



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

ADLİ YAŞ TAHMİNİNDE DİZ MR GÖRÜNTÜLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Dr. Besim UYGUN

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet HİLAL**

ADANA-2019



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

ADLİ YAŞ TAHMİNİNDE DİZ MR GÖRÜNTÜLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Dr. Besim UYGUN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet HİLAL

Bu tez Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından TTU-2018-10204 No'lu proje ile desteklenmiştir.

ADANA-2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tez çalışmamda değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, her zaman yanımda olduğunu hissettiğim danışman hocam, Sayın Prof. Dr.Ahmet HİLAL'e,

Asistanlığım süresince bilgi ve deneyimlerini her daim paylaşan ve her türlü sıkıntıda yardımlarını esirgemeyen Anabilim Dalı Başkanımız Prof.Dr.Mete Korkut GÜLMEN'e, değerli hocalarım Prof.Dr.Behnan ALPER'e ve Prof.Dr.Necmi ÇEKİN'e

Tezimin radyolojik değerlendirmesi aşamasında her türlü desteği sağlayan ÇÜTF Radyoloji Anabilim Dalından Öğr.Üy.Uzm.Dr.Sevgül KÖSE'ye, katkılarından dolayı İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesinden Adli Tıp Uzmanı Doç.Dr.Oğuzhan EKİZOĞLU'na

Dört yıllık asistanlık sürecinde birlikte çalıştığım değerli asistan arkadaşlarıma ve Adli Tıp Anabilim Dalı çalışanlarına,

Gerek rotasyonum süresince gerekse diğer zamanlarda her türlü bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Adli Tıp Kurumu Adana Grup Başkanlığında görev yapan Uzm.Dr.Kenan KAYA, Uzm.Dr.Ebubekir Burak ÇELİK, Uzm.Dr.Ferhat YILDIRIM ve Uzm.Dr.Ziyaettin ERDEM başta olmak üzere diğer tüm uzman hekimlerimize,

TTU-2018-10204 No'lu proje olarak bu çalışmanın düzenlenmesine katkı sağlayan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Her anımda yanımda olduklarını hissettiğim değerli anneme, babama, kardeşime ve tanıştığım andan itibaren her türlü desteğini veren sevgili eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Tarihçe	4
2.2. Yaş Tespitinin Yasal Açıdan Önemi	5
2.2.1. 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu (TCK)	5
2.2.2. 4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu	7
2.2.3. 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu	7
2.2.4. 5490 Sayılı Nüfus Hizmetleri Kanunu	8
2.2.5. 5395 Sayılı Çocuk Koruma Kanunu	8
2.2.6. 5275 Sayılı Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun	9
2.2.7. Diğer Kanunlar Açısından Yaşın Önemi	9
2.3. Yaş Tahmininde Kullanılan Yöntemler	9
2.3.1. Fiziksel Gelişim	10
2.3.1.1. Ağırlık ve Boy	10
2.3.1.2. Puberte Belirtileri (Ergenlik Dönemi)	12
2.3.1.3. Dişler	15
2.3.2. Histolojik Yöntemler	18
2.3.3. Radyolojik Yöntemler	19
2.3.3.1. Direkt Grafiler	19
2.3.3.1.1. Greulich&Pyle Yöntemi (GP Atlası)	20
2.3.3.1.2. Tanner-Whitehouse Yöntemi (TW1 (1962), TW2 (1975), TW3 (2001))	21
2.3.3.1.3. Gök Atlası	23
2.3.3.1.4. Gilsanz&Ratib (GR) Atlası	23
2.3.3.2. Ultrasonografi (USG)	24
2.3.3.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	24

2.3.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI).....	25
2.4. Kemik Gelişimi	25
2.4.1. Kemik Gelişimini Etkileyen Faktörler.....	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
4. BULGULAR.....	35
4.1. Distal Femur.....	37
4.2. Proksimal Tibia	39
5. TARTIŞMA.....	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	56
EK 1: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Onayı	62
ÖZGEÇMİŞ.....	63

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Kızlarda Tanner Evrelemesi.....	13
Tablo 2: Erkeklerde Tanner Evrelemesi.....	14
Tablo 3: Süt Dişlerinin Sürme ve Düşme Zamanları.....	15
Tablo 4: Kalıcı Dişlerin Sürme Zamanı.....	16
Tablo 5: TW2 ve TW3 Atlaslarında Skor ve Kemik Yaşı Karşılaştırılması.....	22
Tablo 6: Cinsiyete Göre Olguların Yaşlarının Değerlendirilmesi	35
Tablo 7: Olguların Yaş Ve Cinsiyete Göre Dağılımı	36
Tablo 8: İntraobserver ve İnterobserver Değerlendirmelere Ait Cohen Kappa Değerleri.....	37
Tablo 9: Cinsiyet ve Evrelere Göre Distal Femur Epifiz İçin Tanımlayıcı İstatistikler.	38
Tablo 10: Distal Femur Ossifikasyonu İçin Tüm Yaşlar İçin Evre ve Cinsiyet Dağılımları	39
Tablo 11: Cinsiyet ve Evrelere Göre Proksimal Tibia Epifiz İçin Tanımlayıcı İstatistikler.....	40
Tablo 12: Proksimal Tibia Ossifikasyonu İçin Tüm Yaşlar İçin Evre ve Cinsiyet Dağılımları.	41
Tablo 13: Diz MR ile Yapılmış Önceki Çalışmalarla Çalışmamızın Karşılaştırılması.	52

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: 3. Molar Diş Mineralizasyonunun Demijian Metoduna Göre Evrelemesi.....	18
Şekil 2: Kadın Onüçüncü, Erkek Ondördüncü Yaş Olan El- El Bilek Grafisi	20
Şekil 3: Uzun Kemik Dokusunun Yapısı	28
Şekil 4: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha Kalın Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı ve Multilaminar Kartilaj Görünümü	31
Şekil 5: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha Kalın Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı Ancak Multilaminar Kartilaj Hattı Yok	32
Şekil 6: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha İnce Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı	32
Şekil 7: Distal Femur Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha İnce Devamlılık Göstermeyen Bir Horizontal Kartilaj Hattı	33
Şekil 8: Epifizyal Kıkırdakta Füzyon Tamamlanmış ve Epifiz Hattı İzlenmiyor	33
Şekil 9: 10 yaşındaki kadın hastaya ait diz MR görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 1.	42
Şekil 10: 14 Yaşındaki Erkek Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 2.	42
Şekil 11: 17 Yaşındaki Erkek Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 3.	43
Şekil 12: 20 Yaşındaki Kadın Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur Epifiz için Evre 4.	43
Şekil 13: 25 Yaşındaki Kadın Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 5.	44

KISALTMALAR LİSTESİ

AGFAD	: Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik (Adli Yaş Tayini Üzerine Uluslararası ve Disiplinler Arası Çalışma Grubu)
AgNOR	: Gümüş Nodeolar Organiser Region
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DMK	: Devlet Memurları Kanunu
FSE	: Fast Spin Echo
FSH	: Folikül Stimulan Hormon
GnRH	: Gonodotropin Releasing Hormon
GP	: Greulich-Pyle
GR	: Gilsanz Ratib
LH	: Lüteinizan Hormon
MR	: Manyetik Rezonans
PD	: Proton Dansity
RUS	: Radius, Ulna, Small Bone
SPSS	: Statistical Package For The Social Scienses
T	: Tesla
TCK	: Türk Ceza Kanunu
TW	: Tanner-Whitehouse
USG	: Ultrasonografi

ÖZET

Adli Yaş Tahmininde Diz MR Görüntülerinin Uygulanabilirliği

Amaç: Adli tıp uygulamalarında yaş tahmini, hukuk sistemleri açısından ayrı bir önem arz ettiği gibi adli tıbbın güncel araştırma konularından da birisidir. Ülkemizde 12-15-18 ve 21 yaşlar yasal sorumluluk açısından önemli yaş gruplarıdır. Adli makamlarca cinsel istismar, şüpheli doğum kayıtları, evlenme ve yasadışı göç gibi birçok durumda genellikle de adli tıp uzmanlarından mağdur ya da sanığa yaş tespiti yapılması istenmektedir. Yaş tespitinde en çok radyolojik yöntemler kullanılmakta olup son dönemlerde tıbbi endikasyon dışı uygulamalarda non-iyonize yöntemler tercih edilmesine çalışılmaktadır. Bu nedenle non-iyonize, non-invaziv ve ayrıntılı görüntü sunabilen MR görüntüleri kullanılarak adli yaş tahmininde uygulanabilirliği açısından çalışma yaparak bu konudaki veri tabanını genişletmek amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi polikliniklerine Ocak 2012-Nisan 2018 tarihleri arasında başvurup diz MR çekilen yaşları 10-25 arasında değişen hastaların MR görüntüleri, Dedouit ve ark. tanımladığı evreleme metoduna göre retrospektif olarak incelendi. Endokrin bozukluklar, metabolik hastalıklar, sistemik hastalıklar, konjenital sendromlar, kemik maligniteleri, steroid tedavisi, kemoterapi, radyoterapi gören, diz eklemi ile ilgilendiren kırık, cerrahi fiksasyon, kemik iliği ödemi vb. olan olgular çalışma dışı bırakıldı. 292'si erkek ve 197'si kadın olmak üzere toplamda 489 hastanın diz MR görüntüsü incelendi. Çalışmada 1.5 T MR, 4 mm kesit kalınlık, koronal kesit fast spin echo proton yoğunluk ağırlıklı sekansından elde edilen görüntüler değerlendirildi.

Bulgular: Distal femur epifiz ossifikasyonunda tespit edilen evre 5'in (15 yaştaki bir olgu ve 14 yaştaki bir olgu hariç tutulduğunda) her iki cinsiyette, proksimal tibial epifiz ossifikasyonunda ise erkeklerde evre 5'in 18 yaş ve üzerinde olduğu tespit edildi. Evre 1 ve evre 2'nin de her iki cinsiyette hem distal femur hem de proksimal tibial epifiz için en son 18 yaş altında görüldüğü tespit edildi. Yaş ortalamalarına göre kadınlarda ossifikasyonun erkeklere kıyasla daha erken meydana geldiği görüldü.

Sonuç: Çalışmamız verilerine göre yaş tahminlerinde MR görüntüleri 18 yaş sınırının belirlenmesi ile ilgili diğer radyolojik yöntemlere ek olarak kullanılabilecek non-iyonize bir yöntemdir. Yaş tahminlerinde MR kullanımının rutine girebilmesi için çok merkezli, karşılaştırmalı ve prospektif özellikte deneyimli çalışmacılarca yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Yaş Tahmini, Manyetik Rezonans (MR), Distal Femur, Proksimal Tibia.

ABSTRACT

Applicability of Knee MRI in Forensic Age Estimation

Aim: Age estimation in forensic medicine applications is of special importance in terms of law systems and is one of the current research subjects of forensic medicine. In our country, 12-15-18 and 21 years age group are important in terms of legal liability. In cases such as sexual abuse, suspicious birth records, marriage and illegal immigration, forensic authorities usually ask forensic experts to determine the age of the victim or accused. Radiological methods are mostly used in age determination so non-ionizing methods are preferred in non indication medical applications at recently. Therefore, it was aimed to expand the database in this subject by studying in terms of applicability in forensic age estimation by using MR images which can present non-ionized, non- invasive and detailed images.

Material and Method: MR images of patients aged between 10-25 years who were admitted to the outpatient clinics of the Balcalı Hospital of Çukurova University Medical Faculty between January 2012 and April 2018 were retrospectively analyzed according to the staging method described by Dedouit et al. Endocrine disorders, metabolic diseases, systemic diseases, congenital syndroms, bone malignities, steroid therapy, chemotherapy, radiotherapy, fractures of knee joint, surgical fixation, bone marrow edema, etc. were excluded from the study. A total of 489 patients, 292 of whom were male and 197 female, were evaluated for knee MR images. In this study, images obtained from 1.5 T MR, 4 mm section thickness, coronal section fast spin echo proton density weighted sequence were evaluated.

Results: Stage 5 (except a 15-year- old and 14-year-old patient) distal femoral epiphysis was seen in both sexes and proximal tibial epiphysis was seen only in males aged 18 years or older. Stage 1 and stage 2 were also observed in all genders for both distal femur and proximal tibial epiphysis under the age of 18. According to the mean age, it was seen that ossification occurred earlier in women than in men.

Conclusion: According to the data of our study, MR images are a non-ionizing method that can be used in addition to other radiological methods for determining the age limit of 18 years. Multicentre, comparative and prospective studies are needed by experienced researchers in order to use the routine MRI in age estimates.

Key Words: Age Estimation, Magnetic Resonance (MR), Distal Femur, Proximal Tibia

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Canlı ya da ölen birinin tanınmasına ve başka insanlardan ayırt edilebilmesine yarayan özelliklerin ortaya çıkarılmasına “kimlik tespiti” (kimliklendirme) denir.^{1,2} Adli tıbbi değerlendirmede iki tür kimlik tanımlanmaktadır. Birincisi, kişinin nüfus kayıtlarındaki cinsiyet, doğum yeri, doğum yılı, ana-baba adı vb. gibi bilgilerinden oluşan, üzerinde kişiye ait fotoğrafın da bulunabildiği, bir belge ile gösterilen (nüfus cüzdanı, sürücü belgesi, pasaport vb.) adli kimlik ve ikincisi kişinin boy, vücut ağırlığı, yaşı, cinsiyeti, saç, göz, cilt rengi, yüz özellikleri, yara, ameliyat ve dövme izleri gibi fiziksel özelliklerinin tanımlandığı tıbbi kimliktir.^{2,3}

Adli tıp uygulamalarında, canlı ya da ölü bir kişinin muayenesinde yapılacak ilk işlem kişinin kimliğinin belirlenmesi olmalıdır. Kimlik tespiti günümüzde hem bireysel, hem toplumsal, hem de uluslararası bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Kimlik tespitinde doğru yaş tespiti en önemli aşamalardan birisidir.^{1,4}

Yaş tahmini, adli tıbbın en önemli alanlarından birisidir. Yaş tahmini gerek ölmüş gerekse yaşayan bireyler için yapılabilmektedir. Kimliği belirsiz cesetlerde yaş tespiti yapmak gerekebilmektedir.^{5,6} Adli antropoloji, cesedin cinsiyet ve boy gibi morfolojik özellikleri ile yaşadığı dönemdeki sağlık, beslenme koşulları gibi birçok kriteri değerlendirerek yaş tahmininde görev yapar.³

Adli tıpta yaşayan bireylerin yaşları; cezai ve hukuki sorumluluklarında, kendini ifade edemeyecek kişilerde, cinsel saldırı/istismar olaylarında, evlilik, askerlik, okul, iş veya emeklilik başvuruları gibi birçok konuda önem arz etmektedir.^{6,7} Bu gibi nedenlerle adli merciler tarafından genelde adli tıp uzmanlarından yaş tespiti yapılması istenmektedir.⁴

Yaşayan bireylerde kimlik tespiti bireysel veya toplumsal problem olmaktan çıkmış uluslararası bir sorun olmaya başlamıştır.⁴ Son yıllarda birçok nedenle (savaş, açlık, daha iyi bir gelecek için) uluslararası göçlerin artması küresel bir sorun haline dönüşmüştür. Birçok ülkede kişilerin cezalardan kurtulabilmek için yaşları konusunda yalan beyanlar verdikleri de bilinmektedir.⁸

Yaş tahmini yaşayan kişilerde sadece adli tıpta değil diğer bilim dallarında da ihtiyaç duyulan bir incelemedir.^{5,9} Pediatrik hastalarda kronolojik yaş ile kemik yaşının karşılaştırılması endokrin veya metabolik hastalıkların değerlendirilmesi açısından

önemlidir. Ortopedik açıdan skolyoz cerrahisi ve ekstremité kısalıklarının düzeltilmesinde cerrahi girişimin en uygun zamanını belirleyebilmek için kemik yaşı tespiti gerekebilmektedir.¹⁰

Kliniklerde en çok kullanılan yöntem olan kemiklerin radyolojik yönden incelenip mevcut atlaslara uyarlanarak yapılan yaş tahmini yöntemi önemini korumaktadır. Bununla birlikte cinsiyet, ırk, endokrin bozukluklar, beslenmeyle ilişkili bozukluklar, çevresel ve coğrafik faktörler gibi birçok etken kemik gelişimini etkilemektedir.⁶ Bu nedenle radyolojik yöntemlerle birlikte fiziksel gelişim bulguları da değerlendirilmektedir. Bunun için boy, kilo, pubertal gelişim, diş ve kemik gelişimi gibi farklı fiziksel bulgular incelenmektedir.⁶

Radyolojik yöntemler yaş tahmininde en çok başvuru alan yöntem olup kemiklerin epifiz hatlarının kapanma aşamalarına bakılmaktadır.¹¹ Ülkemizde kemik grafipleri karşılaştırılarak yaş tahmininde bulunmak amacıyla Greulich-Pyle Atlası (GP), Gök Atlası ve Tanner-Whitehouse Atlası (TW) kullanılmaktadır. Farklı çalışmalarda bu atlasların uygun yöntem olmalarıyla ilgili çelişkili sonuçlar mevcuttur.^{12,13}

Berlin’de, 10 Mart 2000 tarihinde Adli Yaş Tayini Üzerine Uluslararası ve Disiplinler Arası Çalışma Grubu (AGFAD) kurulmuştur. Bu çalışma grubu; ceza davalarına, medeni hukuk ve göçmenler ile ilgili prosedürlere yönelik olarak yaşayan bireylerde ve emeklilik ile ilgili işlemlerde yaş tespiti yapılabilmesi için önerilerde bulunmuştur.^{14,15}

AGFAD’ın yaş tespiti için önerisi; “fizik muayene ile birlikte sol elin X-ray incelemesinin ve çene bölgesine yönelik çekilen orthopantomogram ile yapılan dental değerlendirmenin birlikte kombine edilmesini, eğer kişinin el iskelet gelişimi tamamlanmış ise, kişinin 18 veya 21 yaşına ulaşmış olup olmadığını tahmin edebilmek için ilave olarak klavikuların X-ray veya bilgisayarlı tomografi (BT) ile çekilen görüntülerinin de incelenmesi” şeklindedir.¹⁶

Önerilen yöntemlerin birlikte kullanılmasında amaç en doğru yaş tahmininin yapılmasını sağlamaktır. Kemiklere göre yapılan yaş tespiti temel araştırma noktası olmaya devam etmektedir ve en çok başvuru alan metodu ise sol el-el bileği grafiplerinin Greulich and Pyle Atlası ve Tanner-Whitehouse yöntemi ile değerlendirilmesidir. Geçerliliği ve güvenilirliği en çok kabul gören yöntemler olmasına rağmen farklı popülasyonlarda yapılan çalışmalarda hata payları olduğu bildirilmiştir. Bu durumun

iskelet gelişimi etkileyen patolojik durumlar, sosyoekonomik durum ve etnik kökenden kaynaklandığı bildirilmektedir.^{17,18,19}

Son dönemlerde özellikle çocuklara yapılan yaş tahminine yönelik radyolojik incelemelerde radyasyona maruz kalınması etik bir kaygı oluşturmaktadır.¹⁷ Bu endişeler sonucunda USG ve MR kullanımı popülerlik kazanmaktadır. Özellikle, MR teknikleri yüksek çözünürlük sağlaması ve radyasyon içermemesi nedeniyle önemlidir.²⁰ Bu noktada bazı araştırmacılar USG incelemeleri ile distal radius, iliak krest, distal fibula ve mediyal klavikula, MR ile mediyal klavikula, distal tibia, kalkaneus, proksimal tibial, iliak krest, el-el bileği ve distal femur temelli farklı iskelet alanlarını ele alan çalışmalar yapmışlardır.¹⁷ Bu konularda diz MR değerlendirmesine dayanan farklı metodolojiler bulunmaktadır. Bunlardan birisi Dedouit ve arkadaşlarının epifiz hattı kemikleşmesine göre tanımladığı beş evreli metodudur.²¹

Bu çalışmamızda, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi polikliniklerine Ocak 2012-Nisan 2018 tarihleri arasında başvurup diz MR çekilen yaşları 10-25 arasında değişen 489 hastanın diz MR görüntüleri Dedouit ve ark.²¹ epifiz hattı kemikleşmesine göre tanımladığı evrelendirme metoduna göre retrospektif olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin analizi yapılarak veri tabanının genişletilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Eski Roma İmparatorluğuna ait kayıtlarda, 2. molar dişin çıkmasının genç erkeklerin askerlik hizmeti için gerekli bir koşul olarak değerlendirildiği belirtilmektedir.²²

İngiltere’de 1883 yılında çıkarılan bir yasa ile 9 yaşından küçük çocukların iplikhanelerde çalıştırılması yasaklanmış, 9-13 yaş arası çocukların çalışma saatleri günde 9 saat ile sınırlandırılmıştır. Böyle durumlarla karşılaşıldığında yaş tahmini için dişlerin kontrol edilmesi yoluna başvurulmuştur.²³ 1837’de Edwin Saunders "dişten yaş tayini" adlı yapıtını yayınlamış ve İngiliz Parlemantosuna çocukların yaşlarının tayini için diş erüpsiyon zamanlarına bakılmasına karar vermiştir.²⁴

Behrendsen 1887 yılında el bileğinin yaş varyasyonları hakkında ilk sistematik derlemeyi yayınlamıştır.²⁴

1895 yılında Wilhelm Conrad Röntgen’in X-ışınlarını keşfinden sonra klasik olarak kullanılan diş sürme zamanlarına alternatif olarak iskelet grafiğinin kullanılabilirliği tartışılmaya başlanmıştır. Sonraki 40 yıl içinde farklı araştırmacılar insan iskeletindeki yaşla birlikte oluşan maturasyonu standart radyoloji ile göstermeye çalışmışlardır.²⁴

1896 yılında Münih’te yapılan bir toplantıda Angerer kimlik tespitini kolaylaştırmak açısından kemik yaşının kullanımı için el bilek kemiklerinin kullanılabileceğini belirtmiştir.²⁵ 20. yüzyılın başlarında, ilk konserini 4 yaşında verdiği belirtilen Raoul Koczalski isimli Polonyalı piyanist, Münich’te halk konseri vererek sansasyona neden olmuş ve harika çocuk olarak anılmıştır. Von Ranke çocuğun görünenden daha büyük olduğunu düşündüğü belirtilmektedir. Ancak bu iddiasını X-ray ile doğrulayıp doğrulamadığı bilinmemektedir.²³ Yayımlanmış en önemli yayınlar Greulich&Pyle (1950, 1959), Tanner ve ark. (1962, 1975, 2001) tarafından el-el bilek grafiğeri üzerinden tanımlanan atlaslardır.²⁴ Bununla birlikte bu atlaslar çoğunlukla yaş tahmini yapmaktan ziyade, iskelet gelişimindeki bozuklukları tespit edebilmek için kullanılmaktadır.²³

2.2. Yaş Tespitinin Yasal Açıdan Önemi

2.2.1. 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu (TCK)²⁶

6. madde’de; çocuk deyiminden; “henüz onsekiz yaşını doldurmamış kişi” anlaşılmaktadır.

