Whitehouse 2 metodu ile uyumlu sonuçlar gösterdiğini ortaya koymuştur (97).





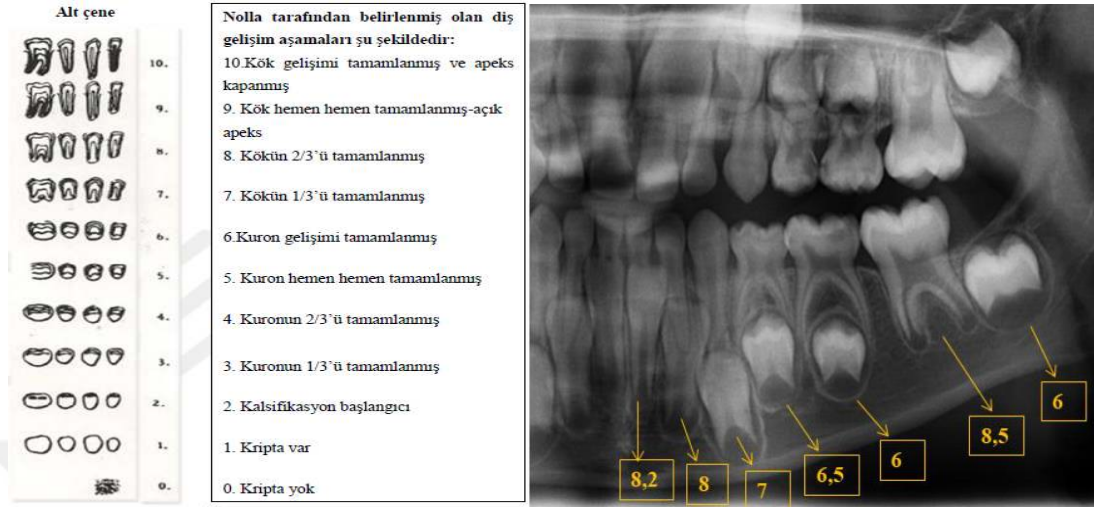
Şekil 20. Servikal vertebraların gelişimi ve yaş hesabı (97,98)

**Dişler;** Dişlerin oluşumu yaşı tahmin etmek ve gelişimi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaş tayini klinik diş hekimliğinde tanı ve tedavi planlamasına da yardımcı olmaktadır. Dişlerin değerlendirilmesiyle yapılan yaş tayini yöntemlerinde, dişlerin gelişim aşamaları, kalsifikasyon dereceleri ve kök ucu açıklık derecesine göre hesaplamalar yapılarak, geliştirilen tablolar veya formüllerle yaş hesaplanmaktadır. Ayrıca, dişlerin değerlendirilmesinde sık kullanılan panoramik radyografilerin (*ortopantomograf*) hastadan rutin tanı veya tedavi amacıyla alınması, basit bir prosedür olması, kolay elde edilmesi ve düşük radyasyon dozu verilmesi açısından avantaj sağlamaktadır (99,100). Adli odontoloji alanındaki gelişmeler, diş ile ilgili çalışmaların ilerlemesine ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunmuştur. Dişlerin sert yapıya sahip olmaları ve düşük metabolizma hızları nedeniyle, diğer birçok yapılara oranla kemik yaşı tayininde daha doğru sonuçlar verebileceği öngörülmüştür. Dişlerin gelişim aşamasında elde edilen veriler kronolojik yaş ile daha fazla uyumlu olmakla birlikte, dişlerin çıkışının tamamlanmasından sonra güvenilirliğin azaldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, dişlerin oluşum ve mineralizasyon safhaları çevresel faktörlerden daha çok genetik faktörlerden etkilendiğinden; dental yaş tayini yöntemleri, iskeletsel yaş tayini yöntemlerinden daha güvenilir bulunmuştur. Ancak, el-bilek grafisine göre standart sapma oranları ve varyasyonlarının daha fazla olduğu söylenmektedir (100–102).

Günümüze kadar uzanan süreçte, birçok diş gelişimine dayanan yaş tayini yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en çok bilinen ve kullanılanları;

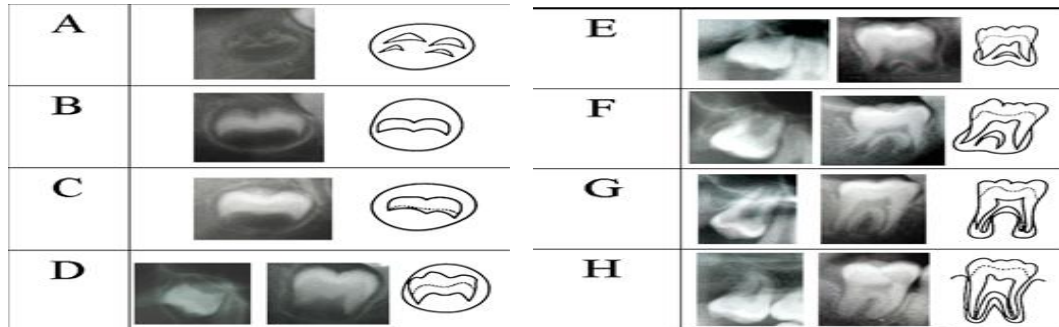
- *Nolla (1960);* Bu metotta maksilla ve mandibulanın tek tarafında bulunan her bir diş için, gelişimin başlangıcından tamamlanmasına kadar 10 safha tanımlanmış ve her evreye 0-10 arasında puan verilmiştir. Skorlamaya 3. molar dişler dahil edilmemiştir. Kız ve erkek çocuklar için ayrı tablolar hazırlanmıştır. Yaş tahmini, elde

edilen puanların yaş karşılığı tablolardan bulunarak yapılmıştır. Bu metodla yaş tahmini en çok 15 yaş sonuna kadar yapılabilir (103).



Şekil 21. Nolla diş gelişim evreleri ve 6,8 yaşındaki bir kız çocuğunun Nolla metoduna göre diş yaşı hesaplanması (Nolla metoduna göre tahmini yaş: 7) (103,104)

- *Demirjian (1973);* Bu metotta mandibulanın sol tarafındaki yedi diş için skorlama sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde, diş sert dokuları mineralizasyon durumuna göre mineralizasyonun başlangıcından kök formasyonu tamamlanana kadar olan 8 evreye ayrılmıştır. Bu evrelerin ilk dördü olan A-D evreleri kron mineralizasyonunu gösterirken, son dördü olan E-H evreleri kök mineralizasyonunu göstermektedir. Demirjian yönteminde bu evreler her diş için ayrı yazılır, skorlanır ve skorların toplamı 0-100 arası bir sayıya denk gelmektedir. Toplam değer mevcut tabloya göre diş yaşına dönüştürülür. Bu yöntem de Nolla yöntemi gibi 15 yaş sonuna kadar kullanılabilmektedir (105). Üçüncü azılar, gelişme ve sürme sürecindeki en son dişlerdir. Diğer kalıcı dişler 14 yaşına kadar gelişimini tamamlarken üçüncü büyük azı dişleri 22 yaşına kadar olgunlaşır. Bu nedenle daha ileri yaşlar için yaş tayini amacıyla; Demirjian 3. molar gelişim evreleri geliştirilmiştir (106).



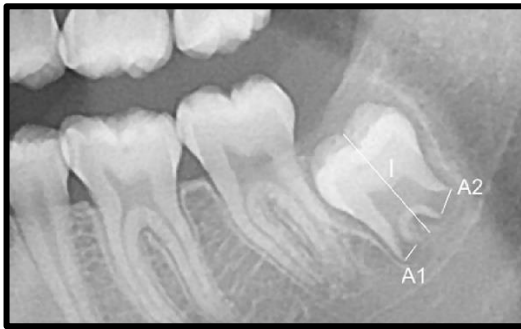
Şekil 22. Demirjian metoduna göre 3. molar gelişim evreleri (106)

- *Cameriere (Açık Apex Metodu) (2006)*; Yöntemde alt çene sol bölgede yer alan 7 adet daimî dişin apekslerinin metrik ölçümleri panoramik film üzerinde yapılmış ve çoklu regresyon formülleri oluşturulmuştur. Radyografideki olası magnifikasyon ve açılama farklılıkları göz önünde tutularak, açık apeks ölçümü, diş uzunluğuna bölünmüş ve elde edilen oran ile yaş arasındaki ilişki belirlenmiştir (107).



Şekil 23. Cameriere yöntemine göre diş yaşı hesaplanması (107) - 6,8 yaşındaki bir kız çocuğunun Cameriere yöntemiyle diş yaşı hesaplaması için diş uzunluğu ve açık apeks ölçümleri (104)

- *Cameriere (3. Molar Maturasyon İndeksi Metodu) (2008)*; Bu yöntemde 3. molar dişin gömülülük durumunun bir önemi yoktur. Ölçüm yapılması nedeniyle dişin malforme olmaması önemlidir. Üçüncü molar diş için yapılan ölçümlerde panoramik radyografik görüntüde A8/L8 (8. dişin, kök apikal açıklık toplamı / diş boyu) oranı hesaplanmıştır. Cameriere bu yöntem sayesinde, kişide 18 yaşından büyük veya 18 yaşından küçük şeklinde bir ayrıma gidilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca Cameriere bu yöntemin Demirjian'ın evreleme sistemine göre daha ayırt edici olduğunu da göstermiştir (108).



Şekil 24. Cameriere 3. molar maturasyon indeksi metodundaki ölçümler (109).

- *Alqahtani Metodu (2010)*; Londra Atlası olarak bilinen bu atlas yaş tahmininde kullanılan atlas yöntemine yeni bir örnektir. Tekrarlanabilir ve basit olması nedeniyle avantajlı bir yöntem olarak kabul edilmektedir (110,111).

- [https://www.qmul.ac.uk/dentistry/media/dentistry/images/atlas/atlas\\_of\\_tooth\\_development\\_in\\_English.pdf](https://www.qmul.ac.uk/dentistry/media/dentistry/images/atlas/atlas_of_tooth_development_in_English.pdf)

- *Karadayı - Afşin ve ark. (2012)*; Türk çocukları ve genç yetişkinler için diş çizelgesinin diş gelişimi ve erüpsiyonuna göre gelişim atlası çalışmasında, toplam 753 dijital panoramik radyografi değerlendirildi. Daimî dişler Demirjian yöntemine göre, patlama evresi Alqahtani Metodunda 4 noktada değiştirilen Bengston sistemi ile değerlendirildi. Sunulan diş çizelgelerinin özellikle kitlesel ölümlerde yaş tanımlanmasında yararlı olabileceği belirtilmiştir (112,113).

- <https://synapse.koreamed.org/upload/synapseData/ArticleImage/2080isd/isd-44-103-g003-1.jpg>

- <https://synapse.koreamed.org/upload/synapseData/ArticleImage/2080isd/isd-44-103-g004-1.jpg>

**MR ile yaş tayini;** Klavikula, diz, omuz MR'ının yaşayan olgularda yaş tayininde kullanılabileceğini belirten çok sayıda çalışma yapılmıştır (114). MR'ın non-invaziv ve non-iyonize bir yöntem olması nedeniyle avantaj sağladığı, ancak daha büyük gruplarda yapılmış çalışmalara gereksinim olduğu ve diğer yaş tayin yöntemleriyle kombine biçimde kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Uluslararası Olimpiyat Komitesi 2010 yılında sporcularda yaş tayini için MR kullanılmasını önerdiğini açıklamıştır. Yapılan bazı çalışmalarda Greulich-Pyle (GP) ve Tanner-Whitehouse (TW2) metotlarının MR'la da değerlendirilmesinin mümkün olduğu, ayrıca el bilek MR'ı ile saptanan yaşın adli tıbbi amaçla kullanılabileceği belirtilmektedir (115,116). Almanya'da 9-25 yaşları arasındaki 263 kişiyle yapılan bir çalışmada el-bilek MR görüntüleri incelenmiştir. 18 yaş sınırının değerlendirilmesinde %85'ten fazlasında doğru tahmin yapılabildiği, dolayısıyla bu yöntemin 18 yaş sınırının değerlendirilmesinde yararlı olabileceği bulunmuştur (117). Tüm bunlarla birlikte kolay ulaşılabilir olmaması, pahalı olması MR'ı diğer yöntemlere göre dezavantajlı kılmaktadır (118).

**USG ile yaş tayini;** Çocuklar erişkinlere göre radyasyona karşı daha duyarlıdırlar. Bu sebeple radyasyon içermeyen metotların oluşturulması özellikle bu yaş grubu için önem arz etmektedir (119). Ultrasonografi hızla gelişen ve avantajlı bir metot olması, çabuk sonuç alınabilmesi, düşük maliyetli olması, eş zamanlı olarak karşı taraf ile de karşılaştırılabilecek görüntüler sunması ve birden fazla plandan görüntü elde edilebilmesi gibi avantajlarıyla yaş tayini açısından epifiz değerlendirilmesinde kullanılabilir. USG ile medial klavikula, dirsek, el-bilek, iliak krest, femoral baş gibi birçok bölgenin yaş tayini açısından değerlendirilmesiyle ilgi çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Schulz ve arkadaşları tarafından 2008 yılında yapılan bir çalışmada; yaş tayini amacıyla sağ klavikula medial ucunu 4 evreli klasik evrelendirme ile değerlendirilmiş, evre 4'ün erkeklerde ilk olarak 22,9 yaşında kızlarda ise 22,5 yaşında olduğu saptanmıştır. Adli yaş tayininde bu metodun kullanılabileceği belirtilmiştir (120). Yine Schulz ve arkadaşlarının 2014 yılında 10-25 yaş aralığında 309 erkek, 307 kadın sağlıklı gönüllüde ultrason ile olekranon'un kemikleşme merkezlerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; Olekranon'un epifizyal gelişimi dört aşamaya bölünmüş, epifiz ve diafizel füzyon tamamlanmış kabul edildiği evre 4, erkeklerde en erken 13,7 yaşında, kadınlarda en erken 12,3 yaşında görüldüğü bildirilmiştir. USG'nin avantajlarının yanında, uygulayıcıdan etkilenmesi, objektif olmaması gibi kısıtlılıklarının da bulunduğu, bu sebeple ultrasonografik değerlendirme yapılırken birbirinden bağımsız en az iki kişi tarafından inceleme yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (121).

#### **2.3.3.3. Yetişkin Çağda Yaş Tayininde Kullanılan Radyolojik Yöntemler;**

Klavikula medial başı epifizinin değerlendirilmesiyle, kadınlarda 23, erkeklerde 24 yaşa kadar yıl bazlı değerlendirme yapılabilmektedir. Sonraki yıllar için 5 yıldan daha az bir yaş tahmin aralığı verilmesi genelde mümkün olmamaktadır. Bu durum, ileri yaş adli vakaları çözüme ulaştıramadığından, klavikula medial başı epifiz kapandıktan sonra radyolojik yaş tayini yoluna gidilmesinin pratikte pek katkısı olmadığı söylenmektedir. Bununla birlikte ileri yaşlar için elde edilen bazı veriler şu şekildedir:

*Lateral sakrokoksigeal grafi;* Son koksigeal elementin diğerleri ile füzyonu 25-40 yaş arası, sakrum ile koksiks arasındaki füzyon ise 40 yaş sonrası görülür.

*Lateral sternum grafisi;* Korpus-ksifoid füzyonu 40 yaş, manubrium-korpus füzyonu 50 yaş civarında başlar.

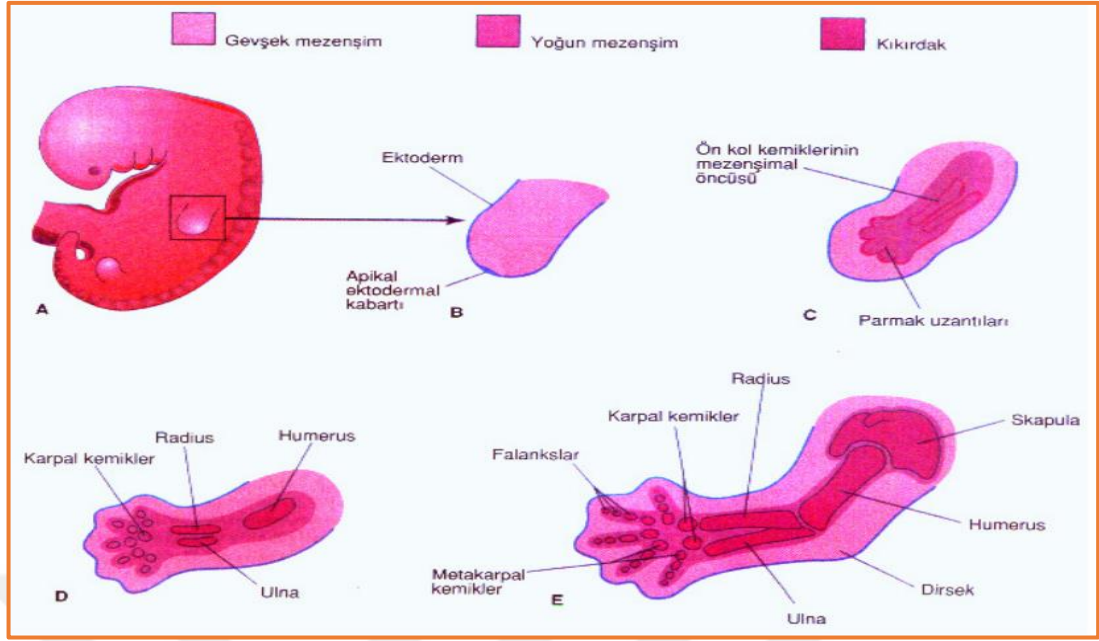
*Toraks grafisi;* Kostal kartilaj ossifikasyonu ve vertebra korpuslarında osteofit oluşumları genelde 50 yaş sonrası belirginleşir. Ancak bu bulguların ilk çıkışı, daha erken veya daha geç yaşlarda da olabilir. Bu nedenle, ancak 10 yıllık bir yaş aralığı tahmini için fikir verebileceği söylenmektedir (101).

#### **2.4. El ve El Bileğinin Embriyolojik Gelişim Süreci ve Anatomisi**

Embriyonik gelişmenin 4. haftasının sonlarında, apikal ektodem sırtı (AER: Apical Ectodermal Ridge) oluşur. AER'ye komşu olan mezenşim, farklılaşmamış hücre grupları halinde kalırken, AER'ye uzak bölgelerdeki mezenşim kıkırdak ve kas dokusuna farklılaşmaktadır. Ekstremiteler böylece proksimalden distale doğru gelişir (122).

Kemiklerin şekillenme sürecine osteogenezis (kemikleşme) denilmektedir. Kemikleşme intramembranöz ve endokondral olmak üzere iki yolla gerçekleşir. Mezenşimal dokunun direkt mineralize olarak kemikleşmesine intramembranöz kemikleşme denirken, öncelikle kıkırdak dokusunun oluşup, sonrasında mineralizasyon gerçekleşmesine endokondral kemikleşme denilmektedir. Yassı kemiklerin oluşumunda, kısa kemiklerin gelişmesinde ve uzun kemiklerin enine büyümesinde intramembranöz kemikleşme görülmektedir (123). Hem intramembranöz hem endokondral kemikleşmede, ilk gelişen kemik primer kemik dokusu (olgunlaşmamış, örgümsü) olup, zaman içerisinde yerini sekonder kemik dokusuna (olgun, lamellar) bırakır. Kemik gelişimi döneminde primer kemik, sekonder kemik ve rezorpsiyon alanları yan yana görülürler. Yetişkinlerde primer kemik dokusu; kafatası yassı kemiklerinin eklem yerlerinde, diş alveollerinde ve tendonların kemiklere giriş yerlerinde bulunur (124).





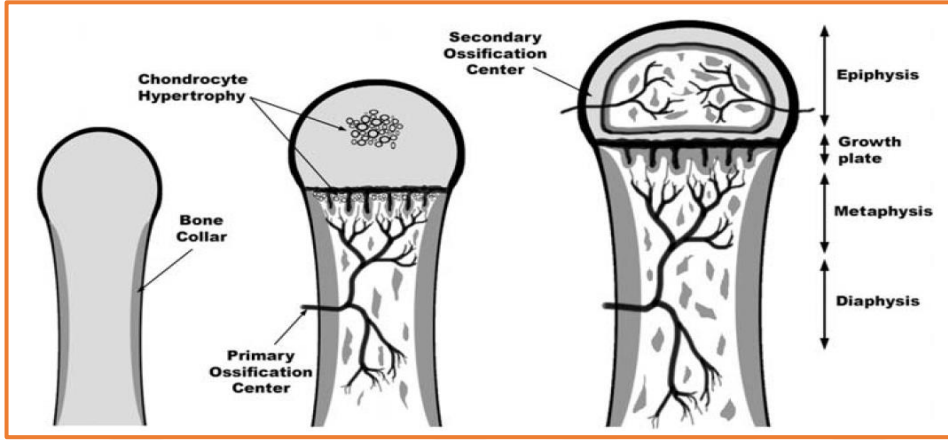
Şekil 25. Üst ekstremité embriyolojik gelişim aşamaları (125)

Birincil kemikleşme merkezi (*primary ossification center*) ve ikincil kemikleşme merkeziyle (*secondary ossification center*), primer kemik dokusu (olgunlaşmamış, örgümsü) ve sekonder kemik dokusunu (olgun, lamellar) karıştırmamak gerekir.

Birincil kemikleşme merkezi doğum öncesi her kemiğin orta kısmında ortaya çıkar. Uzun kemiklerde birincil merkezler diyafizde, düzensiz kemiklerde ise birincil merkezler genellikle kemiğin gövdesinde oluşur. Kalça kemikleri, omur kemikleri ve skapula gibi bazı düzensiz kemiklerin birden fazla birincil kemikleşme merkezi vardır. Ancak klavikula hariç tüm uzun kemiklerin, yalnızca bir adet birincil kemikleşme merkezi vardır. Yalnızca klavikulanın, uzun kemik sayılmasına rağmen iki adet birincil kemikleşme merkezi bulunmaktadır. Klavikulanın lateral ucu intramembranöz kemikleşmeyle, medial ucu ise endokondral kemikleşmeyle oluşur. Klavikula aynı zamanda ilk kemikleşmeye başlayan (*gebeliğin 5-6. haftalarında*) ve kemikleşmesi en son tamamlanan (*21-25 yaşlarında*) kemiktir (126).

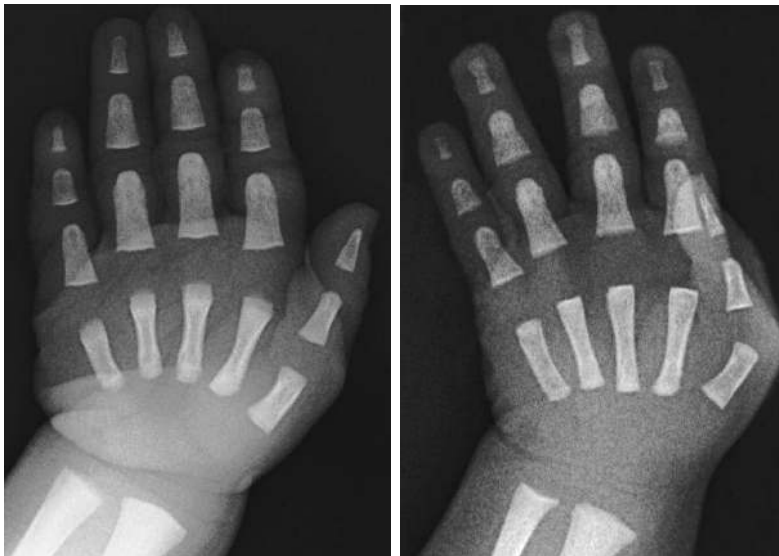
İkincil kemikleşme merkezleri, doğumdan sonra meydana gelmektedir. Uzun kemiklerde, ikincil kemikleşme merkezleri epifizlerde görülmektedir. Epifiz plakları uzun kemiklerin her iki ucunda bulunurken, parmaklar gibi daha küçük kemiklerde sadece bir ucunda bulunur. Kalsifiye olmuş matriksin, kemik ile yer değiştirdiği bölgeye, yani diafizin epifize komşu olan aktif bölümüne metafiz (*metaphysis*) ismi verilmektedir. Özellikle çocukların ve yenidoğanların metafizinde metabolizma çok

yüksektir. Metafizdeki hücreler kemiklerin uzunlamasına büyümesinde önemli rol oynamaktadır (127).



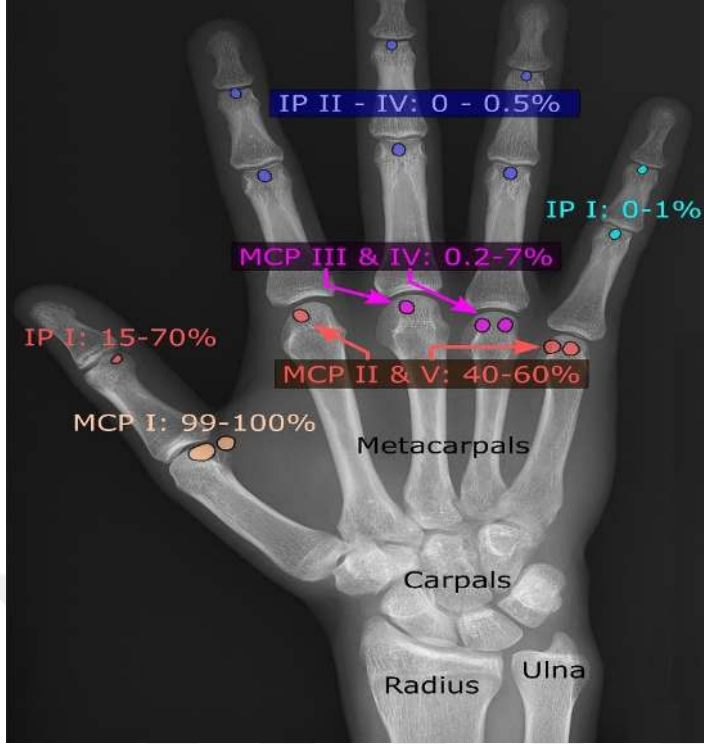
Şekil 26. Endokondral kemik oluşumunun şematik gösterimi (18)

Her bebek, el ve el bileğinde 19 ayrı kemikle dünyaya gelmektedir. Bu kemiklerin tamamını uzun kemik yapısındaki falankslar ve metakarpaller oluşturmaktadır. İlerleyen dönemlerde, 19 el kemiğine 8 adet el bilek kemiği (karpaller) eklenerek 27 adet kemik, ossa manusu oluşturur (126). Bunun yanında radius ve ulna distali de el-bilek kemiklerinden sayılabilir. Ayrıca kızlarda 11, erkeklerde 13 yaş civarında, birinci metakarpalin distal ucu komşuluğunda sesamoid kemik X-ray’de görülmeye başlar (127). O da eklenecek olursa karşılaştırmalı kemik yaşı tayini genellikle 30 kemik üzerinden değerlendirilir. Bununla beraber, elde 1. metakarpalin distal ucu komşuluğunda sesamoid kemik haricinde başka sesamoid kemiklerde olabilmektedir.



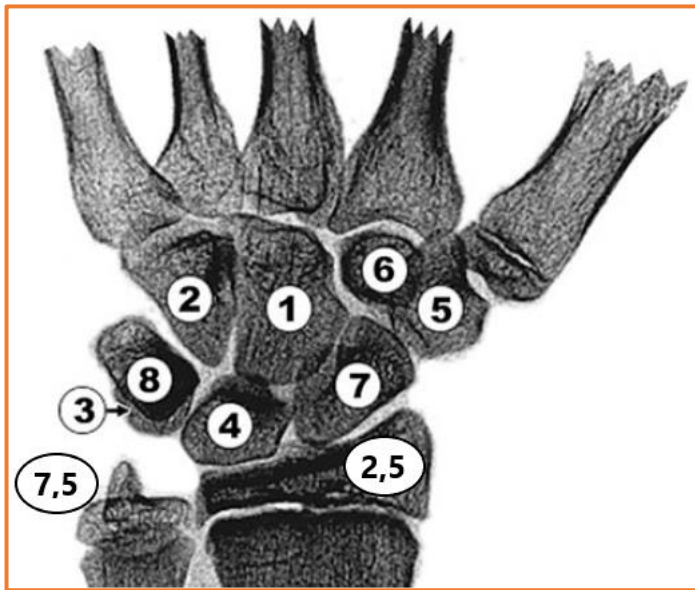
Şekil 27. Yenidoğan el-bilek röntgen görüntüsü, sırasıyla erkek ve kız (128)





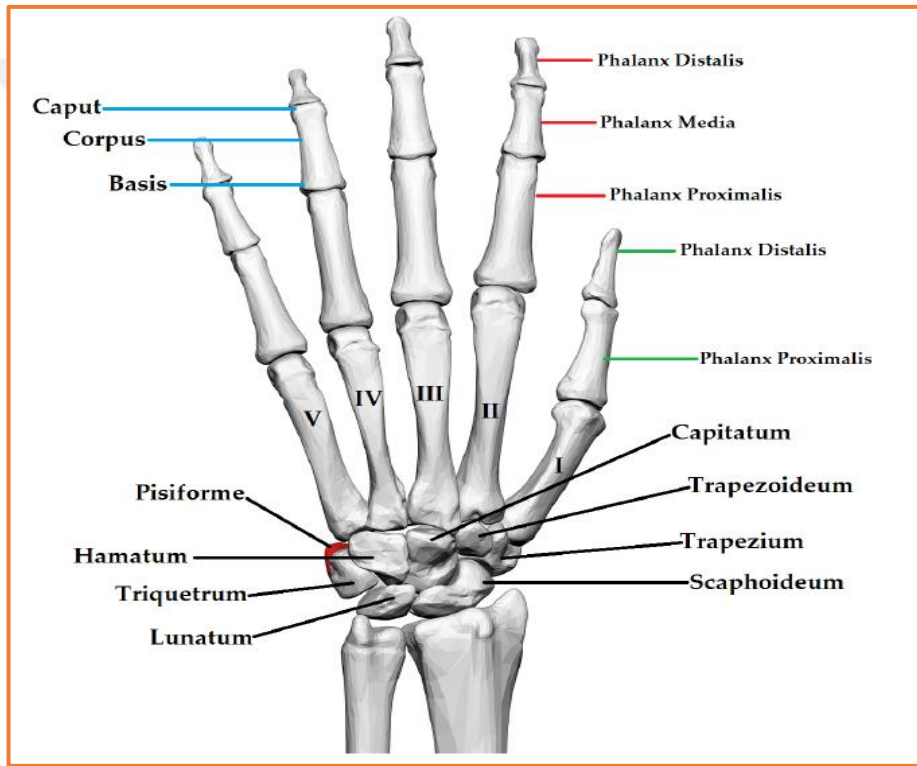
Şekil 28. Eldeki sesamoid kemiklerin konumları ve bulunma yüzdeleri (129)

El bileği kemikleri (karpal kemikler) gelişim sırasına göre şöyle sıralanabilir; 1-capitatum, 2-hamatum, 3-triquetrum, 4-lunatum, 5-trapezium, 6-trapezoideum, 7-scaphoideum (naviculare), 8-pisiforme. Ayrıca radiusun distal epifizi triquetrumdan önce, ulnanın distal epifizi ise pisiformdan önce gelişmeye (kalsifiye olmaya) başlar (18). Akılda kalıcı olması açısından 2,5-radius distal epiphysis, 7,5-ulna distal epiphysis şeklinde bir sıralama yapılabilir.



