

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**ORTODONTİK TEDAVİ İHTİYACI OLAN HASTALARIN
KEMİK YAŞININ VE PUBERTAL BÜYÜME ATILIMININ
BELİRLENMESİNDE ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNTÜLERİN
EL-BİLEK GRAFİLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK
İNCELENMESİ**

Kübra TÖRENEK AĞIRMAN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Osman Murat BİLGE

ERZURUM - 2017

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİK TEDAVİ İHTİYACI OLAN HASTALARIN KEMİK YAŞININ VE
PUBERTAL BÜYÜME ATILIMININ BELİRLENMESİNDE ULTRASONOGRAFİK
GÖRÜNTÜLERİN EL-BİLEK GRAFİLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI OLARAK
İNCELENMESİ

DT. Kübra TÖRENEK AĞIRMAN

Tez Savunma Tarihi: 22.09.2017

Tez Danışmanı :Prof. Dr. Osman Murat BİLGE

Jüri Üyesi :Prof. Dr. Ahmet Berhan YILMAZ

Jüri Üyesi :Prof. Dr. Saadettin DAĞİSTAN

Jüri Üyesi :Prof. Dr. Hayati Murat AKGÜL

Jüri Üyesi :Doç. Dr. Saadettin KAYIPMAZ

ONAY

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı

Prof. Dr. Taşkın GÜRBÜZ

Uzmanlık Tezi

ERZURUM-2017

İÇİNDEKİLER

TABLULAR LİSTESİ.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VI
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. El-bilek Anatomisi	4
2.2. Ultrasonografi	8
2.2.1. Ultrasonografi Fiziği	9
2.2.2. Ses- Doku Etkileşimi.....	10
2.2.3. Ekojenite Kavramı.....	11
2.2.4. Ultrasonografide Görülen Artefaktlar	11
2.2.4.1. Akustik Gölge	11
2.2.4.2. Akustik Zenginleşme ve Akustik Pencere	11
2.2.4.3. Kırılma Artefaktı.....	12
2.2.4.4. Kenar Artefaktı	12
2.2.4.5. Çoklu Yankılanma (Reverberasyon)	12
2.2.4.6. Ayna Artefaktı	12
2.2.4.7. Kuyruklu Yıldız Artefaktı.....	12
2.2.5. Doppler Ultrasonografi Çeşitleri	12
2.2.5.1. Pulsed Doppler Ultrasonografi	13
2.2.5.2. Renkli Doppler Ultrasonografi (Color Doppler Ultrasonografi)	13
2.2.5.3. Power Doppler Ultrasonografi.....	14
2.3. Kemik Yaşı Tayini Yöntemleri.....	14
3. MATERYAL VE METOD.....	22
3.1. Çalışma Planı	22
3.2. Hasta Grupları	22
3.2.1. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri.....	22

3.2.2. Çalışmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri	23
3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi	23
3.3.1. Epifiz Diafiz İlişilerinin ve Sesamoid Kemiğin Değerlendirilmesi	23
3.3.2. Ultrasonografik Görüntüleme ve Değerlendirme	25
3.3.2.1. Ultrasonografi Görüntülerinin Değerlendirilmesi	26
3.3.2.1.1. Distal İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi.....	27
3.3.2.1.2. Medial İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi.....	28
3.3.2.1.3. Proksimal İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi.....	29
3.3.2.1.4. Radial Epifizin Değerlendirilmesi.....	30
3.3.2.1.5. Sesamoid Değerlendirmesi	31
3.3.3. El-Bilek Radyografilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirmenin Yapılması	32
3.3.3.1. El-bilek Radyografilerinin Değerlendirilmesi	33
3.4. İstatistiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	69
EK-1. Bilgilendirilmiş Olur Formu.....	69
EK-2. Etik Kurul Onayı	70
EK-3. Özgeçmiş	71