31. maddesi yaş küçüklüğü durumunda verilecek cezalarla ilgili olup 1. fıkrasında “Fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmamış olan çocukların ceza sorumluluğu yoktur. Bu kişiler hakkında, ceza kovuşturması yapılamaz; ancak, çocuklara özgü güvenlik tedbirleri uygulanabilir”, 2. fıkrasında, “Fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmuş olup da onbeş yaşını doldurmamış olanların işlediği fiilin hukukî anlam ve sonuçlarını algılayamaması veya davranışlarını yönlendirme yeteneğinin yeterince gelişmemiş olması hâlinde ceza sorumluluğu yoktur. Ancak bu kişiler hakkında çocuklara özgü güvenlik tedbirlerine hükmolunur. İşlediği fiili algılama ve bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneğinin varlığı hâlinde, bu kişiler hakkında suç, ağırlaştırılmış müebbet hapis cezasını gerektirdiği takdirde dokuz yıldan oniki yıla; müebbet hapis cezasını gerektirdiği takdirde yedi yıldan dokuz yıla kadar hapis cezasına hükmolunur. Diğer cezaların üçte ikisi indirilir ve bu hâlde her fiil için verilecek hapis cezası altı yıldan fazla olamaz”, 3. fıkrasında, “Fiili işlediği sırada onbeş yaşını doldurmuş olup da onsekiz yaşını doldurmamış olan kişiler hakkında suç, ağırlaştırılmış müebbet hapis cezasını gerektirdiği takdirde ondört yıldan yirmi yıla; müebbet hapis cezasını gerektirdiği takdirde dokuz yıldan oniki yıla kadar hapis cezasına hükmolunur. Diğer cezaların yarısı indirilir ve bu hâlde her fiil için verilecek hapis cezası sekiz yıldan fazla olamaz” denilmektedir.

33. maddesi, sağır ve dilsizlik durumunda ceza sorumluluğu belirlenmiş olup “Bu Kanunun, fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmamış olan çocuklara ilişkin hükümleri, onbeş yaşını doldurmamış olan sağır ve dilsizler hakkında; oniki yaşını doldurmuş olup da onbeş yaşını doldurmamış olanlara ilişkin hükümleri, onbeş yaşını doldurmuş olup da onsekiz yaşını doldurmamış olan sağır ve dilsizler hakkında; onbeş yaşını doldurmuş olup da onsekiz yaşını doldurmamış olanlara ilişkin hükümleri, onsekiz yaşını doldurmuş olup da yirmibir yaşını doldurmamış olan sağır ve dilsizler hakkında da uygulanır” denilmektedir.

50. maddesi, kısa süreli hapis cezasına seçenek yaptırımlar hakkında olup 3. fıkrasında “Daha önce hapis cezasına mahkûm edilmemiş olmak koşuluyla, mahkûm

olunan otuz gün ve daha az süreli hapis cezası ile fiili işlediği tarihte onsekiz yaşını doldurmamış veya altmışbeş yaşını bitirmiş bulunanların mahkûm edildiği bir yıl veya daha az süreli hapis cezası, maddenin birinci fıkrada yazılı seçenek yaptırımlardan birine çevrilir” denilmektedir.

51. maddesi, hapis cezasının ertelenmesi hakkında olup, bu maddeye göre; *"işlediği suçtan dolayı iki yıl veya daha az süreyle hapis cezasına mahkûm edilen kişinin cezası ertelenebilmektedir. Bu sürenin üst sınırı, fiili işlediği sırada onsekiz yaşını doldurmamış veya altmışbeş yaşını bitirmiş olan kişiler için üç yıldır. Denetim süresi içinde; onsekiz yaşından küçük olan hükümlülerin, bir meslek veya sanat edinmelerini sağlamak amacıyla, gerektiğinde barınma imkânı da bulunan bir eğitim kurumuna devam etmesine, mahkemece karar verilebilir” denilmektedir.*

58. madde 5. fıkrasında *"Fiili işlediği sırada onsekiz yaşını doldurmamış olan kişilerin işlediği suçlar dolayısıyla tekerrür hükümleri uygulanmaz" denilmektedir.*

66. madde, dava zaman aşımı hakkında olup, 2. fıkrasında, *"Fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmuş olup da onbeş yaşını doldurmamış olanlar hakkında, bu sürelerin yarısının; onbeş yaşını doldurmuş olup da onsekiz yaşını doldurmamış olan kişiler hakkında ise, üçte ikisinin geçmesiyle kamu davası düşer" denilmektedir. 6. fıkrasına göre; “çocuklara karşı üstsoy veya bunlar üzerinde hüküm ve nüfuzu olan kimseler tarafından işlenen suçlarda zaman aşımı çocuğun onsekiz yaşını bitirdiği günden itibaren işlemeye başlar” denilmektedir.*

68. maddesi, ceza zaman aşımı hakkında olup, 2. fıkrasında, *“Fiili işlediği sırada oniki yaşını doldurmuş olup da onbeş yaşını doldurmamış olanlar hakkında, bu sürelerin yarısının; onbeş yaşını doldurmuş olup da onsekiz yaşını doldurmamış olan kişiler hakkında ise, üçte ikisinin geçmesiyle ceza infaz edilmez” denilmektedir.*

82. maddesi kasten öldürme, 94. maddesi işkence, 96. maddesi eziyet, 109. maddesi kişiyi hürriyetinden yoksun bırakma suçu ile ilgili olup bu maddelere göre; suçun çocuğa karşı işlenmesi hali, cezayı arttırıcı nedenlerdendir.

103. maddesi, çocukların cinsel istismarı ile ilgili olup, 1. fıkrasında *"Çocuğu cinsel yönden istismar eden kişi, sekiz yıldan on beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. Cinsel istismar deyiminden; a) On beş yaşını tamamlamamış veya tamamlamış olmakla birlikte fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılama yeteneği*

gelişmemiş olan çocuklara karşı gerçekleştirilen her türlü cinsel davranış, anlaşılır" denilmektedir.

104. maddesi, reşit olmayanla cinsel ilişki suçundan bahsetmekte olup, "*Cebir, tehdit ve hile olmaksızın, onbeş yaşını bitirmiş olan çocukla cinsel ilişkide bulunan kişi, şikayet üzerine, iki yıldan beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır*" denilmektedir.

234. maddesi, çocuğun kaçırılması ve alıkonulması hakkında olup, 1. fıkrasında "*Velayet yetkisi elinden alınmış olan ana veya babanın ya da üçüncü derece dâhil kan hısmının, onaltı yaşını bitirmemiş bir çocuğu veli, vasi veya bakım ve gözetimi altında bulunan kimsenin yanından cebir veya tehdit kullanmaksızın kaçırmayı veya alıkoyması halinde, üç aydan bir yıla kadar hapis cezasına hükmolunur*", 2. fıkrasında "*Fiil cebir veya tehdit kullanılarak işlenmiş ya da çocuk henüz oniki yaşını bitirmemiş ise ceza bir katı oranında artırılır*" denilmektedir.

2.2.2. 4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu²⁷

11.madde'de "*erginlik onsekiz yaşın doldurulmasıyla başlar*" denildiği,

12.madde'de "*onbeş yaşını dolduran küçük, kendi isteği ve velisinin rızasıyla mahkemece ergin kılınabilir*" denildiği,

40. maddesinde "*cinsiyetini değiştirmek isteyen kimsenin onsekiz yaşını doldurmuş olması*" gerektiği,

124. maddesinde "*erkek veya kadın onyediyi yaşını doldurmadıkça evlenemez*" denildiği, ancak, hâkim olağanüstü durumlarda ve pek önemli bir sebeple onaltı yaşını doldurmuş olan erkek veya kadının evlenmesine izin verebilir şeklinde belirtildiği,

153. maddesinde "*küçük veya kısıtlı, yasal temsilcisinin izni olmadan evlenirse, izni alınmayan yasal temsilci evlenmenin iptalini dava edebilir. Bu suretle evlenen kimse sonradan onsekiz yaşını doldurmak suretiyle ergin olur, kısıtlı olmaktan çıkar veya kadın gebe kalırsa evlenmenin iptaline karar verilemez*" denildiği,

502. maddesinde "*vasiyet yapabilmek için ayırt etme gücüne sahip ve onbeş yaşını doldurmuş olmak gerekir*" denilmektedir.

2.2.3. 5271 Sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu²⁸

50. maddesi, "*yemin verilmeyen tanıklar*" hakkında olup, 1 fıkrada "*dinlenme sırasında onbeş yaşını doldurmamış olanlar, yeminsiz dinlenir*" denilmektedir.

150. maddesi (Değişik: 6/12/2006–5560/21 md.), müdafinin görevlendirilmesi hakkında olup, 2. fıkrasında; "*Müdafii bulunmayan şüpheli veya sanık onsekiz yaşını doldurmamış ya da sağır veya dilsiz veya kendisini savunamayacak derecede malûl olur ve bir müdafii de bulunmazsa istemi aranmaksızın bir müdafii görevlendirilir*" denilmektedir.

185. maddesi, "*zorunlu kapalılık*" hakkında olup, bu maddede; "*Sanık, onsekiz yaşını doldurmamış ise duruşma kapalı yapılır; hüküm de kapalı duruşmada açıklanır*" denilmektedir.

2.2.4. 5490 Sayılı Nüfus Hizmetleri Kanunu²⁹

16. maddesine göre; "*doğumu süresi içinde bildirilmemiş olanlar*" için "*altı yaşını bitirmemiş olan çocukların doğum tarihinin tespitinde beyan esas alınır. Çocuk altı yaşını doldurmuş ise nüfus müdürlüğüne getirilerek resmî sağlık kuruluşunca yaşının tespit edilmesi sağlanır. Doğuma ait resmî belge ibraz edilmesi halinde, yaş tespitine gerek kalmaz*" denilmektedir.

Bulunmuş çocuklar ve zihinsel engelli kişilerle ilgili olarak madde 19 (2)'de, "*zihinsel özürlü olup da bulunmuş onsekiz yaşından büyük kişileri, mahkemece tayin edilecek olan kayyımları bildirmekle yükümlüdür*" denilmektedir.

2.2.5. 5395 Sayılı Çocuk Koruma Kanunu³⁰

Madde 3 (1)'de, çocuğun tanımı; "*Daha erken yaşta ergin olsa bile, onsekiz yaşını doldurmamış kişi*" olarak yapılmaktadır.

7. madde koruyucu ve destekleyici tedbir kararı alınması hakkında olup 6. fıkarda "*tedbir kararı, onsekiz yaşın doldurulmasıyla kendiliğinden sona erer*" denilmektedir.

21. maddede, "*onbeş yaşını doldurmamış çocuklar hakkında üst sınırı beş yılı aşmayan hapis cezasını gerektiren fiillerinden dolayı tutuklama kararı verilemez*" denilmektedir.

37.maddede, "*Denetim altına alınan çocukla ilgili olarak denetimli serbestlik ve yardım merkezi şube müdürlüğü tarafından bir denetim görevlisi görevlendirilir. Ancak, korunma ihtiyacı olan çocuklar veya suç tarihinde oniki yaşını bitirmemiş suça sürüklenen çocuklar ile çocuğun aileye teslimi yönünde karar verilmesi hâlinde, bu*

çocuklar hakkında denetim görevi gözetim esaslarına göre Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu tarafından yerine getirilir" denilmektedir.

2.2.6. 5275 Sayılı Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun³¹

11. madde 2. fıkrasında *"on iki-onsekiz yaş grubu çocukların, cinsiyetleri ve fiziki gelişim durumları göz önüne alınarak bu kurumların ayrı ayrı bölümlerinde barındırılırlar"* denilmektedir.

15. madde 2. fıkrasında *"kurum içinde veya dışında herhangi bir eğitim ve öğretim programına devam eden ve onsekiz yaşını dolduran çocukların, eğitim ve öğretimlerini tamamlayabilmeleri bakımından yirmibir yaşını bitirinceye kadar bu tesislerde (çocuk eğitim evleri) kalmalarına izin verilebilir"* denilmektedir.

107. madde 5. fıkrada koşullu salıverilme süresinin hesaplanmasında, hükümlünün on beş yaşını dolduruncaya kadar infaz kurumunda geçirdiği bir günün, iki gün olarak dikkate alınacağı, 8. fıkrada onsekiz yaşından küçük olan hükümlülerin, denetim süresinde eğitimlerine, gerektiğinde barınma imkânı da bulunan bir kurumda devam edecekleri belirtilmiştir.

2.2.7. Diğer Kanunlar Açısından Yaşın Önemi

657 sayılı Devlet Memurları Kanunu (DMK) Madde 40'ta; *"genel olarak 18 yaşını tamamlayanlar devlet memuru olabilirler. Bir meslek veya sanat okulunu bitirenlerin ise en az 15 yaşını doldurmuş olmak ve Türk Medeni Kanununun 12. maddesine göre kazai rüşt kararı almak şartıyla devlet memurluklarına atanabilirler"* denilmektedir.³²

DMK'nunda madde 206 (2)'de, 25 yaşını geçen çocuk için aile yardımı ödeneği verilmeyeceği belirtilmiştir.³²

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun çeşitli maddelerinde 16 (asgari ücret ile ilgili, bir aylık brüt ücret için 16 yaşından büyük işçi olmak) ve 18(sigortalı sayılma yaşı) yaşlarla ilgili hükümler bulunmaktadır.³³

2.3. Yaş Tahmininde Kullanılan Yöntemler

Yaş tespiti sadece adli tıbbın değil diş hekimliği, radyoloji, pediatri ve psikiyatri kliniklerinin multidisipliner çalışmasını gerektiren araştırma konusudur.³⁴ Yaş

tespitinde radyolojik, morfolojik ve histolojik yöntemler kullanılmakta olup en çok başvurulan yöntem radyolojik yöntemlerdir. Radyolojik yöntemlerde; epifiz hatlarının görünüm ve kapanma aşamaları, el-el bilekteki kemiklerin görülme zamanları, dişlerin gelişim aşamaları ve zamanla birlikte kemiklerde oluşan değişikliklerinin değerlendirilmesi esasına dayanır.³⁵ Morfolojik yöntemde ise kişinin boy, kilo, puberte belirtileri, diş gelişimi ve kemik gelişimi gibi fiziksel gelişim bulguları incelenir.³⁶ Yaş tespitinde birçok kriter kullanılmasına rağmen hiçbirisi kronolojik yaşı kesin olarak göstermemektedir.³⁷

2.3.1. Fiziksel Gelişim

Fiziksel gelişimde boy, ağırlık, puberte belirtileri, diş gelişimi gibi özellikler incelenir. Fiziksel belirtilere bakarak yaş tahmininde bulunmak kullanılan yöntemler arasında güvenilirliği en az olanıdır. Bu yöntemde hata payı yüksek olduğundan pubertal gelişim bulgularıyla birlikte kemik ve diş gelişiminin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Yine de yapılacak fizik muayenenin, fiziksel gelişmeyi etkileyen patolojileri ortaya çıkarması açısından çok önemlidir.³⁸

2.3.1.1. Ağırlık ve Boy

Büyüme ve gelişme, fertilizasyondan sonra başlar. Tanım olarak “Büyüme; vücut hacminin ve kütlesinin artması, Gelişme; biyolojik işlevlerin kazanılması” anlamına gelmektedir. Büyüme ve gelişmenin temposu dönemsel olarak değişiklik göstermektedir. Büyümenin en hızlı olduğu dönem, fetal dönemdir. Bununla birlikte, özellikle 3-4 yaş ile 9-10 yaş aralıklarında büyüme hızı oldukça düz ve göreceli olarak yavaş bir halde ilerlemektedir.³⁹

Vücut kısımları açısından bakıldığında, büyüme ve gelişme sürecinde belirli bir sıra söz konusudur. Örneğin, vücut kısımlarının büyümesinde doğumdan sonra en hızlı büyüyen bölüm baştır. Baş çevresi santral sinir sisteminin büyümesini gösteren bir parametre olup, yenidoğan bir bebeğin baş çevresi yaklaşık 35 cm’dir.³⁹ Baş çevresi 0–3 yaş arasındaki çocuklarda büyüme ve gelişmenin önemli göstergelerinden biri olduğu için düzenli olarak takip edilmelidir.⁴⁰ İlk 6 aydan sonra göğüs çevresinde hızlı bir artış ve 9-12 aylar arasında ekstremiteler uzaması ön plana çıkmaktadır.³⁹

Çocuğun büyümesinin değerlendirilmesi için fizik muayenede ihmal edilmemesi gereken ilk basamağı antropometrik ölçümler oluşturmaktadır. Kilo, boy, uzama hızı, baş çevresi gibi antropometrik ölçümler bu dönemde büyümenin değerlendirilmesi için kullanılan ölçümlerdir.⁴⁰

Miadında doğan bebek ortalama 3000-3500 gramdır.^{39,40} Doğumdan itibaren bebekler düzenli olarak kilo alırlar. Bebek 4-5 aylık olduğunda doğum ağırlığının iki katına, 1 yaşında üç katına, 2 yaşında ise dört katına ulaşmış olur.⁴⁰ Süt çocukluğu dönemi bebeğin doğum sonrasında en hızlı büyüdüğü dönem olarak bilinmektedir. Bu dönemde vücut ağırlığı ölçümü, kısa zaman aralıklarında çok büyük değişiklikler gösterebildiğinden tüm ölçümlerden daha duyarlıdır.^{40,41}