Şekil 29. Gelişim sırasına göre karpal kemikler ve Radius Ulna distal epifizi (18)

Metakarpal kemikler; caput, corpus ve basis olarak 3 kısımdan oluşur. Metakarpal kemiklerin proksimal kısmı karpal kemiklerle; distal kısmı ise falankslarla eklem yapar. Falankslar da basis, corpus ve caput kısımlarından oluşur. Metakarpal kemiklerle eklem yapan falankslara “phalanx proximalis”, en uçta bulunan falankslara “phalanx distalis” ve ortadaki falankslara “phalanx media” denilmektedir. Baş parmakta phalanx media bulunmaz, sadece iki phalanx bulunur. Ayrıca birinci metakarp hariç diğer metakarpallerin epifizi distalde bulunurken, birinci metakarpal kemiğin epifizi (falankslara benzer şekilde) proksimal ucunda görülür. Bu nedenle bazı kaynaklar, 1. metakarpal kemiği falanks olarak kabul ederler (130).



Şekil 30. El-bilek kemikleri

## 2.5. Kemik Gelişimini Etkileyen Hastalıklar ve Durumlar

Birçok hastalık kemik gelişimi yavaşlatır ve bu da yaşın daha küçük hesaplanmasına neden olabilir. Bunun yanında kemik gelişimi hızlandıran hastalıklardan birisine sahip bir kişinin yaşı da olduğundan fazla hesaplanabilir.

- Kemik yaşının, kronolojik yaşa göre ileri oluşu hemen daima hormonal bozukluk sonucudur. Örnek olarak; *idiopatik erken puberte*, *adrenogenital sendrom*, *over tümörleri*, *hipotalamus tümörleri*, *McCuneAlbright sendromu* verilebilir (27).

- Kemik yaşının geri kalmasına çok daha sık olarak rastlanır. Kemik gelişmesinde gerilik fazla ise öncelikle tiroid hormonu eksikliği (*hipotiroidi*) düşünülmelidir. Bunun dışında; *büyüme hormonu eksikliği, gonadal disgenezi, down sendromu, malnutrisyon, kronik ağır hastalıklar, psikososyal mahrumiyet* vb. nedenler olabileceği gibi, kemik yaşının kronolojik yaşın gerisinde kalması, *idiopatik* de olabilmektedir (27).
- Gebelik ve emzirme gibi durumların da kemik yaşını ilerlettiği unutulmamalıdır (131). Ülkemizde yapılan bir çalışmada; 15 yaş ve daha küçük yaşta gebelik geçirmiş ve/veya doğum yapmış 66 olgunun kemik yaşı, takvim yaşından %83 oranında büyük çıkmıştır (132).
- Şişman çocukların, normal kilodaki çocuklara göre daha erken puberteye girdikleri bilinse de obezitenin kemik yaşını ilerlettiğine dair yeterli çalışma bulunmamaktadır. Genel olarak, 12 yaşına kadar olan obezitenin kemik yaşını ilerletebileceği, bu yaştan sonraki yaş gruplarında, obezitenin kemik yaşına etkisinin olmayacağı ifade edilmektedir (133,134).
- Yapılan çalışmalarda, Tip 1 diyabet hastalığıyla, kemik yaşı arasında genel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. 2009 yılında 496 tip 1 diyabetli çocukla yapılan bir çalışmada, kronolojik yaşla kemik yaşı arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir (135). 2010 yılında, 1788 tip 1 diyabetli çocuk ve adölesanlarda yapılan bir çalışmada; kemik yaşı, kronolojik yaştan 0,3-1,1 yıl daha geri bulunduğu, ancak saptanan geriliğin Greulich-Pyle yöntemine göre normal aralıkta yer aldığı belirtilmiştir. Bunun yanında, HbA1c düzeyleri yüksek ve kötü glisemik kontrolü olan olguların kemik yaşı anlamlı şekilde geri saptanmıştır (136).

## 2.6. Yaş Tayininde Kullanılan Atlaslar ve Yöntemler

### 2.6.1. Greulich-Pyle (GP) Atlası

1931-1942 yılları arası, pediatrik endokrinolog William Walter Greulich ve Sarah Idell Pyle'a sevk edilen 999 çocuk hastanın el-bilek radyografilerine dayanılarak oluşturulmuştur. Bu çocuklar Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşayan üst orta sınıf Kafkasya kökenli (beyaz) çocuklardan oluşmaktaydı. Atlasın temel kullanımı, kemik yaşı bakılan çocuğun el-bilek radyografisi ile atlasta yaşlara göre ayrılmış referans

görüntülerden hangisiyle en çok benzeştiği üzerine kurulmuştur. Bu yöntemin hızlı, değerlendirmesinin kolay olması ve bütüncül yaklaşım sağlaması GP'yi radyologlar ve klinisyenler arasında en popüler atlas yapmıştır (13). GP atlasının, modern popülasyonlardaki ortalama kronolojik yaşla hala iyi bir uyum içinde olduğunu ifade eden güncel çalışmalar mevcuttur (137) Greulich-Pyle atlasında yaş aralıklarının standart sapması 0,6-1,1 yıl olarak belirlenmiştir (138).

Türkiye'nin güney kesiminde yaşayan 10-18 yaş arası çocukların el-bilek radyografilerinin, GP atlasıyla karşılaştırılmasına dayalı yapılan bir çalışmada; kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kemik yaşı erkeklerde 10-15 yaşlarında önemli ölçüde geride bulunurken, kız çocuklarında ise 10-18 yaşlarında (tüm yaşlarda) olduğundan fazla tahmin edilmiştir (139).

Günümüzde, Greulich-Pyle ile yapıldığı söylenilen birçok çalışmanın, aslında GP'nin dijitalize edilmiş ve geliştirilmiş versiyonu olan, Gaskin, Kahn ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yayınlan "*Digital Bone Age Companion - DBAC, Oxford University Press, New York*" kitabıyla yapıldığı bilinmektedir (140).

*Girdany-Golden*: Pakistan'da omuz-kalça, el bileği-diz, el-ayak, vertebra, sakrum-koksiks, kosta-klavikulanın yaş tayininde birlikte değerlendirildiği yerel bir yöntemdir. Çalışmalar, GP ve GG yöntemlerinin birlikte kullanımının ek yarar sağlamadığını belirtmektedir (141,142).

### **2.6.2. Tanner-Whitehouse (TW) Atlası**

1950 ve 1960'larda ortalama sosyo-ekonomik sınıftan gelen İngiliz çocuklarından elde edilen 2600 radyografa dayanarak oluşturulmuştur. 1983'te TW2 olarak, 2001'de TW3 olarak güncellenmiştir (143). TW yöntemi, içerisinde radius ve ulna distal epifizleri, karpal kemikler, 1. 3. 5. metakarpal kemiklerle parmak kemik epifizleri dahil olmak üzere sol elin 20 kemiğine gelişimlerine göre ayrı ayrı puanlar tayin ederek skorlanması ile oluşturulmuş bir kemik yaşı tayini yöntemidir (5). "TW2 RUS (Radius - ulna - short bone), TW2 20 Bone, TW3 RUS, TW3 Carpal" gibi skorlama sistemleri oluşturulmuştur. RUS skorunda, 7 karpal kemik dahil edilmediği için 13 epifiz bölgesi üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Literatürde RUS skoru değerlendirilerek yapılan yaş tayininin daha güvenilir olduğu bildirilmektedir (144). TW yönteminin GP yöntemine kıyasla daha objektif olduğu ve yüksek

The figure consists of two parts. On the left is a grayscale lateral radiograph of a human hand and wrist. Various bones are labeled with blue text and small blue arrows pointing to them: PDI (Proximal Distal I), PDS (Proximal Distal S), PPV (Proximal Proximal V), BCI (Base Carpal II), ULR (Ulnar Lateral Radius), and others. A red box highlights the proximal carpal row area. A red arrow points from this box to a larger, more detailed CT scan image on the right, which shows a cross-section of the wrist joint.

### 2.6.3. Gök Atlası

Gök atlasında yaşlara göre, radyolojik yöntemlerle değerlendirilmesi gereken bölgeler şöyledir;

- 46

Bu yöntemde, özellikle iyonize radyasyona en duyarlı dönem olan çocukluk döneminde, bir el-bilek röntgeniyle kıyaslandığında ileri düzey bir iyonize radyasyon maruziyeti söz konusudur.

Gaziantep, Elâzığ, Aydın, Bursa ve Düzce’de bulunan üniversitelerin Adli Tıp Anabilim Dallarına, 1998-2005 yılları arasında başvuran 587 olgunun, Gök atlasına göre kemik yaşının değerlendirildiği bir çalışmada; 13-22 yaş grubu için, kemik yaşı %79,8 ile kronolojik yaştan daha yüksek, %9,6 ile daha düşük ve %10,6 ile kemik yaşı kronolojik yaşa eşdeğer bulunmuştur (152).

#### **2.6.4. Thiemann-Nitz Atlası**

Thiemann-Nitz atlas yöntemi 1977 yılına yakın zamanlarda Almanya’da yapılan çok sayıdaki çalışmaya dayandırılmıştır. Atlasın 1986, 1991 ve 2006 yıllarında 3 baskısı yayınlanmıştır. Yöntem 2006 tarihli son baskısında güncelleştirilmiş ve adli tıp uygulamaları için uyarlanmıştır. Bu yöntem de Greulich Pyle gibi; olgunun el-bilek röntgen görüntüsünün yaşlara göre oluşturulmuş referans grafiplerle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Almanca konuşulan ülkelerde Greulich Pyle yöntemine göre daha sık kullanıldığı söylenmektedir. Thiemann-Nitz yönteminin yaş aralığı açısından standart sapması 0.2-1.2 yıl olarak belirlenmiştir (153).

#### **2.6.5. Gaskin Kahn ve Ark. El-Bilek İskeleti Gelişim Atlası**

2011 yılında basılmış bu atlas (*Digital Bone Age Companion - DBAC, Oxford University Press, New York*) kemik yaşıyla ilgili en güncel kitaplardan bir tanesidir. Greulich-Pyle atlasına dayalı olarak oluşturulmuştur. Bu atlastaki referans görseller, GP atlasının dijital olarak ayarlanması ve genel iskelet yaşını daha iyi temsil etmesi adına, bazı kemik gelişim varyasyonlarının düzenlenmesiyle oluşturulmuştur. Böylece her görüntüdeki el ve bilek kemiğinin gelişimsel özellikleri GP standartlarıyla uygun şekilde eşleşir. Ayrıca atlasta yaşlar arası geçişlerde dikkat edilmesi gereken hususlar çizimlerle açıklanmıştır (128). 2017 yılında yapılan bir çalışmada bu atlas (DBAC) ile GP atlası karşılaştırılmıştır. Her iki atlas arasında kemik yaşı yorumu açısından bir fark bulunmazken, DBAC elektronik iş akışına entegre edildiğinde, yorumlama ve rapor süresi yönünde çok daha hızlı olduğu ve klinisyenlere zaman kazandırdığı belirtilmiştir (140).

#### 2.6.6. Kemik Yaşı Atlası (Yekeler Atlası)

2019 yılında basılmış 0-24 yaş grubu Türk popülasyonunun kemik yaşı standartlarını içeren bir atlasıdır. Atlas yaş ve cinsiyete göre ayrılmış; el, dirsek, humerus ve pelvis radyografilerinin yanı sıra, klavikula BT görüntülerini de içermektedir. Toplamda 25 bin civarı görüntü incelenmiş, ayrıca her iki cinsiyet için her bir yaş başlangıç dönemini içeren en az 50 olgu değerlendirilerek yaş başlangıçlarına ait kemik yaşı standartları oluşturulmuştur. Bunun yanında, her bir anatomik bölgenin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmıştır. Atlasın giriş kısmında hangi bölgenin hangi yaş aralığında değerlendirilebileceği ve hangi yaş aralıklarında en fazla ne kadar sürelik bir varyasyon olabileceği yer almaktadır (101).

| <i>Bölge</i> | <i>Kadın</i> | <i>Erkek</i> | <i>Varyasyon süresi</i> |       |
|--------------|--------------|--------------|-------------------------|-------|
| El           | 0-16         | 0-18         | 0-1 yaş                 | 3 ay  |
| Dirsek       | 8-14         | 8-15         | 1-3 yaş                 | 6 ay  |
| Humerus      | 15-18        | 16-19        | 3-6 yaş                 | 9 ay  |
| Pelvis       | 17-22        | 17-22        | 6-12 yaş                | 1 yıl |
| Klavikula    | 18-23        | 19-24        | 12-24 yaş               | 2 yıl |

**Tablo 4.** Yekeler atlasında yer alan, bölgelere göre değerlendirme yaş aralıkları ve normal popülasyonun maksimum varyasyon süreleri (101).

#### 2.6.7. El-Bilek MR'ı ile Yaş Tespiti Atlası

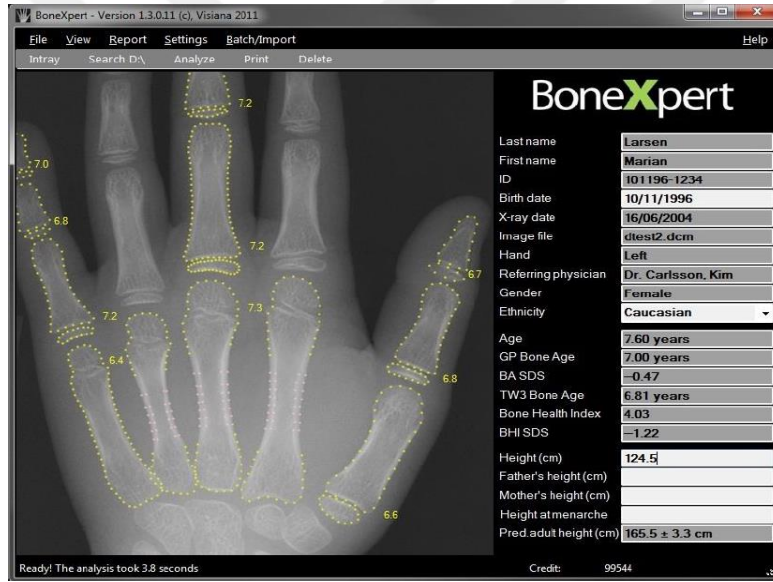
2014 yılında Tomei ve arkadaşları yayınladığı bu atlasta, MR ile el ve el bileğini incelemenin, kemik ve yumuşak doku gibi birçok şeyi değerlendirebildiği için önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca MR ile iskelet yaşı tahmini yönteminin temelini, GP ve TW atlaslarının yöntemlerini birleştirerek oluşturulduğu belirtilmiştir. Bu atlasta, MR görüntüleme sayesinde, yaş tayininin temelini oluşturan kırıldak olgunlaşmasının, diğer kemik atlaslarının aksine gösterilebildiği ve evreleme yapılabilirdiği belirtilmiştir (154).

#### 2.6.8. Bilgisayar Destekli Programlar Aracılığıyla Kemik Yaşı Tayini

Kemik yaşı tayininde kullanılan standart yöntemlerde subjektif değerlendirme yapılması ve deneyim ihtiyacı bu konuda bilgisayar yazılımı kullanımını gündeme getirmiştir. Günümüzde bilgisayar programı, yapay zekâ, derin öğrenme yoluyla kemik yaşı tayini konusunda birçok çalışma yapılmakta ve bu konuda her geçen gün

gelişme kaydedilmektedir (155–157). Adli yaş tayininde bu yöntemin tek başına yeterli olmayacağı bilirse de katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, çok sayıda vakanın hızlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağladığı için, bölgesel kemik yaşı haritaları çıkarılmasına katkı sunabileceği düşünülmektedir (158).

Bu konuda ilk olarak 2008 yılında ortaya çıkan programlardan bir tanesi BoneXpert'dir. BoneXpert'in "geriye dönük uyumluluk" elde etmek için GP ve TW sistemleri ile ortalama oluşturacak şekilde kalibre edilerek hazırlanmış, farklı bir kemik yaşı derecelendirme sistemi olduğu ifade edilmektedir. BoneXpert tıbbi görüntü analizi, istatistik ve makine öğrenimi teknolojilerinden yararlanmaktadır (19,159). El-bilek radyografilerinde incelenen 15 kemik üzerinden geliştirilen yazılımın farklı birçok popülasyonda geçerliliği de yapılmıştır (6,160).



Şekil 32. Bone Expert programı ara yüz örneği

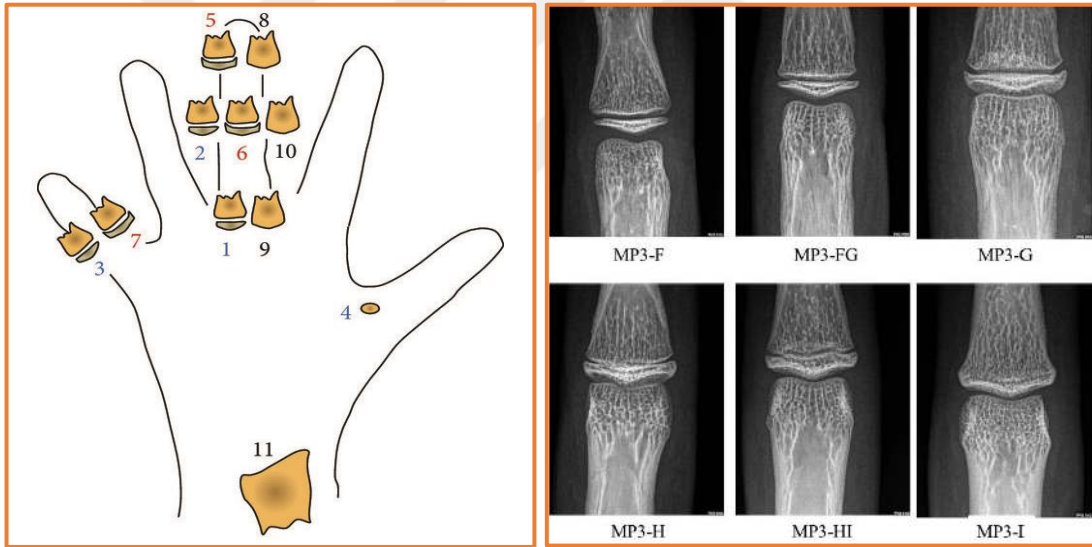
### 2.6.9. Fishman El-Bilek Gelişim Metodu

Fishman 1982 yılında, tüm puberte gelişim dönemini kapsayan, el parmak kemikleri ve Radius distalini içeren 11 temel iskeletsel olgunlaşma indikatörü (SMIs: skeletal maturity indicators) geliştirmiştir. Bu sistemde baş parmak, 3. ve 5. parmaklar ile radius dahil olmak üzere, tüm adölesan gelişimin takip edilebileceği 6 anatomik bölge incelenmektedir (161). Daha çok diş hekimleri tarafından pubertal büyüme atılım zamanlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.



Fishman yönteminde öncelikle adduktor sesamoid kemik oluşumuna bakılmaktadır. Eğer oluşmamışsa 3. ve 5. parmak epifizleri üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Eğer adduktor sesamoid kemik oluşmuşsa; 3. parmak distal falanks füzyonuna göre değerlendirme yapılır. Füzyon yoksa, yine 3. ve 5. parmak epifizlerinin gelişimine göre yaş değerlendirmesi yapılırken, 3. parmak distal falanksta füzyon olması halinde; 3. parmak diğer epifizler ve radius epifizine dikkate alınmaktadır (161).

Ayrıca bu yönteme benzer bir şekilde, sadece orta parmağın orta ekleminin (MP3; 3. parmak mid-falanks) görüntülenmesiyle, pubertal büyüme atağı değerlendirmesine bağlı kemik yaşı tahmini yapılabilmektedir. MP3 görüntülemesinin, diş hekimi muayenahanelerinde bulunan geleneksel ağız içi radyografi cihazı (RVG) kullanılarak, çok daha düşük iyonize radyasyon dozuyla ve çok daha pratik bir şekilde yapılabileceği belirtilmiştir (162).



Şekil 33. Fishman yönteminde kullanılan anatomik bölgeler ve bu bölgelerdeki kemik gelişim aşamaları (163) - Orta parmağın orta ekleminin (MP3; 3. parmak mid-falanks) kemik gelişim aşamaları (162)

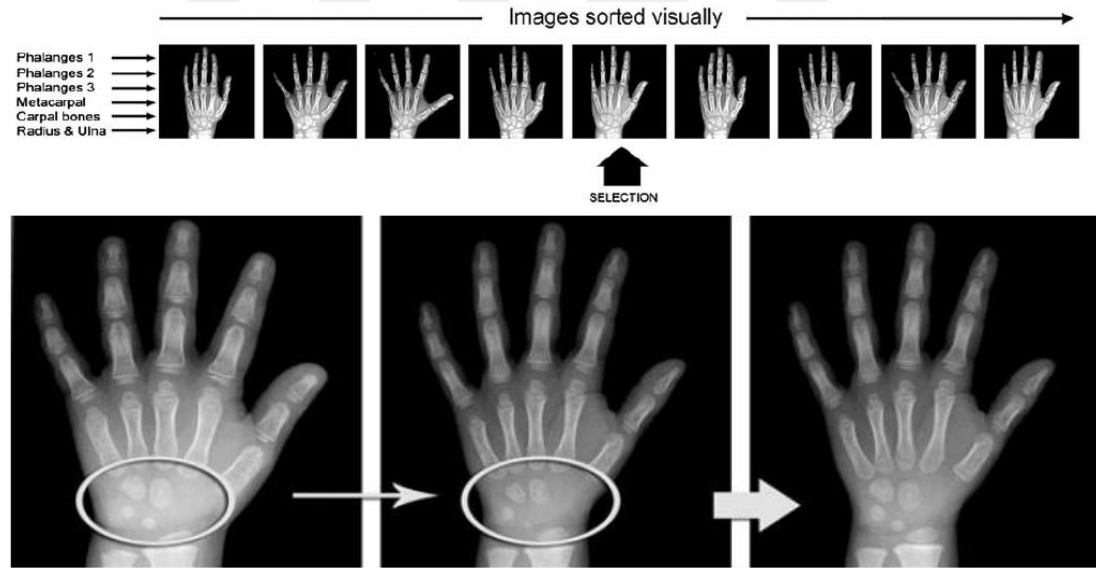
#### 2.6.10. Fels Yöntemi

Fels yöntemi ilk olarak 1988 yılında, Roche ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, 1928 ile 1974 yılları arasında doğan, Kuzey Amerikalı, 355 erkek ve 322 kız çocuğunun, 1 aydan 22 yaşına kadar çekilen sol el-bilek radyografilerinin izlemiyle oluşturulmuştur. Uzun süreli bir kohort çalışmasına dayanan bu yöntemde; el ve el bileğinin uygun kemiklerinin hem olgunlaşma

seviyeleri hem de ölçülen epifiz ve diyafiz çapları puanlanarak bu puanların bilgisayar programına girilmesiyle kemik yaşı tayini yapılabilmektedir (164–166).

#### 2.6.11. Gilsanz Ratib (GR) Atlası

GR atlası, Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşayan 522 sağlıklı beyaz çocuğun el-bilek radyografileri çekilerek oluşturulmuştur. GP atlası gibi içinde yaşlara ve cinsiyete göre ayrılmış referans el-bilek görselleri bulunan atlas ilk baskısını 2005, ikinci baskısını 2012 yılında yapmıştır (18,20). Referans görseller, gerçek el bileği radyografilerinin 6 farklı kemikleşme noktasına göre ayrı ayrı sıralanması ve bunların dijital ortamda birleştirilmesiyle yapay olarak oluşturulmuş ve idealize edilmiştir (18). En ortalama görseli elde etmek adına, yöntem olarak; her yaş grubundan 9 adet el-bilek röntgen görüntüsü 6 adet anatomik bölgenin (*proksimal, orta ve distal falankslar, metakarpallar, karpal kemikler, radius ve ulna distali*) kemik gelişim sırasına göre sıralanmıştır. 6 kez yapılan bu sıralamadan en ortadaki grafi seçilmiştir ve bu grafi dijital ortamda kaynaştırılarak düzenlenmiştir (18).



Şekil 34. GR Atlası, referans görüntü belirleme yöntemi

Standartların ve tekniğin doğrulanması için her iki cinsiyetten toplam 200 sağlıklı beyaz çocuğun sol el grafileri, çift kör bir incelemeyle, iki deneyimli radyolog tarafından Greulich Pyle yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. GR ve GP atlasları arasında kemik yaşıyla kronolojik yaş farkı açısından istatistiksel bir fark gözlenmediği, ayrıca güçlü ilişkiler olduğu vurgulanmıştır (18).

2012 yılında yayınlanan GR'nin ikinci baskısında, referans görsellerde herhangi bir değişikliğe gidilmemiş, kız çocuk referans görsellerindeki 24 aylık (2 yaş) ile 28 aylıkta yapılan yanlışlık düzeltilmiştir (18,20).

GR atlasıyla yapılan bazı çalışma sonuçlarında: GP atlasının da GR atlasının da oldukça tutarlı atlaslar olduğu, GR atlasının dijital kullanım imkânı vermesi ve görüntü kalitesi nedeniyle güvenle kullanılabileceği (21), GR atlasının GP atlasına benzer performans gösterdiği ve onun yerine geçmek için uygun olabileceği (22), GR'nin 10-13 yaş arası erkek çocuklarda önerilmediği (23), Kız çocuklarda yaştan fazla tahmin edilmesinden dolayı GR'nin adli yaş tespitinde sınırlı ölçüde kullanımının olabileceği (24), belirtilmiştir.

GR atlası da diğer atlaslar gibi, öncelikle çocuklardaki iskelet olgunlaşmasını ve gelişim süreçlerini daha iyi takip edebilmek amacıyla oluşturulmuştur. GR atlasının yaygın kullanımındaki en önemli etken, referans görsellerinin kolay ulaşılabilir olmasıdır. Türkiye'de görev yapan birçok klinisyen de çocuklardaki kemik yaşı değerlendirmelerinde GR atlasının referans görsellerini kullanmaktadır (25,26).