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Yaş ve cinsiyete göre hastaların dağılımı	39
Tablo 4.2. USG ve konvansiyonel grafideki verilerin Mann-Whitney U testi ile istatistiksel olarak karşılaştırmalı değerlendirilmesi	40
Tablo 4.3. Cinsiyet içi kemik yaşı-kronolojik yaş arası farkın (aylık) Wilcoxon işaretli sıralar (Wilcoxon Signed Rank) testi ile istatistiksel değerlendirilmesi	41
Tablo 4.4. Ultrasonografik kemik yaşı, konvansiyonel grafiden tahmin edilen kemik yaşı ve kronolojik yaş arası ilişkinin Spearman rho testi ile istatistiksel değerlendirilmesi	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.1.** El-bilek anatomisinin şekil üzerinde gösterimi 5
- Şekil 1.2.** Ultrasonografi cihazı 8
- Şekil 3.1.** USG’de epifiz diafiz ilişkisinin değerlendirilmesinin şematik gösterimi.
Transdüser, parmağa paralel olacak şekilde tutuluyor. **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit (epifiz diafiz bileşke yerinde V şeklinde açıklık izleniyor); **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (V şeklindeki açıklık kaybolmuş, epifiz diafize yaklaşmış); **D.** Epifiz diafize kaynaşmaya başlamış ve/veya kaynaşmış, arada açıklık gözlenmiyor; **E.** MIP3’de epifizin diafize eşit olduğu örnek bir USG görüntüsü (ok işareti epifizi göstermektedir) 24
- Şekil 3.2.** İnterfalangeal eklemlerin USG ile görüntülenmesi ve hasta pozisyonu.... 25
- Şekil 3.3.** Radial epifizin USG ile görüntülenmesi ve hasta pozisyonu 26
- Şekil 3.4.** **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit; **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); **D.** Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)..... 27
- Şekil 3.5.** **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit; **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); **D.** Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)..... 28
- Şekil 3.6.** **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit; **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); **D.** Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)..... 29
- Şekil 3.7.** Radial epifizin görüntülenmesi. **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit; **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); **D.** Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon) 30
- Şekil 3.8.** Sesamoid kemiğin USG’de görüntülenmesi. **A, B.** Sesamoid kemik görülüyor; **C, D.** Sesamoid kemik henüz görülmeye başlamamış 31
- Şekil 3.9.** El-bilek radyografisi alınırken hastanın pozisyonlandırılması 32
- Şekil 3.10.** Distal ve proksimal interfalangeal eklemlerde epifiz diafize eşit; medial interfalangeal eklemlerde epifiz diafizden küçük; sesamoid kemik görülmeye başlamamış; radial epifiz diafizden küçük 33
- Şekil 3.11.** Tüm interfalangeal eklemlerde ve radius distal ucunda epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); sesamoid kemik görülmeye başlamış..... 34

- Şekil 3.12.** Tüm interfalangeal eklemlerde epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); radial epifiz diafize eşit; sesamoid kemik görülmeye başlamış 35
- Şekil 3.13.** Distal ve proksimal interfalangeal eklemlerde epifiz diafize kaynaşmaya başlamış/kaynaşmış (füzyon); medial interfalangeal eklemlerde epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); sesamoid kemik görülüyor; radial epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping) 36
- Şekil 3.14.** Tüm interfalangeal eklemlerde ve radius distal ucunda epifiz diafize kaynaşmış (füzyon); sesamoid kemik olgunlaşmasını tamamlamış..... 37



KISALTMALAR LİSTESİ

ADÇR	: Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi
CARP	: Carpal
CVMI	: Cervical Vertebral Maturation Index
DIP	: Distal İnterfalangeal Eklem
GB	: Grave-Brown
GP	: Greulich-Pyle
GR	: Gilsanz-Ratibin
KHz	: Kilohertz
MIP	: Medial İnterfalangeal Eklem
MHz	: Megahertz
PIP	: Proksimal İnterfalangeal Eklem
R	: Radial Epifiz
RUS	: Radius, Ulna, Short Bone
S	: Sesamoid Kemik
SMI	: Skeletal Maturation Index
TW	: Tanner-Whitehouse
USG	: Ultrasonografi

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda, destek ve tecrübelerini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Osman Murat BİLGE' ye,

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi hocalarım ve Doç. Dr. Özkan MİLOĞLU' na,

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. İsmail CEYLAN' a,

Çalışma sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımcı olan İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. M. Suphi ÖZÇOMAK' a,

Hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini sabırla benden esirgemeyen başta babam Prof. Dr. Mehmet TÖRENEK' e, sevgili anneme, kardeşlerime ve sevgili eşime en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Kübra TÖRENEK AĞIRMAN

ÖZET

ORTODONTİK TEDAVİ İHTİYACI OLAN HASTALARIN PUBERTAL BÜYÜME ATILIMININ VE KEMİK YAŞININ BELİRLENMESİNDE ULTRASONOGRAFİK VERİLERİN EL-BİLEK GRAFİLERİ İLE KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ortodontik tedavi görecekten hastalardan pubertal büyüme atılımını belirlemek için alınan el-bilek grafileri ile ultrasonografik verilerin uyumluluğunu değerlendirmek ve konvansiyonel radyografiler yerine iyonize radyasyon içermeyen ultrasonografinin kullanılabilirliğini araştırmaktır.