Ergenlik süreci boyunca kızlar yaklaşık 16 kg, erkekler yaklaşık 20 kg alırlar. Bu artış iskelet büyümesi, yağ artışı, kas kitlesi artışı nedeniyle oluşmaktadır.³⁹

Boy uzaması iskelet sisteminin büyüme ve olgunlaşmasıyla direkt ilişkilidir. Dolayısıyla, kemik gelişimini etkileyen faktörler, kişinin boy uzunluğunu da etkilemektedir.³⁹ Kemik gelişimini etkileyen faktörler ise; genetik yapı, iskelet displazileri, radyasyon, raşitizm, endokrin bozukluklar, psikososyal nedenler, malnutrisyon ve kronik hastalıklar olarak sıralanabilmektedir. Aynı zamanda bu faktörler boy kısalığının da etiyolojisini oluşturmaktadır.^{39,40}

Ortalama olarak bakıldığında, miadında bir yenidoğan bebeğin boyu 50 cm civarındadır. Bebek ilk 3 ay ayda 3.5 cm, 3-6 aylarda ayda 2 cm, 6-9 aylarda ayda 1.5 cm, 9-12 aylarda ayda 1.2 cm uzayarak 1 yıl sonunda doğum boyunun 1.5 katına, 4 yaşında doğum boyunun 2 katına, 12 yaşında ise 3 katına ulaşmaktadır.^{40,41}

Ergenliğin belirli bir döneminde gonad hormonların anabolik etkileri ve büyüme hormonu etkisiyle boy uzamasında hızlanma olmaktadır. Ergenlik başlangıcında erişkin boyun yaklaşık %80'i olan boy uzunluğu, 2-4 yıl içerisinde erişkin boyunun %99'una erişmektedir.³⁹ Ergenlik döneminde her yıl için erkeklerde 10-12 cm, kızlarda 8-10 cm'lik bir artış söz konusu olmaktadır.⁴²

Büyümenin değerlendirilmesinde karşılaştırma için boy ve kilo persentil tablolarından faydalanılmaktadır.⁴⁰ Persentil tabloları, aynı yaştaki ve cinsteki çok sayıda çocuktan elde edilen ölçümlere (kesitsel) veya doğumdan itibaren adölesan dönemin sonuna kadar izlenen normal çocuklardan elde edilen ölçümlerden (longitudinal) elde edilir.⁴⁰ Persentil incelemeleriyle yapılan yaş tahmini kolay ve eski

yöntemlerden olmasına rağmen çocuklar arasında genetik, hormonal faktörler, coğrafi etkiler ve beslenme özellikleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bunlar popülasyon farklılığına göre değişebileceği gibi aynı popülasyonda bile zamanla değişiklikler gösterebilir.⁴³

Bektaş ve arkadaşının Ankara’da yaşayan üst sosyoekonomik düzey ailelerin 10-17 yaş grubundaki çocuklarının ağırlık ve boy değerleri tespit edilerek, bu değişkenlerin yaşa bağlı değişimi ve değişen çevresel etmenlerden nasıl etkilendiği belirleyebilmek için yaptığı çalışmada, boy ile cinsiyet arasındaki ilişki incelenmiş ve 10-13 yaşlarındaki kızların boy değerlerinin aynı yaştaki erkeklerden daha büyük olduğu gösterilmiştir. Ancak kızlarda 12 yaşından sonra artış hızının yavaşlaması ve erkeklerdeki artışın devam etmesinin aradaki farkın kapanmasına yol açtığı, 13 yaştan itibaren erkeklerin hızlı bir büyüme atılımı içerisine girmesinin cinsiyetler arasındaki farkın açılmasına neden olduğu bildirilmiştir.⁴⁴

2.3.1.2. Puberte Belirtileri (Ergenlik Dönemi)

Pubertal dönem fiziksel büyüme, cinsel gelişme ve psikososyal olgunlaşmanın gerçekleştiği çocukluk döneminden erişkinliğe geçilen bir süreçtir. Bu süreçte, ikincil cinsiyet karakterleri ortaya çıkar, adölesan büyüme atağı oluşur, gonadlar fertilizasyon kapasitesi olan olgun gametler üretmeye başlar.⁴⁵ Hızlı fiziksel, psikolojik ve sosyal değişimlerle karakterizedir.⁴⁶

Pubertal dönem gonadotropin releasing hormonunun (GnRH) hipotalamik nöronların inhibisyonundan kurtulması sonucu başlar ve GnRH etkisiyle salınan luteinizan hormon (LH) ve folikül stimulan hormon (FSH) gonadlarda büyümeyi ve olgunlaşmayı başlatır. Over kaynaklı östradiol memelerin, testislerden salgılanan testosteron penisin büyümesini etkiler. Her iki hormon da boy uzamasını hızlandırır.⁴⁶

Adölesan dönemde, kız ve erkekler için ortak olan büyüme ve gelişme özellikleri; boy uzaması, kilo artması, iskeletin büyümesi ve olgunlaşması, yağ ve kas kitlelerinde belirgin artış, üreme sistemlerinin gelişimi, cinsiyet karakterlerinin gelişmesi ve organların büyümesidir.⁴⁶

Puberte döneminde kız çocuklarında ilk fiziksel belirti olarak genellikle meme gelişimi (telarş) görülür. Ancak kızların % 10-20'sinde pubik kıllanma (pubarş) ilk fiziksel belirti olabilmektedir.⁴⁷

Kızlarda ortalama 11,2 yaş (9,0-13,4 yaş) civarında seksüel gelişim olur. Pubertal dönem süresi ortalama 4 yıl sürmekle beraber 1,5-8 yıl arasında değişebilmektedir. Bu dönem boyunca sadece memelerde değil ayı zamanda over, uterus, vajen, labium ve klitoris boyutlarında artış görülür.⁴⁸

İlk adet kanaması (menarş), boyca uzama hızı doruğundan ortalama bir yıl ve meme gelişiminin başlamasından iki yıl kadar sonra, yaklaşık 12,5 yaşında (9-17 yaş) görülür. Menarş yaşı sosyo-ekonomik durum, kalıtım, beslenme ve kültürel özellikler gibi birçok faktöre bağlıdır ve dünyada görülme yaşı giderek düşmektedir.⁴⁶

Pubertal olgunlaşmanın daha net sınıflandırılması amacıyla Tanner'in 1962'de geliştirmiş olduğu seksüel olgunlaşma skalasında, kızlarda (Tablo 1) meme gelişimi ve pubik kıllanma; erkeklerde (Tablo 2) pubik kıllanma ve genital organların gelişimi baz alınarak 5 evreye ayrılmaktadır.⁴⁶

Tablo 1: Kızlarda Tanner Evrelemesi⁴⁶

	Telarş	Pubarş
Evre 1	Prepubertal görünüm	Prepubertal görünüm
Evre 2	Genişleyen areola altında meme ve meme ucunun hafif kabarması ve belirginleşmesi (tomurcuklanma dönemi)	Labiumlar etrafında hafif pigmente, seyrek, düz ya da hafif kıvrık tüyler
Evre 3	Meme ve areola daha da büyür, sınırları ayrılamaz	Kıllar oldukça koyulaşır kıvrık hale gelir. Kıllar pubis bileşkesine doğru seyrek olarak dağılır.
Evre 4	Areola ve meme ucu öne doğru çıkarak ikinci bir tepe belirir	Kıllar yetişkin tipinde, yetiştikine nazaran daha az yayılmış, kasıklara doğru yayılma yok.
Evre 5	Memeler erişkin kadındaki görünümü alır, areola meme çizgisine döner	Nitelik ve nicelik olarak yetişkin ile aynı duruma gelmiş, kasıklara doğru yayılır.

Marshall ve Tanner'in 1969'da yaptıkları çalışmada 8 yaş üzeri 192 kız olguda pubertal gelişim evreleri değerlendirilmiş ve ortalama yaşlar telarş için 11,2 yaş, pubarş için 11,7 yaş, menarş için 13,5 yaş olarak tespit edilmiştir. Saptanan bu verilerin sosyoekonomik düzeyi düşük çocuklara ait olup, sosyoekonomik düzeyin bu yaş sınırlarını değiştirebileceği belirtilmiştir.⁴⁹

Erkeklerde, ortalama 11,6 (9,5-13,5) yaşlarında FSH hormonunun salınmasıyla hormon mekanizması tetiklenmektedir. Aynı şekilde LH ve testosteron salınımıyla da gonad gelişimleri başlamaktadır. Erkeklerde, pubertal dönemim ilk fiziksel bulgusu olarak 4 ml üzerine çıkan testis hacmi veya 2.5 cm'yi geçen testis çapının olması kabul edilmektedir.⁴⁶ Ardından penis çapı ve uzunluğu artmaktadır. Boy uzaması, aksiller ve pubik kıllanma, larinks, krikoid kıkırdak ve larinks kaslarının gelişmesi ve ses kalınlaşması gibi sekonder seks karakterleri ile yüz, vücut kıllanması, akne oluşumları ergenlik dönemi sonuna kadar devam etmektedir.^{39,46}

Ortalama olarak aksiller kıllanma 13 yaşında, bıyık gelişimi 15 yaşında, yanakta sakal gelişimi 16 yaşında ve genelde pubarştan ortalama 3 yıl sonra çenede sakal gelişimi görülür. İkincil cinsiyet karakterlerinin geliştiği 11-16 yaşlarda büyüme atağı adı verilen büyüme hızlanması görülür ve ortalama 2,5-3 yıl kadar sürer. Erkek çocuklar bu süreçte ortalama 28 cm, kız çocuklar ise ortalama 25 cm uzarlar.⁴⁷

Erkeklerdeki Tanner sınıflamasında, pubertal gelişimin hangi evrede olduğu, pubik kıllanma, testis hacmi ile penis büyüklüğüne göre değerlendirilir(Tablo 2).⁵⁰

Tablo 2: Erkeklerde Tanner Evrelemesi⁴⁶

	Genital Organlar	Pubik Kılınma
Evre 1	Prepubertal görünüm	Prepubertal görünüm
Evre 2	Skrotum ve testislerde genişleme gözlenir(testis hacmi 4-9 ml), Skrotum derisi kırmızı renk alır.	Penis kökünde hafif pigmentli seyrek kıllar
Evre 3	Testis ve skrotumda daha fazla büyüme oluşur(testis hacmi 10-14 ml), penisin boyu uzar.	Kıllar oldukça koyulaşır, daha kaba ve daha kıvrıktır. Kıllar pubis bileşkesine doğru daha seyrek olarak dağılır.
Evre 4	Skrotum ve testislerin büyümesi devam eder(testis hacmi 15-19 ml), penisin özellikle genişliğinde büyüme olur.	Kıllar yetişkindeki gibi ancak yetişkine göre daha küçük bir alanı kaplar; kasıklara doğru yayılmamıştır.
Evre 5	Erişkin genital yapısı(testis hacmi >20ml)	Kıllar nitelik ve nicelik olarak erişkin tipinde olup kasıklara yayılmıştır.

Testis boyutları, İsviçreli pediatrik endokrinolog Andrea Prader tarafından tanımlanan Prader Orşidometresi ile değerlendirilir. 1-25 ml arası 12 tahta veya plastikten oluşan boncuk dizisi ile testis boyutları eşleştirilerek değerlendirme yapılmaktadır.⁵¹

2.3.1.3. Dişler

Çocuklarda fizyolojik yaşın belirlenmesinde iskelet sisteminin gelişimi, boy ve ağırlık ile dental yaş tayini metodları birlikte kullanılmaktadır. Diş gelişimi iskelet gelişimine göre malnutrisyon, endokrinopatiler ve diğer rahatsızlıklardan daha az etkilendiği için kronolojik yaş tayininde daha değerli sonuçlar vermektedir.⁵²

Dişler kullanılarak yapılan yaş belirlenmesinde; dişlerde meydana gelen aşınma ve yıpranmalar, süt dişleri ve kalıcı dişlerdeki gelişme aşamaları, erupsiyon (diş sürme) zamanları ile pulpa ve destek dokularda oluşan değişiklikler değerlendirilmektedir.⁵³

Primer dentisyon (dişlenme) 20 adet süt dişinin sürdüğü dönemdir. Çocuk doğduğunda ağızda hiç diş yoktur. Doğumdan sonra 6.-9. aylarda süt dişlerinin sürmesi başlamakta ve 3 yaşına kadar devam etmektedir. Bir çocuk 1 yaşındayken ortalama 6, 1 buçuk yaşındayken 12, 2 yaşındayken 16 ve 2 buçuk yaşındayken 20 dişle sahip olması beklenmektedir(Tablo 3).^{52,54}

Tablo 3: Süt Dişlerinin Sürme ve Düşme Zamanları⁵⁴

	Üst çene		Alt çene	
	Sürme zamanı	Düşme zamanı	Sürme zamanı	Düşme zamanı
Ön süt kesici diş	7-12 ay	6-8 yaş	6-10 ay	6-8 yaş
Yan süt kesici diş	9-13 ay	7-8 yaş	7-16 ay	7-8 yaş
Süt köpek dişi	16-22 ay	10-12 yaş	16-23 ay	9-12 yaş
Birinci süt azı dişi	13-19 ay	9-11 yaş	12-18 ay	9-11 yaş
İkinci süt azı dişi	25-33 ay	10-12 yaş	20-31 ay	10-12 yaş

Sekonder dentisyon 32 adet kalıcı dişin sürdüğü dönemdir. 6 yaşında 1. büyük azı dişinin sürmesiyle başlar, 3. azı dişinin sürmesiyle sona erer. Dişlenme 12 yaşında tamamlanmaktadır. Bu dönemde ağızda toplam 28 diş mevcuttur. Daha sonra akıl

dişleri olarak da bilinen 3. azılar her yarım çenede birer adet olmak üzere sürer ve 32 diş tamamlanır(Tablo 4).^{53,55}

Tablo 4: Kalıcı Dişlerin Sürme Zamanı⁵⁶

Dişler	Sürme Zamanı
İlk büyük azılar	6.yıl
Ön kesiciler	7.yıl
Yan kesiciler	8.yıl
Birinci küçük azılar	9.yıl
İkinci küçük azılar	10.yıl
Köpek dişleri	11.yıl
İkinci büyük azılar	12.yıl
Üçüncü büyük azılar(akıl dişleri)	17-21.yıl

İki dentisyon evresinde 3 adet diş kavsi karşımıza çıkmaktadır;

- 1. Süt dişi kavsi:** 0-6 yaş aralığında görülen kavis olup, ağızdaki tüm dişler süt dişidir.
- 2. Karmaşık diş kavsi:** 6-11 yaş arasında görülen kavistir.
- 3. Sürekli diş kavsi:** 12 yaş ve üzerinde görülen kavis olup, ağızdaki tüm dişler kalıcıdır.⁵⁵

Dişlerin erüpsiyonu (sürmesi); dişin taç kısmının (kron) apeksinin gingivada gözle görülür hale gelmesi olayıdır. 3. molar dişler dışında tüm kalıcı dişlerin erüpsiyonu 12 yaş civarında tamamlanmakla birlikte, 3. molar diş 17 yaş sonrasında sürer. Bu dişin erüpsiyonu bireyden bireye farklılık göstermektedir.³⁶

Erüpsiyon aşamasını etkileyen faktörler arasında; coğrafi bölgeler (kentler ve ılıman bölgelerde dişler erken sürer), beslenme, konjenital faktörler, hipotiroidi, D-vitamini eksikliği, gebelikte geçirilmiş enfeksiyonlar sıralanabilmektedir.⁵³

Hem süt dişleri, hem de kalıcı dişlerin embriyolojik gelişimi ve incelenmesi ile intrauterin hayattan itibaren 18 - 20 yaşa dek yaş tahmini yapılabilmektedir. 12 yaşından sonra erüpsiyona dayanarak yaş tayini yapmak pek mümkün olmadığından bu dönemdeki yaş tahminleri çoğunlukla radyolojik yöntemlerle elde edilen görüntülerin dentisyon gelişim şemaları ya da tabloları ile karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır.⁵³

Üçüncü molar dişlerin mineralizasyonu, orthopantomogram ile değerlendirilmektedir. Diş mineralizasyonunun değerlendirilmesinde, çeşitli klasifikasyon sistemleri tanımlanmıştır. Bu sınıflamalar; evre sayıları, her evrenin tanımlanması ve prezentasyonu açısından farklılık göstermektedir. Diş mineralizasyonunun değerlendirilmesinde, Demirjian ve arkadaşları tarafından tanımlanmış olan metod, evreler diş şekline göre tanımlanmış olduğundan ve spekülative uzunluk ölçümlerinden bağımsız olduğundan dolayı en uygun metoddur.⁵⁷

Demirjian'ın sınıflama evreleri(Şekil 1);⁵⁸

Evre A: Cusp uçları mineralize olmuş, ancak henüz birleşmemiş.

Evre B: Mineralize cusplar birleşmiş, böylece matur koronal morfoloji görülmekte.

Evre C: Kronun yaklaşık yarısı oluşmuş; pulpa odası belirgin ve dentinal birikim olmaktadır.

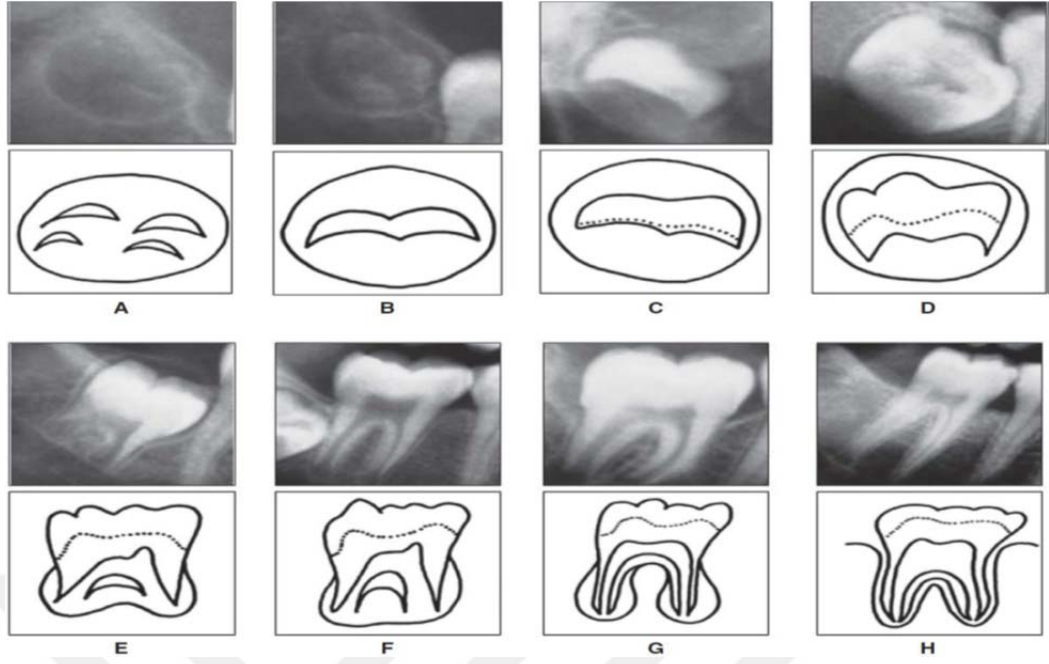
Evre D: Kron formasyonu dentoenamel bileşkeye kadar tamamlanmış. Pulpa odası trapezoidal forma sahip.

Evre E: İnter-radiküler bifurkasyon oluşmaya başlamış. Kök uzunluğu, kron uzunluğundan daha az.

Evre F: Kök uzunluğu, en az kron uzunluğu kadar büyük. Köklerin huni şeklinde sonlanmaları mevcut.

Evre G: Kök duvarları paralel, ancak apeksler açık bulunmakta.

Evre H: Köklerin apikal sonlanmaları tamamen kapalı ve periodontal membran kökün çevresinde uniform genişliğe sahip.