Tanner ve arkadaşları 1975 yılında, yetişkinlikte ulaşılabilecek tahmini boy hesabını yapan bir formül geliştirmiştir (167);

$$\bullet \text{ Tahmini Son Boy} = [\text{Boy Katsayısı} \times \text{Mevcut Boy (cm)}] + [\text{Yaş Katsayısı} \times \text{Kronolojik Yaş (yıl)}] + [\text{Kemik Yaşı Katsayısı} \times \text{Kemik Yaşı (yıl)}] + \text{Sabit}$$

GR atlasının sonlarına doğru, bu formül ve bu çalışmadan adapte edilmiş katsayılar kullanılarak oluşturulmuş tablolar yer almaktadır (18).

| ERKEKLER  |               |               |                      |       | KIZLAR            |               |               |                      |       |
|-----------|---------------|---------------|----------------------|-------|-------------------|---------------|---------------|----------------------|-------|
| Yaş (yıl) | Boy Katsayısı | Yaş Katsayısı | Kemik Yaşı Katsayısı | Sabit | Yaş (yıl)         | Boy Katsayısı | Yaş Katsayısı | Kemik Yaşı Katsayısı | Sabit |
| 4-7       | 1.20          | -7.3          | 0                    | 82    | <b>Premenarş</b>  |               |               |                      |       |
| 8.0       | 1.22          | -7.2          | -0.4                 | 82    | 4-5               | 0.95          | -6.5          | 0                    | 93    |
| 8.5       | 1.23          | -7.0          | -0.7                 | 82    | 6.0               | 0.95          | -6.0          | -0.4                 | 93    |
| 9.0       | 1.22          | -6.8          | -0.8                 | 82    | 6.5               | 0.95          | -5.5          | -0.8                 | 93    |
| 9.5       | 1.21          | -6.5          | -0.8                 | 82    | 7.0               | 0.94          | -5.1          | -1.0                 | 94    |
| 10.0      | 1.20          | -6.2          | -1.0                 | 83    | 7.5               | 0.93          | -4.7          | -1.1                 | 94    |
| 10.5      | 1.19          | -5.9          | -1.2                 | 84    | 8.0               | 0.92          | -4.4          | -1.5                 | 95    |
| 11.0      | 1.16          | -5.5          | -1.6                 | 89    | 8.5               | 0.92          | -4.0          | -1.9                 | 96    |
| 11.5      | 1.13          | -5.1          | -2.0                 | 94    | 9.0               | 0.92          | -3.8          | -2.3                 | 99    |
| 12.0      | 1.08          | -4.2          | -2.6                 | 98    | 9.5               | 0.91          | -3.6          | -2.7                 | 102   |
| 12.5      | 1.03          | -3.4          | -3.2                 | 108   | 10.0              | 0.89          | -3.2          | -3.2                 | 106   |
| 13.0      | 0.98          | -2.6          | -3.8                 | 108   | 10.5              | 0.87          | -2.7          | -3.6                 | 109   |
| 13.5      | 0.94          | -1.9          | -4.4                 | 113   | 11.0              | 0.83          | -2.6          | -3.6                 | 114   |
| 14.0      | 0.90          | -1.4          | -4.5                 | 114   | 11.5              | 0.82          | -2.5          | -3.6                 | 115   |
| 14.5      | 0.87          | -1.0          | -4.6                 | 114   | 12.0              | 0.83          | -2.4          | -3.4                 | 111   |
| 15.0      | 0.84          | -0.8          | -3.8                 | 104   | 12.5              | 0.83          | -2.3          | -3.3                 | 108   |
| 15.5      | 0.82          | -0.6          | -3.1                 | 94    | 13.0              | 0.85          | -2.0          | -3.1                 | 98    |
| 16.0      | 0.88          | -0.4          | -2.4                 | 71    | 13.5              | 0.87          | -1.8          | -3.0                 | 90    |
| 16.5      | 0.94          | -0.3          | -1.8                 | 48    | 14.0              | 0.91          | -1.6          | -2.8                 | 79    |
| 17.0      | 0.96          | -0.2          | -1.2                 | 34    | 14.5              | 0.99          | -1.4          | -2.5                 | 67    |
| 17.5      | 0.98          | -0.1          | -0.7                 | 19    | <b>Postmenarş</b> |               |               |                      |       |
|           |               |               |                      |       | 11.0              | 0.87          | -2.3          | -3.3                 | 100   |
|           |               |               |                      |       | 11.5              | 0.89          | -1.9          | -3.3                 | 91    |
|           |               |               |                      |       | 12.0              | 0.91          | -1.4          | -3.2                 | 82    |
|           |               |               |                      |       | 12.5              | 0.93          | -1.0          | -2.7                 | 67    |
|           |               |               |                      |       | 13.0              | 0.95          | -0.9          | -2.2                 | 55    |
|           |               |               |                      |       | 13.5              | 0.96          | -0.9          | -1.8                 | 48    |
|           |               |               |                      |       | 14.0              | 0.96          | -0.8          | -1.4                 | 40    |
|           |               |               |                      |       | 14.5              | 0.97          | -0.8          | -1.3                 | 37    |
|           |               |               |                      |       | 15.0              | 0.98          | -0.6          | -1.1                 | 30    |
|           |               |               |                      |       | 15.5              | 0.99          | -0.4          | -0.7                 | 20    |

Tablo 5. Erkekler ve kızlarda tahmini son boy (yetişkinlikte ulaşacağı boy) hesabı katsayıları (18)

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; geriye dönük, kesitsel, tanımlayıcı bir araştırmadır. Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 24 Kasım 2021 tarihli 24237859-859 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

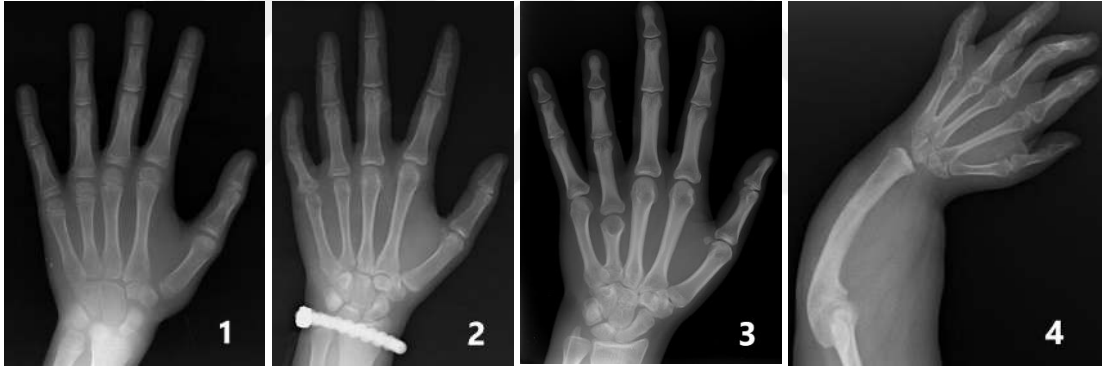
Araştırma, KTÜ Farabi Hastanesi PACS sistemine kayıtlı 10-19 yaşları arası çocukların, kemik yaşı tayinine uygun olabilecek (travma vs. nedeniyle çekilmiş) el ve el bileği röntgen görüntülerinin geriye dönük incelenmesiyle gerçekleştirilmiştir. İnceleme: 1. gözlemci; Adli Tıp Araştırma Görevlisi, 2. gözlemci; Ortopedi Uzman Doktoru, 3. gözlemci; Radyoloji Uzman Doktoru olmak üzere, kemik yaşı tayiniyle ilgili üç ayrı branş doktoru tarafından yapılmıştır. Her gözlemci doktor, kemik yaşı tayini için Gilsanz Ratib Atlasındaki referans görseller üzerinden değerlendirmede bulunmuştur.

Çalışmaya; Türk uyruklu (büyük çoğunluğu Trabzon ve çevresinde doğmuş ve bu bölgede yaşayan), 2012-2022 yılları arası çekilmiş, hastanemiz PACS sistemine kayıtlı el ve el bileği röntgen görüntüleri bulunan, 10-19 yaşları arası çocuklar dahil edilmiştir. Olguların kronolojik yaşları; röntgen çekim tarihiyle doğum tarihi arasındaki gün sayısının 365'e bölünmesiyle hassas bir şekilde hesaplanmış ve ondalık kesir ifadesi olarak kaydedilmiştir. Ardından her bir yaş grubu için, o yaş grubunu daha iyi temsil ettiği düşünülerek, orta yaş grubu çalışmaya dahil edilmiştir. Örneğin: 10 yaş için; hesaplanan kronolojik yaşı  $10,4 - 10,6$  arası olan, 11 yaş için; hesaplanan kronolojik yaşı  $11,4 - 11,6$  arası olan olgular çalışmaya dahil edilmiştir. Yaş hesabı; aylık sistem üzerinden değil, günlük sistem üzerinden sene ve ondalık kesir şeklinde yapılmıştır.

Çalışmanın evreni olarak; 10-19 yaşları arası, çocuk endokrin bölümünün yönlendirdiği hastalar harici, el ve el bileğini gösterdiği düşünülen röntgen kayıtları kabul edilmiştir. Aynı hastanın farklı günlerde çekilmiş radyografileri de evrene dahil edilmiştir. Erkeklerde 7198 olgu, kızlarda 3223 olgu, toplamda 10421 olgu çalışma evreni olarak kabul edilmiştir. (Evren; N=10421).

Yaş aralığı olarak kronolojik yaş hesabındaki ondalık kısmı (virgülden sonraki kısmı) 0,4 ile 0,6 arasında olmayan vakalar çalışma dışı bırakılmıştır. Böylece erkeklerde 1015, kızlarda 530 olmak üzere toplamda 1545 olgu değerlendirmeye alınmıştır. (Değerlendirmesi yapılan olgu sayısı; N=1545)

Tüm hastaların hastane sistemimize kayıtlı tanıları incelenmiştir. Kemik yaşını etkileyebilecek herhangi bir kronik hastalık tanısı bulunan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca herhangi bir Çocuk Hastalıkları Polikliniği tarafından el-bilek radyografisi için yönlendirilen hastalar ve Adli Tıp tarafından yönlendirilen hastalar da çalışma dışı bırakılmıştır. Hasta kayıtlarının büyük çoğunluğunu Acil ve Ortopedi bölümleri oluşturmuştur. Bununla birlikte; çekim alanı, pozisyon, kırık gibi nedenlerle kemik yaşı tayinine imkân vermeyen el-bilek röntgen görüntüleri de çalışmaya dahil edilmemiştir. Böylece çalışmaya dahil edilen erkek olgu sayısı 778, kız olgu sayısı 369, toplamda 1147'dir. (Çalışmaya dahil edilen olgu sayısı; N=1147)



Şekil 35. Çalışma dışı bırakılan el röntgen görüntülerinden bazı örnekler

1. Avuç içi yere temas ederken ön kolun yukarı pozisyonunda olduğu (el ekstansiyonda) açılı çekime bir örnek. Bu çekimlerde, radial ve ulnar epifizler net değerlendirilemediğinden çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamızda, bu şekilde çekilmiş radyografilere çok sayıda rastlanılmıştır.
2. Yabancı cismin (takı vs.) radial ve ulnar epifiz hattını kapattığı bir örnek.
3. 4. metakarp kısalığı olan, *psödohipoparatiroidi* hastalığı olduğu düşünülen bir olgunun el-bilek röntgen örneği.
4. *Radial club hand deformitesi* olan, radius yokluğuyla seyreden bir olgu örneği.

El-bilek röntgen görüntüleri ilk olarak 1. gözlemci tarafından incelenmiş ve yukarıda bahsedilen hususlarda elemeler yapılmıştır. Tek kasette her iki el-bilek radyografileri bulunan olgularda her iki el arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı değerlendirilmiştir. İki el röntgen görüntüsü arasında anlamlı bir farklılık görülmediğinden, neredeyse tüm görüntülerde iki el birbirinin ayna görüntüsü şeklinde olduğundan, değerlendirmeler sağ sol farkı gözetmeksizin her iki el üzerinden yapılmıştır. Kemik yaşı değerlendirmesine müsait sağ el radyografilerinin PACS sistemi üzerinden ayna görüntüsü alınarak görüntüler kaydedilmiştir. Tek kasette her iki el radyografisi bulunan olguların ekstra bir görüntü bozukluğu olmadığı takdirde sadece sol el görüntüsü kayıt altına alınmıştır. Elemesi yapılan ve kaydedilen görüntülerin, diğer iki gözlemci tarafından da kemik yaşı tayini açısından değerlendirmesi sağlanmıştır.

Çalışmamız, genel olarak; **kemik yaşı (BA), kronolojik yaş (CA) karşılaştırmasına** dayanmaktadır. Bazı tablo ve grafikler oluşturulurken; kronolojik yaş olarak, kişinin içinde bulunduğu (bitirmiş olduğu) yaş alınmıştır. Örneğin 10,5 yaş, 10 olarak yazılmıştır. Ayrıca, üç gözlemcinin kemik yaşı tahmininin ortalaması kişinin kemik yaşı olarak belirlenmiştir ve ortalama yaşı tam kısmı alınmıştır. Örneğin, kronolojik yaşı 10 olan bir olguya; birinci gözlemcinin 12, ikinci gözlemcinin 11, üçüncü gözlemcinin ise 12 olarak kemik yaşı tayininde bulunması üzerine, ortalama kemik yaşı 11,66 hesaplanmış ve tablolarda 11 yaş grubuna dahil edilmiştir. Ayrıca toplam genel ortalamalar; 17 ve 18 yaştaki olgu sayısındaki fazlalığın genel ortalamayı etkilememesi adına, tüm olgular üzerinden değil, yaş grupları üzerinden yapılmıştır.

Normal dağılan verilerde, ortalamalar arası farka bakılarak T testinin p değeri dikkate alınırken, normal dağılmayan verilerde ortancalar arası farka bakılarak wilcoxon testinin p değeri dikkate alınmıştır.

Sosyoekonomik gelişmişlik düzeyinin çocuklarda kemik yaşını etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle çocukların nüfusa kayıtlı oldukları **doğum yerlerinin sosyoekonomik gelişmişlik düzeyine bakılarak**, kemik yaşı tayininde anlamlı bir farklılığa neden olup olmadığı araştırılmıştır. Sosyoekonomik gelişmişlik; T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü'nün "**İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması SEGE-2017**" ye göre düzenlenmiştir.

Bu rehber'e göre 0'ın altı; gelişmemiş, 0-0,9 arası; orta gelişmiş, 1 ve yukarısı gelişmiş kabul edilmiştir.

Çalışma verileri kaydedildikten sonra, aynı kişinin farklı bir zamanda, farklı yaş grubunda değerlendirilip değerlendirilmediği incelenmiş ve erkeklerde 30 kişinin iki kez, 3 kişinin üç kez farklı yaş gruplarında çalışmaya dahil edildiği, kızlarda ise 7 kişinin iki kez, 1 kişinin üç kez farklı yaş gruplarında çalışmaya dahil edildiği tespit edilmiştir. Böylece çalışmaya dahil edilen toplam olgu sayısı 1147 iken kişi sayısı 1102 olarak hesaplanmıştır. *Aynı kişilerin farklı yaşlardaki el-bilek radyografileri gelişim aşamaları açısından* ayrıca incelenmiştir. (Çalışmaya dahil edilen kişi sayısı; N=1102)

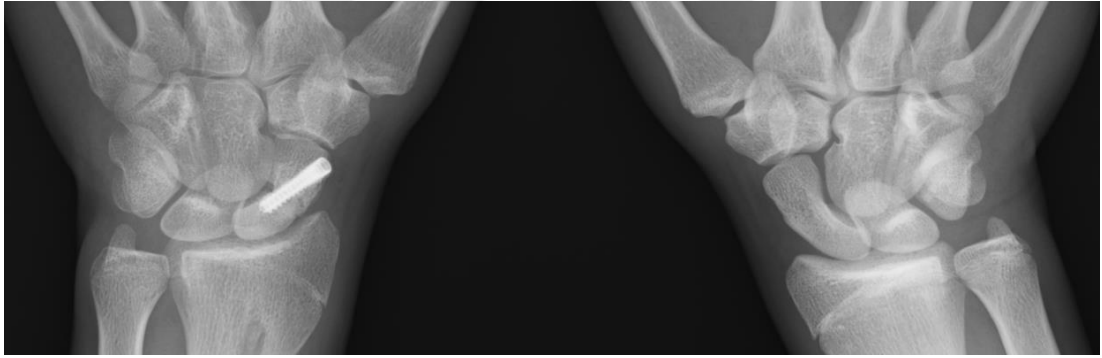
Bulgular kısmında yer alan *referans el-bilek görselleri*, çalışmaya katılan tüm olguların gözlemci değerlendirmeleri de göz önünde bulundurularak, detaylı bir şekilde incelenmesiyle oluşturulmuştur. Seçilen el-bilek x-ray görüntüleri, her üç gözlemcinin de GR atlasına göre *aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu* görseller üzerinden seçilmiştir.

İstatistiksel analizlerde SPSS 23.0 kullanılmıştır. Değerlendirme sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri; kategorik değişkenler için sayı, sayısal değişkenler için ortalama standart sapma olarak verilmiştir. Normal dağılımı test etmek için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Bölgelere göre kemik yaşı, Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Kemik yaşı ve kronik yaş arasındaki karşılaştırmalar, Wilcoxon ve eşleştirilmiş T-testi içinden uygun olan testle değerlendirilmiştir. Gözlemciler arası uyumlar, Intraclass Correlation Coefficient (ICC) testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tip-1 hata düzeyi <0,05 olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada 1545 olgu değerlendirmeye alınmış, kriterlere uygun 1147 olgu üzerinden çalışma sürdürülmüştür. 1147 olgunun 778'i (%67,8) erkek, 369'u (%32,2) kızdır.

Çocukluk yaş gurubunda epifiz-kırık ayrımı yapabilmek amacıyla 171 (%14,9) radyografi, tek kasette her iki elin x-ray görüntüsünü birden içerecek şekilde çekilmişti. Bunlardan hemen hemen hepsinde *iki el birbirinin ayna görüntüsü şeklindeydi*. Yalnızca 1 tanesinde sağ el ile sol el arasında anlamlı farklılık gözlemlendi. Bu olgu; kronolojik yaşı 15,5 olan, yaklaşık 3 ay önce skafoïd kemik kırığı gelişmiş bir erkek çocuktur. Skafoïd kemik kırığı olan sol elin sağ ele göre kemik yaşı hafif ileri gözüküyordu.



**Şekil 36.** Sol elde skafoïd kırığı ve cerrahi tespit materyali bulunan 15 yaş erkek olgu - Radial ve ulnar distal epifiz hattının daha kapalı ve epifiz kapanma çizgisinin daha ince olmasıyla, sol elin sağ ele göre kemik yaşı hafif ileri olarak değerlendirilmiştir.

Kronolojik yaşı yine 15,5 olan başka bir erkek olguda ise röntgen çekim tarihinden yaklaşık 1 yıl önce, 3 ve 4. metakarpal kemikte kırık gelişmiştir. Yalnızca sol eline çekim yapılan bu olguda; kemik yaşı açısından, radius ve ulna distali 16 yaş ile, parmak epifizleri ise 18 yaş ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Bu iki olgu ve buna benzer olgular, akıllara travma ile kemik yaşı ilişkisini getirmektedir. Bahsi geçen iki olguda da ağır travma alan (ameliyat gerektiren) elin veya eldeki bölgenin kemik gelişimi daha ileri gözükmekteydi. Bunun yanında, bu gibi durumların hiç el travmasına maruz kalmamış kişilerde de olabileceği bilinmektedir. Kemik yaşı - travma ilişkisi, sorgulanması gereken bir husustur.

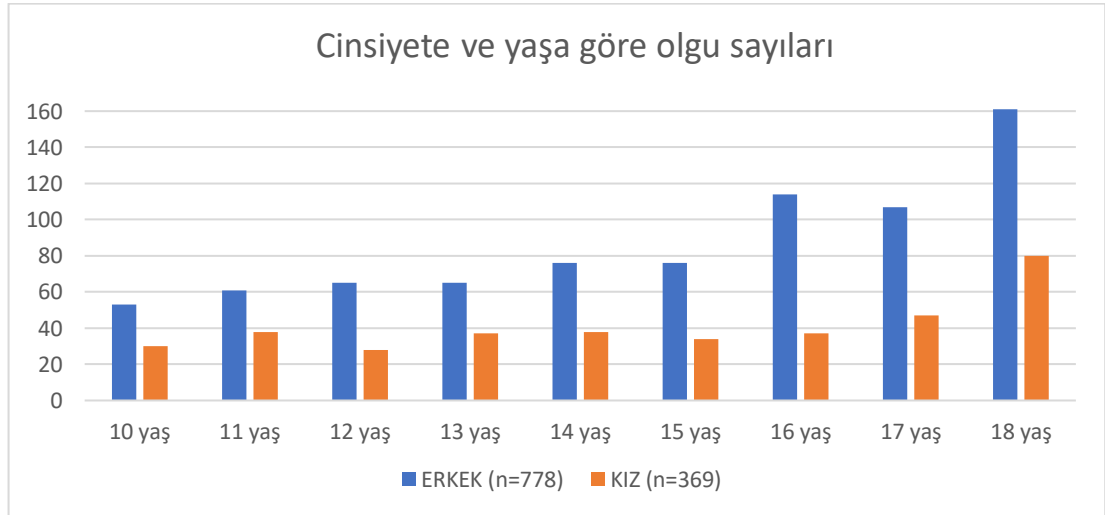




Şekil 37. Metakarpal 3 ve 4 de kırık gelişmiş, cerrahi tespit materyalleri gözlenen 15 yaş erkek olgu - Kemik yaşı açısından, radius ve ulna distali 16 yaş ile, parmak epifizleri ise 18 yaş ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

#### 4.1. Çalışmamızdaki Olguların Genel Özellikleri

Cinsiyete ve yaşa göre olgu sayılarına bakacak olursak;



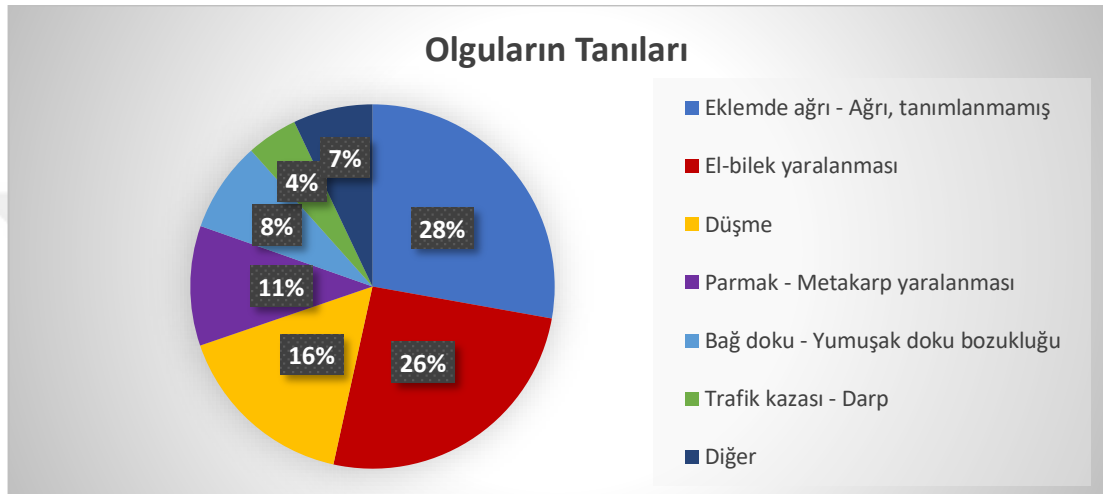
Grafik 2. Cinsiyete ve yaşa göre olgu sayıları

Olguların 818 (%71) i 2000 yılı ve üstü doğumlu kişilerden oluşmaktadır ve en eski doğum tarihi 1994 yılına aittir.

Erkekler için: 10 yaşta; 53 olgu, 11 yaşta; 61 olgu, 12 yaşta; 65 olgu, 13 yaşta; 65 olgu, 14 yaşta; 76 olgu, 15 yaşta; 76 olgu, 16 yaşta; 114 olgu, 17 yaşta; 107 olgu, 18 yaşta; 161 olgu vardır.

Kızlar için ise: 10 yaşta; 30 olgu, 11 yaşta; 38 olgu, 12 yaşta; 28 olgu, 13 yaşta; 37 olgu, 14 yaşta; 38 olgu, 15 yaşta; 34 olgu, 16 yaşta; 37 olgu, 17 yaşta; 47 olgu, 18 yaşta; 80 olgu bulunmaktadır.

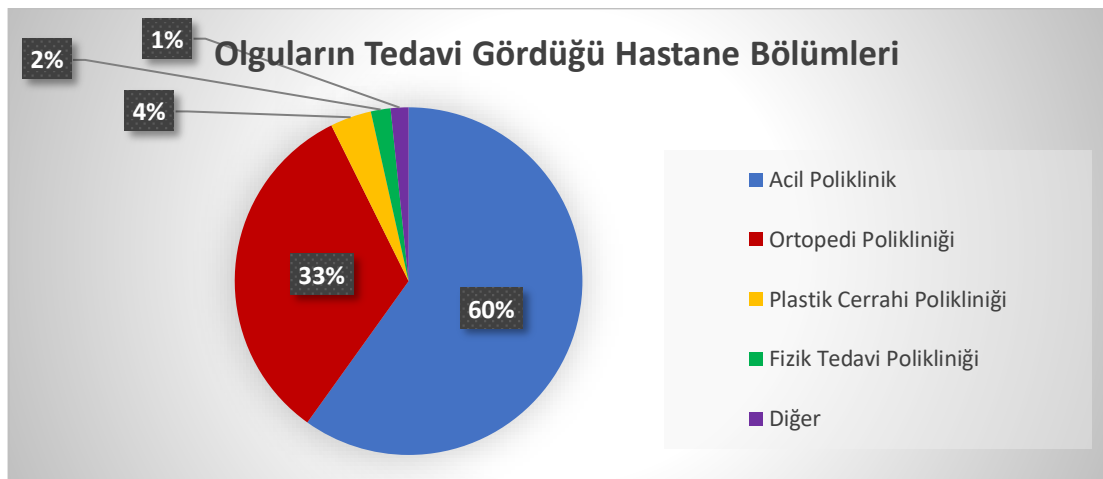
Olguların tanılarına bakacak olursak;



**Grafik 3. Olguların tanıları**

Şahısların el-bilek röntgeni çekilirken atılan tanılarına bakacak olursak; Eklemde ağrı - Ağrı tanımlanmamış; 319 (%28), El-bilek yaralanması; 294 (%26), Düşme; 16 (%187), Parmak - Metakarp yaralanması; 122 (%11), Bağ doku - Yumuşak doku bozukluğu; 92 (%8), Trafik kazası - Darp; 52 (%4), Diğer; 81 (%7) olduğu görülmektedir.

Olguların tedavi gördüğü hastane bölümlerine bakacak olursak;



**Grafik 4. Olguların tedavi gördüğü hastane bölümleri**

Hastaların el-bilek radyografisi çekimi için hangi bölümlerden yönlendirildiğine baktığımızda; birinci sırada 687 (%60) vakayla Acil Polikliniğinin geldiği, ikinci olarak 376 (%33) vakanın Ortopedi Polikliniği tarafından yönlendirildiği, bunları 44 (%4) vaka ile Plastik Cerrahi, 21 (%2) vaka ile Fizik Tedavi polikliniklerinin izlediği görülmektedir. 19 (%1) vakanın ise Cildiye Polikliniği, Ortopedi Servisi gibi diğer bölümler tarafından röntgen isteklerinin yapıldığı tespit edilmiştir.

#### 4.2. Gözlemci Değerleri ve Gözlemciler Arası Korelasyon

Sınıf içi korelasyon (ICC) katsayı değerlendirme sınıflaması: 0,9-1,0 (çok güçlü), 0,8-0,9 (güçlü), 0,7-0,8 (orta), 0,6-0,7 (zayıf), 0,5-0,6 (başarısız) şeklinde yorumlanmıştır.

Erkek cinsiyet için, gözlemcilerin kemik yaşı değerleri ortalaması ve gözlemciler arasındaki korelasyona bakacak olursak;

| Erkek yaş grubu | sayı | Ortalama $\pm$ SS |                             |                             |                             | r (ICC)<br>(gözlemciler arası korelasyon) |
|-----------------|------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|                 |      | Kronolojik yaş    | Kemik yaşı<br>(1. gözlemci) | Kemik yaşı<br>(2. gözlemci) | Kemik yaşı<br>(3. gözlemci) |                                           |
| 10              | 53   | 10,54 $\pm$ 0,08  | 11,62 $\pm$ 0,97            | 11,75 $\pm$ 1,19            | 11,68 $\pm$ 1,09            | 0,958                                     |
| 11              | 61   | 11,54 $\pm$ 0,07  | 12,20 $\pm$ 1,05            | 12,46 $\pm$ 1,19            | 12,28 $\pm$ 0,95            | 0,960                                     |
| 12              | 65   | 12,55 $\pm$ 0,09  | 13,14 $\pm$ 0,90            | 13,31 $\pm$ 0,85            | 13,20 $\pm$ 0,87            | 0,954                                     |
| 13              | 65   | 13,54 $\pm$ 0,08  | 13,80 $\pm$ 0,71            | 14,06 $\pm$ 0,63            | 13,78 $\pm$ 0,72            | 0,923                                     |
| 14              | 76   | 14,53 $\pm$ 0,08  | 14,70 $\pm$ 0,98            | 14,64 $\pm$ 0,78            | 14,71 $\pm$ 1,02            | 0,968                                     |
| 15              | 76   | 15,54 $\pm$ 0,08  | 15,55 $\pm$ 1,38            | 15,78 $\pm$ 1,53            | 15,67 $\pm$ 1,43            | 0,978                                     |
| 16              | 114  | 16,53 $\pm$ 0,08  | 16,96 $\pm$ 1,03            | 16,93 $\pm$ 1,12            | 17,10 $\pm$ 1,01            | 0,976                                     |
| 17              | 107  | 17,54 $\pm$ 0,08  | 17,60 $\pm$ 0,60            | 17,64 $\pm$ 0,60            | 17,66 $\pm$ 0,55            | 0,906                                     |
| 18              | 161  | 18,53 $\pm$ 0,08  | 17,94 $\pm$ 0,23            | 17,94 $\pm$ 0,23            | 17,95 $\pm$ 0,22            | 0,883                                     |
| Toplam (ort)    | 778  | 14,54 $\pm$ 0,08  | 14,83 $\pm$ 0,87            | 14,95 $\pm$ 0,90            | 14,89 $\pm$ 0,87            | 0,945                                     |

Tablo 6. Erkeklerde, gözlemcilerin yaş gruplarına göre ayrı ayrı ortalama kemik yaşı değerleri ve SS (standart sapmaları) ile birlikte gözlemcilerin birbirleri arasındaki sınıf içi korelasyon (ICC)

Erkek yaş grupları için gözlemciler arası ortalama korelasyon çok güçlü (0,945) olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak gözlemcilerin GR atlasına göre kemik yaşı tahminleri birbirlerine çok yakındı. Küçük ayrıntıları da dikkate alarak detaylı bir değerlendirme yapacak olursak, bazı yaş grupları için değişiklik gösterse de ortalama olarak, erkeklerde; “2. gözlemci kemik yaşı > 3. gözlemci kemik yaşı > 1. gözlemci kemik yaşı > kronolojik yaş” şeklinde bir sıralama yapılabilir.