Materyal ve metot: Bu çalışmada, 10-17 yıllık (yaş ortalamaları $168 \pm 27,5$ aylık) hastalardan oluşan toplam 120 çocuğun ortodontik tedavi öncesi rutin el-bilek grafileri alınmış ve aynı gün el-bilek kemikleri üzerinden ultrasonografik görüntüleme yapılmıştır. İnterfalangeal eklemler, sesamoid kemik ve radial kemiğin distal uç epifiz diafiz ilişkileri her iki görüntüleme yöntemiyle her hastada karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve veriler arası ilişki istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmamızda incelenen noktalardan PIP1, PIP2 ve radial epifiz hariç, diğer 13 noktada konvansiyonel grafi ve ultrasonografi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p > 0,05$). PIP1, PIP2 ve radial epifiz % 5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi ($p < 0,05$). Erkeklerin kemik yaşları ile kronolojik yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, kızların kemik yaşları kronolojik yaşlarından büyük bulundu ($p < 0,05$). Ultrasonografik kemik yaşı, hem konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı ile ($r = 0,812$) hem de kronolojik yaş ile ($r = 0,806$) istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdi ($p < 0,01$).

Sonuç: Ultrasonografi, epifiz diafiz ilişkileri konusunda detaylı bilgi verir. İyonize radyasyon içermemesi nedeniyle kemik yaşı ve pubertal büyüme atılımının tespitinde konvansiyonel grafieye alternatif olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: El-bilek radyografisi, kemik yaşı tayini, ultrasonografi.

ABSTRACT

COMPARATIVE INVESTIGATION OF HAND-WRIST RADIOGRAPH WITH ULTRASONOGRAPHIC RECORDS IN DETERMINING PUBERTAL GROWTH AND BONE AGE OF PATIENTS WITH ORTHODONTIC TREATMENT NEEDS

Aim: The purpose of this study is, to evaluate the compatibility of ultrasonographic data with hand-wrist graphs taken to determine the extent of pubertal growth in patients who will undergo orthodontic treatment and investigate the usability of ionizing radiation-free ultrasonography instead of conventional radiography.

Material and Method: In this study, a total of 120 children from 10- to 17-year-olds (mean age was $168 \pm 27,5$ months) were treated with routine hand-wrist graphs before orthodontic treatment and ultrasonographic imaging was performed on the wrists the same day. Interpharyngeal joints, sesamoid bone, and radial bone distal epiphyseal-diaphysis were examined comparatively in each patient by both imaging methods and statistically evaluated.

Results: There was no statistically significant difference between conventional radiography and ultrasonography values at 13 points except for PIP1, PIP2 and radial epiphysis ($p > 0,05$). PIP1, PIP2, and radial epiphysis were showed a statistically significant difference at 5% significance level ($p < 0,05$). There was no statistically significant difference between the bone ages and the chronological ages of males. However, the bone ages of the girls were found to be higher than the chronological ages of females ($p < 0,05$). Ultrasonographic bone age showed statistically significant correlation with both chronological age ($r = 0,806$) and bone age obtained from conventional graphs ($r = 0,812$; $p < 0,01$).

Conclusion: Ultrasonography gives detailed information about epiphyseal diaphysis relations. It can be used as an alternative to conventional grafting in the detection of bone age and pubertal growth owing to the absence of ionizing radiation.

Key words: Bone age determination, hand-wrist radiography, ultrasonography.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Büyüme ve gelişim, çeşitli genetik ve sosyal faktörlere bağlı olarak aynı yaştaki çocuklarda kronolojik yaştan bağımsız olarak farklılık gösterebilmektedir (1-3). Bu nedenle kemik yaşı olarak ifade edilen iskeletsel maturasyon; büyüme ve gelişimin değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt olarak kabul edilmiştir (4). Kemik yaşı antropolojide, tıpta ve diş hekimliğinde tanı-tedavi noktasında, pediatri, ortopedide ve adli vakalarda ise karar verme süreci ile cezai ve hukuki sorumluluğun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde, özellikle ortodontik tedavi planlanan hastalarda tedavi zamanlaması ve uygulanacak tedavi yönteminin seçiminde önem kazanmaktadır.