Şekil 1: 3. Molar Diş Mineralizasyonunun Demijian Metodu'na Göre Evrelemesi⁵⁸

2.3.2. Histolojik Yöntemler

Son dönemlerde özellikle histomorfolojik (hücre yapısındaki morfolojik değişiklikler), histopatolojik (hastalıklı dokunun histolojik incelenmesi) ve histokimyasal (hücrelere veya dokulara kimyasal maddeler uygulandıktan sonra hücredeki maddeleri hücre ve doku düzeyinde ayırt etmeye yarayan teknikler) yöntemler üzerinde çalışmalar artmaktadır.³⁶

Histomorfolojik yöntemlerle, kas fiber tipleri ve myozin zincirine göre çeşitli kas gruplarından yaş tahmini yapılmaya çalışılmaktadır.³⁶

Histopatolojik yöntem olarak kemik iliğinde hematopoetik hücrelerin oranı genç yaşlarda yüksek düzeylerde iken ilerleyen yaşlarda hücre sayısında düşüş görülmektedir. Yani kemik iliği sellüleritesi yaş ile birlikte azalmaktadır.⁵

Otopsi olguları üzerinde yapılan histokimyasal çalışmada, AgNOR (Gümüş-Nodeolar Organiser Region) yöntemiyle insan epidermis hücrelerinin proliferatif aktivitesine bakılmış olup, oluşturulan 4 ayrı yaş grubu arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu kayıtlıdır. Mitotik aktivitenin fazla olduğu nükleolar bölgelerde gümüş tutulumu esasına dayanan bu yöntemde yaş gruplarına göre AgNOR ortalamaları sırasıyla; yenidoğanlarda (0-12 ay) 2.15, infantlarda (1-5 yaş) 1.89, erişkinlerde (25-35

yaş) 1.67 ve yaşlılarda (50 yaş ve üzeri) 1.46 olarak tespit edilmiş olup, artan yaşla birlikte gümüş tutulumunda azalma olduğu gösterilmiştir.⁶

2.3.3. Radyolojik Yöntemler

Yaş tahmininde en çok başvurulan yöntem olup temel olarak, kemiğin epifiz bölgelerinde yaşla birlikte meydana gelen değişikliklere (epifiz hatlarının kapanma aşamalarına) bakılmaktadır. 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 yaşı denildiğinde kemiklerin gelişim derecesi akla gelir ve kemik olgunlaşması normal olup kronolojik yaşla uyumlu olan olgularla kıyaslama yapılmaktadır.⁵⁹

Kronolojik yaş doğum tarihine göre hesaplanan yaş olup ve kemik yaşından farklı olabilmektedir. Kemik yaşı bireyin iskelet sisteminin olgunluk göstergesidir ve bir çok faktöre bağlı olarak etkilenebilmektedir. Genellikle pediatri ve endokrin kliniklerinde uzun veya kısa boya neden olan hastalıkların tanısında kemik yaşı talep edilir ve kronolojik yaşla karşılaştırılır.⁵⁹

2.3.3.1. Direkt Grafler

Temel tanı yöntemlerinden ilki olarak bilinen Röntgen’de kullanılan ışın, X ışınıdır. X ışınları 1895 yılında Alman fizik profesörü Wilhelm Konrad Röntgen tarafından bulunmuştur. Bu ışınlar, keşfeden kişinin adından dolayı Röntgen ışınları olarak da bilinmektedir.⁶⁰

X ışınları atom numarası yüksek dokularda daha fazla etkileşime girmektedir. Değişik vücut bölümlerinin değişik derecelerde absorpsiyon (emilme) oluşturmaları nedeniyle reseptöre ulaşan X ışınlarının miktarı da röntgen görüntüsünün ortaya çıkmasını sağlamaktadır.⁶⁰

Günümüzde yaş tahmini için radyolojik yöntemlerden en sık düz grafler kullanılmaktadır. El, el bileği, dirsek, omuz, radius, ulna, pelvis, sakrum, koksiks, sternum grafleri çektilererek epifiz hatları değerlendirilmektedir. Kemik

olgunlaşmasının gösterilmesinde "Greulich-Pyle (GP)" metodu, "Tanner&Whitehouse (TW)" metodu ve "Gök Atlası" gibi metodlardan faydalanılmaktadır.⁴



Şekil 2: Kadın Onüçüncü, Erkek Ondördüncü Yaş Olan El- El Bilek Grafisi⁶¹

2.3.3.1.1. Greulich&Pyle Yöntemi (GP Atlası)

Kemik gelişiminin saptanmasında genellikle Greulich ve Pyle tarafından yapılan ve GP olarak adlandırılan metod kullanılmaktadır.⁶

1950 yılında ilk baskısı yayınlanan GP atlasının ikinci baskısı 1959 yılında ve en son baskısı 1988 yılında yapılmıştır. Greulich ve Pyle'in 1940'larda Kuzey Avrupa'lı sosyoekonomik düzeyi yüksek olan 1000 Amerikalı çocuk üzerinde yaptıkları çalışmaya göre GP atlası geliştirilmiştir. Bu atlas kronolojik yaşlara göre olması gereken standart el-bilek kemik haritalarından oluşmaktadır. Bu yöntemde çekilen el-el bilek grafisi atlastaki şablonlarla kıyaslanarak kemik yaşı tahmini yapılmaktadır.⁶

Greulich ve Pyle yaş tahmini için geliştirdikleri bu atlasın cinsiyet, genetik, ırk ve coğrafik faktörlere bağımlı olmadan önemsiz küçük hata payları ile kemik yaşı

tespitinin yapılabileceğini belirtmişlerdir. Ancak beyaz ve siyah çocuklar üzerinde yapılan GP atlasının uygulanabilirliğiyle ilgili bir çalışmada, bu atlasın siyah çocuklar için uygulanamayacağı sonucuna varılmıştır.⁶

1959 yılında 2. baskısı yayınlanan GP atlasında kadınlara ve erkeklere ayrı standartlar oluşturularak erkekler için 19 yaşına kadar ve kadınlar için de 18 yaşına kadar standart şablonlar hazırlanmıştır. Ancak birçok ülkede bu yöntemle yapılan yaş tahminlerinde farklı sonuçlar elde edilmiş olup, Hindistan'da yapılan bir çalışmada GP yöntemiyle yapılan kemik yaşı tahminleri ile kronolojik yaş arasında erkeklerde 1,53 yıl ve kızlarda 2 yıl, ortalama olarak da 1,78 yıl kadar farklılık tespit edilmiş ve bu farkın anlamlı olduğu bildirilmiştir.⁶²

GP atlasında kadın ve erkeklerde sol el-el bileği grafisi kullanılarak her yaş ve bazı buçuklu yaşlar için 18-19 yaşına kadar standartlar belirlenmiştir. Yaş tespitinde epifizyal ossifikasyon merkezlerinin görülmesi, epifiz hattının kapanma aşamaları ve şekli dikkate alınmaktadır. Epifizyal ossifikasyon merkezleri ilk olarak yuvarlak şeklinde olup, daha sonra oval ve köşeli şekillerini alır. Epifiz ossifikasyonu metafiz çapına ulaştığında epifiz kenar özellikleri ayrı önem taşır. Daha sonra epifiz hattı kapanmaya başlar ve epifiz hattı tamamen kapanana kadar olan aşamaları kemik yaşı tespiti için önemli kriterlerdir. Aynı kişide sağ ve sol ellerin kemik yaşı birbirinden farklı olabilmektedir. Bireysel varyasyonlar olmasına rağmen el ve el bileği, kemik gelişimini en kolay ve güvenilir olarak gösteren anatomik yapıdır.¹⁰

2.3.3.1.2. Tanner-Whitehouse Yöntemi (TW1 (1962), TW2 (1975), TW3 (2001))

Temelini Acheson'un 1954 yılındaki çalışmasından alan bu yöntem ilk kez 1962'de tanımlanmış olup, yöntemde radyogramlara ek olarak puanlama sistemi kullanılmıştır. (63)

Tanner-Whitehouse yönteminde radius, ulna ve küçük kemik epifizleri kullanılarak puanlama yapılmaktadır. RUS (radius, ulna and small bone) kısaltması bu yöntemde değerlendirilen kemikler için kullanılmaktadır. Bu kemikler; distal radius, distal ulna 1., 3. ve 5. metakarpaller, baş parmak proksimal ve distal falanksları, 3. ve 5. parmak proksimal ve distal falanksları ve psiforme hariç tüm el bileği kemikleri olarak sıralanmaktadır.⁶³

Tanner-Whitehouse yönteminde radius, ulna, kısa kemikler ve karpal kemiklerden skorlama yapılan 20 adet kemikteki gelişim aşamasından şekil analizi ile kemiklere verilen bu değerler toplanır. Daha sonra bu değerler tablolardaki uygun yaş ile eşleştirme yapılarak kemik yaşı saptanır.⁷

TW2, TW1'in bir revizyonu niteliğinde olup, TW2'ye el bileği kemiklerinin radyolojik görüntüleri de eklenmiştir.⁶³

Tanner ve arkadaşları tarafından iskelet olgunluğu yeniden değerlendirilerek 2001 yılında bu atlasın 3. baskısı yayınlanmıştır. TW1, TW2 ve TW3'ün hepsinde de RUS değerlendirmesi ve maksimum puan olan 1000 puan değişmemiştir. TW3'te önceki iki atlas versiyonuna göre "Seküler Trend" etkisi nedeniyle maksimum puanlara karşılık gelen kemik yaşları değişmiş ve 20 kemik yaşı puanlamasının gereksiz olduğu düşünüldükçe atlastan çıkarılmıştır.⁶³ TW2 ve TW3 atlaslarının karşılaştırılması Tablo 5'te gösterilmiştir.

TW3 yöntemiyle GP atlasını karşılaştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda, TW3 yönetiminin zaman alıcı olduğu ve GP atlasından daha iyi olmadığı gösterilmiş. TW3 yöntemiyle ülkemizde yapılan çalışmada, 324 çocuk değerlendirilmiş ve kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında her iki cinsiyette yüksek korelasyon olduğu saptanmış, toplumumuza özgü yaş atlası yapılıncaya kadar TW3 yönteminin adli yaş tahminlerinde kullanılabileceği düşünülmüştür.⁶⁴

Tablo 5: TW2 ve TW3 Atlaslarında Skor ve Kemik Yaşı Karşılaştırılması⁶³

Cinsiyet ve Bölge	TW 2 Atlası		TW 3 Atlası	
	Maksimum skor	Kemik yaşı	Maksimum skor	Kemik yaşı
Erkek RUS	1000	18.2	1000	16.5
Erkek Karpal	1000	15	1000	15
Erkek 20-kemik	1000	18	-	-
Kadın RUS	1000	16	1000	15
Kadın Karpal	1000	13	1000	13
Kadın 20-kemik	1000	16	-	-

2.3.3.1.3. Gök Atlası

Şemsi Gök ve arkadaşlarının 1985 yılında hazırladığı atlas, GP atlasından uyarlanarak oluşturulmuş ve ülkemizde kemik yaşı tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır.⁴

Kemiklerden; genellikle 1-22 yaş arasında, ayrıca 25, 40 ve 50 yaşlarında yaş tahmini yapılabilir. Gök atlası ile el-el bilek kemiklerine ek olarak, humerus başı, skapula, femur başı, radius ve ulna alt epifizi, iliak üst kenar, iskiyon alt epifiz hattı, patella, sakrum, koksiks ve sternum kemikleri birlikte değerlendirilerek güvenilirlik artırılmaya çalışılmıştır.⁶¹

Ülkemizde 2001-2003 yılları arasında yapılmış bir çalışmada Gök atlasına göre kronolojik yaş ve kemik yaşı arasında, 15-19 yaşlarındaki erkeklerde ve 11-18 yaşlarındaki kadınlarda 1 yıldan fazla fark olduğu belirtilmiştir.⁴

Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada; 1998-2005 yılları arasında, 115 olgu değerlendirilmiş, Gök atlası kullanılarak, radyolojik inceleme ile kronolojik yaş ve kemik yaşı arasında uyum veya farklılığa bakılmış, 13-22 yaş grubunda % 48 oranında kronolojik yaşına göre ileri düzeyde kemik gelişimi, %30 oranında kronolojik yaşına göre geri kalmış kemik gelişimi, %22 oranında ise kronolojik ve kemik yaşı uygunluğu olduğu bulunmuş, bu çalışmanın sonucunda, bu yöntemin gerçek yaşa yakın kemik yaşını verebildiği ancak 1-2 yıllık farklılık gösterdiğinden, sosyoekonomik, coğrafi değişiklikleri ve kültürel, genetik, ırksal değişikliklerden dolayı kendi ülke standartlarımıza göre bir yaş tayini atlasının gerekli olduğu belirtilmiştir.⁶⁵

2.3.3.1.4. Gilsanz&Ratib (GR) Atlası

GR atlası iskelet gelişimini daha etkin ve objektif bir şekilde değerlendirmek amacıyla 2005 yılında geliştirilmiş bir dijital atlasıdır. Sağlıklı çocukların el grafilerindeki kemik dansitesi, şekil ve boyutunun detaylı analizleriyle yaşa ve cinsiyete göre dijital görüntüler oluşturulmuştur. GP atlasına göre daha hassas ve görüntü kalitesi daha iyidir. Ayrıca GR atlasında, 2-6 yaşlar 6 aylık dönemler şeklinde, 7-17 yaşlar ise 1 yıllık dönemler şeklinde incelenmiştir. GR atlası çelişkili olsa da GP atlasının yerine kullanılabileceği belirtilmektedir.^{59,66}

2.3.3.2. Ultrasonografi (USG)

Ultrasonografi hızla gelişen ve avantajlı bir teknik olup, özellikle düşük maliyeti, hızlı tarama yapabilmesi, gerçek zamanlı görüntüleme sunarak karşılaştırma yapabilmesi, çok plandan görüntü sağlayabilmesi gibi avantajlarıyla yaş tahmini açısından epifiz değerlendirilmesinde kullanılabilir. ⁶⁷

GP atlası ile karşılaştırılan ilk çalışmalar ümit verici olsa da bazı çalışmalarda büyük farklar ortaya çıkmıştır. Radyasyon içeren el-bilek grafilerini terk edebilmek için, çok sayıda ve farklı örnekleme değerlendirme gerekmektedir. ⁵⁹

2007 yılında yapılan bir çalışmada, 12-30 yaşlarındaki olguların sağ klavikulları ultrason ile değerlendirilmiş, 84 olgunun medial klavikular epifizinin 80°'nde ossifikasyon derecesinin sınıflandırması yapılabilmektedir. Geriye kalan 4 olgunun sınıflandırması yapısal anomalilerden dolayı yapılamamıştır. Sonuç olarak bu çalışmanın vakaların büyük çoğunluğunda doğru sonuçlar verebileceği belirtilmiştir. ⁶⁸

2.3.3.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Yaş tahmininde, klavikulanın medial epifiz kırıkdağındaki kemikleşme derecesinin Bilgisayarlı Tomografi ile değerlendirilmesi Kreither ve Schulz tarafından ortaya konmuştur. ^{69,70}

Schulz ve arkadaşları tarafından Berlin'de yapılan çalışmada; 15 ve 30 yaşları arasında, multitravma tanılama aşamasında elde edilmiş 629 BT görüntüsü, Schmeling ve arkadaşları tarafından yapılmış evreleme kullanılarak retrospektif olarak incelenmiş, çalışmanın amacına uygun olarak, 556 vakada klavikulanın medial epifizinin kemikleşme durumu çalışmacılar tarafından güvenilir bir şekilde belirlenmiştir. Her iki cinsiyette, Evre 2 ilk olarak 15 yaşında tespit edilmiş, Evre 3'de; ilk belirlenen yaş erkek olgularda 17, kadın olgularda ise 16 olmuş, Evre 4'de; ilk belirlenen yaş her iki cinsiyette de 21 olarak belirlenmiş, Evre 5'de; kadınlarda ilk not edilen yaş 21, erkeklerde ise 22 olarak belirlenmiş ve bu evrede, direk grafiler kullanılarak yapılan çalışmaya göre 4 ya da 5 yıl daha erken veriler elde edildiği görülmüştür. BT ile kemikleşme derecelerine göre yaş aralığının nasıl gösterileceği sorusuna cevap verilebilmesi için daha fazla ek çalışma yapılmış olması gerektiği bildirilmiştir. ⁶⁹

2.3.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

Manyetik alan içerisindeki bazı atom çekirdekleri belirli frekanstaki radyo dalgaları ile uyarılırsa absorbe ettikleri enerjinin bir bölümünü radyo sinyalleri olarak yayarlar. Bu olaya Manyetik Rezonans (MR) denilmektedir.⁶⁰

MR sinyallerinin işlenmesiyle de görüntü elde edilmektedir. MR sinyallerinden elde edilen bilgiler; salınan sinyallerin amplitüdüne (yani dokudaki proton oranına, dolayısıyla su miktarına), sinyal süresi değişikliğine (moleküllerin hareket dereceleri), kimyasal şifte (dokunun homojen veya heterojen olmasına bağlı olarak içeriğin hidrojen miktarlarının değişmesi) ve akışa bağlı olarak değişmektedir. MR yumuşak dokuların detaylarını en iyi gösteren yöntem olarak bilinmektedir.⁶⁰

Genç bireylerde çoğunlukla tıbbi endikasyon olmaksızın yaş tahmini yapılmaktadır. Bu durum nedeniyle iyonize olmayan yöntemlerin geliştirilmesinin önemi artmaktadır.⁷¹

Yaş tahmininde MR; non iyonizer bir yöntem olması, yani BT gibi kesitsel görüntü sunmasına rağmen radyasyon içermemesi yöntemin üstün yanını oluştururken, pahalı ve zor ulaşılabilir olması, geniş kitlelerde yeterli çalışmaların yapılmamış olması yöntemin olumsuz yanları olarak sıralanmaktadır.^{71,72}

Günümüzde araştırmacılar MR kullanımına dayanan el bileği, diz, ayak bileği gibi birçok alanlarda daha sık araştırma yapmaktadırlar.¹⁷ Dedouit ve ark. distal femur ve proksimal tibial epifiz ossifikasyonuna dayalı geliştirdikleri kendi evreleme metodunu kullanmışlardır.²¹ Aynı evreleme metodunu Ekizoğlu ve ark. ile Altınsoy ve ark.'da diz eklemi değerlendirme için kullanmıştır.^{20,73} Ekizoğlu ve ark. tarafından el bileği gibi farklı bir vücut bölgesinde ayrı bir evreleme metodolojisi kullanarak yaş tahmini çalışması yapılmıştır.¹⁷

MR görüntüleri kullanılarak yapılan birçok metodolojik çalışma sonucunda yaş tahmini ile ilgili değerlendirmelerde MR'ın non-iyonizer, non-invaziv ve ayrıntılı değerlendirme sunabilmesi açısından diğer radyolojik yöntemlere ek olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.^{17,21,73}

2.4. Kemik Gelişimi

Genel olarak kemikleşme intrakartilaginöz ve intramembranöz kemikleşme olarak adlandırılan iki şekilde meydana gelmektedir.⁷⁴

İntramembranöz kemikleşmede, osteoblastlar doğrudan doğruya mineralizasyona uğrarlar. Yani doğrudan bağ dokusundan kemikleşme gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle, ara süreçte kıkırdak oluşmadan kemikleşme görülmektedir. Ancak kemiklerin birçoğu intrakartilaginöz kemikleşme ile son halini alır. İntramembranöz kemikleşmeye mezenkimal doku içerisindeki yoğunlaşmalardan oluştuğu için bu ad verilmiştir. Yassı kafatası kemikleri ve klavikula intramembranöz kemikleşmeyle gelişmektedir.^{74,75}

Intrakartilaginöz kemikleşmede, mezenkimal hücreler tarafından oluşturulan hyalin kıkırdak bir ara safha olarak görev görür, ardından bu kıkırdak kemikleşmeye başlar ve kemikleşme tamamlanır.^{74,75} Enkondral ve perikondral kemikleşme olarak iki şekli vardır:

- 1 Enkondral kemikleşme: Daha çok kısa kemiklerde görülen kemik taslağının iç kısmından başlayarak dış kısma doğru yayılan kemikleşmedir.
- 2 Perikondral kemikleşme: Daha çok uzun kemiklerde görülen kemik taslağının dış kısmından başlayan kemikleşmedir.^{74,76}