Kız cinsiyet için, gözlemcilerin kemik yaşı değerleri ortalaması ve gözlemciler arasındaki korelasyona bakacak olursak;

| Kız yaş grubu | sayı | Ortalama $\pm$ SS |                             |                             |                             | r (ICC)<br>(gözlemciler arası korelasyon) |
|---------------|------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|               |      | Kronolojik yaş    | Kemik yaşı<br>(1. gözlemci) | Kemik yaşı<br>(2. gözlemci) | Kemik yaşı<br>(3. gözlemci) |                                           |
| 10            | 30   | 10,54 $\pm$ 0,09  | 10,37 $\pm$ 0,72            | 10,37 $\pm$ 0,76            | 10,37 $\pm$ 0,61            | 0,848                                     |
| 11            | 38   | 11,55 $\pm$ 0,08  | 12,18 $\pm$ 1,39            | 12,11 $\pm$ 1,50            | 12,26 $\pm$ 1,50            | 0,973                                     |
| 12            | 28   | 12,56 $\pm$ 0,10  | 13,39 $\pm$ 1,13            | 13,50 $\pm$ 1,20            | 13,54 $\pm$ 1,20            | 0,953                                     |
| 13            | 37   | 13,54 $\pm$ 0,09  | 14,54 $\pm$ 1,24            | 14,68 $\pm$ 1,20            | 14,78 $\pm$ 0,27            | 0,976                                     |
| 14            | 38   | 14,55 $\pm$ 0,09  | 15,63 $\pm$ 1,22            | 15,45 $\pm$ 1,11            | 15,87 $\pm$ 1,19            | 0,970                                     |
| 15            | 34   | 15,56 $\pm$ 0,07  | 16,32 $\pm$ 1,04            | 16,38 $\pm$ 1,18            | 16,74 $\pm$ 1,08            | 0,955                                     |
| 16            | 37   | 16,52 $\pm$ 0,09  | 17,30 $\pm$ 0,88            | 17,30 $\pm$ 1,00            | 17,43 $\pm$ 0,87            | 0,932                                     |
| 17            | 47   | 17,55 $\pm$ 0,08  | 17,72 $\pm$ 0,45            | 17,79 $\pm$ 0,46            | 17,81 $\pm$ 0,40            | 0,816                                     |
| 18            | 80   | 18,52 $\pm$ 0,08  | 17,86 $\pm$ 0,35            | 17,93 $\pm$ 0,27            | 17,90 $\pm$ 0,30            | 0,728*                                    |
| Toplam (ort)  | 369  | 14,54 $\pm$ 0,08  | 15,03 $\pm$ 0,93            | 15,05 $\pm$ 0,96            | 15,18 $\pm$ 0,93            | 0,905                                     |

Tablo 7. Kızlarda, gözlemcilerin yaş gruplarına göre ayrı ayrı ortalama kemik yaşı değerleri ve SS (standart sapmaları) ile birlikte gözlemcilerin birbirleri arasındaki sınıf içi korelasyon (ICC)

Kız yaş gruplarında gözlemciler arası ortalama korelasyon erkeklerinkinden biraz daha düşük olsa da çok güçlü (0,905) olarak değerlendirilmiştir. 18 yaş için korelasyonun orta düzeyde (0,728) olması dikkat çekmektedir. Kız ve erkeklerin beraber değerlendirilmesiyle genel korelasyon ortalaması  $r=0,925$  olarak bulunmuştur. Genel olarak kız cinsiyette, gözlemcilerin GR atlasına göre kemik yaşı tahminleri, erkeklere göre daha fazla ve standart sapmalar daha yüksek bulunmuştur. Kızların kemik yaşı, aynı kronolojik yaştaki erkeklere göre daha fazla dağılım oluşturmuştur. Bazı yaş grupları için değişiklik gösterse de ortalama olarak, kızlarda; “3. gözlemci kemik yaşı > 2. gözlemci kemik yaşı > 1. gözlemci kemik yaşı > kronolojik yaş” şeklinde bir sıralama yapılabilir.

Ortalama hesaba göre hem kızlarda hem erkeklerde kronolojik yaşı, tüm gözlemcilerin kemik yaşı tahmininin gerisinde kaldığı görülmektedir. Bunun yanında, ortalama olarak, 1. gözlemcinin (Adli Tıp Araş. Gör.) diğer gözlemcilere göre, ihmal edilebilir düzeyde daha düşük kemik yaşı tahmininde bulunduğu gözlenmiştir.

Yapılan incelemede; gözlemcilerin kemik yaşı tayinleri arasında en fazla 1 yaş fark bulunduğu, yalnızca 12 yaşındaki bir kız olgunun kemik yaşı için, iki gözlemci 12 yaş tayininde bulunurken, bir gözlemcinin 10 yaş tayininde bulunduğu, bu olgu haricindeki diğer tüm olgularda, gözlemcilerin kendileri arasında en fazla 1 yaş fark olduğu görülmüştür.

#### 4.3. Kronolojik Yaş ile GR Atlasına Göre Kemik Yaşı Karşılaştırması

Kronolojik yaş ile kemik yaşı karşılaştırması yaparken öncelikle üç gözlemcinin ortalama kemik yaşıyla her yaş grubunda kronolojik yaş karşılaştırması yapılmıştır. “P” değeri hesaplanırken, öncelikle eşleştirilmiş T testinin p değeri, sonrasında normal dağılım göstermeyen veriler için kullanılan Wilcoxon testinin p değeri hesaplanmıştır.

Kemik yaşı kronolojik yaş farkına, *tüm erkek olgularda* bakacak olursak;

| Erkek yaş grubu | n   | Ortalama ± SS |                             | BA-CA farkı | BA-CA %95 güven aralığı | T      | p†     | p*     |
|-----------------|-----|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                 |     | CA            | BA (üç gözlemci ortalaması) |             |                         |        |        |        |
| 10              | 53  | 10,54±0,08    | 11,68±1,04                  | 1,14        | (0,85)-(1,43)           | 7,91   | <0,001 | <0,001 |
| 11              | 61  | 11,54±0,07    | 12,31±1,02                  | 0,76        | (0,50)-(1,02)           | 5,91   | <0,001 | <0,001 |
| 12              | 65  | 12,55±0,09    | 13,21±0,83                  | 0,66        | (0,45)-(0,86)           | 6,40   | <0,001 | <0,001 |
| 13              | 65  | 13,54±0,08    | 13,88±0,64                  | 0,33        | (0,17)-(0,49)           | 4,16   | <0,001 | <0,001 |
| 14              | 76  | 14,53±0,08    | 14,68±0,90                  | 0,15        | (-0,04)-(0,35)          | 1,50   | 0,136  | 0,944  |
| 15              | 76  | 15,54±0,08    | 15,66±1,41                  | 0,12        | (-0,19)-(0,44)          | 0,77   | 0,44   | 0,506  |
| 16              | 114 | 16,53±0,08    | 16,99±1,03                  | 0,46        | (0,26)-(0,65)           | 4,74   | <0,001 | <0,001 |
| 17              | 107 | 17,54±0,08    | 17,63±0,53                  | 0,09        | (-0,01)-(0,19)          | 1,88   | 0,063  | 0,012  |
| 18              | 161 | 18,53±0,08    | 17,94±0,59                  | -0,59       | (-0,62)-(-0,56)         | -35,36 | <0,001 | <0,001 |
| Toplam (ort)    | 778 | 14,54±0,08    | 14,89±0,84                  | 0,34        | (0,13)-(0,27)           | 5,857  | <0,001 | <0,001 |

Tablo 8. Tüm erkek olgular üzerinden GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p\*: Wilcoxon testi p değeri)

Kemik yaşı kronolojik yaş farkına, *tüm kız olgularda* bakacak olursak;

| Kız yaş grubu | n   | Ortalama ± SS |                             | BA-CA farkı | BA-CA %95 güven aralığı | T      | p†     | p*     |
|---------------|-----|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|               |     | CA            | BA (üç gözlemci ortalaması) |             |                         |        |        |        |
| 10            | 30  | 10,54±0,09    | 10,36±0,61                  | -0,18       | (-0,41)-(0,04)          | -1,61  | 0,118  | 0,165  |
| 11            | 38  | 11,55±0,08    | 12,18±1,42                  | 0,62        | (0,16)-(1,09)           | 2,72   | 0,01   | 0,02   |
| 12            | 28  | 12,56±0,10    | 13,47±1,12                  | 0,91        | (0,47)-(1,35)           | 4,24   | <0,001 | 0,001  |
| 13            | 37  | 13,54±0,09    | 14,66±1,20                  | 1,12        | (0,71)-(1,52)           | 5,57   | <0,001 | <0,001 |
| 14            | 38  | 14,55±0,09    | 15,64±1,23                  | 1,09        | (0,71)-(1,47)           | 5,90   | <0,001 | <0,001 |
| 15            | 34  | 15,56±0,07    | 16,48±1,05                  | 0,91        | (0,54)-(1,28)           | 5,05   | <0,001 | <0,001 |
| 16            | 37  | 16,52±0,09    | 17,34±0,85                  | 0,81        | (0,52)-(1,10)           | 5,72   | <0,001 | <0,001 |
| 17            | 47  | 17,55±0,08    | 17,77±0,37                  | 0,21        | (0,10)-(0,33)           | 3,80   | <0,001 | 0,002  |
| 18            | 80  | 18,52±0,08    | 17,89±0,24                  | -0,63       | (-0,69)-(-0,57)         | -20,61 | <0,001 | <0,001 |
| Toplam (ort)  | 369 | 14,54±0,08    | 15,09±0,89                  | 0,54        | (0,28)-(0,51)           | 6,90   | <0,001 | <0,001 |

Tablo 9. Tüm kız olgular üzerinden GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p\*: Wilcoxon testi p değeri)

Verilerimiz, hiçbir yaş grubunda normal dağılım sergilemediğinden, wilcoxon testinin p değeri dikkate alınmıştır.

Her iki cinsiyet üzerinden, yaş gruplarına göre, kemik yaşı (BA - Bone Age), kronolojik yaş (CA - Chronological Age) farkı dikkate alınarak yapılan incelemede, erkekler için; *14 ve 15 yaşlarında GR atlasına göre kemik yaşıyla kronolojik yaş arasında anlamlı farklılığın olmadığı, diğer tüm yaş gruplarında farkın anlamlı olduğu* sonucu çıkmıştır (14 yaş p\*: 0,944 - 15 yaş p\*: 0,506 ). Kızlarda ise; *10 yaş için GR atlasına göre kemik yaşıyla kronolojik yaş arasında anlamlı farklılığın olmadığı diğer tüm yaş gruplarında farkın anlamlı olduğu* sonucu çıkmıştır (10 yaş p\*: 0,165 ). Genel anlamda hem kız hem erkekler için, GR atlasına göre kemik yaşıyla kronolojik yaş arasında anlamlı farklılık bulunduğu sonucu çıkmıştır (p: <0,001)

Ayrıca kızlarda, erkeklere göre; BA, CA'dan daha büyük çıkmıştır ve de kızların standart sapma değerleri erkeklerin değerlerinden daha fazla bulunmuştur. Kronolojik yaşları birbirlerine çok yakın olgular üzerinden çalışma yapmamıza rağmen, kemik yaşı dağılımının her iki cinsiyette de birbirlerine yakın olmadığı, ancak *kızların erkeklerden daha dağınık bir kemik yaşı paternine sahip olduğu* görülmüştür.

Kemik yaşı kronolojik yaş farkına, *üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu erkek olgularda* bakacak olursak;

| Erkek yaş grubu | n   | %   | Ortalama ± SS |                             | BA-CA farkı | BA-CA %95 güven aralığı | T      | p†     | p*     |
|-----------------|-----|-----|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                 |     |     | CA            | BA (üç gözlemci ortalaması) |             |                         |        |        |        |
| 10              | 31  | %59 | 10,56         | 11,32±0,94                  | 0,76        | (0,41)-(1,10)           | 4,49   | <0,001 | 0,001  |
| 11              | 35  | %57 | 11,53         | 12,20±1,07                  | 0,66        | (0,29)-(1,02)           | 3,69   | 0,001  | 0,003  |
| 12              | 45  | %69 | 12,54         | 13,37±0,77                  | 0,83        | (0,60)-(1,06)           | 7,29   | <0,001 | <0,001 |
| 13              | 42  | %65 | 13,56         | 14,04±0,53                  | 0,48        | (0,31)-(0,65)           | 5,70   | <0,001 | <0,001 |
| 14              | 58  | %76 | 14,52         | 14,53±0,75                  | 0,01        | (-0,19)-(0,20)          | 0,05   | 0,959  | 0,145  |
| 15              | 43  | %57 | 15,55         | 15,39±1,56                  | -0,15       | (-0,63)-(0,31)          | -0,68  | 0,499  | 0,285  |
| 16              | 85  | %75 | 16,53         | 17,16±0,98                  | 0,62        | (0,41)-(0,84)           | 5,82   | <0,001 | <0,001 |
| 17              | 81  | %76 | 17,54         | 17,72±0,52                  | 0,17        | (0,06)-(0,29)           | 3,09   | 0,003  | 0,016  |
| 18              | 154 | %96 | 18,54         | 17,96±0,17                  | -0,57       | (-0,60)-(-0,54)         | -37,53 | <0,001 | <0,001 |
| Toplam (ort)    | 574 | %74 | 14,54         | 14,85±0,81                  | 0,31        | (0,05)-(0,21)           | 5,85   | 0,001  | 0,456  |

Tablo 10. Üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu erkek olgular üzerinden, GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p†: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p\*: Wilcoxon testi p değeri)

Kemik yaşı kronolojik yaş farkına, *üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu kız olgularda* bakacak olursak;

| Kız yaş grubu | n   | %   | Ortalama $\pm$ SS |                             | BA-CA farkı | BA-CA %95 güven aralığı | T      | p <sup>†</sup> | p <sup>*</sup> |
|---------------|-----|-----|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|--------|----------------|----------------|
|               |     |     | CA                | BA (üç gözlemci ortalaması) |             |                         |        |                |                |
| 10            | 14  | %47 | 10,52             | 10,28 $\pm$ 0,61            | -0,24       | (0,59)-(0,11)           | -1,46  | 0,167          | 0,221          |
| 11            | 19  | %50 | 11,57             | 12,31 $\pm$ 1,60            | 0,74        | (-0,01)-(1,50)          | 2,06   | 0,053          | 0,112          |
| 12            | 16  | %57 | 12,54             | 13,75 $\pm$ 1,12            | 1,20        | (0,59)-(1,81)           | 4,20   | 0,001          | 0,003          |
| 13            | 24  | %65 | 13,54             | 14,79 $\pm$ 1,06            | 1,24        | (0,77)-(1,71)           | 5,52   | <0,001         | <0,001         |
| 14            | 19  | %50 | 14,57             | 15,15 $\pm$ 1,01            | 0,58        | (0,10)-(1,07)           | 2,55   | 0,02           | 0,046          |
| 15            | 14  | %41 | 15,56             | 16,50 $\pm$ 1,16            | 0,93        | (0,26)-(1,60)           | 3,03   | 0,01           | 0,03           |
| 16            | 20  | %54 | 16,54             | 17,65 $\pm$ 0,81            | 1,10        | (0,70)-(1,50)           | 5,75   | <0,001         | 0,002          |
| 17            | 36  | %77 | 17,56             | 17,86 $\pm$ 0,35            | 0,29        | (0,17)-(0,42)           | 4,92   | <0,001         | 0,005          |
| 18            | 68  | %85 | 18,52             | 17,97 $\pm$ 0,17            | -0,55       | (-0,60)-(-0,50)         | -22,71 | <0,001         | <0,001         |
| Toplam (ort)  | 230 | %62 | 14,55             | 15,14 $\pm$ 0,87            | 0,59        | (0,20)-(0,48)           | 4,85   | <0,001         | 0,019          |

Tablo 11. Üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu kız olgular üzerinden, GR atlasına göre kemik yaşı - kronolojik yaş karşılaştırması. (n: sayı, SS: Standart sapma, CA: Kronolojik yaş, BA: Kemik yaşı, p<sup>†</sup>: Eşleştirilmiş T testinin p değeri, p<sup>\*</sup>: Wilcoxon testi p değeri)

Çalışmamızda, kanaat farklılıklarını ortadan kaldırmak adına, üç gözlemcinin de aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu olgular üzerinden ayrıca bir değerlendirmede bulunduk. Herhangi bir gözlemcinin, diğer ikisinden farklı bir kemik yaşı tayininde bulunduğu olguyu değerlendirme dışında tuttuk. Böylelikle, veri sayısı azalmış olmasına karşın, çalışmanın objektifliğini arttırmayı hedefledik.

*Erkeklerde %74, kızlarda ise %62, toplamda ise %70'lik bir oranla (1147 olgunun 804'ü) gözlemciler aynı kemik yaşı tayininde bulunmuştur.* Bu şekilde yapılan değerlendirmeye, tüm olgular hesaba katılarak yapılan değerlendirme arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Bu değerlendirmede erkeklerde; genel wilcoxon p değerinin anlamlılık değerinin üstüne çıkması harici sonuca yansıyan herhangi bir değişiklik olmamıştır. Diğer tüm tablolardaki verilerden farklı olarak kızlarda 11,12 ve 14 yaşlar normal dağılım sergilemiştir. Bununla beraber, *kızlar için 11 yaşta, kemik yaşıyla kronolojik yaş arasındaki farkın anlamlılık değeri kaybolmuştur.* Bunun haricinde sonuç kısmını etkileyecek herhangi bir değişiklik olmamıştır.



Erkelerde, olgu sayıları üzerinden kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması yapacak olursak;

|                     |    | KEMİK YAŞI (BA) |    |    |    |     |    |    |     |     | TOPL. | CA-BA<br>AYNILIK<br>YÜZDESİ |
|---------------------|----|-----------------|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-------|-----------------------------|
|                     |    | 10              | 11 | 12 | 13 | 14  | 15 | 16 | 17  | 18  |       |                             |
| KRONOLOJİK YAŞ (CA) | 10 | 9               | 18 | 17 | 9  | -   | -  | -  | -   | -   | 53    | %17                         |
|                     | 11 | 5               | 10 | 19 | 25 | 2   | -  | -  | -   | -   | 61    | %16                         |
|                     | 12 | -               | 4  | 10 | 28 | 22  | 1  | -  | -   | -   | 65    | %15                         |
|                     | 13 | -               | -  | 1  | 24 | 31  | 9  | -  | -   | -   | 65    | %37                         |
|                     | 14 | -               | -  | -  | 3  | 41  | 20 | 11 | 1   | -   | 76    | %54                         |
|                     | 15 | -               | -  | -  | 1  | 24  | 16 | 14 | 14  | 7   | 76    | %21                         |
|                     | 16 | -               | -  | -  | -  | 7   | 7  | 15 | 49  | 36  | 114   | %13                         |
|                     | 17 | -               | -  | -  | -  | -   | 2  | 2  | 42  | 61  | 107   | %39                         |
|                     | 18 | -               | -  | -  | -  | -   | -  | -  | 12  | 149 | 161   | %93                         |
| TOPLAM              |    | 14              | 32 | 47 | 90 | 127 | 55 | 42 | 118 | 253 | 778   | Genel Ort: %34              |

Tablo 12. Erkekler - Olgu sayıları üzerinden GR kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması

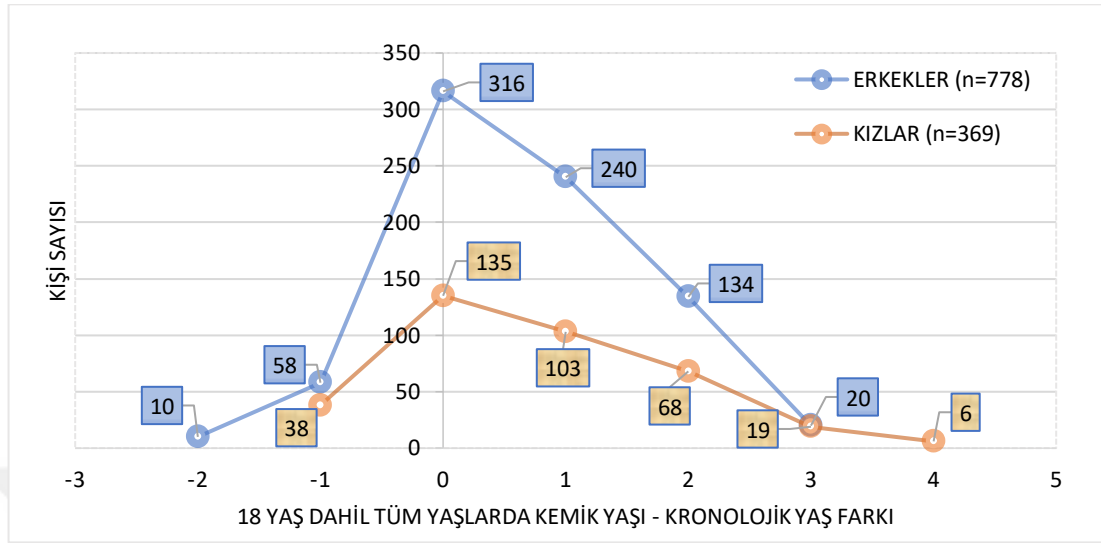
Kızlarda, olgu sayıları üzerinden kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması yapacak olursak;

|                     |    | KEMİK YAŞI (BA) |    |    |    |    |    |    |    |    |     | TOPL. | CA-BA<br>AYNILIK<br>YÜZDESİ |
|---------------------|----|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|-----------------------------|
|                     |    | 9               | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18  |       |                             |
| KRONOLOJİK YAŞ (CA) | 10 | 4               | 18 | 8  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 30    | %60                         |
|                     | 11 | -               | 8  | 8  | 10 | 6  | 4  | 2  | -  | -  | -   | 38    | %21                         |
|                     | 12 | -               | -  | 1  | 7  | 8  | 8  | 3  | 1  | -  | -   | 28    | %25                         |
|                     | 13 | -               | -  | -  | 3  | 5  | 8  | 15 | 4  | 2  | -   | 37    | %14                         |
|                     | 14 | -               | -  | -  | -  | 2  | 3  | 16 | 12 | 4  | 1   | 38    | %8                          |
|                     | 15 | -               | -  | -  | -  | -  | 1  | 9  | 9  | 11 | 4   | 34    | %26                         |
|                     | 16 | -               | -  | -  | -  | -  | -  | 4  | 4  | 13 | 16  | 37    | %11                         |
|                     | 17 | -               | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 1  | 15 | 31  | 47    | %32                         |
|                     | 18 | -               | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 14 | 66  | 80    | %83                         |
| TOPLAM              |    | 4               | 26 | 17 | 20 | 21 | 24 | 49 | 31 | 59 | 118 | 369   | Genel Ort: %31              |

Tablo 13. Kızlar - Olgu sayıları üzerinden GR kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması



Tüm yaşlarda, kemik yaşı kronolojik yaş farkının grafik gösterimini yapacak olursak;



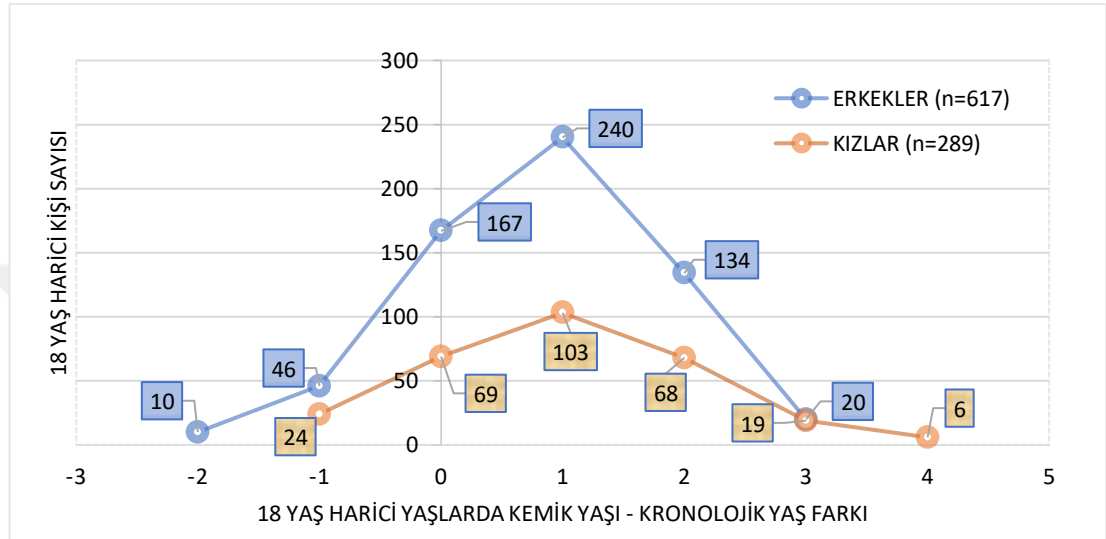
**Grafik 5. Her iki cinsiyette ve 18 dahil tüm yaşlarda; GR atlasına göre kemik yaşı ortalamalarıyla kronolojik yaş arasındaki fark**

Tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; GR ye göre tayin edilen kemik yaşlarıyla şahısların kronolojik yaşları arasında oldukça farklılık ve değişkenlik göze çarpmaktadır. Genel olarak, her iki cinsiyette de kemik yaşlarının kronolojik yaşı önünde seyrettiği görülmektedir. Atlasta, 18 yaşı son yaş olması, 18 yaştan ileri bir seçenek bulunmaması dolayısıyla, bu yaştaki kemik yaşıyla kronolojik yaş uyumu diğer yaşlara göre oldukça yüksek görülmüştür. Ayrıca 18 yaş olguların sayısının diğer yaşlara göre fazla olması, genel ortalamayı da etkilemiştir. 18 yaş haricinde, yalnızca **erkeklerde 14 yaş ve kızlarda 10 yaşlarda kemik yaşıyla kronolojik yaş uygunluğu %50'nin üzerine çıkabilmiştir**. Diğer tüm yaşlarda; kemik yaşı ileri bulunan olgu sayısı, kronolojik yaşla aynı veya düşük bulunan olgu sayısının önünde yer almaktadır. Kemik yaşıyla kronolojik yaş farkında; **erkekler -2 ile +3 arasında bir farklılık sergilerken, kızlar -1 ile +4 arasında farklılıklar sergilemektedir**.

Çalışmamızda, GR atlasına göre kemik yaşı uygunluğu yaş grupları ve cinsiyete göre şöyle sıralanmıştır: 10 yaş için erkeklerde %17, kızlarda %60, 11 yaş için erkeklerde %16, kızlarda %21, 12 yaş için erkeklerde %15, kızlarda %25. 13 yaş için erkeklerde %37, kızlarda %14. 14 yaş için erkeklerde %54, kızlarda %8. 15 yaş için erkeklerde %21, kızlarda %26. 16 yaş için erkeklerde %13, kızlarda %11. 17 yaş için erkeklerde %39, kızlarda %32. 18 yaş için erkeklerde %93, kızlarda %83'tür. GR atlasının kemik yaşıyla kronolojik yaşı **genel uygunluk ortalamasına bakacak**

*olursak erkeklerde %34, kızlarda %31 olarak bulunmuştur. Ancak bu olgulardan kronolojik yaşı 18 yaş harici yaş gruplarına bakacak olursak, ortalama uygunluk; erkeklerde %27'ye kızlarda ise %25'e düştüğü görülmektedir.*

18 yaş harici yaşlarda, kemik yaşı kronolojik yaş farkının grafik gösterimini yapacak olursak;



**Grafik 6. Her iki cinsiyette; 18 yaş harici yaşlarda GR atlasına göre kemik yaşı ortalamalarıyla kronolojik yaş arasındaki fark**

Görüldüğü üzere, olgu sayısının her iki yaş grubunda da en yüksek olduğu 18 yaş grubu dahil edilmediğinde; grafikteki kemik yaşıyla kronolojik yaş farkının en çok hangi seviyede olduğunu gösteren *tepe noktası +1 yaş farkına kaymaktadır.*

#### **4.4. Doğum Yerinin Sosyoekonomik Gelişmişlik Seviyesine Göre Kemik Yaşını Etkileme Durumu**

Çalışmamıza dahil edilen tüm olgular, kimliğe kayıtlı doğum yerleri ve bu yerlerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeyine göre kategorilere ayrılmıştır. 2017 ilçe SEGE rehberine göre; 0'ın altı; gelişmemiş, 0-0,9 arası; orta gelişmiş, 1 ve yukarısı gelişmiş kabul edilmiştir.

Sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı ilişkisine bakacak olursak;

| Erkek + Kız<br>yaş grubu | Toplam<br>sayı | Gelişmemiş (G1) |              | Orta gelişmiş (G2) |              | Gelişmiş (G3) |              |
|--------------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|
|                          |                | n               | Ort. BA      | n                  | Ort. BA      | n             | Ort. BA      |
| 10                       | 83             | 2               | 10,00 (3)    | 14                 | 11,50 (1)    | 67            | 11,18 (2)    |
| 11                       | 99             | 4               | 11,50 (3)    | 16                 | 12,81 (1)    | 79            | 12,18 (2)    |
| 12                       | 93             | 8               | 12,95 (3)    | 17                 | 13,21 (2)    | 68            | 13,35 (1)    |
| 13                       | 102            | 5               | 14,86 (1)    | 18                 | 14,33 (2)    | 79            | 14,08 (3)    |
| 14                       | 114            | 12              | 14,55 (3)    | 22                 | 14,81 (2)    | 80            | 15,12 (1)    |
| 15                       | 110            | 15              | 15,75 (3)    | 21                 | 15,90 (2)    | 74            | 15,95 (1)    |
| 16                       | 151            | 16              | 17,27 (1)    | 35                 | 17,00 (3)    | 100           | 17,08 (2)    |
| 17                       | 154            | 25              | 17,64 (3)    | 33                 | 17,70 (1)    | 96            | 17,67 (2)    |
| 18                       | 241            | 48              | 17,93 (1)    | 67                 | 17,93 (1)    | 126           | 17,93 (1)    |
| <b>Toplam<br/>(ort)</b>  | <b>1147</b>    | <b>135</b>      | <b>14,71</b> | <b>243</b>         | <b>15,02</b> | <b>769</b>    | <b>14,95</b> |

Tablo 14. Her iki cinsiyette, doğduğu yerin sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı ilişkisi

|             |       | 10   | 11    | 12   | 13    | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   |
|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|
| p<br>değeri | G1-G2 | 0,10 | 0,20  | 0,59 | 0,23  | 0,36 | 0,67 | 0,17 | 0,38 | 0,60 |
|             | G1-G3 | 0,07 | 0,25  | 0,38 | 0,03* | 0,06 | 0,58 | 0,25 | 0,31 | 0,83 |
|             | G2-G3 | 0,35 | 0,02* | 0,77 | 0,37  | 0,24 | 0,92 | 0,50 | 0,94 | 0,68 |

Tablo 15. Doğduğu yerin sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı karşılaştırması, anlamlılık seviyeleri (G1: Gelişmemiş, G2: Orta Gelişmiş, G3: Gelişmiş)

Doğduğu yerin sosyoekonomik gelişmişlik durumuyla kemik yaşı ilişkisinde, gelişmemiş olarak kategorilendirilenlerin (G1) *genel ortalama kemik yaşının diğerlerinden biraz daha az olduğu* tespit edilmiş olsa da (G1: 14,7 - G2,G3: 15,0) yaş gruplarında birbirleri arasında *anlamlı farklılıklar bulunmamıştır*. Yalnızca 13 yaşta G1 ile G3 arasında G1'lerin kemik yaşının daha fazla olması ve 11 yaşta G2 ile G3 arasında G2'lerin kemik yaşının daha fazla olması, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu değerlendirmeyi yaparken öngörülen, sosyoekonomik gelişmişliği düşük olan bölgelerde büyüyen çocukların, kemik yaşlarının da yaşitlarına göre düşük olması durumu (G3>G2>G1) anlamlı olmasa da; 12, 14 ve 15 yaş gruplarında gerçekleşmiştir.

Az gelişmiş bölgede doğanların sayısının az olması ve az gelişmiş bölgede doğanların, sosyoekonomik olarak gelişmiş bir ailede büyümüş olabileceği veya bu durumun tam tersinin de olabileceği, mevcut değerlendirmenin kısıtlılığını oluşturmaktadır.

#### 4.5. Aynı Kişilerin Farklı Yıllardaki El-Bilek Radyograflerinin İncelenmesi

Çalışmamızda, 3 gözlemci de GR atlasına göre kendi kemik yaşı tahminlerini yapıp bitirdikten sonra, aynı kişilerin farklı yıllarda tekrar başvuru yapıp yapmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen toplam olgu sayısı 1147 iken, kişi sayısı **1102**'dir. Erkeklerde; 30 kişinin iki kez, 3 kişinin üç kez, kızlarda; 7 kişinin iki kez, 1 kişinin üç kez, yani toplamda; 38 kişinin iki kez, 4 kişinin üç kez farklı yaş gruplarında çalışmaya dahil edildiği tespit edilmiştir. Böylece, el bilek kemik gelişiminin nasıl bir seyir izlediği hakkında değerlendirme yapma imkânı doğmuştur. Bu incelemeye ait örnekler aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Kemik yaşı üç gözlemcinin kemik yaşı tahmininin ortalaması olarak alınmıştır.

Aynı kişilerin, farklı yıllardaki başvuruları üzerinden kemik gelişim sürecine bakacak olursak;

|          | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           | KİŞİ      |           |           |    |    |    |    |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|----|----|
|          | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 1.başvuru | 2.başvuru | 3.başvuru |    |    |    |    |
| ERKEKLER |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |    |    |    |    |
| CA       | 10        | 11        | 10        | 12        | 10        | 14        | 11        | 12        | 11        | 12        | 11        | 15        | 12        | 13        | 11        | 12 | 16 |    |    |
| BA       | 12        | 13        | 13        | 14        | 12        | 16        | 12        | 13        | 13        | 14        | 12        | 13        | 12        | 14        | 14        | 15 | 11 | 13 | 18 |
| CA       | 12        | 13        | 12        | 13        | 12        | 16        | 12        | 17        | 13        | 14        | 13        | 14        | 13        | 15        | 13        | 15 | 12 | 15 | 16 |
| BA       | 12        | 13        | 14        | 14        | 13        | 15        | 13        | 17        | 14        | 15        | 13        | 14        | 15        | 18        | 14        | 16 | 14 | 18 | 18 |
| CA       | 14        | 17        | 15        | 16        | 15        | 16        | 15        | 17        | 15        | 17        | 16        | 17        | 16        | 17        | 16        | 17 | 16 | 17 | 18 |
| BA       | 14        | 17        | 14        | 17        | 14        | 17        | 16        | 18        | 18        | 18        | 17        | 18        | 18        | 18        | 18        | 18 | 18 | 18 | 18 |
| CA       | 16        | 18        | 16        | 18        | 16        | 18        | 17        | 18        | 17        | 18        | 17        | 18        |           |           |           |    |    |    |    |
| BA       | 18        | 18        | 18        | 18        | 18        | 18        | 17        | 18        | 18        | 18        | 17        | 18        |           |           |           |    |    |    |    |
| KIZLAR   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |    |    |    |    |
| CA       | 11        | 14        | 13        | 14        | 13        | 15        | 13        | 16        | 14        | 15        | 17        | 18        | 17        | 18        |           |    | 14 | 15 | 16 |
| BA       | 14        | 16        | 15        | 16        | 14        | 15        | 14        | 17        | 15        | 16        | 17        | 18        | 18        | 18        |           |    | 17 | 18 | 18 |

**Tablo 16.** Aynı kişilerin, farklı yıllardaki başvurularında; kronolojik yaş (CA) - kemik yaşı (BA) karşılaştırması, yıllara göre kemik gelişiminin aynı kişiler üzerinden incelenmesi

Tabloda, farklı yıllarda 1'den fazla kez başvuru yapmış 41 kişi yer almaktadır. Ancak, inceleme; (3 başvuru yapanlarda; 1 ve 2, 2 ve 3, 1 ve 3. başvuruların kendi aralarında değerlendirilmesiyle) 49 olgu üzerinden yapılmıştır. Kızlarda, kemik yaşı kronolojik yaş artış oranları erkeklere göre daha uyumlu gözükmüş olsa da kız olgu sayısı düşük olduğundan, cinsiyet farkı gözetmeden değerlendirmede bulunulmuştur.

- 49 tekrarlayan olgunun 6 tanesi (%12) GR atlasıyla tam uyum göstermiştir. Hem ilk hem sonraki başvuruda kronolojik yaş ile kemik yaşı aynı tespit edilmiştir (*sarı renkli kutular*).
- 13 tane olgunun, ilk başvuruda çekilen el-bilek radyografisi üzerinden değerlendirilen kemik yaşı 18 tespit edildiği için, sonraki çekimde de kemik yaşında herhangi bir artış olmamıştır (*turuncu renkli 8 kutu + mor renkli kutulardan 5 olgu*).
- 21 tane olguda kronolojik yaşların arasındaki fark ile GR ye göre kemik yaşı arasındaki fark eşitti (*sarı ve yeşil renkli 19 kutu + mor renkli kutulardan 2 olgu*). Bunlardan 15 tanesi sonraki başvuruyu aradan 1 yıl geçtikten sonra yapmış ve kemik yaşının da aynı oranda arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca; 2 tanesinde 2 yıl, 2 tanesinde 3 yıl, 2 tanesinde ise 4 yıl geçtikten sonra değerlendirilen kemik yaşı artışıyla kronolojik yaş artışı eşit bulunmuştur. İlk başvuruda kemik yaşı 18 olan olgular dışarıda bırakılacak olursa, ***GR atlasının kronolojik yaştaki ilerlemeyi; %58 oranında kemik yaşına yansıtmayı başardığı söylenebilir.***
- 15 olguda aykırı değerler mevcuttu (mavi renkli 10 kutu + mor renkli kutulardan 5 olgu). Bunlar: Üç olguda; kronolojik yaş 2 yıl ilerlerken kemik yaşı 1 yıl ilerlemişti. İki olguda; kronolojik yaş 4 yıl ilerlerken kemik yaşı 2 yıl ilerlemişti. İki olguda; kronolojik yaş 1 yıl ilerlerken kemik yaşı 3 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 1 yıl ilerlerken kemik yaşı 0 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 1 yıl ilerlerken kemik yaşı 2 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 2 yıl ilerlerken kemik yaşı 3 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 3 yıl ilerlerken kemik yaşı 2 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 3 yıl ilerlerken kemik yaşı 4 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 4 yıl ilerlerken kemik yaşı 5 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 5 yıl ilerlerken kemik yaşı 4 yıl ilerlemişti. Bir olguda; kronolojik yaş 5 yıl ilerlerken kemik yaşı 7 yıl ilerlemişti. İlk başvuruda kemik yaşı 18 olan olgular dışarıda bırakılacak olursa, ***GR atlasının, %42 oranında; kemik yaşıyla kronolojik yaş ilerlemesi arasında uyuma göstermediği sonucuna varılabilir.***

#### 4.6. El-bilek Radyograflerinin Yorumlanmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Her şahsın eli özeldir. Kişide, gelişimsel farklılıklar olabileceği gibi, yapısal farklılıkların da olabileceği unutulmamalıdır. Bu bağlamda, referans görsellerle kemik yaşı tayini yapılacak bireyin el-bilek radyografisi karşılaştırılırken bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- *Karpal kemikler özellikle erkeklerin 10-13 yaşları için belirleyici olabilir. Karpal kemiklerin değerlendirmesinde büyüklüğünün yanı sıra şekillenmelerine (kenar, sınır keskinliklerine) dikkat etmek gerekir.*
- *Baş parmak metatars distalinde bulunan sesamoid kemik doğrudan bir yaş grubunun sınır belirleyicisi olarak kabul edilmemelidir. Ancak erkeklerde 13 yaşından, kızlarda 11 yaşından sonra görülmesi beklenmektedir.*
- *Erkeklerde 16 yaşına kadar, kızlarda ise 14 yaşına kadar parmak epifizlerinin şekilleri ve kapanma dereceleri büyük önem arz etmektedir. Parmak epifizleri yaş ilerledikçe yanlara doğru genişler ve genişliği şaftı geçtikten sonra her iki tarafından küçük boynuz oluşturur. Sonrasında kaynaşma orta kısımdan başlar ve en son yanlardaki küçük boynuzlar şafta dahil olur. Erkeklerde 16, kızlarda 14 yaşından (parmak epifizleri tamamen kapandıktan) sonra radius ve ulna distal epifiz bölgeleri daha çok önem kazanmaktadır.*
- *Ulna distal epifizinin gelişimsel varyasyonları çoktur. Örneğin ulna stiloid proçes bazı kişilerde çok belirginken bazı kişilerde hiç gözükmebilir. Ayrıca ulna distal epifizin kapanma derecesi radius distal epifizinden çok farklı bir seyir izleyebilmektedir.*
- *Kapanmış epifiz hatlarındaki sklerotik çizginin kalın olması genellikle yeni kapandığının göstergesidir, ancak ince sklerotik hat kalıcı olabilir ve ileri yaşlarda da gözükabilir.*
- *Özellikle radius distal epifizinin ortası tamamen kapanmış kenarlarında derin olmayan çentik şeklinde açıklıklar izlenebilir. Bu çentikler 1-2 yıl kadar devam edebilir. Bu gibi durumlarda kemik yaşı için belirleyici özellik; orta bölgenin kaynaşma derecesidir.*

#### 4.7. Erkek El-Bilek Referans Görselleri (RG)



RG 1. Erkek 10 yaş (10-11 arası, ör:10,5)



RG 2. Erkek 11 yaş (11-12 arası, ör:11,5)



RG 3. Erkek 12 yaş (12-13 arası, ör:12,5)



RG 4. Erkek 13 yaş (13-14 arası, ör:13,5)



RG 5. Erkek 14 yaş (14-15 arası, ör:14,5)



RG 6. Erkek 15 yaş (15-16 arası, ör:15,5)



RG 7. Erkek 16 yaş (16-17 arası, ör:16,5)



RG 8. Erkek 17 yaş (17-18 arası, ör:17,5)





RG 9. Erkek 18 yaş ve üstü



RG 10. Erkek 18 yaş ve üstü



RG 9. Erkek 18-20 yaş arası

#### 4.8. Kız El-Bilek Referans Görselleri (RG)



RG 10. Kız 10 yaş (10-11 arası, ör:10,5)



RG 11. Kız 11 yaş (11-12 arası, ör:11,5)



RG 12. Kız 12 yaş (12-13 arası, ör:12,5)



RG 13. Kız 13 yaş (13-14 arası, ör:13,5)



RG 16. Kız 14 yaş (14-15 arası, ör:14,5)



RG 17. Kız 15 yaş (15-16 arası, ör:15,5)



RG 18. Kız 16 yaş (16-17 arası, ör:16,5)



RG 14. Kız 17 yaş ve üstü



RG 15. Kız 17-19 yaş arası

## 5. TARTIŞMA

Yaş tayini, adli bilimlerin önemli alanlarından bir tanesidir. Ülkemizde daha çok; nüfus kayıtlarının zamanında yapılmamasına bağlı olarak, gerçek yaş tespiti amacıyla, yaş tayini istemi yapıldığı bilinmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise yaş tayini daha çok kimliklendirme amacıyla yapılmaktadır. Kimliklendirmede dört büyükler olarak adlandırılan “yaş, cinsiyet, boy ve ırk” unsurlarından birisi olan yaş tayini uygulamaları; ölü bedenler üzerinde uygulanabileceği gibi, yaşayan insanlar üzerinde de uygulanmaktadır. Özellikle, gelişmiş ülkelere göç vakalarının arttığı günümüzde, yaşayan insanlar için yaş tayini uygulamalarının arttığı da bilinmektedir.

Nüfus kayıtlarındaki kronolojik yaş ile tespit edilen yaş arasındaki fark, her zaman kayıtlardaki hatadan kaynaklanmaz. Kemik gelişimini etkileyen bazı fizyolojik süreçlerin, gebelik gibi durumların ve pek çok patolojik faktörün kemik yaşı üzerine etkili olduğu da dikkate alınmalıdır.

***Çocuk yaş grubunda kemik yaşı, biyolojik ve yapısal olgunluk seviyesini kronolojik yaşa göre daha iyi göstermektedir.*** Radyolojik yöntemlerle kemiklerin epifiz hatlarına bakılarak yapılan kemik yaşı tayini, günümüzde halen en sık ve en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bunun için en yaygın incelenen bölge ise el-bilek röntgen görüntüleridir. Bu konuda da en çok tercih edilen kemik yaşı tespit yöntemleri GP ve TW yöntemleridir. Günümüzde çocukların yaşam alışkanlıkları ve beslenme özelliklerindeki hızlı değişimler göz önüne alındığında, güncel kemik yaşı atlasları oluşturmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır. GR atlası da bu nedenle 2005 yılında oluşturulmuş kemik gelişim atlasıdır. Daha yakın zamanlarda ise özellikle bilgisayar destekli programlar üzerinden kemik yaşı tayini gündeme gelmiştir.

Ülkemizde, özellikle kırsalda yaşayan insanların nüfus kayıtlarında düzensizlik olduğu söylenmektedir. Ancak günümüzde, nüfus kayıtlarının zamanında yapılması adına önlemler alınmış ve eski zamanlara göre bu konuda oldukça ilerleme sağlanmıştır. Ayrıca ülkemizin genelinde olduğu gibi bölgemizde de kırsal alanda yaşayan nüfus sayısı gün geçtikçe azalmaktadır. Bizim çalışmamızda yer alan olguların 818 (%71) i 2000 yılı ve üstü doğumlu kişilerden oluşmaktaydı ve en eski doğum tarihi 1994 yılına aitti. Tüm bu nedenlerle, yaş tayini amacıyla başvurmamış ve herhangi bir hormonal hastalığı bulunmayan olgularımızda; nüfus kimlik kaydının

şahsın kronolojik yaşını yansıttığı düşünülmüştür. Bunun yanında, her yaş grubunun orta kısımları (ör: 10,5 - 11,5 gibi) çalışmaya dahil edilmiş, böylelikle nüfus kayıt zamanında oluşmuş olabilecek birkaç aylık gecikmenin, kişinin kronolojik yaşta farklı gruba dahil edilmesine, engel olunmuştur.

Kişinin doğum günü üzerinden 365 gün geçmesiyle kronolojik olarak 1 yaş alması, kolayca hesaplanabilse de, bu geçiş dönemlerinde vücutta ani değişikliklerin olmadığı aşikârdır. Epifiz kapanmaları gibi vücutta meydana gelen değişiklikler; yavaş bir süreç içerisinde oluşmaktadır. Bu nedenle, mevcut olduğu yaş grubunu daha iyi temsil edeceği düşünülerek, yaş gruplarının orta kısımları (örneğin; 10,4 - 10,6 veya 11,4 - 11,6 arası gibi) tercih edilmiş ve çalışmaya dahil edilmiştir. Benzer yöntem, yaş tayiniyle ilgili başka atlas çalışmalarında da uygulanmıştır (112).

Çalışmamıza sadece, içinde bulunduğu yaşı bitirmiş ve o yaşın ortalarına gelmiş yaş grupları dahil edilmiş olmasına rağmen ve birçok başka eleme yöntemleri uygulanmış olmasına rağmen, benzer diğer çalışmalarla kıyaslandığında; olgu sayısı bakımından yeterli olgu sayısına ulaşıldığı düşünülmektedir. Bu duruma; hastanemizin bölge hastanesi olması dolayısıyla çok sayıda başvuru alması, çalışmamızın retrospektif olması ve 2012 yılından bu yana, toplam 10 yıllık süreçte hastanemiz PACS sistemine kayıtlı tüm radyografilerin elektronik ortamda arşivleniyor olması gibi etkenler katkı sağlamıştır. Ayrıca olgularımızın çoğunluğunu; el ve el bileği bir şekilde travmaya maruz kalmış, düşmeyle gelen çocuklar oluşturmaktadır. Trabzon bölgesinde; çocuklarda DEHB'in (dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğunun) daha fazla olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Yapılan meta analizlerde dünya genelinde prevalansı %6 civarlarında olduğu söylenen DEHB, 2010 yılında Trabzon'da yapılan bir çalışmada %8,6 olarak bulunmuştur. Ayrıca DEHB dünya genelinde; erkeklerde kızlara göre 2,5 kat fazla görülürken, Trabzon'da bu oran 3,5 kat olarak tespit edilmiştir (168,169). Bu bölgede yaşayan çocuklarda DEHB'in biraz daha fazla olmasının vaka sayısı bakımından çalışmamıza katkı sağladığı düşünülmüştür.

Çalışmamızda yer alan erkek (n=778) - kız (n=369) oranının yaklaşık 2/1 olması da; erkeklerin hareketli yaşam tarzıyla ve DEHB'in erkeklerde daha fazla görülmesiyle ilişkilendirilebilir. İtalya'da, 2011 yılında yapılan benzer bir çalışmada, travma ile gelen 11-19 yaş arası çocukların el-bilek radyografileriyle, GP atlasının

uygulanabilirliği kıyaslanmış; çalışma 125 kız, 359 erkek üzerinden düzenlenmiştir (170). Bu çalışmada da erkek kız oranının yaklaşık 3/1 şeklinde dağılım gösterdiği görülmektedir.

Çalışmamızda, özellikle erkek yaş grubunda, büyüyen yaşla beraber olgu sayısının da artış eğilimi gösterdiği gözlenmiştir. Bu da yaşla beraber, bisiklet kazaları, ağaçtan düşme gibi riskli hareket artışının bir sonucu olabilir. Çalışmamızdaki olgulardan 18 yaşını dolduranların sayısı diğer yaş gruplarına göre oldukça fazlaydı. Ayrıca 18 yaş grubunda doğum yeri çeşitliliği de fazlaydı. Bu durumun büyük kısmını; 18 yaşından sonra üniversitemize gelen ve hastanemiz çevresinde ciddi bir nüfus artışına neden olan öğrencilerin oluşturduğu düşünülmektedir. Ayrıca; araba kazası, motosiklet kazası, iş kazası gibi durumlar sonrası el ve el bileğine alınacak travmanın, 18 yaşından sonra artış göstermesinin de bir başka etken olduğu düşünülmüştür.

Genel olarak insanların sol elini daha az kullanılmasına ve sağ elin daha çok travmaya uğrama ihtimaline dikkat çekilerek, kemik yaşı incelemesinin sol el üzerinden yapılması gerektiği düşünülmüştür ve el-bilek atlasları sol el radyografileriyle oluşturulmuştur. Baer ve Dyrkatz 1957 de yaptıkları bir çalışmada her iki elin gelişim açısından bir farklılığının olmadığını savunmuştur (171). Bunun yanında Roche ve ark. 1967 de yaptıkları bir çalışmada sol elin sağ ele göre daha gelişmiş olduğu sonucuna varmışlardır (172). Ancak günümüzde hem gözlemci hem bilgisayar destekli programlarla yapılan çalışmalarda, kız ve erkeklerde iki el arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya konmuştur (173). ***Bizim çalışmamızda da baktığımız 171 olgunun 170 tanesinde iki el arasında kemik gelişimi açısından herhangi bir farklılık görülmemiştir.*** Sadece bir olguda, travma alan ve skafoid kırığı gelişen sol elin, diğer ele göre biraz daha fazla gelişmiş olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, travma - kemik yaşı ilişkisiyle ilgili yeni çalışmalar yapılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca ***günümüz çocuklarının ellerini kullanma alışkanlıkları ve el travmaları eski yıllara göre bir hayli değişiklik göstermiştir.*** Bu hususun da iki el arasındaki kemik gelişim farklılığında etkili olduğu düşünülmüştür.

El-bilek atlaslarından karşılaştırma usulüne dayalı kemik yaşı tayin yöntemi oldukça sübjektiftir. Gözlemciden gözlemciye göre değişebildiği bilinmektedir. Bazı gözlemciler baktığı radyografide elin bir bölgesinin referans görüntüyle benzerliğine odaklanırken, bazı gözlemciler başka bir bölgenin benzerliğine odaklanabilir. Ayrıca

benzerlik açısından iki yaş grubu arasında kalma durumu çok sık yaşanabilmektedir. Bizim çalışmamızda da, ***çalışmanın objektifliğini artırabilmek amacıyla el-bilek radyografi değerlendirmesi konusunda deneyimli 3 gözlemci doktor kullanılmıştır.***

Çalışmamızda, gözlemciler arası korelasyon; çoğu yaş grubu için ve genel ortalamada, ICC (sınıf içi korelasyon,  $r=0,925$ ) 0,9 üzeri (çok yüksek düzeyde) bulunmuştur. Olguların %70 ( $n=804$ ) kadarında 3 gözlemci de aynı kemik yaşı tayininde bulunmuştur. Farklı kemik yaşı tayininde bulunan olgular arasında en fazla 1 yaş fark bulunmaktaydı. Yalnızca 12 yaşındaki bir kız olgunun kemik yaşı incelemesinde iki gözlemci 12 yaş tayininde bulunurken, bir gözlemci 10 yaş tayininde bulunmuştur. Sadece bu olguda gözlemciler arası kemik yaşı tayininde 2 yaş fark gözlenmiştir. Bu olgu haricindeki diğer tüm olgularda gözlemcilerin kendileri arasında 1 yaş farktan fazla fark olmamıştır. ***Gözlemciler arası yaş farklarının, farklı bölgelere odaklanma ve referans görsellerde de o bölgelerdeki benzerlikleri aramaktan kaynaklandığı düşünülmüştür.*** Örneğin kronolojik yaşı 12 olan bir olgunun kemik yaşını atlastaki görsellerle karşılaştırdığımızda, karpal kemikler 10 yaş ile benzerlik gösterirken, parmak epifizleri veya radial epifiz 13 yaş ile benzerlik gösterebilmektedir. Gözlemciler arası kemik yaşı tayin farklılıklarının daha çok bu nedenlerle oluştuğu düşünülmüştür.

Birden fazla gözlemcinin kullanıldığı başka kemik yaşı çalışmalarına bakacak olursak, genel olarak çoğunda gözlemciler arası uyumun iyi olduğu sonucu çıkarılabilir. 2020 yılında Koç ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada; 99 farklı gözlemciden, çeşitli kronolojik yaşlardaki çocukların el-bilek radyografilerinin kemik yaşı açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Gilsanz-Ratib (GR) atlasıyla yapılan değerlendirmede ICC (sınıf içi korelasyon) 0,973 olarak (çok yüksek düzeyde) bulunmuştur (174). Ayrıca, 2013 yılında Gruelich-Pyle (GP) atlası ile yapılan, 14-18 yaşları arası 300 İtalyan çocuğun olduğu bir çalışmada, 2 si kemik yaşı değerlendirme deneyimi daha fazla olan 4 gözlemci kullanılmıştır. Genel olarak, dört farklı gözlemci tarafından atanan ortalama kemik yaşında önemli farklılıklar gözlemlenmediği bildirilmiştir. Ancak deneyimli 2 gözlemcinin sonuçlarında ortalama kemik yaşıyla, ortalama kronolojik yaş arasında anlamlı farklılık bulunmazken, daha az deneyimli gözlemcilerin sonuçlarında anlamlı farklılık bulunmuştur (175).

Bizim çalışmamızda da, kemik yaşı tayini alanında deneyimli 3 gözlemci kullanılmış ve birbirleri arasındaki uyum çok güçlü ( $r=0,925$ ) olarak değerlendirilmiştir. ***Kronolojik yaşla kemik yaşı arasındaki farkın analizinde, tüm olgular üzerinden yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarıyla, üç gözlemcinin aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu olgular üzerinden yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları, önemli farklar göstermemiştir. Bu da bize, gözlemciler arası uyumun iyi olduğunu ve kemik yaşı tayin farklılıklarının sonuç kısmını büyük oranda etkilemediğini göstermiştir.*** Bu nedenle çalışmamızda, gözlemcilerin birbirlerini kemik yaşı tayini konusunda dengelediğini düşünerek, üç gözlemcinin ayrı ayrı tayin ettiği kemik yaşı ortalaması, bazı tablo ve grafiklerde ayrıca bazı istatistiksel analizlerde, o kişinin o yaştaki kemik yaşı olarak kabul edilmiştir. Sonrasında da bazı tablolara yerleştirirken ondalık kısmın virgülden sonrası dikkate alınmamıştır. Örneğin; ***gözlemcilerin sırasıyla 13-12-13 kemik yaşı tayininde bulunduğu olgunun kemik yaşı 12,66 olarak kabul edilmiş ve kemik yaşının, tablolara 12 olarak koyulması uygun görülmüştür.*** Bu sayede tereddütlü durumlarda, düşük kemik yaşı tahminini dikkate alınmış, kemik yaşının gereksiz büyük tayin edilmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızın sonuç çıktılarına bakacak olursak; her ne kadar bazı olguların GR atlasına göre kemik yaşı, kronolojik yaştan altında bulunmuş olsa da, ***genel olarak hem kızlarda hem de erkeklerde kemik yaşının kronolojik yaştan üzerinde olduğu tespit edilmiştir.*** Kronolojik yaş kemik yaşı farklılığında, 18 yaşı hariç tutacak olursak, kemik yaşı kronolojik yaştan 1 yıl büyük olgular çoğunluğu oluşturmuştur. Olgularımızda kemik yaşının kronolojik yaştan büyük çıkmasında, yaş gruplarının orta kısmında bulunan yaştaki olguları (10,5 gibi) çalışmaya dahil etmemizin etkili olduğu söylenilebilir. Ancak hukuk sisteminde yaş sınırları net çizilmiştir ve ***kişinin bitirmiş olduğu yaş (doğumundan bu yana geçen yıl sayısı) dikkate alınarak işlem yapılmaktadır.*** Bu nedenle, mevcut yaş grubunu daha iyi temsil etmesi açısından bu durumun önemli olduğu düşünülmüştür. Bunun yanında, şahsın kemik yaşı olarak, 3 gözlemcinin kemik yaşı tayininin ortalaması alınmış ve çıkan değer ondalık kesir basamağı barındırıyorsa ondalık sayı aşağı yaşıya yuvarlanmıştır. Bu durumun, kronolojik yaşı orta yaş grubunun seçilmiş olmasıyla kemik yaşının yüksek çıkması olasılığını, dengelediği düşünülmüştür.



Kemik yaşıyla kronolojik yaşı aynı tespit edildiği olgulara bakacak olursak; ilk sırada %93 lük bir oranla 18 yaş erkeklerin, ikinci sırada %83 lük oranla 18 yaş kızların yer aldığı görülmektedir. Bu sonucun oluşmasında, her iki cinsiyetin de 18 yaşında tüm el-bilek epifizlerinin kapanmış olması ve GR atlasında 18 yaşından sonra herhangi bir standart görsel bulunmuyor olmasının etkili olduğu düşünülmüştür. Bu değerlendirmeye göre, **GR atlasının, adli açıdan oldukça önemli bir yaş sınırı olan ve reşitlik olarak kabul edilen 18 yaş için güvenli bir şekilde kullanılabileceği** söylenebilir.