Hem intrakartilaginöz ve intramembranöz kemikleşme ile ortaya çıkan kemik dokusu “primer” ya da “olgunlaşmamış kemik dokusu” olarak bilinmektedir. Primer kemik dokusu kalıcı olmayıp, yerini lamelli kemik olarak bilinen “sekonder kemik dokusuna” bırakmaktadır.^{77,78}

Primer kemikleşme merkezi (centrum ossificationis primarium) genellikle kemiklerin gövdesinin (diafiz) oluşumunu sağlamakta olup kemiklerin boyuna uzamasına zemin hazırlar. Bir grup mezenkimal hücre osteoblastlara dönüşüp kemik matriksi oluşturmaya başlar ve bu matriksin oluşturulmasının ardından kalsifikasyon meydana gelir. Primer kemikleşme merkezi ilk olarak intrauterin hayatın 7.-12. haftalarında görülür ve doğumda tüm kemiklerde bulunur. Sekonder kemikleşme merkezleri (centrum ossificationis secundarium) uzun kemiklerin uç kısımlarında genellikle kemik taslağının iç kısmında yer alır ve kemiğin ıınsal tarzda büyümesini sağlar. Sekonder kemikleşme merkezleri genellikle doğumdan sonra görülmeye başlarlar. Gittikçe büyüyen ve uğta yer alan bu kemik dokusu ile gövdenin kemik dokusu arasında “cartilago epiphysialis” adı verilen bir kıkırdak bölge kalır. Burası

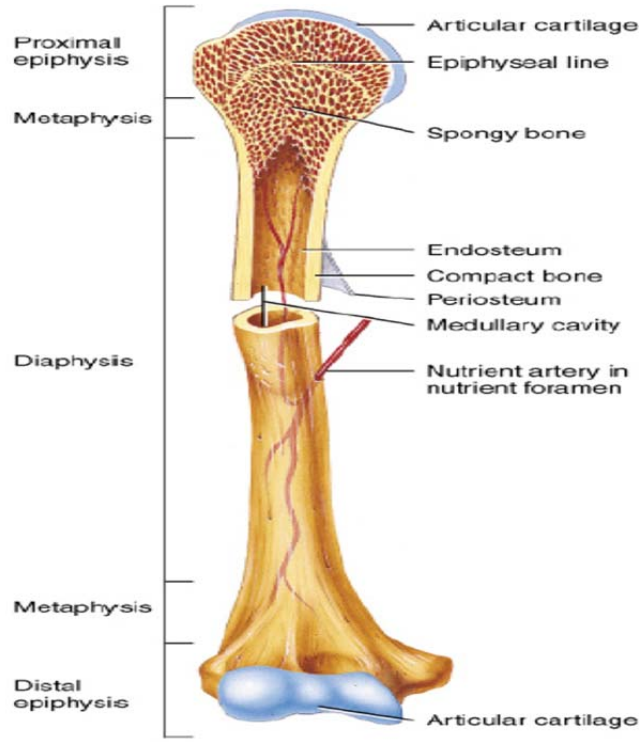
kemiğin uzunlamasına büyümesi açısından oldukça önemlidir. Epifiz ile diafiz arasında kalan bu aktif tabakaya büyüme çizgisi “linea epiphysialis” adı verilir. Bu çizgi büyümenin sonunda kapanır. Büyüme ve gelişim sırasında epifiz çizgisini içine alan kırıklar meydana geldiğinde ise o kemiğin büyümesi kesintiye uğrayabilir. Calcaneus hariç tüm kısa kemikler tek merkezden kemikleşirler. Sekonder kemikleşme merkezleri ise ilk olarak diz bölgesindeki kemiklerde görülmeye başlarlar.^{74,76,77}

Kemikler 3 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar, diafiz (gövde), metafiz (uç kısımlar) ve epifiz (büyüme plaklarının bulunduğu kısım)’dir(Şekil 3).⁷⁹

Diafiz; Silindirik bir kemikten ibarettir. Epifizlerin hızlı büyümesiyle diafizlerin uçları da çabucak büyümekte ve diafiz şaftını oluşturmaktadır. Diafiz şaftının boyu genel olarak epifiz plağının osteogenik aktivitesine, eni ise kemik kısmın dış yüzünü saran periosta bağlı olarak değişmektedir.⁷⁹

Metafiz; Süngerimsi kemikten oluşan, büyüme kırırdağının diafize doğru olan yüzünden başlayıp, huni şeklindeki kemik oluşma bölgesini de içine alacak şekilde yayılan kısımdır.³⁶

Epifiz; Subartiküler kemik düzleminin altından büyüme plağının tabanına dek uzanan kısımdır.³⁶



Şekil 3: Uzun Kemik Dokusunun Yapısı⁸⁰

Epifizlerin büyük kısmı birkaç istisna dışında postnatal dönemde sekonder ossifikasyona uğramaktadır. Bu istisnalar yenidoğanın maturasyon dereceleri açısından bilgi vermektedir. Prenatal dönemde sekonder ossifikasyona uğrayan kemikler; gebeliğin ortalarında kalkaneus ve talus, gebeliğin sonunda ise distal femur ucu, proksimal tibia ucu, ayak bileğinde küboid kemik olarak sıralanmaktadır.⁶¹

Matürasyonun bilinen kriterlerinin (boy, kilo, cildin, tırnakların, saçların durumu, kafatası ölçümleri vs.) araştırılmasına ek olarak otopsi esnasında prenatal dönemde sekonder ossifikasyona uğrayan kemiklere de bakılmaktadır. Otopside bebekte kemikleşme noktalarına bakılarak, bebeğin kaç aylık olduğu yönünde değerlendirme yapılabilmektedir.⁸¹

Bunlar sırasıyla;

Beclard Kemikleşme Noktası: Bu alan femur alt epifizinde beyaz zeminde kırmızı renkte 4-7 mm çapında bir alan olup 36. haftadan itibaren oluştuğu bilinmektedir. Tespit edilmesi için femur alt ucu 1-2 milimetrik dilimler halinde kesilir.^{81,82}

Calcaneus Kemikleşme Noktası: 24. haftadan itibaren oluşmaya başlayan bu yapı miadda doğmuş bir bebekte ortalama olarak 11 mm'lik çapa ulaşır. Calcaneus ortadan ikiye ayrılarak görünür hale getirilir.^{81,82}

Talus Kemikleşme Noktası: Gebeliğin 7. ayında sekonder ossifikasyonunu tamamlayan bu kemik ayak dorsumunun üst kısmına yapılan kesi ile görünür hale getirilir.⁸¹

2.4.1. Kemik Gelişimini Etkileyen Faktörler

Kemik yaşının küçük çıkmasına neden durumlar bazı adli olaylarda kişinin lehine karar alınmasına neden olabileceği gibi aksi durum aleyhine sonuçlar doğurabilir.⁸³ Bu nedenle adli yaş tahminlerde ayrıntılı tıbbi öykü ve fizik muayene yapılması çok önemlidir.

Kemik displazileri ve maligniteleri, bazı sendromlar, sistemik hastalıklar, konstitüsyonel gelişme geriliği ve malformasyonlar gibi birçok patolojik durumda kemik gelişimi etkilenmektedir.⁸⁴

Growth hormon azlığında boy yaşı kemik yaşına göre daha çok etkilenir. Tiroid hormon eksikliği (hipotiroidizm) kemik yaşı geriliğine, tiroid hormon fazlalığı (hipertiroidizm) ise iskelet gelişiminin hızlanmasına neden olur. Akondroplazi (cücelik), mukopolisakkaridoz gibi metabolik hastalıklar ve kemik displazilerin çoğu gelişme geriliğine sebep olur. Steroid fazlalığı kemik yaşının gerilemesine sebep olabilir. Turner Sendromu kısa boy, kemik yaşı geriliği, osteoporoz, 3 ve 4. metakarpalarda kısalık ile karakterizedir. Bazı fonksiyonel endokrin tümörler kemik matürasyonunun erken olmasına neden olabilir.¹⁰

Ayrıca cinsiyet, ırk, beslenmeyle ilişkili bozukluklar, çevresel ve coğrafik faktörler gibi birçok etken kemik gelişimini etkilemektedir.⁶

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi polikliniklerine Ocak 2012-Nisan 2018 tarihleri arasında herhangi bir nedenle başvuran yaşları 10 ile 25 yaş arasında değişen hastaların diz eklemi MR görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Olguların diz MR görüntülerine çalışmamızdaki başvuru tarihi ve yaş sınırlamasına göre hastane bilgi işlem biriminden alınan 1659 hastanın dosya numaraları üzerinden ulaşıldı. Olguların klinik bilgilerine hastane bilgi işletim sisteminden dosya numaraları üzerinden bakılarak kemik gelişimini etkileyen endokrin bozukluklar, metabolik hastalıklar, sistemik hastalıklar, konjenital sendromlar, kemik maligniteleri, steroid tedavisi, kemoterapi veya radyoterapi öyküsü olan hastalar, diz eklemine ilgilendiren kırık, cerrahi fiksasyon, kemik iliği ödemi vb. ve çekim tekrarı tespit edilen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Bunun sonucunda 1659 hastadan kemik tümörü olan 364 hasta, sistemik veya neoplastik bozuklukları olup steroid, kemoterapi yada radyoterapi alan 237 hasta, diz eklemine ilgilendiren kontüzyon/kırık olan 121 hasta, endokrin bozukluğu olan 56 hasta, diz eklemine ilgilendiren cerrahi fiksasyon ve post operatif değişikliği olan 195 hasta, enfeksiyon olan 26 hasta, kemik iliği ödemi ve efüzyon saptanan 68 hasta, çekim tekrarı/hatası olan 103 hasta toplamda 1170 hasta çalışma dışı bırakılmış olup, 197 kadın ve 292 erkek olmak üzere toplamda 489 olgu değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilen olguların hastane bilgi işletim sisteminde sosyoekonomik düzeyi ve etnik kökenleriyle ilgili bilgiler mevcut olmadığından göz önünde bulundurulmamış olup kayıtlı olan doğum tarihleri ve cinsiyetleri tarafımızca doğru kabul edilmiştir. Hastaların yaşlarıyla ilgili veriler çoğunlukla sadece doğum yılı olarak kayıtlı olduğundan diz MR çekim tarihinden doğum yılı çıkarılarak yaşlar yıl (15 yaş gibi) olarak hesaplandı. Bu nedenle yaşlarla ilgili ondalık veri sunulamamıştır.

Çalışmaya alınan hastaların 1.5 Tesla (T) MR görüntüleme cihazından (GE Healthcare 1.5 Tesla Signa HDxT) elde edilen koronal fast spin-echo (FSE) PD spair (yağ bastırılmış proton yoğunluk) sekans ağırlıklı diz MR görüntüleri incelendi. Görüntüleme parametreleri: kesit kalınlığı: 4 mm, TR: 2600, TE: 42, FOV: 170x170, Slice: 20, Nex:2.

Olgulara ait diz MR görüntüleri Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında görevli öğretim üyesi uzman doktor ile Adli Tıp Anabilim Dalında görevli araştırma görevlisi doktor tarafından değerlendirildi. Daha sonra rastgele seçilen 100 olgu intraobserver ve interobserver güvenilirlik için ilk değerlendirmeden 2 hafta sonra her iki çalışmacı tarafından tekrar değerlendirildi. Radyoloğun değerlendirmesi sonucu elde edilen veriler çalışmada kullanıldı. Çalışma öncesi ve sırasında olguların kimlik yaşları ve cinsiyet bilgileri çalışmacılar tarafından bilinmiyordu.

Çalışma öncesi literatür incelenerek tüm olguların çekilmiş diz MR görüntülerinden distal femur ve proksimal tibia epifiz hatlarının kapanma dereceleri, Dedouit ve ark.'nın epifiz hattı kemikleşme noktalarına göre tanımladığı 5'li evrelendirme metoduna göre değerlendirildi. Dedouit ve ark.'nın tanımladığı evreleme metodu aşağıdaki gibidir.²¹

Evre 1: Metafiz ve epifiz arasında 1.5 mm'den daha kalın devamlı bir horizontal kartilaj hattı ve multilaminar kartilaj görünümü (Şekil 4).



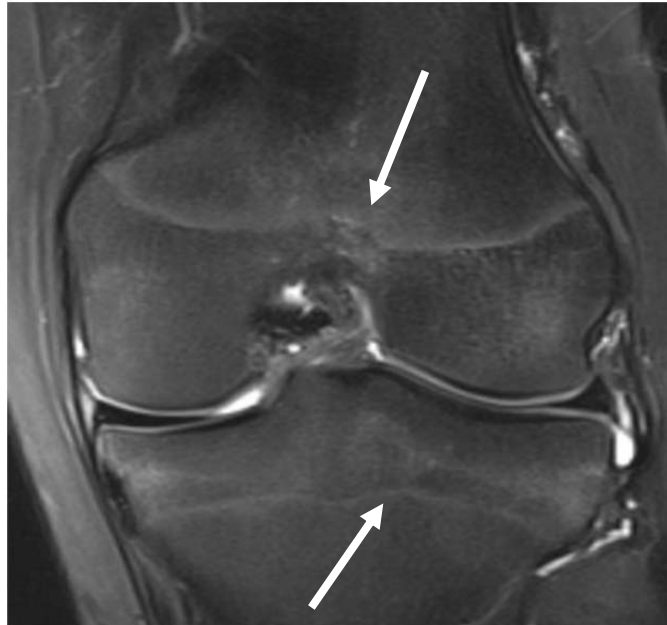
Şekil 4: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha Kalın Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı ve Multilaminar Kartilaj Görünümü²⁰

Evre 2: Metafiz ve epifiz arasında 1.5 mm'den daha kalın devamlı bir horizontal kartilaj hattı ancak multilaminar kartilaj hattı yok (Şekil 5).



Şekil 5: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha Kalın Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı Ancak Multilaminar Kartilaj Hattı Yok²⁰

Evre 3: Metafiz ve epifiz arasında 1.5 mm'den daha ince devamlı bir horizontal kartilaj hattı (Şekil 6).



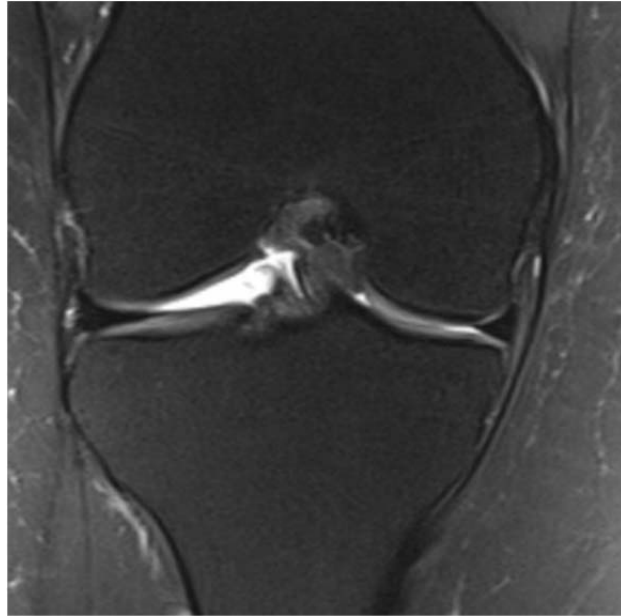
Şekil 6: Hem Distal Femur Hemde Proksimal Tibia Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha İnce Devamlı Bir Horizontal Kartilaj Hattı²⁰

Evre 4: Metafiz ve epifiz arasında 1.5 mm'den daha ince devamlılık göstermeyen bir horizontal kartilaj hattı (Şekil 7).



Şekil 7: Distal Femur Metafiz ve Epifiz Arasında 1.5 mm'den Daha İnce Devamlılık Göstermeyen Bir Horizontal Kartilaj Hattı²⁰

Evre 5: Epifizyal kırıkta füzyon tamamlanmış ve epifiz hattı izlenmiyor (Şekil 8).



Şekil 8: Epifizyal Kırıkta Füzyon Tamamlanmış ve Epifiz Hattı İzlenmiyor²⁰

İstatiksel analiz için SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Scienses) versiyonu kullanıldı. Distal femur ve proksimal tibia epifiz hatlarının ossifikasyonuna göre saptanan ortalama yaş, median değer, % 25 - % 75 aralığındaki minimum-maxium değerler, ilk ve son görülme yaşları, standart sapma değerleri için tanımlayıcı istatistiki analiz yapıldı. Yaş ve evre arasında Spearman's korelasyon analizi yapıldı. Cinsiyetler arası farklılık için Mann-Whitney-U testi yapıldı. İntraobserver ve interobserver güvenilirlik için cohen kappa non parametrik test kullanıldı. P değeri <0,05 anlamlı düzeyde kabul edildi. Elde edilen kappa(κ) katsayısı Landis ve Coch tarafından tanımlanan sınıflamaya göre yorumlanmıştır.⁸⁵ Bu sınıflama aşağıdaki gibidir.⁸⁵

- $\kappa = 0,0-0,20$ = Kötü uyumluluk
- $\kappa = 0,21-0,40$ = Makul uyumluluk
- $\kappa = 0,41-0,60$ = Orta dereceli uyumluluk
- $\kappa = 0,61-0,80$ = İyi uyumluluk
- $\kappa = 0,81-1,00$ = Çok iyi uyumluluk

4. BULGULAR

Çalışmamızda 10-25 yaşlar arasındaki 489 hastaya ait diz MR görüntüleri distal femur ve proksimal tibia epifiz hatlarının ossifikasyonu Dedouit ve arkadaşlarının evrelendirme yöntemine göre incelendi. İncelenmeye alınan 489 olgudan 197'sinin kadın (% 40,3), 292'sinin erkek (% 59,7) olduğu, ortalama yaş ile standart sapma kadınlarda $17,59 \pm 4,51$ ve erkeklerde $18,71 \pm 4,57$ olarak tespit edildi. Cinsiyete göre olguların yaşlarının değerlendirilmesi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Cinsiyete Göre Olguların Yaşlarının Değerlendirilmesi

Cinsiyet	Erkek	Kadın
En Küçük Yaş	10	10
En büyük Yaş	25	25
Ortalama Yaş	18,71	17,59
Standart Sapma	4,57	4,51
Sayı (yüzde)	292 (% 59,7)	197 (% 40,3)

Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Olguların Yaş Ve Cinsiyete Göre Dağılımı

YAŞ (yıl)	KADIN (n)	ERKEK (n)	TOPLAM (n)
10	6	7	13
11	11	12	23
12	14	16	30
13	15	18	33
14	15	19	34
15	17	17	34
16	13	11	24
17	14	14	28
18	6	16	22
19	9	17	26
20	12	24	36
21	14	20	34
22	14	23	37
23	11	23	34
24	14	22	36
25	12	33	45
TOPLAM	197	292	489

İntraobserver ve interobserver güvenilirlik analizinde distal femur ve proksimal tibia epifiz ossifikasyonu ayrı ayrı değerlendirildi. Distal femur için intraobserver analiz sonucunda kappa değeri 0,955, interobserver analiz sonucunda kappa değeri 0.913 olarak tespit edildi. Proksimal tibia için intraobserver analiz sonucunda kappa değeri 0,913, interobserver analiz sonucunda kappa değeri 0.892 olarak tespit edildi(Tablo 8). Bu değerler çok iyi uyumluluk göstermektedir.

Tablo 8: İnterobserver ve İnterobserver Değerlendirmelere Ait Cohen Kappa Değerleri.

Ossifikasyon Merkezi	İnterobserver (n:100)	İnterobserver (n:100)
Distal Femur Epifiz	0,955	0.913
Proksimal Tibia Epifiz	0,913	0.892

Yaş ve evreler arasında Spearman's korelasyon analizi sonucuna göre pozitif yönde anlamlı korelasyon saptanmıştır (Distal femur için $\rho=0,894$, $p<0,01$ ve proksimal tibia için $\rho=0,884$, $p<0,01$). Evrelere göre tanımlayıcı istatistiksel analizler distal femur ve proksimal tibia epifiz için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1. Distal Femur

Evre 1 her iki cinsiyette 10 yaşında tespit edilirken en son yaş erkekte 16, kadında 13 yaşında tespit edilmiştir. Evre 2 erkeklerde ilk olarak 11 yaşında, kadınlarda 10 yaşında ve en son görülme yaşların erkeklerde 16, kadınlarda 17 yaş olduğu tespit edildi. Evre 3 erkeklerde ilk olarak 14, kadınlarda 12 yaşta görülürken son görülme yaşları ise erkeklerde 25, kadınlarda 23 yaş olarak tespit edildi. Evre 4 ilk olarak erkeklerde 16, kadınlarda 15 yaşında tespit edilirken her iki cinsiyet için en son olarak 25 yaş tespit edilmiştir. Evre 5 ilk olarak erkek olgularda 15, kadın olgularda 14 yaşında görülürken en son olarak her iki cinsiyet için 25 yaşında olduğu tespit edildi. Evre 3 ve 4'te cinsiyetlere göre yaş ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edildi (Evre 3 için $p=0,002$, evre 4 için $p=0,015$). Evre 1, 2 ve 5'te yaş değişkeni ile cinsiyetler arası anlamlı farklılık tespit edilmedi. Her evre için cinsiyetlere göre ortalama yaş, % 25 - % 75 aralığındaki alt ve üst sınırlar, ilk ve son görülme yaşları, standart sapma ve median değerleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: Cinsiyet ve Evrelere Göre Distal Femur Epifiz İçin Tanımlayıcı İstatistikler.

Evre	Cinsiyet	Sayı	Ortalama Yaş	%25-%75 Aralığındaki Alt-Üst Sınırlar	İlk-Son Görülme Yaşları	Standart Sapma	Median
1	E*	41	12,24	11,95-12,53	10-16	1,546	12
	K*	24	11,67	11,39-11,93	10-13	1,090	11
2	E	45	13,51	13,26-13,77	11-16	1,487	14
	K	40	13,25	12,97-13,53	10-17	1,597	13
3	E	57	17,96	17,63-18,29	14-25	2,129	18
	K	46	16,78	16,41-17,20	12-23	2,309	16
4	E	89	21,51	21,25-21,76	16-25	2,029	22
	K	52	20,48	20,14-20,83	15-25	2,227	21
5	E	60	23,57	23,28-23,83	15-25	1,826	24
	K	35	23,37	22,97-23,79	14-25	2,116	24
Toplam		489					

*E:Erkek

* K:Kadın

10 yaşındaki erkek olguların tümünün (7 olgu) evre 1 olduğu tespit edildi. Evre 2 tespit edilen kadın olgularda en son görülme yaş olan 17 yaştaki olgu sayısı bir olup 16 yaşta ise olgu görülmedi. Evre 3 olarak değerlendirilen olgularda, erkeklerde üst sınırdan 24 yaşta bir, 25 yaşta bir olmak üzere 2 olgu tespit edilirken 22 ve 23 yaşlarda olgu tespit edilmemiştir. Kadınlarda ise bir olgu 12 yaşında tespit edilirken 13 yaşta olgu tespit edilmemiştir. Evre 5 kadınlarda bir olgu 14 yaşta görülmüş olup 15-19 arası olgu görülmeyp 20 yaşından sonra görülmeye devam ettiği tespit edildi. Evre 5 erkeklerde 15 yaşta bir olgu, 19 yaşta bir olgu tespit edilirken, 16-17-18-20 yaşlarda olgu tespit edilmemiştir. Distal femur ossifikasyonu değerlendirmesinde tüm evrelerin her bir yaşa ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10: Distal Femur Ossifikasyonu İçin Tüm Yaşlar İçin Evre ve Cinsiyet Dağılımları

Evre	1		2		3		4		5	
Yaş (yıl)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)
10	7	3	-	3	-	-	-	-	-	-
11	7	10	5	1	-	-	-	-	-	-
12	8	3	8	10	-	1	-	-	-	-
13	10	8	8	7	-	-	-	-	-	-
14	7	-	10	9	2	5	-	-	-	1
15	1	-	11	9	4	7	-	1	1	-
16	1	-	3	-	6	11	1	2	-	-
17	-	-	-	1	13	10	1	3	-	-
18	-	-	-	-	13	3	3	3	-	-
19	-	-	-	-	8	3	8	6	1	-
20	-	-	-	-	5	1	19	10	-	1
21	-	-	-	-	4	3	11	9	5	2
22	-	-	-	-	-	1	18	9	5	4
23	-	-	-	-	-	1	11	5	12	5
24	-	-	-	-	1	-	10	3	11	11
25	-	-	-	-	1	-	7	1	25	11
Toplam	41	24	45	40	57	46	89	52	60	35

4.2. Proksimal Tibia

Evre 1 her iki cinsiyette 10 yaşında tespit edilirken en son yaş erkekte 15, kadında 13 yaşında tespit edilmiştir. Evre 2 erkeklerde ilk olarak 11 yaşında, kadınlarda 10 yaşında ve en son görülme yaşların erkeklerde 16, kadınlarda 17 yaş olduğu tespit edildi. Evre 3 erkeklerde ilk olarak 14, kadınlarda 10 yaşta görülürken son görülme yaşları ise erkeklerde 25, kadınlarda 21 yaş olarak tespit edildi. Evre 4 ilk olarak erkeklerde 16, kadınlarda 15 yaşında tespit edilirken son olarak erkeklerde 25, kadınlarda 24 yaş tespit edilmiştir. Evre 5 ilk olarak erkek olgularda 15, kadın olgularda 14 yaşında görülürken en son olarak her iki cinsiyet için 25 yaşında olduğu tespit edildi. Evre 3 ve 4'te cinsiyetlere göre yaş ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edildi (Evre 3 için $p=0,001$, evre 4 için $p=0,039$). Evre 1, 2 ve 5'te yaş değişkeni ile cinsiyetler arası anlamlı farklılık tespit edilmedi. Her evre için cinsiyetlere göre

ortalama yaş, % 25 - % 75 aralığındaki alt ve üst sınırlar, ilk ve son görülme yaşları, standart sapma ve median değerleri Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11: Cinsiyet ve Evrelere Göre Proksimal Tibia Epifiz İçin Tanımlayıcı İstatistikler.

Evre	Cinsiyet	Sayı	Ortalama Yaş	%25-%75 Aralığındaki Alt-Üst Sınırlar	İlk-Son Görülme Yaşları	Standart Sapma	Median
1	E*	35	12,09	11,80-12,37	10-15	1,483	12
	K*	20	11,55	11,29-11,83	10-13	1,099	11
2	E	49	13,37	13,14-13,60	11-16	1,439	13
	K	40	13,25	12,98-13,53	10-17	1,515	13
3	E	55	17,84	17,50-18,18	14-25	2,184	18
	K	42	15,93	15,53-16,30	10-21	2,202	16
4	E	77	21,22	20,94-21,48	16-25	2,011	21
	K	50	20,18	19,79-20,57	15-24	2,396	20
5	E	76	23,28	23,01-23,52	15-25	1,970	24
	K	45	22,80	22,38-23,20	14-25	2,399	24
Toplam		489					

*E:Erkek

*K:Kadın

10 yaşındaki tüm erkek olguların (7 olgu) evre 1 olduğu tespit edildi. Evre 2 tespit edilen kadın olgularda en son görülme yaş olan 17 yaştaki olgu sayısı bir olup 16 yaşta ise olgu görülmedi. Evre 3 olarak değerlendirilen olgularda, erkeklerde üst sınırdaki 24 yaşta bir olgu, 25 yaşta bir olgu tespit edilirken 22 ve 23 yaşlarda olgu tespit edilmemiştir. Evre 3'teki kadınlarda 10 yaşında bir olgu tespit edilirken 11 yaşta olgu tespit edilmemiştir. Evre 5 kadınlarda 14-17-18 ve 19 yaşlarda birer olgu görülmüş olup 15 ve 16 yaşlarda olgu görülmemiştir. Evre 5 erkeklerde 15 yaşta 1 olgu, 18 yaşta 1 olgu tespit edilirken, 16 ve 17 yaşlarda olgu tespit edilmemiştir. Proksimal tibia

ossifikasyonu değerlendirmesinde tüm evrelerin her bir yaşı ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12: Proksimal Tibia Ossifikasyonu İçin Tüm Yaşlar İçin Evre ve Cinsiyet Dağılımları.

Evre	1		2		3		4		5	
Yaş (yıl)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)	Erkek (n)	Kadın (n)
10	7	3	-	2	-	1	-	-	-	-
11	6	9	6	2	-	-	-	-	-	-
12	7	2	9	9	-	3	-	-	-	-
13	8	6	10	9	-	5	-	-	-	-
14	6	-	11	9	2	5	-	-	-	1
15	1	-	11	8	4	7	-	2	1	-
16	-	-	2	-	8	10	1	3	-	-
17	-	-	-	1	13	8	1	4	-	1
18	-	-	-	-	12	3	3	2	1	1
19	-	-	-	-	5	3	10	5	2	1
20	-	-	-	-	5	1	16	9	3	2
21	-	-	-	-	4	1	11	10	5	3
22	-	-	-	-	-	-	16	6	7	8
23	-	-	-	-	-	-	7	6	16	5
24	-	-	-	-	1	-	7	3	14	11
25	-	-	-	-	1	-	5	-	27	12
Toplam	35	20	49	40	55	42	77	50	76	45

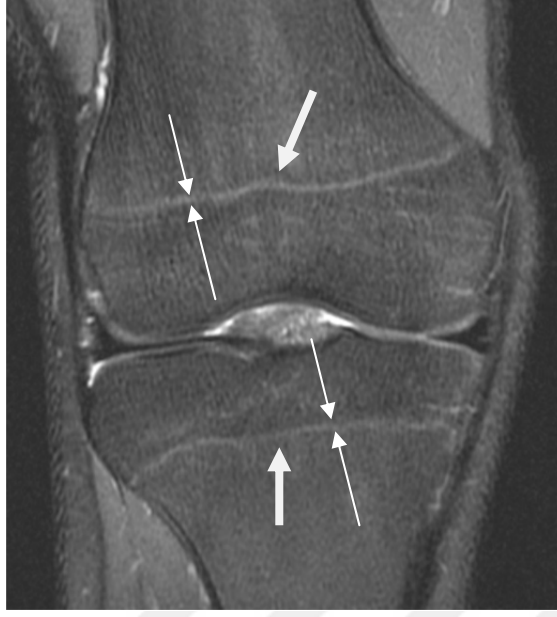
Çalışmamızda tespit edilen her evre için örnek olgular aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 9: 10 yaşındaki kadın hastaya ait diz MR görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 1.



Şekil 10: 14 Yaşındaki Erkek Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz için Evre 2.



Şekil 11: 17 Yaşındaki Erkek Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz İçin Evre 3.



Şekil 12: 20 Yaşındaki Kadın Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur Epifiz İçin Evre 4.



Şekil 13: 25 Yaşındaki Kadın Hastaya Ait Diz MR Görüntüsü. Distal Femur ve Proksimal Tibial Epifiz İçin Evre 5.

5. TARTIŞMA

Adli tıp uygulamalarında yaş tahmini, dünyadaki hukuk sistemleri açısından ayrı bir önem arz ettiği gibi adli tıbbın güncel araştırma konularından da birisidir.⁸⁶ Özellikle ülkemizde TCK kapsamında "fiili işlediği sırada 12 yaşını doldurmamış olanların ceza yönünden sorumluluğu olmadığı, 12 yaşını bitirmiş 15 yaşını bitirmemiş olanlar için fiilin anlam ve sonuçlarını algılayamaması veya davranışlarını yönlendirme yeteneğinin yeterince gelişmemiş olması durumunda ceza sorumluluğunun bulunmadığı, işlediği fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılama ve bu fiille ilgili olarak davranışlarını yönlendirme yeteneğinin yeterince gelişmesi halinde verilecek cezada indirim yapılacağı, 15 yaşını bitirmiş olup 18 yaşını bitirmemiş olanlara ise verilecek cezalarda da yine indirimde bulunacağı, ayrıca sağır ve dilsizlerin işledikleri suçlarda 21 yaş sınırının önemli olduğu" belirtilmektedir.²⁶ Dolayısıyla ülkemizde 12, 15, 18 ve 21 yaşların cezai sorumluluk açısından önemli yaş grupları olduğu görülmektedir. Dünyanın bir çok yerinde olduğu gibi ülkemizde de adli makamlar tarafından cinsel istismar, şüpheli doğum kayıtları, evlenme ve yasadışı göç gibi bir çok durumda genellikle de adli tıp uzmanlarından mağdur ya da sanığın yaş tespiti istenmektedir.

Yaş tahmininde radyolojik yöntemlerin günümüzde en çok kullanılan ve güvenilir yöntemler olduğu bilinmektedir. Radyolojik olarak pek çok farklı kemik incelenerek, bilim ve teknolojinin her geçen gün ilerlemesiyle gelişen çeşitli radyolojik teknikler kullanılarak yaş tespiti yapılabilmektedir.⁴

Epifizyal gelişim evreleme yoluyla yaş tahmini için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Distal femur ve proksimal tibianın anatomik incelemelerinde eskiden X-ray yöntemlerinin kullanıldığı, günümüzde ise USG, BT ve MR teknikleri avantajları yönünden tercih edilmektedir.²⁰

Adli yaş tahmininde modern adli bilimler yaklaşımında epifizyal değerlendirmenin daha ayrıntılı yapılmasını sağlayan BT ve MR yöntemleri X-ray incelemelere göre daha fazla önem kazanmaktadır. Yaşanan bu metodolojik gelişim sürecinde özellikle BT kullanımı ile birlikte dikkat çeken tartışma konusu radyasyon maruziyetidir. Örnek olarak el ve el bilek röntgeni için etkili doz 0,1 microSievert olarak hesaplanmış olup bu doz ortopantomogram için 26 microSievert, klavikula BT için 600-800 microSievert'tir.⁸⁷ Bazı araştırmacılara göre el- el bileğini içeren X-ray

incelemelerinin kişide oluşturduğu olası zararın göz ardı edilebileceğinin savunulmasına rağmen klinik dışı uygulamalarda radyasyon maruziyeti ile ilgili çok sayıda etik kaygıyı içeren bildirim de mevcuttur. Genel tıp etiği yaklaşımında "öncelikle zarar verme" ilkesi önemle vurgulanmaktadır. Tüm bu bilgiler doğrultusunda adli amaçlı yaş tahminlerinin tıbbi endikasyon dışı bir uygulama olması nedeniyle günümüzde araştırmacılar non-iyonize teknik olan MR kullanımına dayanan el bileği, diz, ayak bileği gibi birçok alanlarda daha sık araştırma yapmaktadırlar.¹⁷

Yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir ki ülkemize özgü bir atlasın gerekliliği ile birlikte yardımcı olabilecek ek yöntemlere ihtiyaç vardır. Doğruluğu ve güvenilirliği artırmak için son güncellenen verilerine göre Adli Yaş Tayini Üzerine Uluslararası ve Disiplinler Arası Çalışma Grubu (AGFAD), yaş tahmini değerlendirmesinde antropometrik ölçülerin tespiti için fizik muayenenin yapılması (boy ve kilo ölçümü, konstitüsyonel tip), yaşla ilgili herhangi bir rahatsızlığın tanımlanması ile birlikte seksüel maturasyon belirtilerinin inspeksiyonu, sol el radyografisi, diş muayenesi ve diş ortopantomogram değerlendirilmesi, elin iskelet gelişimi tamamlanması durumunda ek bir yöntem olarak klavikulanın tercihen klasik radyografi veya BT ile değerlendirilmesinin yapılmasını tavsiye etmektedir.⁸⁶ Ancak yeteri kadar ayrıntılı veri tabanının olmaması nedeniyle MR kullanımı henüz AGFAD'ın tavsiyeleri arasına girmemiştir.⁸⁸ Çalışmamızda MR kullanımının yaş tahmininde uygulanabilirliği yönünden inceleme yaparak bu konuda veri tabanını genişletmek amaçlandı.

Çalışmamız retrospektif yapılmış olup, yaşları 10-25 arasında değişen 292'si erkek ve 197'si kadın olmak üzere toplamda 489 hastanın distal femoral epifiz ve proksimal tibial epifiz hatları 1.5 T MR, 4 mm kesit kalınlık, koronal kesit, fast spin-echo (FSE) proton yoğunluk ağırlıklı sekans görüntüleri Dedouit ve ark.²¹ tanımladığı evreleme metoduna göre değerlendirildi.

Distal femur ve proksimal tibial epifiz ossifikasyonu derecesine göre yaş tespiti ile ilgili yapılmış çalışmalarda kullanılan radyolojik yöntem ve evreleme yöntemlerinin farklılığından dolayı karşılaştırma yapmayı zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalara baktığımızda MR görüntülerinde bile birçok evreleme metodu kullanılmıştır. Evreleme metodlarından biri olan ve çalışmamızda kullandığımız Dedouit ve ark.²¹ tarafından tanımlanan beş aşamalı yöntemini, Ekizoğlu ve ark.²⁰ ile Altınsoy ve ark.⁷³

çalışmalarında kullanmışlardır. Kramer ve ark.^{89,90} ile Ottow ve ark.⁸⁸ ise Schmeling ve ark.⁹¹ tarafından tanımlanan beş evreli metodun Kellinghaus ve ark.⁹² tarafından 2. ve 3. evresini üç alt gruba ayırarak oluşturdukları dokuz aşamalı yöntemi kullanmışlardır. Aynı konularda çalışmalar yapmış diğer isimler olan Jopp ve ark.⁹³ yaptıkları çalışmada proksimal tibial epifiz ossifikasyonuna göre oluşturulmuş üç evreli bir yöntemi kullanmış olup Saint-Martin ve ark.⁹⁴ ise tek aşamalı bir yöntemi kullanmışlardır.

Yaş tespiti yöntemlerinde kullanılan MR cihazlarının özellikleri çalışmacıların değerlendirme sırasında daha doğru karar verebilmesinde önemlidir. Bu özelliklerden biri kullanılan MR cihazının 1.5 T ya da 3.0 T olmasıdır. Kramer ve ark.^{89,90} yaptıkları çalışmalarda 3.0 T MR cihazının daha yüksek manyetik alan gücü nedeniyle sinyal-gürültü oranını artırdığını ve bu nedenle çalışmacıların doğruluk payını artırdığını belirtmişlerdir. Saint-Martin ve ark.⁹⁴ ise bunun tek belirleyici faktör olmadığını, 1.5 T MR ile yaptıkları çalışmada da Kramer ve ark.^{89,90} çalışmalarına benzer sonuçlar bulduklarını belirtmişlerdir. Çalışmamız retrospektif olduğundan dolayı hastanemiz rutininde kullanılan 1.5 Tesla MR cihaz görüntüleri incelendi.

Çalışmacıların görüntüleri değerlendirmelerinde etkili olabilecek bir diğer önemli özellik ise hangi MR sekansının seçileceğidir. Nitekim Kramer ve ark.^{89,90} ile Saint-Martin ve ark.⁹⁴ da farklı sekans özellikleri içeren çalışmaların karşılaştırılmasının uygun olmadığını belirtmişlerdir. Kramer ve ark.^{89,90} çalışmalarında T1 turbo spin-eko sekansını kullandıkları ve T1 ağırlıklı sekansların kemikleşmeyi daha iyi gösterdiğini, epifizyal çizgideki sıvı içeriği, ödem gibi patolojik durumlardan etkilenmediğinden epifiz hattındaki kemikleşmenin devamlılığını göstermede daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Dedouit ve ark.²¹ çalışmalarında proton yoğunluk ağırlıklı sekansını kullandıkları, bu sekansta epifiz hattındaki kıkırdak doku kalınlığıyla bu hattaki devamlılığın değerlendirildiği belirtilmektedir. Ekizoğlu ve ark.²⁰ ise çalışmalarında kemik iliği ödemi gibi kemik patolojilerinin görülmesini sağlaması ve bu nedenle de kemik patolojisi olanların çalışma dışı bırakılmasında avantaj sağlayan koronal T2 ağırlıklı sekansları tercih etmişlerdir. Ayrıca T1 ağırlıklı görüntülerde epifizyal kapanmanın değerlendirilmesinin kolay olduğu ancak kıkırdak dokusunun hiperintens kalıntılarının görülmesinde T2 ve proton ağırlıklı görüntülerin daha iyi kontrast oluşturacağını belirtilmiştir.²⁰ Bizim çalışmamızda epifiz hattındaki kıkırdak dokunun

kalınlığını ve devamlılığını daha iyi değerlendirebilmek için koronal kesit proton yoğunluk ağırlık sekansları tercih edildi.