Atlaslara göre el kemik yaşı değerlendirmesi çalışmalarında; **kronolojik yaşı 18'i geçen olguların, diğer yaş gruplarından ayrı değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür.** Kızlarda 17, erkeklerde ise 18 yaşından sonra, boyda uzama olmadığı ve el kemik gelişiminin durduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bu yaşlar için atlaslarda oluşturulmuş referans görseller, kafa karıştırıcı olabilmektedir. Örneğin radial epifiz hattının kenarlarında bulunan çentikler veya metakarpal kemiklerdeki korteks medulla oranı, kemik yaşı tayin farklılıklarına yol açabilmektedir. Bizim çalışmamızda da ICC (sınıf içi korelasyon) erkek 18 yaş için:  $r=0,883$ , kız 17 yaş için:  $r=0,816$ , kız 18 yaş için:  $r=0,728$  olarak, diğer yaş gruplarından daha düşük tespit edilmiştir. **Bizim oluşturduğumuz referans görsellerde, bu yaş gruplarına (17, 18) özel, açıklayıcı görseller eklenmiştir.**

İstatistiksel analiz sonuçlarını özetleyecek olursak; erkekler için; 10, 11, 12, 13, 16 yaşlarında, kızlar için; 12, 13, 14, 15, 16, 17 yaşlarında, kronolojik yaşla, GR atlasına göre kemik yaşı karşılaştırmasında, tüm analizlerde, kemik yaşının kronolojik yaştan büyük olması yönünde anlamlı farklılıklar ( $p>0,05$ ) vardır. Erkekler için; 14, 15 ve 17 yaşta, kızlar için; 10 ve 11 yaşta yine bazı analizlerde anlamlı farklılıklar olsa da tüm analizlerde anlamlı bir fark ( $p<0,05$ ) bulunamamıştır. Bu da bizlere, **GR atlasının, erkeklerde; 14, 15 ve 17 yaşlar için, kızlarda ise 10 ve 11 yaşlar için, 10-18 yaşları arası diğer yaşlara göre daha kullanılabilir olduğunu göstermiştir.**

18 yaşta da kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar ( $p: <0,001$ ) bulunmuştur. Ancak bu farklılığın, örneklem oluşturulurken 18 yaş için kronolojik yaş olarak 18,5 civarı kişilerin çalışmaya dahil edilmesiyle ve 18 yaşın üstünde herhangi bir kemik yaşı tayininde bulunulamamasıyla oluştuğu düşünülmektedir. Bunun yanında, GR atlası, 18 yaşta kemik yaşıyla kronolojik yaş

arasında erkeklerde %93, kızlarda ise %83 benzerlik göstermiştir. El-bilek radyografilerde gözlenen, kemiklerdeki çentikler ve medulla korteks oranındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak yapılacak olan değerlendirmede, GR atlasında yer alan 18 yaş referans görsellerinin, adli yaş tayininde kullanılabilir olduğu düşünülmüştür.

Olgu sayıları üzerinden GR kemik yaşı, kronolojik yaş karşılaştırması yapılan tablolara bakacak olursak; erkeklerde 14 yaş (%54), kızlarda ise 10 yaş (%60) grubunda kronolojik yaşla kemik yaşı uygunluğu %50'nin üzerinde bulunmuştur. Diğer yaş gruplarında, bu oranların hepsi %40'ın altında yer almıştır. İstatistiksel analizlere baktığımızda, erkekler için; 14 yaş ( $p=0,944$ ) ve 15 yaşta ( $p=0,506$ ), kızlar içinse 10 yaşta ( $p=0,165$ ) kronolojik yaş ile kemik yaşı arasındaki farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçların nedeni olarak, ***ergenlik çağındaki büyüme ritim (büyüme atılım dönemi ve büyüme yavaşlama dönemi) farklılığı gösterilebilir.*** GR atlası oluşturulurken çalışmaya dahil edilen çocukların, büyüme ritimleriyle, çalışmamıza dahil ettiğimiz Türk çocukların büyüme ritimleri farklılık arz etmektedir. Bunun yanında, kemik yaşı referans görsellerinde erkeklerde 14 yaşta yoğunlaşma olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak, ***erkek 14 yaş referans görselinin, altında ve üstündeki diğer görsellere göre daha kapsayıcı olduğu veya bu yaş grubunun Türk erkek çocuklarında ortalama olarak büyüme yavaşlama dönemlerine denk geldiği*** söylenilebilir.

En çok olgu sayısının yer aldığı, kronolojik yaşı 18 olan olguları çıkaracak olursak, bizim çalışmamızda GR atlasının kronolojik yaşı yansıtırma oranı erkeklerde %27, kızlarda ise %25 olarak bulunmuştur. Her iki cinsiyeti beraber değerlendirdiğimiz kaba bir hesaba göre; GR atlasıyla bakılan ***kemik yaşı, kronolojik yaşla; 18 yaş için ortalama olarak %90 civarında bir uygunluk sergilerken, diğer yaşlar için bu oran %25 (4'de 1) civarlarında seyretmektedir.***

Tüm tablolar ve tüm değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda; ***GR atlasındaki referans görsellerden, erkekler için 14 yaş, kızlar içinse 10 yaşın ortalama kronolojik yaşla uyum gösterdiği kanaatine varılmıştır. Diğer yaş grupları için GR atlasının, adli yaş tayininde, kemik yaşındaki geniş varyasyonlar dikkate alınarak, sınırlı ölçüde kullanılabileceği düşünülmüştür.***

Kızlarla erkekler arasında kemik yaşı karşılaştırması yapacak olursak; kızların kemik gelişiminin erkeklerin önünde seyrettiği bilinmektedir. Bunun yanında, bizim çalışmamızda, kızların kemik yaşının kronolojik yaşın önünde olma durumunun, erkeklerinkinden daha fazla olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, kızların kemik yaşı dağılımı, erkeklere göre daha dağınık ve kızların kemik yaşı ortalamalarının standart sapma değerleri, erkeklere göre daha fazla bulunmuştur. Ayrıca üç gözlemcinin aynı kemik yaşı tayininde bulunduğu olguların yüzdesi de kızlarda daha düşük tespit edilmiştir. Tüm bunlar bize, ***kızlarda kemik yaşı tayinin erkeklere göre daha zor olduğunu ve daha aykırı değerler sergileyebileceğini göstermektedir.*** Bu durumun nedenleri arasında, ***kız cinsiyetin hormonal düzeninin erkeklere göre daha değişken bir seyir göstermesi*** yer alabilir.

Çalışmamızda; yaygın kullanımı olan, referans görsellere ulaşımı kolay, diğer atlara göre daha güncel, günümüze daha yakın zamanlarda yaşamış çocukların el-bilek radyografileri üzerinden oluşturulmuş Gilsanz Ratib atlası tercih edilmiştir.

Yaş tayini yöntemlerinden kemik yaşı tayininin basit ve kullanışlı olması, kemik yaşı tayininde radyolojik yöntemlerden; röntgen'in (x-ray'in) basit ve kullanışlı olması, diğer bölgelere göre el-bilek röntgen görüntüsünün basit ve kullanışlı olması, diğer el-bilek üzerinden kemik yaşı tayini yapan yöntemlere göre atlas yönteminin (karşılaştırmalı yöntemin) basit ve kullanışlı olması, bu atlardan GR atlasının ulaşım ve kullanım yönüyle basit olması; ***çalışmamızın, Ockham'ın usturası (zorunluluk olmadığı sürece basit olan tercih edilmelidir) teorisiyle uyum gösterdiğini düşündürmektedir.***

GR atlası ilk olarak 2005 yılında basılmıştır. Diğer sık kullanılan atlardan daha yenidir ve dijital görüntülerden oluşmaktadır. Bu atlası oluşturmak için kullanılan verilerin temelini; Los Angeles Çocuk Hastanesi'nde 20 yıllık bir süreçte normal büyüme ve iskelet gelişimi üzerine yapılan çalışmaların oluşturduğu, söylenmiştir. GR atlası; boy ve kilosu 3. ve 97. persantil arasında olan ve Tanner evresi yaşıya göre ayarlanmış ortalama için 2 standart sapma değerleri arasında bulunan, yarısı erkek yarısı kız, toplamda 522 çocuğun el-bilek radyografileri üzerinden düzenlenmiştir. Referans görüntüler oluşturulurken; her yaş grubu için 9 olgu üzerinden değerlendirmede bulunulmuştur ve bilgisayar desteğiyle bu 9 el bilek görüntüsünün ortalaması alınmaya çalışılmıştır (18). Biz çalışmamıza her yaş grubu için çok daha

fazla sayıda olguyu dahil ettik. En az olgu sayısı 28 olguyla 12 yaş kız grubundayken, en çok olgu sayısı 161 olguyla 18 yaş erkek grubundaydı. Ayrıca GR atlasının 2005 yılından 20 yıl geriye dönük süreci kapsayan çalışması ile kıyaslandığında bizim çalışmamız 2022 yılından 10 yıl geriye dönük süreci kapsıyordu. Günümüzde, çocukların yaşam alışkanlıkları ve beslenme özelliklerindeki hızlı değişimler göz önünde bulundurulduğunda; birbirlerine daha yakın yıllarda yaşamış, daha çok sayıdaki çocuğun değerlendirilerek, referans görsellerin oluşturulmasının önemli olduğu düşünülmüştür.

Günümüzde veri kayıt imkanlarının artması, verilerin dijital ortamda saklanması nedeniyle, çalışmaya dahil edilen kişilerin başka hastalıklarına da ulaşım imkânı artmıştır. Bunun yanında, olgularımızın boy ve kilo persantil değerlerinin ve tanner evrelerinin elimizde bulunmaması, çalışmanın kısıtlılıkları arasında yer almış olsa da, olgu sayımızın yeterli olmasıyla, ***aykırı değerlerin genel ortalamaya olumlu yönde katkı sağladığı*** düşünülebilir. Bu nedenle bizim çalışmamıza benzer çalışmaların farklı bölgelerde de yapılabileceği ve böylelikle ülke genelinde geçerli bir el-bilek atlasının kolayca oluşturulabileceği düşünülmüştür.

***GR atlası da diğer el-bilek atlasları gibi, iskelet gelişimini el-bileği üzerinden takip edebilmek üzere oluşturulmuştur.*** Bu nedenle her yaş için ayrı ayrı referans görseller oluşturulmuş olsa da atlasta 4'ü ergenlik ilişkili 6 farklı yaş grubu yer almaktadır. Bunlar;

- Bebeklik; (erkeklerde doğumdan 14. aya - kızlarda doğumdan 10. aya kadar)
- Küçük çocukluk (yürümeye başlayan çocuk); (erkeklerde 14. aydan 3 yaşına - kızlarda 10. aydan 2 yaşına kadar)
- Ergenlik öncesi (erkeklerde 3 yaşından 9 yaşına - kızlarda 2 yaşından 7 yaşına kadar)
- Erken ve orta ergenlik (erkeklerde 9 yaşından 14 yaşına - kızlarda 7 yaşından 13 yaşına kadar)
- Geç ergenlik (erkeklerde 13 yaşından 15 yaşına - kızlarda 14 yaşından 16 yaşına kadar)
- Ergenlik sonrası (erkeklerde 17 yaşından 19 yaşına - kızlarda 15 yaşından 17 yaşına kadar)

şeklinde sıralanmış ve bu yaş gruplarında hangi bölgelere dikkat edilmesine ilişkin görseller paylaşılmıştır (18). GR atlasının, her yaş grubu için ayrı bir el-bilek x-ray görseli oluşturması, bu atlasın GP atlası gibi adli tıpta, yaşayan insanlar üzerinde uygulanabilirliği sorusunu akla getirmiştir ve bu konuda bazı çalışmalar yapılmıştır.

Schmidt ve ark. tarafından 2009 yılında yapılan çalışma GR atlasının, ceza davalarında, yaş tahmini için adli olarak uygulanabilirliğini analiz eden ilk çalışmadır. Bu çalışmada; 10-18 yaşları arasında, yarısı erkek yarısı kız 180 çocuğun sol el-bilek radyografisi, Gilsanz Ratib atlasının hem bilgisayar tabanlı versiyonu hem de ders kitabı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Her yaş grubu için 10 olgu kullanılmıştır. 1983-2002 yılları arası Almanya'da çekilmiş el-bilek radyografileri, çalışmaya dahil edilmiştir. Değerlendirme alanında uzman bir doktor tarafından yapılmıştır. Çalışmada; yasal açıdan önemi olan 14-18 yaş gruplarında, iskelet yaşı ile kronolojik yaş ortalaması arasındaki farklar, kızlarda “-0,1 ile +0,6 yıl” arasında, erkeklerde ise “-0,5 ile -0,1 yıl” arasında değiştiği bildirilmiştir. Sonuç olarak; kızlarda yaşı fazla tahmin edilmesi riskinden dolayı, Gilsanz ve Ratib'in iskelet yaşı değerlendirmesi yöntemi, adli yaş tespiti için sınırlı ölçüde uygun görüldüğü, ayrıca atlasın dijital versiyonunun adli yaş tahmini için uygun bir alternatif olmadığından bahsedilmiştir (24). Kemik yaşının kızlarda, erkeklere göre daha ileri bulunması bizim çalışmamızla benzerlik göstermiştir, ancak bizim çalışmamızda, erkeklerde de ortalama kemik yaşı kronolojik yaştan ileri bulunmuştur ve kızlarda daha fazla fark tespit edilmiştir. ***İki çalışma arasındaki farklılıklar çalışma grubunu oluşturan çocukların farklı genetik yapıya sahip olması, farklı bölgelerde ve farklı zamanlarda yaşamıyla açıklanabilir.*** Bu çalışmayla kıyaslandığında bizim çalışmamızın; daha fazla olgu sayısı içermesi ve 3 gözlemci tarafından inceleme yapılmış olması, çalışmamızın üstün yönlerini oluşturmaktadır.

2014 yılında Çin'de yapılan, GR atlasıyla GP atlasının karşılaştırmasına dayalı 0-13 yaşları arasını içeren bir çalışmada, GR atlasının 10-13 yaş arası erkek çocuklarda önerilmediği belirtilmiştir. Bu çalışmada, bizim çalışmamıza benzer nitelikte, her iki gözlemcinin ortalama kemik yaşı sonucu, nihai kemik yaşı olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada iki kemik yaşı standartı arasında kalındığında, aradaki değer kemik yaşı olarak tayin edilmiştir (23). Bizim çalışmamızda ise, ara değer olarak kemik yaşı tayininde bulunulmamış, daha çok, kişinin el-bilek radyografisinin hangi

standart radyografiye benzediği hususuna göre hareket edilmiştir. GR atlasında, özellikle ileri yaşlardaki bazı standart görseller arasında çok az fark bulunmaktadır (ör: kızlar 15 yaş ile 16 yaş). Bu nedenle, ara kemik yaşı tayininde bulunma; 0-13 gibi daha küçük yaşlar için uygun görülse de ileri yaşlar için uygun olmadığı kanaatine varılmıştır. Bunun yanında, bu çalışmanın bizim çalışmamızla uygun düşen kısımları bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da; erkeklerde 10-13 yaş için GR atlası önerilmezken, kızlarda kısmen önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Hindistan'da 2021 yılında yapılan Gilsanz-Ratib, Gruelich-Pyle ve Tanner Whitehouse Yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; ergenlik çağındaki erkeklerde GR atlas yönteminin en uygun yöntem olduğu, bununla birlikte Hintli kızlarda pubertal büyüme atağına kadar kemik yaşının atlaslara göre düşük seyrettiği, ardından kemik yaşında hızlı bir ilerleme olduğu tespit edilmiştir (176). Bizim çalışmamızda da, erkeklerde 14 ve 15 yaş grubu GR atlasıyla daha uyumlu bulunmuştur. Bunun yanında kızlarda 10 ve 11 yaş GR atlasıyla daha fazla uyum halindeyken sonraki yıllarda kemik yaşında hızlı bir ilerleme tespit edilmiştir.

El iskelet yaşında yöntemlerin karşılaştırmasını konu alan, 2013 yılında yayınlanan bir çalışmada; GR yönteminde, özellikle kız çocuklarında, kronolojik yaşı olduğundan fazla tahmin etme riskinin bulunduğu bahsedilmiştir. Ayrıca gözlemciler arası korelasyon en düşük GR yönteminde bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, atlasla yer alan standart görsellerde, yaşa özgü olgunluk kriterlerinden bahsedilmemesi ve bunun yeterince deneyim sahibi olmayan gözlemcilerde tahmin doğruluğunu sınırlandırdığı ifade edilmiştir. Greulich-Pyle ve Thiemann ve arkadaşlarının atlas yöntemlerinde ise yaşa özgü olgunluk belirteçlerinden bahsedildiği belirtilmektedir. Bunun yanında, GR atlasında kullanılan referans popülasyonu hakkında hiçbir ayrıntı verilmediğinden ve bu nedenle ceza davalarında kullanılabilmesi için yeterli standart kriterleri sağlamadığından bahsedilmiştir (177). Bizim çalışmamızda GR atlası diğer atlaslarla karşılaştırılmamıştır, ancak bizim çalışmamızda da GR atlasındaki referans görseller, çalışma grubumuzdaki çocukların kronolojik yaşlarıyla büyük oranda uyumsuz gözlemlenmiştir.

2010 yılında 7 radyolog, 5 çocuk endokrinoloğu tarafından hem GP hem de GR atlasları kullanılarak yapılan bir çalışmada; gözlemcilerin her iki atlasla yapılan okumalarında ICC: 0.96 (çok güçlü korelasyon) olarak bulunmuştur. Bununla beraber

GR atlasında, genel yaş okumalarına kıyasla bir yıldan fazla farkın GP atlasına oranla anlamlı olarak daha fazla sayıda olguda okunduğu belirtilmiştir. İki ayrı disiplinin kemik yaşlarını okumada hemen hemen aynı tutarlılığı sergilediği, GR atlasının fazla sayıda aykırı değer (1 yıldan fazla fark) okuması dışında GP ile benzer performans gösterdiği ve GP'nin yerine geçmek için uygun olabileceği ifade edilmiştir(22).

GR ile GP'nin akıllı kemik yaşı değerlendirme sistemiyle karşılaştırmasını yapan bir çalışmada, iki atlasın oldukça tutarlı sonuçlar verdiği, erkeklerde kızlara göre daha fazla tutarlılık sergilendiği, GR atlasında yer alan referans görüntülerin güvenle GP atlası yerine kullanılabileceği ifade edilmiştir (178).

Gilsanz-Ratib atlası oluşturulurken, oluşturulan görüntüleri karşılaştırmak ve doğrulamak amacıyla, 200 sağlıklı Kafkas ırkı çocuğun (100 erkek, 100 kız) görüntüleri çift kör okumayla incelendiği belirtilmiştir. Sonuç olarak, GR atlasıyla GP atlası karşılaştırmasında, kronolojik yaş ile kemik yaşı arasındaki ilişkiye göre değerlendirme yapıldığında, istatistiksel açıdan herhangi bir fark gözlemlenmediği, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da GR'nin kronolojik yaşa biraz daha güçlü korelasyonlar sağladığı ifade edilmiştir (18).

2019 yılında Pakistan'da 147 radyolog arasında yapılan bir çalışmada, radyologların ilk sırada %87'lik bir oranla GP atlasını kullandıkları, ikinci sırada %7'lik bir oranla GR atlasını kullandıkları belirlenmiştir (179). Bununla birlikte, GR atlası kullanım sıklığı ile ilgili literatürde çok fazla veri bulunmamaktadır. GP atlasının ise çocuk doktorlarının %76'sından fazlası tarafından kullanıldığı bildirilmektedir (180). Ülkemizde 2001-2003 yılları arası yapılan bir çalışmada en sık kullanılan yaş tayini metodunun GÖK atlası (%46), ikinci sıklıkta GP (%22), sonrasında TW2-TW3 (%17) olduğu, bunları azalan oranlarda; klavikular metot, Fels ve Schmell metotlarının izlediği belirtilmiştir (181). Burada verilen yüzdelerin, atlasların kolay ulaşılabilir olmalarıyla ve kullanım kolaylıklarıyla ilişkili olduğu düşünülmüştür. Ayrıca Türkiye'de kullanılan atlas sıklığıyla ilgili çalışma, eski ve adli tıp genelinde yapılan bir çalışmaya dayanmaktadır. ***Ülkemizde, kemik yaşı değerlendirmesinde kullanılan yöntem sıklıklarıyla ilgili; çocuk doktorlarını, radyologları ve adli tıp uzmanlarını kapsayan güncel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.***

Kemik yaşı tayin yönteminde, eski zamanlardan bu yana, genellikle Greulich-Pyle atlası kullanılmaktadır ve bu nedenle kemik yaşıyla ilgili yapılan çalışmaların çok büyük bir kısmını GP atlası oluşturmaktadır. Gilsanz Ratib atlasıyla ilgili çalışmalar ise sınırlı sayıda kalmaktadır. Bu nedenle, kemik yaşı tayinde metot olarak GR atlasının GP atlasıyla aynı yöntemi kullandığı da göz önünde bulundurulduğunda, bizim çalışmamıza benzer nitelikte GP atlası ile yapılan çalışmalar ve bunların sonuçlarının derlenmesi gerektiği düşünülmüştür.

| Ülke      | Çalışma olgu sayısı | Yaş aralığı (yıl) | Çalışma sahibi   | Çalışma yılı | Sonuç |
|-----------|---------------------|-------------------|------------------|--------------|-------|
| İtalya    | 300                 | 14-18             | De Donno ve ark. | 2013         | a     |
| İtalya    | 484                 | 11-19             | Tisè ve ark.     | 2011         | b     |
| Fransa    | 190                 | 10-19             | Zabet ve ark.    | 2014         | c     |
| İskoçya   | 406                 | 0-21              | Hackman ve Black | 2013         | d     |
| Çin       | 6026                | 2-20              | Zang ve ark.     | 2013         | e     |
| Hindistan | 660                 | 9-20              | Mohammed ve ark. | 2015         | f     |
| İran      | 425                 | 6-18              | Moradi ve ark.   | 2012         | g     |
| Pakistan  | 889                 | 0-18              | Zafar ve ark.    | 2010         | h     |
| Sudan     | 1683                | 3-25              | Elamin ve ark.   | 2017         | i     |
| Etiyopya  | 108                 | 10-22             | Binalfew ve ark. | 2017         | j     |

**Tablo 17. Dünyada GP atlasıyla yapılan bazı kemik yaşı çalışmaları**

- Kronolojik yaşla kemik yaşı arasında önemli bir farklılık tespit edilemediğinden, GP atlası İtalyan popülasyonu için uygulanabilir (175).
- GP'nin kronolojik yaş tahmininde, erkek ve kadınlarda kritik yaşlar olan 14 ve 18 yaşlarında geniş bir hata payı olduğu göz önünde bulundurularak dikkatli kullanılması gerekmektedir (182).
- Hem erkek hem de kadınlar için kronolojik yaş ile iskelet yaşı arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunamadığından GP yöntemi Fransız popülasyonunda kullanılabilir. Ancak bu yöntemin, yaşı olduğundan fazla göstermesi eğiliminden dolayı dikkatli olunmalıdır (183).
- Kronolojik yaşla kemik yaşı arasında güçlü korelasyon bulunmuştur, bu nedenle GP atlası modern İskoç toplumu için uygundur. Ancak adli yaş tahmini kullanımında, dikkatli olmak gerekir (184).
- Asyalılar, GP atlasında belirtilen kemik yaşı referansından 1,2 yıl önce tam iskelet olgunluğuna erişirler. Bu nedenle GP atlasının Çin'de kullanımı yanıltıcı olabilir (185).

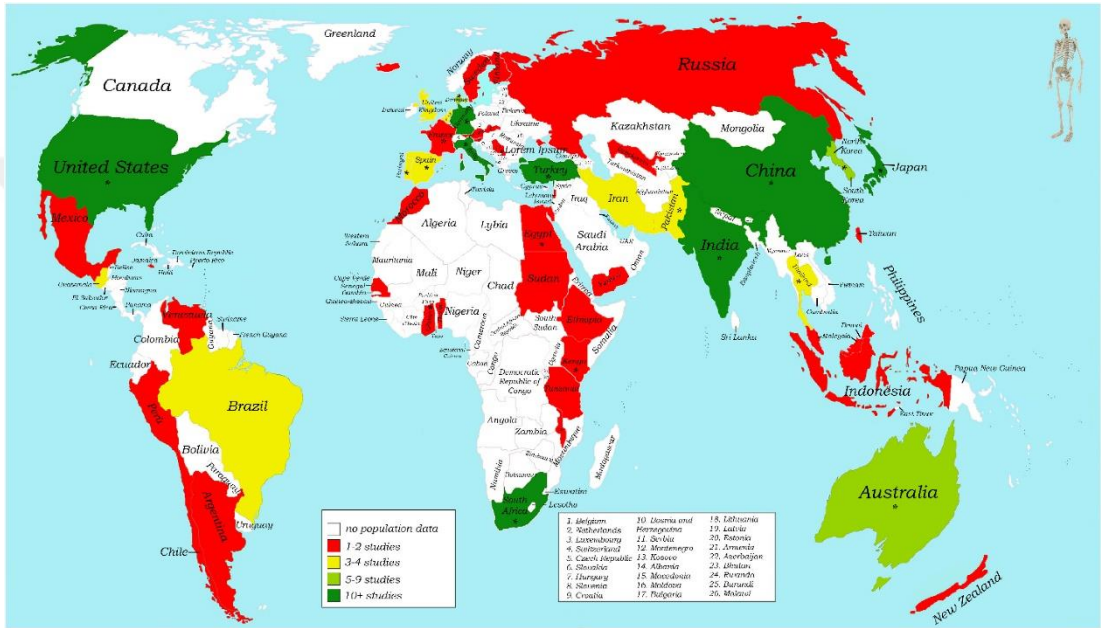


- f) GP yönteminin, erkeklerde iskelet yaşını  $0,23 \pm 1,53$  yıl, kızlarda  $0,02 \pm 2$  yıl fazla tahmin etmiş olmasına rağmen yaş değerlendirmesinde güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (186).
- g) Bu çalışmada, erkeklerde iskelet yaşı, kronolojik yaştan 4,5 ay daha geri, kızlarda ise iskelet yaşı kronolojik yaştan 0,5 ay daha ileri bulunmuştur. Birkaç aylık fark olasılığı göz önüne alındığında, GP atlası kabul edilebilir doğrulukta İranlı çocuklara uygulanabilir (187).
- h) İskelet yaşıyla kronolojik yaş arasında ergen erkek grubu hariç istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu tespit edilmiştir. Bulgular, Pakistanlı çocuklarda doğru iskelet yaşı değerlendirmesi için GP atlasının uygulanabilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir (188).
- i) Erkek çocukların tümünde, iskelet olgunlaşması GP standartlarının gerisinde bulunmuştur. Kızlarda ise 6-10 yaş arasında iskelet yaşı geri, 13-18 yaş arasında ise iskelet yaşı ileri bulunmuştur. Menarş sonrası kızların iskelet yaşı GP standartlarının ilerisinde seyretmiştir. Ayrıca bu çalışmada, düşük sosyoekonomik seviyenin etkileri iskelet yaşı gecikmesiyle istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir (189).
- j) Kızlarda iskelet yaşı, GP standartlarına göre 11,8 ay, erkeklerde ise 8,7 ay daha geride bulunmuştur. Her iki cinsiyette de iskelet olgunlaşmasında gecikme gözlemlendiği, ancak kızların erkeklerden daha erken olgunlaştığı belirtilmiştir (190).

GP atlası tüm etnik gruplara uygulanabilir mi, sorusuna cevap arayan, 2019 yılında yayınlanan bir meta analiz çalışmasında 1959 ile 2017 yılları arasında gerçekleştirilen 35 çalışma dikkate alınmıştır. Sonuç olarak, Afrika'lı erkek olgularda, Asya'lı kız olgularda ve Kafkasya'lılarda; kemik yaşı ile kronolojik yaş arasında anlamlı fark olmadığı, ancak Asya'lı erkek ve Afrika'lı kız olgularda; GP atlasının dikkatli kullanılması gerektiği ifade edilmiştir (191).

1994 yılında yayınlanan kapsamlı bir çalışmada dünya nüfusu; **Afrikalılar, Avustralyalılar, Avrupalılar (Kafkasyalılar) ve Moğollar** şeklinde 4 ana etnik gruba ayrılmıştır (192). Burada yer alan “etnik grup” tanımından, soyağacı köken ilişkilerinin anlaşılması gerektiği belirtilmiştir (193).

2021 yılında, kemikler ve dişler üzerinden yaşayan insanlarda yaş tahmini esasına dayalı, kapsamlı bir derleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada; Türkiye, kemik yaşıyla ilgili 10'dan fazla çalışmanın bulunmasıyla yeşil renkte, klavikula medial epifiziyle ilgili verilerin varlığı ile “\*” sembolüyle temsil edilmiştir. Bununla beraber, yaş tayininde diş ile ilgili yapılan çalışmalarda da Türkiye yeşil renkle temsil edilmiştir. Buradan da görülebileceği üzere Türkiye, dünya genelindeki yaş tayini çalışmaları açısından oldukça iyi bir yerde konumlanmıştır (194).