Yaptığımız çalışmada verilerin tutarlılığını gösteren intraobserver ve interobserver güvenilirlik için hesapladığımız kappa değerlerine göre gözlemciler arasında çok iyi uyumluluk bulunmuştur. Ancak yüksek kappa değerlerine rağmen çalışmacıların bu konuda özel deneyim gerektirdiği de göz ardı edilmemelidir. Wittschieber ve ark.⁹⁵ yaptıkları çalışmada kappa değerlerinin yanı sıra çalışmacıların konu özelinde deneyiminin önemli olduğunu, tecrübeli ve tecrübesiz kişiler arasında yaptıkları bu çalışmada deneyimli kişiler daha iyi performans göstermiş ve aradaki farklılık değeri düşük olarak tespit edilmiştir. Wittschieber ve ark.⁹⁵ çalışmasında değerlendirilen bir diğer konu da hata kaynaklarıyla ilgili olup, yaş tahmini değerlendirmelerinde seçilen vücut bölgesinin hata payında rol alabildiği belirtilmiştir. Örneğin; diz eklemi, iliak krest, distal radius gibi bölgeler ile klavikula kıyaslandığında, klavikulanın daha küçük epifiz hattı içerdiğinden hata yapma olasılığının daha yüksek olacağı belirtilmiştir. Bizim çalışmada diz eklemi MR görüntüleri kullanılmıştır.

Adli yaş tahminlerinde kullanılan radyolojik tekniklerde çalışmacıların tecrübeleri yanı sıra kullanılan görüntülerdeki kesit kalınlığı önemli bir diğer faktördür. Schulz ve ark.⁹⁶ yaptıkları çalışmada klavikula epifizinin BT ile değerlendirildiği, yaş tahmini uygulamalarında mümkün olan en yüksek doğruluğu ve en iyi sonuçları alabilmek için kesit kalınlığı 1 mm olan görüntülerin kullanılması gerektiği tavsiyesinde bulunmuşlardır. Mühler ve ark.⁹⁷ da benzer bir çalışmada kesit kalınlığı 1 mm, 3 mm, 5 mm ve 7 mm olan görüntüler değerlendirilmiştir. Kesit kalınlığı arttıkça hata yapma olasılığının arttığı ve normalden daha yüksek bir evrede tespit edilebileceği, bunun da yaş tahmininde kişinin olması gerekenden daha büyük değerlendirilmesine yol açacağından bahsetmişlerdir. Yaptığımız çalışmada 4 mm kesit kalınlık görüntüler kullanılmıştır. Benzer çalışmalardan Dedouit ve ark.²¹ 3.5-4 mm, Ekizoğlu ve ark.²¹ 3.5 mm ve Altınsoy ve ark.⁷³ ise 4.5 mm kesit kalınlık görüntüler kullanmışlardır. Adli yaş tahmini araştırmalarında MR kullanılan yöntemlerde hangi kesit kalınlığının, hangi kesitin (sagittal/koronal) yada hangi sekansın kullanılması gerektiği konusunda henüz fikir birliği sağlanmamıştır. Güvenilir ve doğru değerlendirmeler yapılabilmesinde olması gereken görüntüleme parametrelerinin belirlenmesi için prospektif çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir.⁷³

Adli yaş tahmini uygulamalarında yaşı en doğru bir şekilde tespit edilmesinde değerlendirilmesi gereken kemik gelişimini etkileyen faktörlerin yanında bir diğer faktör ise sosyoekonomik durumdur. Diğer çalışmalarda olduğu gibi olguların sosyoekonomik durumlarıyla ilgili veri eksikliğinin bulunması çalışmamızın sınırlarından birini oluşturmaktadır.^{20,21,73,89,90} Düşük sosyoekonomik düzeyin kemik gelişimini etkilediği bilinmektedir. Ancak etnik kökenin kemik gelişimine olan etkisi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Cunha ve ark. tarafından yapılan bir derlemede diş ve kemik gelişiminde etnik ve ırksal farklılıkların etkili olduğundan bahsedilmiştir.¹⁸ Schmeling ve ark. iskelet gelişimiyle ilgili yaptıkları literatür incelemesine göre tanımlanmış ossifikasyon aşamalarının tüm etnik gruplarda aynı şekilde takip ettiğini ve etki farklılığı oluşturacak kayda değer bir veri bulunmadığını tespit etmişlerdir. İskelet gelişiminin daha çok sosyoekonomik durumdan etkilendiğini ve düşüklüğünün ise gelişimi geciktireceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle de sosyoekonomik durumu düşük olan bir vakanın adli yaşının tespitinde bulunan yaşı gerçek yaşıdan daha küçük olacağından cezai yaptırımlardan kurtulabileceği belirtilmektedir.¹⁹

Çalışmamızdaki verilerle benzer çalışmalardaki veriler arasında hem benzerlikler hem de farklılıklar tespit edildi.^{20,21,73} Distal femur ve proksimal tibia epifiz için evreleri ayrı ayrı benzer çalışmalar olan Dedouit ve ark.²¹, Ekizoğlu ve ark.²⁰ ve Altınsoy ve ark.⁷³ çalışmalarıyla karşılaştırıldı.

Çalışmamızdaki distal femur epifiz için evreler incelendiğinde; evre 1'i her iki cinsiyette en erken 10 yaşında tespit ettik. Bunun diğer üç çalışmayla uyumlu olduğu görüldü. Evre 2'yi en erken erkeklerde 11 yaşında kadınlarda ise 10 yaşında tespit ettik. Evre 2'yi erkeklerde Ekizoğlu ve ark. 11 yaşta bulurken diğer iki çalışmada en erken 12 yaşta bulunmuş, kadınlarda ise üç çalışmada da en erken 11 yaşında tespit edilmiştir.^{20,21,73} Evre 3'e baktığımızda ilk olarak erkeklerde 14 yaşta ve kadınlarda 12 yaşta olduğu görüldü. Diğer üç çalışmada da erkekler ilk olarak 14 yaşında tespit edilirken kadınlarda ise 13 yaşta tespit edilmiştir.^{20,21,73} Evre 4'ün çalışmamızda en erken erkeklerde 16 yaşında kadınlarda ise 15 yaşında olduğu görüldü. Bunun diğer üç çalışmayla uyumsuz olduğu tespit edildi. Evre 5'i erkeklerde en erken 15 yaşta kadınlarda ise 14 yaşta tespit edilirken, bunun diğer üç çalışmadan 6-7 yaş daha erken olduğu görüldü. Çalışmamızdaki evre 5'e ayrıntılı baktığımızda erkeklerde görülen en

erken yaş olan 15 yaşta bir olgu olduğu, bunu 19 yaşta bir olgu ve daha sonra 21 yaşta beş olguyla sayıların artarak devam ettiği, kadınlarda da benzer durum olduğu, en erken görülen yaş olan 14 yaşta bir olgu 20 yaşta bir olgu ve daha sonra 21 yaşında iki olguyla benzer şekilde sayıların artarak devam ettiği tespit edildi. Evre 5'te görülen erkeklerdeki 15 yaşında bir olgu ile kadınlardaki 14 yaşında bir olgunun tespit edilmesinin hastane kayıtlarındaki bir hatadan (doğum tarihinin yanlış kaydı?, yanlış tanı kodu?, tanı konulamamış patolojik durumlar? gibi) kaynaklı olduğunu, istatistiksel olarak anlamlı olmadığını düşünmekteyiz. Her evrenin son görülme yaşlarına baktığımızda, çalışmamızdaki evre 1-2-3-4-5'in sırasıyla erkeklerde 16-16-25-25-25 yaşlarda, kadınlarda ise 13-17-23-25-25 yaşlarda olduğu görüldü. Evre 1 ve evre 2'de tespit edilen son görülme yaşlarının 18 yaş altında olduğu, bunun diğer üç çalışmayla da uyumlu (evre 2'deki erkekler hariç) olması nedeniyle bu bulgunun hukuk sistemlerinde önemli olan 18 yaş sınırının tespitiyle ilgili ek bir kriter olabileceği düşünülmektedir.^{20,21,73} Aynı şekilde evre 5'te tespit edilen iki olgu (15 yaşta bir erkek olgu ve 14 yaşındaki bir kadın olgu) hariç tutulduğunda evre 5'in 18 yaş üstünü göstermede ek bir kriter olabileceğini düşünmekteyiz. Diğer üç çalışmada distal femur epifiz evre 5'in 21 yaş üstünü göstermede ek bir kriter olarak her iki cinsiyette kullanılabileceği belirtilmektedir.^{20,21,73}

Proksimal tibia epifiz için evrelerin incelenmesinde ise; evre 1 her iki cinsiyette en erken 10 yaşında tespit edildiği, bunun diğer üç çalışmayla da uyumlu olduğu görüldü. Evre 2'yi en erken erkeklerde 11 yaşında kadınlarda ise 10 yaşında tespit ettik. Evre 2'yi her iki cinsiyette Dedouit ve ark. 10 yaşında bulurken diğer iki çalışmada en erken 11 yaşında tespit edilmiştir.^{20,21,73} Evre 3'e baktığımızda ilk olarak erkeklerde 14 yaşta ve kadınlarda ise 10 yaşta olduğu görüldü. Diğer üç çalışmada da evre 3 erkeklerde ilk olarak 14 yaşında tespit edilirken kadınlarda ise 13 yaşta tespit edilmiştir.^{20,21,73} Evre 4'ün çalışmamızda en erken erkeklerde 16 yaşında kadınlarda ise 15 yaşında olduğu görüldü. Diğer üç çalışmanın evre 4 en erken kadınlarda 15 yaşta, erkeklerde ise 17 yaşta olduğu tespit edildi. Evre 5'i ise erkeklerde en erken 15 yaşta kadınlarda ise 14 yaşta tespit edilirken, bunun diğer üç çalışmayla farklı olduğu görüldü. Çalışmamızdaki Evre 5'e ayrıntılı baktığımızda erkeklerde ilk görülen yaş olan 15 yaşta bir olgu olduğu, ondan sonra tespit edilen ilk olgunun 18 yaşında olduğu, kadınlarda ise ilk olarak görülen 14 yaşta bir olgu olduğu bunu da 17 yaşındaki başka

bir olgu takip ettiği tespit edilmiştir. Evre 5'te tespit edilen bu iki vakanın distal femur epifiz evre 5'te yaptığımız açıklamadaki vakalarla aynı olmaları sebebiyle istatistiksel olarak anlamlı olmadığı düşünceindeyiz. Her evrenin son görölme yaşları değeriendirildiğinde, çalışmamızdaki evre 1-2-3-4-5'in sırasıyla erkeklerde en son 15-16-25-25-25 yaşlarda, kadınlarda ise 13-17-21-24-25 yaşlarda olduğu tespit edildi. Distal femur epifizini incelemesinde olduğu gibi proksimal tibia epifizini incelemesinde de evre 1 ve evre 2'nin son görölme yaşlarının 18 yaş altında olduğu, bunun diğer üç çalışmayla da uyumlu(evre 2'deki erkekler hariç) olması nedeniyle bu bulgunun 18 yaş sınırının tespitiyle ilgili ek bir kriter olabileceğini düşünmekteyiz.^{20,21,73} Distal femur epifiz evre 5'te olduğu gibi 18 yaş ve üstünü göstermede iki cinsiyette etkili olmadığı, sadece erkeklerde ek bir kriter olarak kullanılabileceği düşünceindeyiz.

Tablo 13: Diz MR ile Yapılmış Önceki Çalışmalarla Çalışmamızın Karşılaştırılması.

Çalışmacı	Ülke	Çalışma Protokolü	Proksimal Tibial Epifiz			Distal Femur	
			Epifiz	Erkek (min-max)	Kadın (min-max)	Erkek (min-max)	Kadın (min-max)
Dedouit ve ark. ²¹	Fransa	10-30 yaş arası	1	10-13	10-13	10-16	10-13
		3.5-4 mm, 1.5 T MR	2	10-18	10-15	12-18	11-15
		Dedouit ve ark. tanımladığı	3	14-25	13-25	14-25	13-25
		evreleme sistemi	4	17-30	15-29	17-30	16-29
		Fast spin eko proton yoğunluk ağırlıklı görüntü	5	19-30	17-30	22-30	22-30
Kramer ve ark. ^{89,90}	Almanya	10-30 yaş arası, Retrospektif	1	-	-	-	-
		3 ve 3 mm*, 3.0 T MR	2a	-	-	-	-
		Kellinghaus ve ark. tarafından	2b	-	-	-	-
		subgruplara ayrılmış	2c	10-13	10-12	10-15	10-13
		Schmeling ve ark. evreleme	3a	12-15	11-14	12-19	11-18
		sistemi	3b	13-16	-	15-15	-
		T1 ağırlıklı turbo spin eko	3c	15-19	14-18	15-19	15-18
		sagital görüntü	4	16-30	15-30	18-30	16-30
Ekizoğlu ve ark. ²⁰	Türkiye (İstanbul)	10-30 yaş arası, Retrospektif	1	10-16	10-14	10-16	10-15
		3.5 mm, 3.0 T MR	2	11-16	11-16	11-17	11-15
		Dedouit ve ark. tanımladığı	3	14-18	13-20	14-23	13-20
		evreleme sistemi	4	17-30	15-29	17-30	16-30
		Koronal T2 ağırlıklı turbo spin eko görüntü	5	18-30	16-30	22-30	21-30
Ottow ve ark. ⁸⁸	Almanya	12-24 yaş arası, Prospektif	1	-	-	-	-
		3 mm, 3.0 T MR	2a	-	-	-	-
		Kellinghaus ve ark. tarafından	2b	-	-	-	-
		subgruplara ayrılmış	2c	12-17	12-15	12-19	12-15
		Schmeling ve ark. evreleme	3a	12-19	12-15	13-17	13-17
		sistemi	3b	15-17	13-24	-	14-19
		T1 ağırlıklı turbo spin eko	3c	15-24	13-17	16-24	14-20
		koronal görüntü	4	17-24	15-25	17-24	16-25
Altınsoy ve ark. ⁷³	Türkiye (Elazığ)	10-30 yaş arası, Retrospektif	1	10-15	10-14	10-16	10-14
		4.5 mm, 1.5 T MR	2	11-18	11-16	12-18	11-16
		Dedouit ve ark. tanımladığı	3	14-22	13-20	14-26	13-22
		evreleme sistemi	4	17-29	15-26	17-30	16-30
		Fast spin eko proton yoğunluk ağırlıklı görüntü	5	18-30	17-30	21-30	21-29
Bizim çalışma	Türkiye (Adana)	10-25 yaş arası, Retrospektif	1	10-15	10-13	10-16	10-13
		4 mm, 1.5 T MR	2	11-16	10-17	11-16	10-17
		Dedouit ve ark. tanımladığı	3	14-25	10-21	14-25	12-23
		evreleme sistemi	4	16-25	15-24	16-25	15-25
		Koronal kesit fast spin echo proton yoğunluk ağırlıklı görüntü	5	15-25	14-25	15-25	14-25

*:Kramer ve ark. aynı yöntemle distal femur epifizi ve proksimal tibia epifizini iki ayrı çalışmada incelemiştir.min: minumum, max: maksimum

Ottow ve ark.⁸⁸ 12-24 yaşları arasında gönüllü 658 Almanya vatandaşı üzerinde prospektif bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada MR ile distal femur ve proksimal tibia epifiz hatlarını Schmeling ve ark.⁹¹ tarafından tanımlanan beş evreli metodun Kellinghaus ve ark.⁹² tarafından 2. ve 3. evresini üç alt gruba ayırarak oluşturdukları dokuz aşamalı yöntemle göre değerlendirmişlerdir. Çalışma prospektif olarak gönüllü kişiler üzerinde yapıldığı için kullanılacak görüntüleri belirleme fırsatı bulduklarını, bu nedenle 3.0 T MR ve T1 ağırlıklı turbo spin eko sekanslarını seçtiklerini, ayrıca olguların sağlık durumları bilindiğinden dışlama kriterlerinin tespit edilmesinde ve sosyoekonomik durumun değerlendirilmesi konusunda çalışmanın artı özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir.⁸⁸ Çalışma sonucunda ise diz MR görüntülerinden yaş tahmini yapmanın mümkün olduğunu, her iki cinsiyette 14 ve 16 yaşların tespitinde kullanılabileceğini, ancak 18 yaşın tespitinde yetersiz olduğu belirtilmektedir.⁸⁸ Bu çalışmada seçilen evreleme yöntemi, sekans tipi ve prospektif olması çalışmamızla olan farklılıkları oluşturmaktadır. Bu nedenle karşılaştırma yapmak zor olmaktadır. Diz MR kullanan önceki çalışmalarla kullanılan yöntem, evreleme sistemi ve tespit edilen her evredeki minimum ve maksimum yaşların çalışmamızla karşılaştırılması Tablo 13'te sunulmuştur.

Çalışmamızda kadınlarda tüm evrelerde yaş ortalamaları hem distal femur hem de proksimal tibia epifizi için erkeklere göre daha düşük tespit edildi. Bunun önceki çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edildi.^{20,21,73,89,90} Özellikle distal femur epifizi evre 3 ve evre 4'te ($p<0,05$), proksimal tibia epifizinde yine evre 3 ve evre 4'te ($p<0,05$) cinsiyetler arası farklılıklar tespit edilmiştir. Ekizoğlu ve ark.²⁰ distal femur epifiz ossifikasyonunda evre 2, evre 3 ve evre 4'te, proksimal tibial epifiz ossifikasyonunda evre 1 ve evre 4'te anlamlı farklılık tespit etmişlerdir. Genel olarak bakıldığında tüm yaş tahmin yöntemlerinde olduğu gibi diz MR görüntüleriyle yapılan yaş tahminlerinde de cinsiyetler ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Çalışmamızın diğer çalışmalarda olduğu gibi bazı sınırlamaları vardır. Bunlardan ilki retrospektif olması dolayısıyla kullanılan MR görüntülerinde farklı sekans ve kesit kalınlığında çalışılamamasıdır. Diğer sınırlamalardan biri belirli yaş gruplarında olgu sayısı ve dağılımının dengesiz olmasıdır. Bir diğer sınırlamada olguların sosyoekonomik ve etnik kökenleriyle ilgili veri eksikliğinin olmasıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1 Bu tez çalışmamızda, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi polikliniklerine herhangi bir nedenle başvurup diz MR çekilen hastaların MR görüntüleri Dedouit ve arkadaşlarının epifiz hattı kemikleşmesine göre tanımladığı evrelendirme metoduna göre incelenip elde edilen verilerin analizi yapılarak adli yaş tahmininde uygulanabilirliği yönündeki veri tabanını genişletmek amaçlandı.
- 2 Çalışmamızda Ocak 2012-Nisan 2018 tarihleri arasında başvurmuş, yaşları 10-25 arasında değişen, dışlama kriterleri sonucunda geriye kalan 292'si erkek 197'si kadın olmak üzere toplam 489 hastanın distal femur ve proksimal tibial epifiz ossifikasyonu retrospektif olarak değerlendirildi.
- 3 Çalışmada 1.5 T MR, 4 mm kesit kalınlıklı, koronal kesit fast spin echo proton yoğunluk ağırlıklı sekansından elde edilen görüntüler değerlendirildi.
- 4 Çalışma sonucunda distal femur epifiz ossifikasyonunda tespit edilen evre 5'in (15 yaştaki bir olgu ve 14 yaştaki bir olgu hariç tutulduğunda) her iki cinsiyette, proksimal tibial epifiz ossifikasyonunda ise erkeklerdeki evre 5'in 18 yaş ve üzerinde görüldüğü tespit edildi. Evre 1 ve evre 2'nin de her iki cinsiyette hem distal femur hem de proksimal tibial epifiz için en son 18 yaş altında görüldüğü tespit edildi. Elde edilen bu verilerin ülkemizin hukuk siteminde bulunan yaş sınırlarından biri olan 18 yaşı bitirip bitirmediği konusunda diğer yaş tahmini tekniklerine ek olarak kullanılabilecek bir kriter olduğu tespit edildi.
- 5 Diğer çalışmalarda olduğu gibi çalışmamızda yaş ortalamalarına göre değerlendirildiğinde kadınlarda erkeklere göre daha önce ossifikasyonun tamamlandığı görüldü. Bu nedenle yaş tahmini uygulamalarında cinsiyete göre değerlendirme yapılmalıdır.
- 6 Diz MR görüntülerinin non-iyonize, non-invazif ve ayrıntılı görüntü sunabilmesi açısından adli yaş tahminlerinde kullanılabilecek ek bir yöntem olduğu görülmektedir. Ancak pahalı olması ve ulaşılabilirliğinin zor olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.
- 7 Çalışmamızın retrospektif yapılmıştır. Adli yaş tahminlerinde diz MR görüntülerinin uygulanabilirliği açısından daha değerli verilerin elde

edilebilmesi ve uygun atlasların oluşturulabilmesi için farklı MR cihazı özellikleri (manyetik güç, kesit kalınlığı, ağırlık sekansları) ve farklı evreleme metodlarıyla birlikte olguların sosyoekonomik durumu ve etnik kökenleri de göz önüne alınarak çok merkezli, karşılaştırmalı, prospektif özellikte çalışmaların yapılması gerekmektedir.

- 8 MR görüntüleri kullanılarak yapılan yaş tahmini çalışmalarında, güvenilirliği ve tutarlılığı artırmak için çalışmacıların bu konuda özel deneyime sahip olmaları gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- 1 **Zeyfeolu Y, Hancı İH.** İnsanlarda kimlik tespiti. *Sted* **2001**; 10: 375-377.
- 2 **Soysal Z, Çakalır C.** Adli Olgularda Kimlik Belirlemesi. Ed. Soysal Z, Çakalır C. *Adli Tıp Cilt-I*. 1. Baskı, İstanbul:İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, **1999**: 73-92.
- 3 **Hancı H.** Adli Tıp ve Adli Bilimler. 1. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık, **2002**: 499-507.
- 4 **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.
- 5 **Demirkıran DS, Çelikel A, Zeren C, Arslan MM.** Yaş tespitinde kullanılan yöntemler (Methods for age estimation). *Dicle Tıp Dergisi* **2014**; 41(1): 238-243.
- 6 **Isır AB.** Adli Hekimlikte Yaş Tayini. *Klinik Gelişim Dergisi* **2009**; 22: 114-121.
- 7 **Yarimoğlu BH, Alper B, Meral D, Çekin N.** Yaş tayini uygulamalarında epifiz plağı kapanma derecelerinin incelenmesi. *Adli Tıp Bülteni* **2005**; 10(3):84-89.
- 8 **Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A.** Age estimation of unaccompanied minors part 1. general considerations. *Forensic Science International* **2006**; 159: 61-63.
- 9 **Pekcan M.** Çok Kesitli BT Görüntüleme ile Sternum Kemiği ve Segmentlerinin Füzyon Derecesine Göre Yaş ve Cinsiyet Tayini.Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul, **2014**.
- 10 **Boyunağa Ö.** Radyolojik Olarak Kemik Yaşı Tayini. *Klinik Pediatri Dergisi* **2002**; 1(2):81-85.
- 11 **Arslan MM, Çekin N, Akçan R, Saylak E.** Hatay ağır ceza ve asliye hukuk mahkemelerine 2007 yılında yansıyan yaş tespiti davalarının incelenmesi. *Adli Tıp Dergisi* **2008**; 22(2):8-13.
- 12 **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**; 43(6):662-5.
- 13 **Üzel M.** Türk popülasyonunda puberte dönemi kemik gelişimi ve yaş tayini üzerine anatomik ve radyolojik araştırma. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2002**.
- 14 **Schmeling A, Kaatsch H-J, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, et al.** Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Strafverfahren. *Rechtsmedizin* **2001**; 11(1): 1-3
- 15 **Ritz-Timme S, Kaatsch H, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Rösing F, et al.** Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Rentenverfahren. *Rechtsmedizin* **2002**; 12(4):193-4.
- 16 **Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik. (AGFAD)** erişim: (<https://www.dgrm.de/arbeitsgemeinschaften/forensische-altersdiagnostik/aktuelles/>) Erişim tarihi: 12.02.2019
- 17 **Ekizoğlu O, Hocaoglu E, İnci E.** Distal Radial Epifizin Manyetik Rezonans Görüntülemesi:Yaşayan Bireylerde Yaş Tayini. *Adli Tıp Bülteni* **2017**; 22(3):177-183.

- 18 **Cunha E, et al.** The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic science international* **2009**; 193(1-3): 1-13.
- 19 **Schmelting A, et al.** Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *International journal of legal medicine* **2000**; 113(5): 253-258.
- 20 **Ekizoglu O, Hocaoglu E, Inci E, Can İÖ, Aksoy S.** Forensic age estimation via 3-T magnetic resonance imaging of ossification of the proximal tibial and distal femoral epiphyses: Use of a T2-weighted fast spin-echo technique . *Forensic Science International* **2016**; 260:102.e1-102.e7.
- 21 **Dedouit F, Auriol J, Rousseau H, Rougé D, Crubézy E & Telmon N.**Age assessment by magnetic resonance imaging of the knee: a preliminary study. *Forensic science international* **2012**; 217(1-3):232e1-232e7.
- 22 **Black S, Aggrawal A, James JP.** Age Estimation in the Living, The Practitioners Guide. A John Wiley & Sons Ltd Publication, **2010**: 1-10.
- 23 **Schmelting A.** Age Estimation in Living Individuals. In: Madea B, editor. *Handbook of Forensic Medicine* 1st ed, Hong Kong: Wiley-Blackwell, **2014**: 791-809.
- 24 **Schmelting A, Garamendi PM, Prieto JL, Landa MI.** Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. Ed: Vieira DN. *Forensic Medicine - From Old Problems to New Challenges*, Intech Open **2011**.
- 25 **Brogdon BG.** *Forensic Radiology*. 2th Ed., New York: CRC Press LLC, **2010**.
- 26 5237 Sayılı Türk Ceza Kanunu. Kabul Tarihi: 26/09/2004, Resmi Gazete Tarih ve sayısı:12.10.2004-25611.
- 27 4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu. Kabul Tarihi: 22/11/2001, Resmi Gazete Tarih ve sayısı:08.12.2001-24607.
- 28 Ceza Muhakemesi Kanunu. Kanun Numarası: 5271, Kabul Tarihi: 4/12/2004, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 17.12.2004-25673.
- 29 Nüfus Hizmetleri Kanunu. Kanun Numarası: 5490, Kabul Tarihi: 25/4/2006.
- 30 Çocuk Koruma Kanunu. Kanun Numarası: 5395, Kabul Tarihi: 03/07/2005.
- 31 Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanun. Kanun Numarası: 5275. Kabul Tarihi: 13/12/2004. Resmi Gazete Sayı 25685.
- 32 Devlet Memurları Kanunu. Kanun Numarası: 657. Kabul Tarihi: 23/07/1965. Resmi Gazete Sayı 12056.
- 33 Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu.Kanun Numarası:5510.Kabul Tarihi: 31/05/2006. Resmi Gazete Sayı 26200.
- 34 **Yılmaz Ö.** Adli Tıp Kurumu'nda Yaş Tayininde Kullanılan Yöntemin Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, T.C. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu, İstanbul, **2006**.
- 35 **Yapar B.** Adli Tıp Kurumu'nda Yaş Tayini Yapılan Hastane Doğumlu Olgularda Panoramik Grafinin Belirleyiciliğinin Değerlendirilmesi.Uzmanlık Tezi, T.C. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu, İstanbul, **2011**.

- 36 **Akkoyun M.** Adli Tıp Açısından Yaş Tayini İstenen Olguların Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Antalya, **2013**.
- 37 **Ersoy ÖU.** Kemik Yaşının Değerlendirilmesi ve 0-18 Yaş Arası Populasyonda Kesitsel Çalışma. Uzmanlık Tezi, T.C. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu, İstanbul, **2003**.
- 38 **Eikvil L, Kvaal S, Teigland A, Haugen M, Groggaard J.** Age estimation in youths and young adults: a summary of the needs for methodological research and development. Oslo: Norwegian Computing Center, **2012**:1-26.
- 39 **Neyzi O, Ertuğrul TY.** Pediatri Cilt-1. 2. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, **1993**:57-113.
- 40 **İnce OT, Kondolot M, Yalçın SS.** Büyümenin İzlenmesi ve Büyüme Duraklaması. Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi **2011**; 5(3): 181-192.
- 41 **Sal E.** Van İl Merkezinde 0-5 Yaş Grubu Çocukların Antropometrik Ölçümleri ve Persentil Değerleri. Uzmanlık Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Van, **2010**.
- 42 Boy kısalığı erişim: http://www.elahed.com/resimler/file/yazili/Boy_kisaligi.pdf Erişim tarihi:01.03.2019.
- 43 **Tanner J, Oshman D, Bahhage F, Healy M.** Tanner-Whitehouse Bone Age Reference Values For North American Children. J Pediatr **1997**;131:34-40.
- 44 **Bektaş Y, Akın G.** Ankara'da Üst Sosyoekonomik Düzey 10-17 Yaş Grubu Çocukların Boy ve Ağırlık Değerleri. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi **2005**; 45 (1): 97-113.
- 45 **Terasawa E, Fernandez DL.** Neurobiological Mechanisms of the Onset of Puberty in Primates. The Endocrine Society **2001**; 22(1): 111 – 151.
- 46 **Parlaz EA, Tekgül N, Karademirci E, Öngel K.** Ergenlik Dönemi: Fiziksel Büyüme, Psikolojik ve Sosyal Gelişim Süreci. Turkish Family Physician **2012**; 3 (4): 10-16.
- 47 **Ercan O.** Adolesanın Fiziksel Gelişimi. Adolesan Sağlığı II, İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Sempozyum Dizisi 63, İstanbul, **2008**:13-18.
- 48 **Tekgül BN, Tek PU.** Puberte. (ed) Tekgül BN. Adolesan Sağlığı. İzmir: Pratisyen Hekimlik Derneği yayını., **2005**:23-37.
- 49 **Marshall WA, Tanner JM.** Variations in pattern of pubertal changes in girls. Archive disease childhood **1969**; 44(235): 291-303.
- 50 **Gönç EN.** Normal puberte gelişimi ve puberte prekoks. Hacettepe Tıp Dergisi **2009**; 40:164-168.
- 51 **Triangle, Prader A.** Testicular size: assessment and clinical importance. The Sandoz journal of medical science **1966**; 7(6):240-243.
- 52 **Zeyfeoglu Y.** Dişlerden Radyolojik Yöntemle Yaş Tayini. Uzmanlık Tezi, İzmir, **2002**.
- 53 **Bilgin UE.** Cinsiyet Tayininde Kanin, Premolar ve Molar Diş İndekslerinin Kullanılabilirliği. Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, İzmir, **2012**.
- 54 **Özden SA.** Adli Tıp El Kitabı. Nobel Tıp Kitabevi 2. Baskı. İstanbul, **1993**: 37-56.

- 55 **Koçak A, Aktaş EÖ.** Diş Hekimleri ve Diş Hekimliği Öğrencileri İçin Adli Tıp. Ed. Koçak A. İzmir: Ege Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı Yayınları, **2011**:41-45.
- 56 **Hacınhoğlu NM, Çıldır ŞK, Sandallı N.** Çocuklarda kapanış ilişkileri ve oklüzyon. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi **2009**; 12(1): 91-97.
- 57 **Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A.** Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. Int J Legal Med **2005**; 119(1):22-26.
- 58 **Demirjian A, Goldstein H, Tanner J.** A new system of dental age assessment. Human biology **1973**; 45(2): 211-227.
- 59 **Manzoor Mughal A, Hassan N, Ahmed A.** Bone age assessment methods: a critical review. Pakistan journal of medical sciences **2014**; 30(1):211-5.
- 60 **Tuncel E.** Diyagnostik Radyoloji. İstanbul: Taş Kitapçılık ve Yayıncılık, **1989**: 3-15.
- 61 **Gök Ş, Erölçer N, Özen C.** Adli tıpta yaş tayini. İstanbul: Adli Tıp Kurumu Yayınları, **1985**.
- 62 **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):889-893.
- 63 **Lucina S, Hackman MR.** Age estimation in the living: a test of 6 radiographic methods. Ph.D. Thesis, Dundee, **2012**.
- 64 **Büken B, Şafak AA, Büken E, Yazici B, Erkol Z, Erzengin ÖU.** Is the Tanner–Whitehouse (TW3) method sufficiently reliable for forensic age determination of Turkish children?. Turkish Journal of Medical Sciences **2010**; 40(5):797-805.
- 65 **Isır AB, Dülger HE.** 1998-2005 Yılları Arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalında Raporlandırılan Yaş Tayini Olgularının İrdelenmesi. Türkiye Klinikleri J Foren Med **2007**; 4:1-6.
- 66 **Gilsanz V, Ratib O.** Hand bone age: a digital atlas of skeletal maturity: Springer Science & Business Media, **2005**.
- 67 **Bilgili Y, Hizel S, Altan Kara S, Sanli C, Erdal HH, Altınok D.** Accuracy of Skeletal Age Assessment in Children From Birth to 6 Years of Age With the Ultrasonographic Version of the Greulich-Pyle Atlas. Journal of Ultrasound in Medicine **2003**; 22: 683–690.
- 68 **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**; 122(2): 163-167.
- 69 **Schulz R, Mühler M, Mutze S, Schmidt S, Reisinger W, Schmeling A.** Studies on the time frame for ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans. International Journal of Legal Medicine **2005**; 119 (3):142-145.
- 70 **Kreitner K-F, Schweden FJ, Riepert T, Nafe B, Thelen M.** Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. European Radiology **1998**; 8(7):1116-1122.
- 71 **Tangmose S, Jensen JE, Villa C, Lynnerup N.** Forensic age estimation from the clavicle using 1.0 T MRI-Preliminary Results. Forensic Science International **2014**; 234:7-12.

- 72 **Mughal AM, Hassan N, Ahmed A.** Bone age assessment methods: A critical review. *Pakistan Journal of Medical Sciences* **2014**; 30(1): 211-215.
- 73 **Altinsoy HB, Alatas O, Gurses MS, Inanir NT.** Forensic age estimation in living individuals by 1.5 T magnetic resonance imaging of the knee: a retrospective MRI study. *Australian Journal of Forensic Sciences* **2018**: 1-15.
- 74 **Arıncı K, Elhan A.** *Anatomi Cilt-1. 2. Baskı*, Ankara: Güneş Kitabevi, **1997**: 4-20.
- 75 **Gökmen FG.** *Sistemik Anatomi*. İzmir: Güven Kitabevi, **2003**.
- 76 **Osteologia-Kemik** Bilimi.
Erişimhttps://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/1231/mod_resource/content/2/kafa%20iskeletinin%20b%C3%BCt%C3%BCn%C3%BC%20-1.pdf Erişim Tarihi:02.03.2019
- 77 **Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO.** *Basic Histology seventh edition*. Çev. Ed: Aytekin Y, Solakoğlu S. Barış Kitabevi **1993**: 421 - 437.
- 78 **Sadler TW.** *Langman Medikal Embriyoloji*. Çev. Ed: Başaklar AC. Palme Yayıncılık, **2011**.
- 79 **April EW.** *NMS Klinik Anatomi*. Çev. Ed: Yıldırım M. Nobel Tıp Kitabevleri, **1998**.
- 80 **İnan A.** *Pelvis Radyografisi Yöntemi İle 18-22 Yaş Erkek ve Kadınlarda Yaş Tayini*. Uzmanlık tezi, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara, **2016**.
- 81 **Gündoğmuş ÜN.** *Adli Tıp Birinci Basamak Hekimler İçin. 2.Basım*, Ankara:Sağlık Bakanlığı **1997**: 28.
- 82 **Saukko P, Knight B.** *Knight's Forensic Pathology Third Edition*, **2004**
- 83 **Schmeling A, Reisinger W, Geserick G and Olze A.** Forensic Age Estimation of Live Adolescents and Young Adults, Ed: Tsokos M. *Forensic Pathology Reviews, Volume 5*, Totowa: Humana Press, **2008**: 269-288.
- 84 **Neyzi O, Günöz H, Furman A, Bundak R, Gökçay G, Darendeliler F, Baş F.** Türk Çocuklarında Vücut Ağırlığı, Boy Uzunluğu, Baş Çevresi Ve Vücut Kitle İndeksi Referans Değerleri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* **2008**; 51:1-14.
- 85 **Landis JR, Koch GG.** The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* **1977**; 33:159-74.
- 86 **Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, et al.** Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Legal Med* **2008**; 122(6):457-460.
- 87 **Ramsthaler F, Proschek P, Betz W.** How reliable are the risks estimates for X-ray examinations in forensic age estimations? A safety update. *Int J Leg Med* **2009**; 123:199-204.
- 88 **Ottow C, Schulz R, Pfeiffer H, Heindel W, Schmeling A, Vieth V.** Forensic age estimation by magnetic resonance imaging of the knee: the definite relevance in bony fusion of the distal femoral-and the proximal tibial epiphyses using closest-to-bone T1 TSE sequence. *European radiology* **2017**; 27(12):5041-5048.

- 89 **Krämer JA, Schmidt S, Jürgens KU, Lentschig M, Schmeling A, Vieth V.** Forensic age estimation in living individuals using 3.0 T MRI of the distal femur. *International journal of legal medicine* **2014**; 128(3):509-514.
- 90 **Krämer JA, Schmidt S, Jürgens KU, Lentschig M, Schmeling A, Vieth V.** The use of magnetic resonance imaging to examine ossification of the proximal tibial epiphysis for forensic age estimation in living individuals. *Forensic science, medicine and pathology* **2014**; 10(3):306-313.
- 91 **Schmeling A, Schulz R, Reisinger W, Mühler M, Wernecke KD, Geserick G.** Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *Int J Legal Med* **2004**; 118(1):5-8.
- 92 **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. *Int J Legal Med* **2010**; 124(4):321-325.
- 93 **Jopp E, Schröder I, Maas R, Adam G, Püschel K.** Proximale Tibiaepiphyse im Magnetresonanztomogramm. *Rechtsmedizin* **2010**; 20(6):464-468.
- 94 **Saint-Martin P, Rérolle C, Pucheux J, Dedouit F, Telmon N.** Contribution of distal femur MRI to the determination of the 18-year limit in forensic age estimation. *International journal of legal medicine* **2015**; 129(3):619-620.
- 95 **Wittschieber D, et al.** Influence of the examiner's qualification and sources of error during stage determination of the medial clavicular epiphysis by means of computed tomography. *International journal of legal medicine* **2014**; 128(1):183-191.
- 96 **Schulz R, et al.** Studies on the time frame for ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans. *International journal of legal medicine* **2005**; 119(3):142-145.
- 97 **Mühler M, et al.** The influence of slice thickness on assessment of clavicle ossification in forensic age diagnostics. *International journal of legal medicine* **2006**; 120(1):15-17.

EKLER

EK 1: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Onayı

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı	Tarih
71	1 Aralık 2017

KARAR NO 7- Adli Tıp Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. Ahmet Hilal yönetiminde, Araş. Gör. Dr. Besim Uygun tarafından yürütülmesi öngörülen, "Adli Yaş Tahmininde Diz MR Görüntülerinin Uygulanabilirliği" başlıklı tıpta uzmanlık tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Doç Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
ÜYELER	Prof Dr Davut Alptekin Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gülsah Seydaoğlu Biyoistatistik Anabilim Dalı	
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı	
	Prof Dr Murat Gündüz Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı	
	Doç Dr Ezgi Özyılmaz Saraç Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	
	Av. Zehra Bulut Hukukçu Üye	Toplantıya Katılmadı
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye	

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Besim UYGUN
Doğum Tarihi ve Yeri : 20.07.1988, Antakya
Medeni Durumu : Evli
Adres : Mahfesiğmaz Mah. 79098 sok. No:14 Nuri Serhan
Özlu Apt. K:7 D:15 Çukurova/ADANA
Telefon : 0 543 696 77 15
E posta : besuygun@hotmail.com

Mezun Olduğu Tıp Fakültesi : Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi

Görev Yerleri : Erciş Devlet Hastanesi, Erciş/Van
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp
Anabilim Dalı, Adana

Dernek Üyelikleri : Adana Tabip Odası
Adli Tıp Uzmanlar Derneği
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Mezunları
Derneği

Yabancı Dil : İngilizce