Şekil 38. Uluslararası düzeyde yayınlanmış kemik yaşı çalışmalarına göre dünya haritası

Türkiye’de GP ile yapılan çalışmalara göz atacak olursak;

| Şehir                | Çalışma olgu sayısı | Yaş aralığı (yıl) | Çalışma sahibi               | Çalışma yılı | Sonuç |
|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|--------------|-------|
| Şanlıurfa            | 225                 | 7-17              | Koç ve ark.                  | 2001         | a     |
| Düzce                | 462                 | 11-19             | Büken ve ark.                | 2007         | b     |
| Düzce                | 333                 | 11-16             | Büken ve ark.                | 2009         | c     |
| Erzurum              | 767                 | 7-17              | Cantekin ve ark.             | 2012         | d     |
| Ankara               | 427                 | 10-16             | Acungil uzm. tezi            | 2014         | e     |
| Antalya              | 535                 | 10-18             | Güngör ve ark.               | 2015         | f     |
| Malatya-Sivas        | 849                 | 9-17              | Öztürk ve ark.               | 2015         | g     |
| İstanbul             | 360                 | 11-18             | Kaplan ve Yılmaz             | 2020         | h     |
| Afyonkarahisar       | 310                 | 1-17              | Özgül ve ark.                | 2022         | i     |
| Trabzon (çalışmamız) | 1147                | 10-19             | Pekşen uzm. tezi (GR atlası) | 2022         | j     |

Tablo 18. Türkiye’de GP atlasıyla yapılan bazı kemik yaşı çalışmaları ve bizim çalışmamız

- a) Yalnızca erkek çocuklarda yapılan bu çalışmada, kemik yaşı kronolojik yaşa göre 7-13 yaş arasında geride, 14-17 yaş arasında ise ileride bulunmuştur. Kemik yaşı 14 yaşta 0,13 ileriye, 15 yaşta 0,01 ileri bulunmuştur. Türk erkek çocuklarının pubertal gelişim sırasında GP standartlarının geliştirildiği Amerikalı çocuklarınkinden farklı bir iskelet olgunlaşma ritmine sahip olabileceği, bu nedenle bu atlasın Türk erkek çocuklarına tam olarak uygulanamayacağı, ancak bazı değişikliklerle kullanılabileceği belirtilmiştir (195).
- b) Kızlarda, kronolojik yaşa göre GP yaşı hemen hemen tüm yaşlar için ileri düzeydeydi ve 11, 12, 14, 16 yaşlarda bu farklılık anlamlıydı. Erkeklerde ise 11-14 yaşları arası GP yaşı gerideydi, fakat sadece 13 yaş için GP yaşının geri kalması anlamlıydı. 15-17 yaşları arası ise GP yaşı kronolojik yaşa göre anlamlı olarak ileri bulunmuştur. Kızlarda 12, 13, 15, 16 yaşlarında, erkeklerde ise 12-16 ve 18 yaşlarında, kemik yaşı, kronolojik yaş farkının standart sapması 1 yıldan fazla bulunmuştur. GP yönteminin özellikle cezai sorumluluk davalarında dikkatli kullanılması gerektiği belirtilmiştir (196).
- c) Gök, GP ve TW3 yöntemlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada; erkek çocuklar için en doğru yöntemin GP, kız çocuklar içinse TW3 olduğu bildirilmiştir (197).
- d) Kemik yaşıyla kronolojik yaş arasındaki toplam ortalama fark kızlarda 0,2 olarak, erkeklerde ise -0,13 olarak bulunmuş ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığından bahsedilmiştir. BA ve CA arasındaki ortalama farkların pratik bir önemi olmayacak kadar düşük olduğu, bu nedenle GP yönteminin ortodontide, pediatrik endokrinolojide, adli tıpta ve antropolojide kullanımının uygun olduğu ifade edilmiştir (198).
- e) 2013 yılında çekilen radyografilerinde; 10-16 yaş arası tüm kızlarda ortalama iskelet yaşı ileri bulunmuş, 11 yaş harici diğer tüm yaşlar için anlamlı farklılık gözlenmiştir. Erkeklerde ise kemik yaşı bazı yaş gruplarında ileri bazı yaş gruplarında geri olsa da kronolojik yaşla kemik yaşı arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Toplumumuza ait atlas veya atlasların oluşturulmasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (199).

- f) 10-15 yaşları arası erkeklerde, kemik yaşı kronolojik yaştan istatistiksel olarak anlamlı geri bulunmuşken, 10-18 yaşları arası kızlarda, kemik yaşı kronolojik yaştan istatistiksel olarak anlamlı ileri bulunmuştur. Güney Türk çocukları popülasyonunda GP yönteminin kullanılmasının uygun olduğu, ancak revizyona ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir (200).
- g) Kemik yaşı - kronolojik yaş farkına bakıldığında, Malatya'da tüm yaş gruplarında anlamlı fark (erkekler: +0,9 - kızlar: +1,19) bulunmuştur. Sivas'ta ise erkeklerde 12,13,15 ve 16 yaşlarında (-0,1) anlamlı farklılıklar varken, kızlarda 10 ve 13 yaş için (+0,28) anlamlı farklılık bulunmuştur. Malatya'da yaşayan adolesanlarda kemik gelişiminin, Sivas'takilere göre daha erken tamamlandığı tespit edilmiştir (201).
- h) Kronolojik yaş ile kemik yaşı arasındaki farklar; GP yönteminde anlamlı bulunmamış, TW3 yönteminde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, genelde TW2 yöntemi olguların yaşını daha büyük, TW3 yöntemi ise daha küçük göstermiştir. Çalışmaya dâhil edilen yaş gruplarında; TW2, TW3 ve GP karşılaştırmasında GP atlasının daha kullanılabilir olduğu ifade edilmiştir (202).
- i) 10 yaşından küçük erkeklerde kemik yaşının kronolojik yaşta anlamlı olarak düşük olduğu, 10 yaştan sonra CA BA uyumunun daha iyi olarak bulunduğu, Türk çocuklarında, özellikle 10 yaş altı erkek çocuklarda GP yönteminin doğruluğunun tartışmalı olduğu ve doğru standartlar geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (203).
- j) *Çalışmamız, GP atlasıyla aynı metodolojide, GR atlasının referans görselleri kullanılarak yapılmıştır. 10-17 yaş arasında, kemik yaşı kronolojik yaş farkında; erkeklerde 14 ve 15 yaş harici, kızlarda ise 10 ve 11 yaş harici tüm yaşlarda kemik yaşı, anlamlı olarak yüksek (erkeklerde: +0,57 - kızlarda: +0,84 - genel: +0,7 yıl) bulunmuştur. Tüm değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda, GR atlası, erkeklerde kronolojik yaşı 14 olanlar için, kızlarda ise kronolojik yaşı 10 olanlar için yaş tahmini açısından uygun referans görseller barındırmaktadır. Bu yaşlar harici diğer yaş gruplarında ise yaşı yüksek tahmin etme riski bulunmaktadır. Ayrıca GR atlası, kronolojik yaşının 18 ve üstü olduğu iddia edilen olgular için de kullanılabilir.*

Hem ülkemizde hem diğer ülkelerde GP atlasıyla yapılan birçok çalışma vardır ve bu atlasın uygunluğu konusunda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Ancak ***genel olarak, diğer ülkelerde yapılan çalışmalar, GP yaşının kronolojik yaşa uygun sonuçlar verdiğini, Türkiye’de yapılan çalışmalar ise özellikle kızlarda, GP yaşının kronolojik yaştan daha büyük sonuçlar verdiğini belirtmektedir.***

Farklı coğrafi bölgelerde yapılan çalışmaların farklı sonuçlar vermesi, kemik gelişimini etkileyen ana etmenlerden; genetik, çevresel faktörler ve beslenme alışkanlıklarının farklılığıyla açıklanabilir. ***Türkiye’de yapılan çalışmalarda GP yaşı ile kronolojik yaş arasında ortaya çıkan farkın, kemik gelişiminin daha çok etkilendiği adölesan dönemde arttığı söylenilebilir.***

Sosyoekonomik gelişmişlik durumunun çocuklarda kemik gelişimini etkilediği bilinmektedir. Bu konuya katkı sağlamak amacıyla, bizim çalışmamızda da olgular doğduğu yerin sosyoekonomik durumuna göre; “*gelişmemiş - orta gelişmiş - gelişmiş*” şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma; T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü’nün “*İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, 2017 ilçe SEGE raporu*” na göre düzenlenmiştir. Biz değerlendirmemizi yaptıktan sonra yayınlanan “*2022 ilçe SEGE raporu*” çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Bu incelemede, genel ortalamada, gelişmemiş bölgede doğanların kemik yaşı 14,7 olarak, orta gelişmiş ve gelişmiş bölgede doğanların yaşı 15,0 olarak tespit edilmiştir. Ancak yaş gruplarındaki kemik yaşı düşüklüğü anlamlı bulunmamıştır. Bazı yaş gruplarında daha az gelişmiş bölgede doğanların kemik yaşı daha gelişmiş bölgede doğanlardan ileri bulunmuştur. Bu nedenle bizim bulgularımız genel literatür bilgisini desteklememiştir. Bu incelemenin kısıtlılıkları arasında; sosyoekonomik gelişmişliğin sadece çocuğun doğum yeri üzerinden yapılmış olması, bu konuda başka herhangi bir kriter bulunmaması ve yaş grupları değerlendirmesinde, az gelişmiş bölgede doğanların sayısının az olması, gösterilebilir.

2007 yılında Büken ve arkadaşlarının; Düzce’de, 3 ve 97 persentil arası *orta ve düşük sosyoekonomik duruma sahip olduğu belirtilen çocuklarda* yaptığı çalışmada; kemik yaşı genellikle kronolojik yaştan ileri bulunmuştur. Çalışmanın yapıldığı zaman Türkiye’de aylık asgari ücretin 480 TL olduğu, çalışmaya katılan olguların %95 civarının aylık gelirin ise 1200 TL altında olduğu belirtilmiştir (196).

2017 yılında Sudan’da yapılan, sosyoekonomik durumun ve beslenmenin iskelet olgunlaşması üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışmada; sosyoekonomik durumu düşük olan çocukların, sosyoekonomik açıdan daha iyi olan çocuklara göre, kemik yaşında anlamlı gecikme saptandığı ifade edilmiştir (189). ***Bizim çalışmamızda, sosyoekonomik açıdan geri kalmış yerde doğan çocukların, diğer çocuklara göre, genel ortalamada -0,3 yıllık bir gecikme kaydedilmişse de, yaş gruplarında anlamlı bir kemik yaşı geriliği tespit edilmemiştir.***

Çalışmamıza dahil edilen toplam olgu sayısı 1 147 iken, kişi sayısı **1102**’dir. 38 kişi iki kez, 4 kişi üç kez farklı yaş gruplarında çalışmaya dahil edilmiştir. Aynı kişinin farklı yaş grubunda tekrar çalışmaya dahil edilmesi sayesinde; el bilek kemik gelişiminin nasıl bir seyir izlediği hakkında değerlendirme yapma imkânı oluşmuştur. İncelenen 49 olgudan 21 tanesinde kemik yaşı artışıyla kronolojik yaş artışı eşit bulunmuştur. İlk başvuruda kemik yaşı 18 olan olgular dışarıda bırakılacak olursa; ***GR atlasının kronolojik yaştaki ilerlemeyi; %58 oranında kemik yaşına yansıtmayı başardığı, %42 oranında başarısız kaldığı*** söylenilebilir. Bunun yanında, 6 olguda (%12) GR yaşıyla kronolojik yaş arasında, hem ilk başvurudaki kemik yaşı açısından hem de geçen yıl veya yıllar sonraki başvuruda saptanan kemik yaşı açısından tam uyum gözlenmiştir. Aradan geçen kronolojik süreye aykırı değerler saptanan 15 olgudan; iki olguda kronolojik olarak 4 yıl geçerken kemik yaşı 2 yaş ileri, iki olguda kronolojik olarak 1 yıl geçerken kemik yaşı 3 yaş ileri, bir olguda kronolojik olarak 5 yıl geçerken kemik yaşı 7 yaş ileri bulunmuştur. Bunlar harici olguların tümünde kronolojik yaş ilerlemesiyle kemik yaşı ilerlemesi arasında en fazla 1 yaş fark bulunmuştur. Tüm bu ***aykırı sonuçlar ergenlik dönemindeki çocukların büyüme ritim farklılıklarıyla açıklanabilir.***

1988 yılında yayınlanan Fels metodu, Roche ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir kemik yaşı tayini yöntemidir. Bu yöntem geliştirilirken Kuzey Amerikalı 355 erkek ve 322 kızın sol el-bilek radyografileri 1 aydan 22 yaşına kadar çekilmiştir. Bu yöntemde, el ve el bileğinin uygun kemiklerinin hem olgunlaşma seviyeleri hem de ölçülen epifiz ve diyafiz çapları puanlanarak bu puanların bilgisayar programına girilmesiyle kemik yaşı tayini yapılabilmektedir (164–166). Arşivleme ve röntgen olanaklarının arttığı günümüzde, bu çalışmaya benzer çalışmaların çok daha fazla olgu sayısı ile kolaylıkla retrospektif olarak yapılabileceği ve bu sayede her

bölgeye özel kemik yaşı atlaslarının oluşturulabileceği düşünülmektedir. Bizim yaptığımız değerlendirmede de, tesadüfen fark edilen 49 olguyla, iskelet gelişim sürecinin incelenme fırsatı olmuştur.

### **5.1. El-bilek radyografileri arasındaki farklılıklarda dikkat edilecek hususlar**

Atlaslarda yer alan referans el-bilek görselleri; ortalama, o yaş grubu için en sık rastlanılan bulguları ifade etse dahi, her çocuğun kemik gelişimi kendine özeldir ve birçok farklılıklar sergileyebilir. Bu farklılıklara değinecek olursak:

- Herhangi bir kronik hastalığı olmayan, yaşlılarıyla benzer kilo ve boyda olan bir çocuğun kemik yaşı, yapısal olarak, yaşlılarının hep gerisinde veya hep ilerisinde seyredebilir.
- Kronolojik olarak tam 1 yıl geçmiş olmasına rağmen kemik yaşı ilerlemesi 2 hatta 3 yıl olabilir veya aradan 3 yıl geçmesine rağmen kemik yaşı ilerlemesi 1 yıl ile sınırlı kalmış olabilir. Bu durum kişinin ergenlikteki büyüme ritmiyle ilişkilendirilebilir ve çocukların büyüme ritminde büyük farklılıklar olabileceği akılda tutulmalıdır.
- Kemik yaşı özellikle kızlarda daha geniş yaş aralıklarına dağılım göstermektedir. Bu durum kızların menarş yaşıyla ve erkeklere göre daha karışık hormonal düzenleriyle ilişkili olabilir. Erkekler kemik yaşında kızlara göre daha çok kümeleşme sergilese de, onlarda da aykırı değerler olabileceği unutulmamalıdır.
- Bir elde bölgesel gelişim farklılıkları olabilir. Örneğin metakarp veya parmak epifizleri 15 yaş ile uyumluyken, karpal kemikler veya radial epifiz bölgesi 13 yaş ile uyumlu gözükebilir. Bu durum, elin açılma duruş değişiklikleriyle de karıştırılmamalıdır.
- Özellikle metakarpal kemiklerdeki medulla korteks ilişkisi, yapısal olarak kişiden kişiye göre değişebilir. Yaş tayininde bulurken, korteksin kalınlığını veya medullanın inceliğini hesaba katmak sağlıklı sonuç vermeyecektir. GR atlasında kızlarda 17 yaş ve 18 yaş görsellerinde de bulunan bu durum kafa karıştırıcı olabilir.

Bizim oluşturduğumuz, bulgular kısmının sonunda yer alan referans görsellerle de kronolojik yaş, kemik yaşı uygunluk değerlendirmesi yapılarak diğer atlaslarla karşılaştırmalarda bulunulabilir.

## **5.2. Çalışmamızın Kısıtlılıkları ve Üstün Yönleri**

- Çalışmamızı tek atlas üzerinden gerçekleştirdiğimizden dolayı, aynı olguları başka atlaslarla karşılaştırma imkânı olmamıştır.
- Çalışmamızda kronolojik yaş olarak kimlik yaşını kabul ettik. Nüfus kayıt tarihinde yapılan herhangi bir yanlışlık veya nüfusa geç kaydolma gibi durumlar çalışmamızda göz ardı edilmiştir.
- Çalışmamızda; travma - kemik yaşı ilişkisi göz ardı edilmiştir.
- Çalışmamız geriye dönük bir çalışmadır. Bundan dolayı olguların Tanner evreleri ve boy, kilo persentil değerleri bu çalışmada yer almamıştır. Ancak bu sayede çocuklara ekstra iyonize radyasyon yükü verilmemiştir ve çoğu yaş grubunda yeterli olgu sayısına ulaşıldığı düşünülmektedir.
- Çalışmamıza dahil edilen tüm olgularda, kemik gelişimini etkileyecek herhangi bir hormonal veya kronik hastalığının olup olmadığına bakılmıştır. Ancak böyle bir hastalığı olup tanı almamış veya başka bir hastanede tanı ve takibi yapılan olgular olabilir. Yine de bu olguların genel ortalamaya katkı sağladığı düşünülmektedir.
- Çalışmamızda kronolojik yaş olarak, her yaş grubunun orta kısmı (buçuklu yaşlar) alınmıştır. Kronolojik yaş geçiş dönemleri çalışma dışı bırakılmıştır ve genel yaş ortalamaları üzerinden çalışma sürdürülmüştür. Ancak bu sayede, kişinin içinde bulunduğu kronolojik yaş grubunu kemik yaşı açısından daha iyi temsil ettiği düşünülmektedir. Ayrıca, nüfus kayıt zamanında oluşmuş olabilecek birkaç aylık gecikmenin sebep olacağı; kişinin farklı kronolojik yaş grubuna dahil edilmesi durumunun da önüne geçilmiştir.
- Bizim oluşturduğumuz, bulgular kısmında yer alan referans görsellerin standardizasyonu yapılmamıştır. O yaş grubu için genel ortalamayı en iyi temsil ettiği düşünülen röntgen görüntüsü, referans görsel olarak seçilmiştir. Ancak bu mini atlasın, özellikle bölgemizdeki kemik yaşı tayinlerinde kullanılabilecek önemli bir kaynak olduğu düşünülmektedir.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Her iki elin birlikte görüntülediği 171 olgunun 170'inde; sağ el ile sol el arasında, kemik gelişimi açısından herhangi bir fark gözlenmemiş, yalnızca 1 olguda fark gözlenmiştir bu farkın travma ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.
2. Kemik yaşı tayininde gözlemciler arası büyük farklar gözlenmemiştir. Gözlemciler arası ortalama ICC (sınıf içi korelasyon) çok yüksek ( $r=0,93$ ) bulunmuştur. Dolayısıyla Gilsanz Ratib atlası, başka kullanıcılar tarafından tekrar edilebilir bir atlas niteliğindedir.
3. 10-17 yaşları için, Gilsanz Ratib atlasına göre kemik yaşı ve kronolojik yaş farkında; erkeklerde 14 ve 15 yaş harici, kızlarda ise 10 ve 11 yaş harici tüm yaşlarda kemik yaşı, anlamlı olarak ( $p<0,05$ ) yüksek (erkeklerde:  $+0,57$  - kızlarda:  $+0,84$ ) bulunmuştur.
4. 10-17 yaşları için, Gilsanz Ratib atlasına göre kemik yaşının kronolojik yaşla aynı olma oranı, ortalama olarak, erkeklerde %27, kızlarda ise %25 olarak bulunmuştur.
5. Gilsanz Ratib atlasına göre kemik yaşıyla kronolojik yaşın aynı olma durumu, erkekler 14 yaş için %54, kızlar 10 yaş için %60 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu yaşlarda kronolojik yaş, kemik yaşı farkı da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
6. Tüm değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda, *Gilsanz Ratib atlası, erkeklerde kronolojik yaşı 14 olanlar için, kızlarda ise kronolojik yaşı 10 olanlar için yaş tahmini açısından uygun referans görseller barındırmaktadır.* 18 yaş grubunu dışarıda bırakacak olursak, GR atlasının; erkeklerde 14, kızlarda 10 yaş harici diğer yaş gruplarında yaşı yüksek tahmin etme riskinden dolayı sınırlı kullanımı önerilmektedir.
7. GR atlası, 18 yaşta tüm epifizlerin tam kapandığı görseller sunduğu için, kronolojik yaşının 18 ve üstü olduğu iddia edilen olgularda, bu görsellerin adli yaş tahmini açısından uygun biçimde kullanılabileceği düşünülmektedir.
8. GR atlasına göre kemik yaşı tayini, adli yaş tayininde tek başına yeterli değildir ve tüm yaşlarda deneyimli doktorlar tarafından, dikkatli kullanılmalıdır.

9. Çalışmamıza dahil edilen olguların doğum yerlerinin sosyoekonomik durumunun kemik yaşıyla ilişkisinde; 2017 ilçe SEGE raporuna göre; 0'ın altında yer alan (gelişmemiş) bölgelerde doğanların kemik yaşının, diğerlerine göre (-0,3 yıl) geri olduğu, ancak yaş gruplarında bu geriliğin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.
10. Kronolojik yaşı birbirine çok yakın yaş grupları üzerinden çalışma yapmış olmamıza rağmen, kemik yaşının, özellikle kızlarda çok dağınık seyredebileceği tespit edilmiştir.
11. Aynı kişilerin, aradan bir veya birkaç yıl geçtikten sonra çekilmiş el-bilek radyografilerinin karşılaştırması, incelemesinde; el-bilek kemiklerinin gelişim sürecinin, kişiden kişiye göre çok farklı seyredebileceği ve GR atlasının, %58 oranında, kronolojik yaştaki ilerlemeyi kemik yaşına yansıtmayı başardığı tespit edilmiştir.
12. Çalışmamıza benzer çalışmaların ve de benzer nitelikteki retrospektif kohort çalışmalarının, farklı bölgelerde ve çok daha fazla kişi sayısı, günümüz şartlarında kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.
13. Çalışmamız sırasında, kemik gelişiminin, dolayısıyla kemik yaşının, geçirilen ağır travmalarla ilişkili olabileceği yönünde bulgular tespit edilmiştir. Travmayla kemik yaşı arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını, varsa ne yönde bir ilişki olduğunu ortaya koyabilmek adına çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.
14. PACS sistemine kemik yaşını hesaplayan yazılımlar entegre ederek, toplumsal ölçekte kemik yaşı ölçümleri ve kemik gelişim değerlendirmeleri yapılması gerektiği, ayrıca bunun ülke genelinde kullanılabilecek bir kemik yaşı atlası geliştirilmesi ve bölgesel kullanımı adına çok büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
15. Her ne kadar standardizasyonu yapılmamış olsa da bizim oluşturduğumuz referans radyografilerin, özellikle bölgemizde kemik yaşı tayininde, kullanılabilir olduğu düşünülmektedir.
16. “Her insan müstesnadır” ve “her şahsın eli özeldir”. Bu ilkelerle kemik yaşı tayini yapılması gerektiği düşünülmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Koç S, Can M. Adli Kimliklendirme. In: Dokgöz H, editör. Adli Tıp ve Adli Bilimler. Akademisyen Kitabevi; 2019. p. 153–61.
2. Baransel Isır A, Büken B. Yaş Tayini. In: Dokgoz H, editor. Adli Tıp ve Adli Bilimler. Akademisyen Kitabevi; 2019. p. 807–34.
3. Aras B. Hukuk ve Ceza Mahkemelerinin Yaş Tespiti Kararlarının Birbirine Etkisi. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi. 2015; 0(5): 83-113.
4. Erdem Ü, Doğramacı YG. mevzuat ve yargıtay kararlarında “yaş düzeltme davaları.” In: Koç S, Can M, editors. 6. Tıp Hukuku Günleri - Yaş Tayini. Adli Tıp Uzmanları Derneği; 2017. p. 61–74.
5. Isır B. Adli Hekimlikte Yaş Tayini. In: Koç Sermet, Can Muhammet, editors. Birinci Basamakta Adli Tıp. 2nd ed. İstanbul Tabip odası yayınları; 2011. p. 222–34.
6. Mughal AM, Hassan N, Ahmed A. Bone Age Assessment Methods: A Critical Review. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2014 Dec 31;30(1).
7. Peng LQ, Guo Y cheng, Wan L, Liu TA, Wang P, Zhao H, et al. Forensic bone age estimation of adolescent pelvis X-rays based on two-stage convolutional neural network. International Journal of Legal Medicine. 2022;
8. Hagen M, Schmidt S, Schulz R, Vieth V, Ottow C, Olze A, et al. Forensic age assessment of living adolescents and young adults at the Institute of Legal Medicine, Münster, from 2009 to 2018. International Journal of Legal Medicine. 2020 Mar 2;134(2):745–51.
9. Daş V. Suriyeli Mülteci 18 Yaş Altı Evlilerde Kemik Yaşının Tespitinde Gök, Greulich-Pyle ve Tanner Whitehouse Atlaslarının Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi ve Sosyodemografik Özellikleri [tez]. Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi; 2019
10. Schmeling A, Geserick G, Reisinger W, Olze A. Age estimation. Forensic Science International. 2007 Jan;165(2–3):178–81.
11. Schmeling A, Dettmeyer R, Rudolf E, Vieth V, Geserick G. Forensic Age Estimation: Methods, Certainty, and the Law. Deutsches Ärzteblatt international. 2016 Jan 29;
12. Štern D, Payer C, Urschler M. Automated age estimation from MRI volumes of the hand. Medical Image Analysis. 2019 Dec 1;58.

13. Prokop-Piotrkowska M, Marszałek-Dziuba K, Moszczyńska E, Szalecki M, Jurkiewicz E. Traditional and New Methods of Bone Age Assessment-An Overview. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*. 2021 Aug 23;13(3):251–62.
14. Skiagraphic atlas showing the development of bones of the wrist and hand. Poland J. London Smith, Elder Co, 1898.
15. Greulich WW, Pyle S. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford, Stanford University Press, 1959.
16. Tanner JM, Whitehouse RH, Healy M. A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist with standards derived from a study of 2600 healthy british children. Paris, Centre International de L'enfance, 1962.
17. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. Adli tıpta yaş tayini. İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları, 1985.
18. Gilsanz V, Ratib O. Hand bone age : a digital atlas of skeletal maturity. Springer; 2005. 95 p.
19. Koc U, Onur T, Bolu S, Elhan H, Karakas S. The Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib atlas method versus automated estimation tool for bone age: a multi-observer agreement study. *Japanese Journal of Radiology* [Internet]. 2021;39:267–72. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11604-020-01055-8>
20. Gilsanz V, Age ORHB, 2012 undefined. Digital Bone Age Atlas. Springer [Internet]. [cited 2022 Jan 28]; Available from: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23762-1\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23762-1_4)
21. Bir Z. Comparison of Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib Atlases Through An Intelligent Bone Age Assessment System; Comparison of Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib Atlases Through An Intelligent Bone Age Assessment System. 2018.
22. Kaplowitz P, Srinivasan S, He J, McCarter R, Hayeri MR, Sze R. Comparison of bone age readings by pediatric endocrinologists and pediatric radiologists using two bone age atlases. *Pediatric Radiology*. 2011 Jun;41(6):690–3.
23. Lin FQ, Zhang J, Zhu Z, Wu YM. Comparative study of Gilsanz-Ratib digital atlas and Greulich-Pyle atlas for bone age estimation in a Chinese sample. *Annals of Human Biology* [Internet]. 2015 Nov 2 [cited 2022 Jan 28];42(6):523–7. Available from: <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=iahb20http://informahealthcare.com/ahb>

24. Schmidt S, Nitz I, Schulz R, Tsokos M, Schmeling A. The digital atlas of skeletal maturity by Gilsanz and Ratib: A suitable alternative for age estimation of living individuals in criminal proceedings? *International Journal of Legal Medicine*. 2009 Nov;123(6):489–94.
25. <https://pediatrirutinleri.com/wp/erkek-kemik-yasi-atlasi/> Erişim Tar: 29 Nisan 2022
26. <https://pediatrirutinleri.com/wp/kiz-cocuk-kemik-yasi-atlasi/> Erişim Tar: 29 Nisan 2022
27. Neyzi O, Bundak R, Darendeliler F, Günöz H. Büyüme – Gelişme ve Bozuklukları. Neyzi O, Ertuğrul T. Eds, *Pediatric 3*. Baskı. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul; 2002: 77-132. In.
28. Black S, Aggrawal A, Payne-James J, editors. *Age estimation in the living: the practitioner's guide*. John Wiley & Sons; 2011 Jun 9.
29. Schmeling A. Age estimation in living individuals. *Handbook of Forensic Medicine*. 2014 Mar 31:791-809.
30. Hine, L.W. National Child Labor Committee[Internet]. 1908[son güncelleme Ekim 2021; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Child\\_laborer.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Child_laborer.jpg)
31. Schmeling A, Garamendi PM, Prieto JL, Landa MI. Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. Ed: Vieira DN. *Forensic 72 Medicine - From Old Problems to New Challenges*. ISBN 978-953-307-262-3, Intech 2011; 382. Epub 2011 Sept.12.
32. Dreizen S, Snodgrass RM, Webb-Peploe FI, Parker GS, Spies TD. Bilateral Symmetry of Skeletal Maturation in the Human Hand and Wrist. *Am J Dis Child*. 1957; 93: 122-127.
33. Işcan, M. Yaşar, Susan R. Loth, and Ronald K. Wright. “Age estimation from the rib by phase analysis: white males.” *Journal of Forensic Science* 29.4 (1984): 1094-1104.
34. Santoro V, de Donno A, Marrone M, Campobasso C, Pietro, Introna F. Forensic age estimation of living individuals: A retrospective analysis. *Forensic Science International*. 2009 Dec;193(1–3):129.e1-129.e4.
35. Yavuz MF, Işcan MY, Çöloğlu AS. Age assessment by rib phase analysis in Turks. *Forensic Science International*. 1998 Nov;98(1–2):47–54.

36. Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşmesi. [http://cocukhaklari.barobirlik.org.tr/dokuman/mevzuat\\_uamevzuat/birlesmismilletler.pdf](http://cocukhaklari.barobirlik.org.tr/dokuman/mevzuat_uamevzuat/birlesmismilletler.pdf) Erişim Tar: 29 Nisan 2022
37. Türk Ceza Kanunu. Resmi Gazete Sayı 25611, Kanun Numarası: 5237. Kabul Tarihi: 26/09/2004.
38. Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu. Resmi Gazete Sayı 26200, Kanun Numarası: 5510. Kabul Tarihi: 31/05/2006.
39. Devlet Memurları Kanunu. Resmi Gazete Sayı 12056, Kanun Numarası: 657. Kabul Tarihi: 23/07/1965.
40. Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun. Resmi Gazete Sayı 25685, Kanun Numarası: 5275. Kabul Tarihi: 13/12/2004.
41. Çocuk Koruma Kanunu. Resmi Gazete Sayı 25876, Kanun Numarası: 5395. Kabul Tarihi: 03/07/2005.
42. Nüfus Hizmetleri Kanunu. Resmi Gazete Sayı 26153, Kanun Numarası: 5490. Kabul Tarihi: 25/04/2006.
43. Türk Medeni Kanunu. Resmi Gazete Sayı 24607, Kanun Numarası: 4271. Kabul Tarihi: 22/11/2001.
44. Ceza Muhakemesi Kanunu. Resmi Gazete Sayı 25673, Kanun Numarası: 5271. Kabul Tarihi: 04/12/2004.
45. Uygun S. Klavikula Medial Epifizi Tomografi Görüntülerinin Yaş Tayini Açısından Kullanılabilirliğinin Geriye yönelik olarak Değerlendirilmesi [tez]. İzmir: Ege Üniversitesi; 2015
46. Vikipedi. Seçme Yaşı[Internet]. 2021[son güncelleme Aralık 2021; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Se%C3%A7me\\_ya%C5%9F%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Se%C3%A7me_ya%C5%9F%C4%B1)
47. Vikipedi. Seçilme Yaşı[Internet]. 2021[son güncelleme Şubat 2021; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Se%C3%A7ilme\\_ya%C5%9F%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Se%C3%A7ilme_ya%C5%9F%C4%B1)
48. Umumi Hıfzıssıhha Kanunu. Resmi Gazete Sayı 1489, Kanun Numarası: 1593. Kabul Tarihi: 06/05/1930.
49. <https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm> Erişim Tar: 29 Nisan 2022

50. İnan A. Pelvis Radyografisi Yöntemi ile 18-22 Yaş Erkek ve Kadınlarda Yaş Tayini [tez]. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2016
51. 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].
52. Büken B. Yaş Tayinlerinde Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar. In: Koç S, Can M, editors. 6. Tıp Hukuku Günleri - Yaş Tayini. Adli Tıp Uzmanları Derneği; 2017. p. 51–60.
53. Demirkıran DS, Çelikel A, Zeren C, Arslan MM. Yaş tespitinde kullanılan yöntemler (Methods for age estimation). Dicle Tıp Dergisi 2014; 41 (1): 238-243.
54. Christensen AM, Passalacqua NV, Bartelink EJ. Forensic anthropology: Current methods and practice. 1st ed. San Diego: Elsevier; 2013.
55. Neyzi O, Ertuğrul TY. Pediatri Cilt-1. 3. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 2002; 79-120.
56. Parlaz Akçan E, Tekgül N, Karademirci E, Öngel K. Adolescence Period: Physical Growth, Psychological And Social Development Process. Turkish Fam Physician. 2012;3(4):10–6.
57. Wikipedia. Tanner Scale[Internet]. 2022[son güncelleme Nisan 2022; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tanner\\_scale](https://en.wikipedia.org/wiki/Tanner_scale)
58. Adinma JIBD, Egeonu RO, Adinma-Obiajulu ND, Emeka EA. Menarcheal Age and Nutritional Status of Secondary School Adolescent Girls in Nnewi, South-East Nigeria. Advances in Reproductive Sciences. 2021;09(02):139–48.
59. Wikipedia. Menarche [Internet]. 2022[son güncelleme Nisan 2022; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: <https://en.wikipedia.org/wiki/Menarche>
60. Seo MY, Kim SH, Juul A, Park MJ. Trend of Menarcheal Age among Korean Girls. Journal of Korean Medical Science. 2020 Dec 21;35(49).
61. Ataş Aslan E. Age at Onset of Menarche and Puberty of Girls in Aydın Region and the Factors Affecting Them. Trends in Pediatrics. 2021;
62. Dinçer İ. Adli Tıpta Yaş Tayininde Dişlerin Muayenesi ile Elde Edilen Bilgilerin Değerlendirilmesi [tez]. İzmir: Ege Üniversitesi; 2015.
63. <https://www.dentacell.com/cocuklarda-agiz-sagligi-hakkinda-merak-edilenler/sut-dislerinin-ve-kalici-dislerin-surme-zamanlari-6295.html>. Erişim Tar: 29 Nisan 2022

64. <http://www.doktorannem.com/makale/dis-degistirme-kalici-dislerin-cikmasi.html>.  
Erişim Tar: 29 Nisan 2022
65. Gustafson G. Age determination on teeth. J Am Dent Assoc, 41(1), 45-54, 1950.
66. Chapter-07 Forensic Odontology
67. Isır Baransel A, Bakir K, Uçak R, Dölger HE. AgNOR Yöntemi ile İnsan Epidermisinden Yaş Tespiti. Fırat Tıp Derg. 2004;9(3):75–8.
68. Kirkeby S, Garbarsch C. Histochemical Studies of the Masseter, the Temporal and Small Zygomaticomandibular, and the Temporomandibular Masticatory Muscles from Aged Male and Female Humans. Fiber Types and Myosin Isoforms. CRANIO®. 2001 Jul 13;19(3):174–82.
69. <https://ebrary.net/147128/health/estimation>. Erişim Tar: 29 Nisan 2022
70. Tuncel E, Klinik Radyoloji, Nobel Tıp Kitabevleri, Genişletilmiş 2.baskı, İstanbul, 2012.
71. <https://byjus.com/physics/x-ray/>. Erişim Tar: 29 Nisan 2022
72. <https://www.informationisbeautiful.net/visualizations/radiation-dosage-chart/>. Erişim Tar: 29 Nisan 2022
73. <https://evrimagaci.org/radyasyon-nedir-hangi-radyasyon-turleri-zararlidir-yilda-ne-kadar-radyasyon-aliyoruz-ve-guvenli-radyasyon-seviyesi-ne-kadardir-9305> Erişim Tar: 29 Nisan 2022
74. Ramsthaler F, Proschek P, Betz W, Verhoff MA. How reliable are the risk estimates for X-ray examinations in forensic age estimations? A safety update. Vol. 123, International Journal of Legal Medicine. 2009. p. 199–204.
75. Schmeling A, Garamendi PM, Prieto JL, Landa MI. Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. Forensic Medicine-From Old Problems to New Challenges: InTech; 2011.
76. Graham C. Assessment of bone maturation methods and pitfalls. Radiologic Clinics of North America. 1972;10(2):185.
77. Liliequist B, Lundberg M. Skeletal and tooth development: a methodologic investigation. Acta Radiologica Diagnosis. 1971;11(2):97-112.
78. Cameriere, Roberto, et al. "Carpals and epiphyses of radius and ulna as age indicators." International journal of legal medicine 120.3 (2006): 143-146



79. Çakan KN. Cameriere Yöntemini Kullanarak Yapılan Yaş Tayininin Üç Farklı Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi [tez]. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi; 2021
80. Lee JH, Kim YJ, Kim KG. Bone age estimation using deep learning and hand X-ray images. *Biomedical Engineering Letters*. 2020 Aug 1;10(3):323–31.
81. Colarusso T. A Test of the Passalacqua Age at Death Estimation Method Using the Sacrum. *Journal of forensic sciences*. 2015;22-9.
82. 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.
83. Grayson DE. The elbow: radiographic imaging pearls and pitfalls. *Seminars in roentgenology*. 2005;40(3):223-47.
84. Schedewie H, Braselman A, Willich E, Lachman R. The determination of bone age in the elbow as compared to the hand. A study in 390 children. *Revista interamericana de radiologia* [Internet]. 1979 Jan;4(1):11—17. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/232765>
85. Gökmen E, Varan-Acunaş G. Radyoloji yaş tayini. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, 1990
86. 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.
87. 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 Mar;127(2):473–9.
88. 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.
89. Akkoyun M. Adli tıp açısından yaş tayini istenen olguların değerlendirilmesi [tez]. Antalya: Akdeniz Üniversitesi; 2013
90. Cardoso HFV, Pereira V, Rios L. Chronology of fusion of the primary and secondary ossification centers in the human sacrum and age estimation in child and adolescent skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*. 2014 Feb;153(2):214–25.

91. Tobcu E. İnce kesitli bilgisayarlı tomografide sakral vertebralar arası füzyon derecesine bakılarak yaş tayini [tez]. Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2016
92. Jit, I., and M. Kulkarni. "Times of appearance and fusion of epiphysis at the medial end of the clavicle." *The Indian journal of medical research* 64.5 (1976): 773-782.
93. Schmeling, Andreas, et al. "Forensic age diagnostics of living individuals in criminal proceedings." *Homo* 54.2 (2003): 162-169.
94. Schmeling, Andreas, et al. "Forensic age estimation of live adolescents and young adults." *Forensic pathology reviews*. Humana Press, 2009. 269-288.
95. Kellinghaus M, Schulz R, Vieth V, Schmidt S, Pfeiffer H, Schmeling A. Enhanced possibilities to make statements on the ossification status of the medial clavicular epiphysis using an amplified staging scheme in evaluating thin-slice CT scans. *International Journal of Legal Medicine*. 2010 Jul;124(4):321–5.
96. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107(1):58-66.
97. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(4):380–5.
98. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [Master of dental science thesis]. Pittsburgh: University of Pittsburgh, School of Dental Medicine. 1972.
99. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci*. 2001;46(4):893-5.
100. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int*. 2006;159:68-73.
101. Yekeler E. Kemik Yaşı Atlası. İstanbul; İmak Ofset Basım Yayın; 2019
102. Kasımoğlu Y, Tuna-İnce EB. Diş hekimliğinde kemik yaşı tayininde kullanılan yöntemler: derleme. *Acta Odontologica Turcica*. 2015 Aug 21;33(2).
103. Nolla C M 1960 The development of the permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children* 27: 254-266.
104. İşbilir Ş. Batı Akdeniz Bölgesi'nde Yaşayan 5-15 Yaş Arası Çocuklarda, Farklı Diş Yaşı ve Kemik Yaşı Tayini Metotlarının Kronolojik Yaş ile Olan İlişkinin Değerlendirilmesi [tez]. Antalya: Akdeniz Üniversitesi; 2020
105. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Human biology*, 211-27, 1973.

106. Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR. Reliability of third molar development for age estimation in a Texas hispanic population: A comparison study. *Journal of Forensic Sciences*. 2009;54(3):651–7.
107. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *International journal of legal medicine*, 120(1), 49-52, 2006.
108. Cameriere R, Ferrante L, de Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International Journal of Legal Medicine*. 2008 Nov;122(6):493–7.
109. Zelic K, Galic I, Nedeljkovic N, Jakovljevic A, Milosevic O, Djuric M, et al. Accuracy of Cameriere’s third molar maturity index in assessing legal adulthood on Serbian population. *Forensic Science International*. 2016 Feb 1;259:127–32.
110. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. Brief communication: the London atlas of human tooth development and eruption. *American journal of physical anthropology*, 142(3), 481-90, 2010.
111. [https://www.qmul.ac.uk/dentistry/media/dentistry/images/atlas/atlas\\_of\\_tooth\\_development\\_in\\_English.pdf](https://www.qmul.ac.uk/dentistry/media/dentistry/images/atlas/atlas_of_tooth_development_in_English.pdf) Erişim Tar: 29 Nisan 2022
112. Karaday B, Afşin H, Ozaslan A, Karaday Ş. Development of dental charts according to tooth development and eruption for Turkish children and young adults. *Imaging Science in Dentistry*. 2014;44(2):103–13.
113. Afşin H. Adli Odontoloji. In: Dokgöz H, editor. *Adli Tıp & Adli Bilimler*. Akademisyen. Ankara; 2019. p. 877–911.
114. Deng XD, Lu T, Liu GF, Fan F, Peng Z, Chen XQ, et al. Forensic age prediction and age classification for critical age thresholds via 3.0T magnetic resonance imaging of the knee in the Chinese Han population. *International Journal of Legal Medicine* [Internet]. 2022 Mar 8; Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00414-022-02797-y>
115. Urschler M, Krauskopf A, Widek T, Sorantin E, Ehammer T, Borkenstein M, et al. Applicability of Greulich–Pyle and Tanner–Whitehouse grading methods to MRI when assessing hand bone age in forensic age estimation: A pilot study. *Forensic Science International*. 2016 Sep 1;266:281–8.

116. Timme M, Steinacker JM, Schmeling A. Age estimation in competitive sports. Vol. 131, International Journal of Legal Medicine. Springer Verlag; 2017. p. 225–33.
117. Serin J, Rérolle C, Pucheux J, Dedouit F, Telmon N, Savall F, et al. Contribution of magnetic resonance imaging of the wrist and hand to forensic age assessment. Int J Legal Med 2016; 130(4):1121–8.
118. Mughal AM, Hassan N, Ahmed A. Bone age assessment methods: A critical review. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2014; 30(1): 211-215.
119. Richardson DB, Wing S, Hoffmann W. Cancer risk from low-level ionizing radiation.
120. Schulz R, Zwiesigk P, Schiborr M, Schmidt S, Schmeling A. Ultrasound studies on the time course of clavicular ossification. International Journal of Legal Medicine. 2008 Mar;122(2):163–7.
121. SCHULZ, Ronald, et al. Forensic age estimation in living subjects based on ultrasound examination of the ossification of the olecranon. Journal of forensic and legal medicine, 2014, 22: 68-72.
122. Langman's medical embryology. Lippincott Williams & Wilkins. Sadler, T. W. 2011.
123. Mehder Ö. Kemikleşme merkezleri aracılığıyla fetuslarda yaş tahmini yapılması. Antropoloji Dergisi 2017; 33:21–33.
124. Erdost H. (2011). Kemik Dokusu. (Alınmıştır) Temel Histoloji. A Özer (editör). Cilt 1. Baskı 2. s. 237-262. Nobel Yayınevi. .
125. Moore KL, Persaud TVN. Klinik Yönleri ile İnsan Embriyolojisi, 6. Baskıdan çeviri, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 2002; 235-250. .
126. Gray, Henry; Spitzka, Edward Anthony (1910). Anatomy, descriptive and applied. the University of California: Lea & Febiger. p. 44. ossification.
127. Moore, Keith L.; Dalley, Arthur F. (1999). Clinically Oriented Anatomy (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
128. Gaskin CM. Skeletal development of the hand and wrist : a radiographic atlas and digital bone age companion. Oxford University Press, USA; 2011. 144 p.
129. Wikipedia. Sesamoid bones of the fingers.jpg [Internet]. 2017[son güncelleme Eylül 2020; 29 Nisan 2022 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sesamoid\\_bones\\_of\\_the\\_fingers.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sesamoid_bones_of_the_fingers.jpg)

130. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM.,2007. Gray's anatomy Çeviri Edi: Yıldırım M; Güneş Kitabevi, Ankara,707-714.
131. Karlsson C, Obrant KJ, Karlsson M. Pregnancy and Lactation Confer Reversible Bone Loss in Humans.
132. Baransel Isir A. An Important Child Sexual Abuse Problem Child Marriages, XIVth ISPCAN European Regional Conference International Congress on Collaborative and Inter-Sectorial Responses to Child Abuse, Neglect and Exploitation, 27-30 Sep, Bucharest, Romania, 2015.
133. Çelik MS. Obez Çocukların Adli Tıbbi Yaş Tayini Açısından Değerlendirilmesi [tez]. Düzce: Düzce Üniversitesi; 2017
134. Nguyen TT, Keil MF, Russell DL, Pathomvanich A, Uwaifo GI, Sebring NG, et al. Relation of acanthosis nigricans to hyperinsulinemia and insulin sensitivity in overweight African American and white children. *Journal of Pediatrics*. 2001;138(4):474–80.
135. Messaaoui A, Dorchy H. Bone age corresponds with chronological age at type 1 diabetes onset in youth. *Diabetes Care*. 2009 May;32(5):802–3.
136. Dost, Axel, et al. “Bone maturation in 1788 children and adolescents with diabetes mellitus type 1.” (2010): 891-898.
137. Dahlberg PS, Mosdøl A, Ding Y, Bleka Ø, Rolseth V, et al. A systematic review of the agreement between chronological age and skeletal age based on the Greulich and Pyle atlas. Vol. 29, *European Radiology*. Springer Verlag; 2019. p. 2936–48.
138. Schmeling A., Reisinger W.,Geserick G. and Olze A.; Forensic Age Estimation of Live Adolescents and Young Adults, İn: Tsokos M, ed. *Forensic Pathology Reviews*, Volume 5. Totowa: Humana Press, 2008: 270-284.
139. Journal E. Gungor, et al.: Greulich and Pyle method for Southern Turkish children [Internet]. Available from: [www.eurjdent.com](http://www.eurjdent.com)
140. Bunch PM, Altes TA, McIlhenny J, Patrie J, Gaskin CM. Skeletal development of the hand and wrist: digital bone age companion—a suitable alternative to the Greulich and Pyle atlas for bone age assessment? *Skeletal Radiology*. 2017 Jun 1;46(6):785–93.
141. Mohammed RB, Rao DS, et al. 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.

142. 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.
143. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). Tanner JM, Healy M, Goldstein H, Cameron N. 3rd ed. London, WB Saunders, Harcourt Publishers Ltd, 2001. .
144. Hackman S, Lucina MR. Age estimation in the living: a test of 6 radiographic methods. University of Dundee, Doctoral Dissertation. United Kingdom-Nethergate. 2012.
145. Bull RK, Edwards PD, Kemp PM, Fry S, Hughes IA. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. *Arch Dis Child* 1999;81:172- 173. .
146. Benjavongkulchai S, Pittayapat P. Age estimation methods using hand and wrist radiographs in a group of contemporary Thais. *Forensic Science International*. 2018 Jun;287:218.e1-218.e8.
147. Kim JR, Lee YS, Yu J. Assessment of Bone Age in Prepubertal Healthy Korean Children: Comparison among the Korean Standard Bone Age Chart, Greulich-Pyle Method, and Tanner-Whitehouse Method. *Korean Journal of Radiology*. 2015;16(1):201.
148. King, D. G., et al. "Reproducibility of bone ages when performed by radiology registrars: an audit of Tanner and Whitehouse II versus Greulich and Pyle methods." *The British journal of radiology* 67.801 (1994): 848-851.
149. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: Is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatrics International*. 2001 Dec;43(6):662–5.
150. Büken B, Şafak AA, Büken E, Yazici B, Erkol Z, Erzegin ÖU. Is the Tanner–Whitehouse (TW3) method sufficiently reliable for forensic age determination of Turkish children?. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2010 Nov 3;40(5):797-805.
151. Büken B, Büken E, Şafak AA, Yazici B, Erkol Z, Mayda A. Is the Gök Atlas sufficiently reliable for forensic age determination of Turkish children?. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2008 Jul 16;38(4):319-27.

152. Isır A, et al. "Assessing the Age Determination Cases Which Have Been Analyzed at Forensic Medicine Departments of 5 Different Region's Universities in Turkey Between Years 1998-2005." *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 2009, 29.2
153. Schmeling A, Baumann U, Schmidt S, Wernecke KD, Reisinger W. Reference data for the Thiemann–Nitz method of assessing skeletal age for the purpose of forensic age estimation. *Int J Leg Med*, 2006; 120: 1-4.
154. Text-atlas of skeletal age determination: MRI of the hand and wrist in children. E. Tomei (Ed.). Wiley. Semelka, R. C., & Nissman, D. 2014.
155. Gerges M, Eng H, Chhina H, Cooper A. Modernization of bone age assessment: comparing the accuracy and reliability of an artificial intelligence algorithm and shorthand bone age to Greulich and Pyle. *Skeletal Radiology*. 2020 Sep 1;49(9):1449–57.
156. Lee BD, Lee MS. Automated Bone Age Assessment Using Artificial Intelligence: The Future of Bone Age Assessment. Vol. 22, *Korean journal of radiology*. NLM (Medline); 2021. p. 792–800.
157. Li S, Liu B, Li S, Zhu X, Yan Y, Zhang D. A deep learning-based computer-aided diagnosis method of X-ray images for bone age assessment. *Complex & Intelligent Systems*. 2021 Apr 20;
158. Booz C, Yel I, Wichmann JL, Boettger S, al Kamali A, Albrecht MH, et al. Artificial intelligence in bone age assessment: accuracy and efficiency of a novel fully automated algorithm compared to the Greulich-Pyle method. *European Radiology Experimental*. 2020 Dec 1;4(1).
159. Thodberg HH, Kreiborg S, Juul A, Pedersen KD. The BoneXpert method for automated determination of skeletal maturity. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2009 Jan;28(1):52–66.
160. Martin DD, Sato K, Sato M, Thodberg HH, Tanaka T. Validation of a new method for automated determination of bone age in Japanese children. *Horm Res Paediatr* 2010; 73: 398-404.
161. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod*. 1982;52(2):88-112.
162. Kasımoğlu Y. Türk çocuklarında kemik yaşı tayininde kullanılan üç yöntemin karşılaştırmalı olarak incelenmesi [tez]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2016

163. Perinetti G, Contardo L. Reliability of Growth Indicators and Efficiency of Functional Treatment for Skeletal Class II Malocclusion: Current Evidence and Controversies. Vol. 2017, BioMed Research International. Hindawi Limited; 2017.
164. Roche, Alexander Francis, David Thissen, and William Chumlea. Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method. Thomas, 1988.
165. Roche, Alex F. Growth, maturation, and body composition: the Fels Longitudinal Study 1929-1991. No. 9. Cambridge University Press, 1992.
166. Roche, Alexander Francis, David Thissen, and William Chumlea. Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method. Thomas, 1988.
167. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, et al (1975) Prediction of adult height from height, bone age, and occurrence of menarche at ages 4–16 with allowance for midparent height. Arch Dis Child 50:14.
168. Gul N, Tiryaki A, Cengel Kultur SE, Topbas M, Ak I. Prevalence of attention deficit hyperactivity disorder and comorbid disruptive behavior disorders among school age children in Trabzon. Klinik Psikofarmakoloji Bulteni. 2010;20(1):50–6.
169. Özaslan, Taciser Uysal, and Ö. Bilaç. “Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu epidemiyolojisi.” Türkiye Klinikleri J Child Psychiatry-Special Topics 1.1 (2015): 1-5.
170. Tisè M, Mazzarini L, Fabrizzi G, Ferrante L, Giorgetti R, Tagliabracci A. Applicability of Greulich and Pyle method for age assessment in forensic practice on an Italian sample. International Journal of Legal Medicine. 2011 May;125(3):411–6.
171. Baer MJ, Djrkatz J: Bilateral asymmetry in skeletal maturation of the hand and wrist: a roentgenographic analysis. Am J Phys Anthropol 1957;15:181–196.
172. Roche AF: A study of skeletal maturation in a group of Melbourne children. Austral Paediatr J 1967;3:123–127.
173. Martin DD, Neuhof J, Jenni OG, Ranke MB, Thodberg HH. Automatic determination of left- and right-hand bone age in the first Zurich longitudinal study. Hormone Research in Paediatrics. 2010 Jul;74(1):50–5.
174. Koc U, Taydaş O, Bolu S, AEJJ of, 2021 undefined. The Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib atlas method versus automated estimation tool for bone age: a multi-observer agreement study. Springer [Internet]. [cited 2022 Jan 28]; Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11604-020-01055-8>



175. De Donno A, Santoro V, Lubelli S, Marrone M, Lozito P, Introna F. Age assessment using the greulich and pyle method on a heterogeneous sample of 300 italian healthy and pathologic subjects. *Forensic Science International*. 2013;229(1–3):157.e1-157.e6.
176. Shah N, Khadilkar V, Lohiya N, Prasad HK, Patil P, Gondhalekar K, et al. Comparison of bone age assessments by gruelich-pyle, gilsanz-ratib, and tanner whitehouse methods in healthy indian children. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2021 May 1;25(3):240–6.
177. Schmidt S, Nitz I, Ribbecke S, Schulz R, Pfeiffer H, Schmeling A. Skeletal age determination of the hand: A comparison of methods. *International Journal of Legal Medicine*. 2013 May;127(3):691–8.
178. Çelik H. Comparison of Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib Atlases Through An Intelligent Bone Age Assessment System. In: 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing, IDAP 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019.
179. Mirza WA, Memon M, Mahmood Shah SM, Laila Hussain U e, Ali A, Hashmani N, et al. Bone Age Practices in Infants and Older Children among Practicing Radiologists in Pakistan: Developing World Perspective. *Cureus*. 2019 Jan 22;
180. De Sanctis V, di Maio S, Soliman A, Raiola G, Elalaily R, Millimaggi G. Hand X-ray in pediatric endocrinology: Skeletal age assessment and beyond. Vol. 18, *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. Medknow Publications; 2014. p. S63–71.
181. 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.
182. Tisè M, Mazzarini L, Fabrizzi G, Ferrante L, Giorgetti R, Tagliabracci A. Applicability of Greulich and Pyle method for age assessment in forensic practice on an Italian sample. *International Journal of Legal Medicine*. 2011 May;125(3):411–6.
183. Zabet D, Rérolle C, Pucheux J, Telmon N, Saint-Martin P. Can the Greulich and Pyle method be used on French contemporary individuals? *International Journal of Legal Medicine*. 2015 Jan 1;129(1):171–7.

184. Hackman L, Black S. The reliability of the greulich and pyle atlas when applied to a modern scottish population. *Journal of Forensic Sciences*. 2013 Jan;58(1):114–9.
185. Zhang SY, Liu G, Ma CG, Han YS, Shen XZ, et al. Automated Determination of Bone Age in a Modern Chinese Population. *ISRN Radiology*. 2013 Feb 25;2013:1–8.
186. 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?. *J Pharm Bioallied Sci*. 2015;7(3):218-225. doi:10.4103/0975-7406.160031.
187. Moradi M, Sirous M, Morovatti P. The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method. *Forensic Science International*. 2012 Nov 30;223(1–3):372.e1-372.e4.
188. Zafar, Abdul Mueed, et al. “An appraisal of Greulich-Pyle Atlas for skeletal age assessment in Pakistan.” *JPMMA. The Journal of the Pakistan Medical Association* 60.7 (2010): 552.
189. Elamin F, Abdelazeem N, Elamin A, Saif D, Liversidge HM. Skeletal maturity of the hand in an East African group from Sudan. *American Journal of Physical Anthropology*. 2017 Aug 1;163(4):816–23.
190. Tsehay B, Afework M, Mesifin M. Assessment of Reliability of Greulich and Pyle (GP) Method for Determination of Age of Children at Debre Markos Referral Hospital, East Gojjam Zone. *Ethiop J Health Sci*. 2017 Nov 1;27(6):631–40.
191. Alshamrani K, Messina F, Offiah AC. Is the Greulich and Pyle atlas applicable to all ethnicities? A systematic review and meta-analysis. Vol. 29, *European Radiology*. Springer Verlag; 2019. p. 2910–23.
192. Cavalli-Sforza, Luigi Luca, et al. *The history and geography of human genes*. Princeton university press, 1994.
193. Schmidt S, Koch B, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A. Studies in use of the Greulich-Pyle skeletal age method to assess criminal liability. *Legal Medicine*. 2008;10(4):190–5.
194. Cummaudo M, de Angelis D, Magli F, Minà G, Merelli V, Cattaneo C. Age estimation in the living: A scoping review of population data for skeletal and dental methods. Vol. 320, *Forensic Science International*. Elsevier Ireland Ltd; 2021.

195. Koc, Ahmet, et al. "Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys?." *Pediatrics international* 43.6 (2001): 662-665.
196. Büken B, Şafak AA, Yazici B, Büken E, Mayda AS. Is the assessment of bone age by the Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Science International*. 2007 Dec 20;173(2–3):146–53.
197. Büken B, Erzenin ÖU, Büken E, Şafak AA, Yazici B, Erkol Z. Comparison of the three age estimation methods: Which is more reliable for Turkish children? *Forensic Science International*. 2009 Jan 10;183(1–3):103.e1-103.e7.
198. Cantekin K, Celikoglu M, Miloglu O, Dane A, Erdem A. Bone Age Assessment: The Applicability of the Greulich-Pyle Method in Eastern Turkish Children. *Journal of Forensic Sciences*. 2012 May;57(3):679–82.
199. Acungil İ. Yaş tayininde el-bilek rayografilerinin geçerlilik ve değeri ile ilgili bir çalışma [tez]. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2014
200. Journal E. Gungor, et al.: Greulich and Pyle method for Southern Turkish children [Internet]. Available from: [www.eurjdent.com](http://www.eurjdent.com)
201. Öztürk F, Karataş OH, Mutaflı H, Babacan H. Bone age assessment: comparison of children from two different regions with the Greulich–Pyle method In Turkey. *Australian Journal of Forensic Sciences*. 2016 Nov 1;48(6):694–703.
202. Kaplan A, Yılmaz H. Kemik Yaşı Tayininde Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *The Bulletin of Legal Medicine*. 2020 Apr 30;25(1):6–15.
203. Özgül E, Yücel A, Kaya F, Koca SB, Ertekin A. Determination of bone age and evaluating the applicability of Greulich-Pyle standards among the Turkish children. *Journal of Surgery and Medicine*. 2022 Jan 1;6(1):9–13.