Kemik yaşı tespiti için rutin olarak radyografik yöntemler kullanılmaktadır. Bu amaçla genelde hastalardan alınan el-bilek grafileri tercih edilmektedir. El-bilek grafilerinde, sağ elin travmaya maruz kalma ihtimalinin sol elden daha fazla olması nedeniyle sol el kullanılarak daha güvenilir değerler elde edilir (5). Ancak X ışınlarının olası yan etkileri ve zararları nedeniyle araştırmacılar her zaman radyasyon içermeyen diğer tanı yöntemlerine yönelmişlerdir. Araştırmamızda kullandığımız ve iyonize radyasyon içermeyen bir tanı yöntemi olan ultrasonografi (USG), diş hekimliğinde uygulama alanı genelde yumuşak doku ile sınırlı olduğu halde, son yıllarda alanımızda oldukça popüler hale gelmiştir (6).

El bilek radyografilerinin değerlendirmesinde ilk rehber atlas Thomas Wingate Todd tarafından 1937 yılında yayımlanmıştır (Atlas of Skeletal Maturation of the Hand). Bu konuda en sık kullanılan iki atlasın biri olan “Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist” isimli atlas, Greulich ve Pyle tarafından 1950 yılında oluşturulmuştur. Greulich-Pyle (GP) yöntemi olarak kullanılan bu yöntemin 1959 yılında 2. baskısı yayımlanmıştır ve günümüzde de hala kullanılmaktadır (7). Sık kullanılan ikinci yöntem ise; 1962 yılında Tanner, Whitehouse ve Healy’ nin yayınladığı yeni bir matematiksel metottur (Assesment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height) (TW1). Bu yöntemin ikinci baskısı 1983 yılında (TW2), üçüncü baskısı da 2001 yılında (TW3) yayımlanmıştır (8). Üçüncü ve dijital bir atlas olan Gilsanz ve Ratibin atlası ise; 2005 yılında Vicente

Gilsanz ve Osman Ratibin (9) tarafından geliştirilmiştir. Gilsanz ve Ratibin, iskeletsel maturasyonun yaş ve cinsiyete göre standardizasyonu için, sağlıklı çocukların el-bilek grafilerindeki kemikleşme odaklarıyla uyumlu boyut, şekil, morfoloji ve dansiteye sahip özel çizimler geliştirmişlerdir. Bu atlas, daha eski olan GP atlasına göre daha hassas ve daha iyi kaliteye sahip olmasına rağmen, pratik kullanımda onun kadar kendine yer bulamamıştır (10).

GP (11) yönteminde, atlasta 18 yaşına kadar kız ve erkekler için ayrı ayrı yer alan ve standartları belirtilmiş görüntüler ile hastalardan alınan el-bilek grafisi karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılır. TW (12) metodunda ise el-bileğinde bulunan 20 kemikten, her kemik için epifizlerin maturasyon evresine bakılarak puanlama yapılır ve toplam puan bulunur (5). Gilsanz ve Ratibin atlasında ise; 2-6 yaş arası iskeletsel maturasyon 6 ay arayla, 7-17 yaş arası dönem ise yıllık peryotlarla detaylı şekilde dijital olarak şematize edilmiştir (10).

Kemik yaşı tayini için, diğer kemikler ve dişlerle de çeşitli çalışmalar yapılmıştır (9, 13-17).

10-17 yıllık hastaların sol el bilek grafilerinin GP kemik yaşı atlası ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulguların, sol el-bileğinden bakılan USG verileri ile karşılaştırılmasını içeren çalışmamızın amacı;

- el-bileğinden elde edilen direk grafi bulguları ile USG bulguları arasındaki uyumu değerlendirmek,
- kemik yaşının ve pubertal büyüme atılımının iyonize radyasyon kullanılmadan, USG ile tespitinin mümkün olup olmadığını araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Çocuklarda büyüme ve gelişim; beslenme, sağlık durumu, çevre şartları, ailesel olmak üzere birçok faktörün etkisi altındadır. Bu nedenle aynı kronolojik yaşa sahip çocuklarda büyüme ve gelişim açısından farklılıklar görülebilmektedir. İskelet maturasyon ise bu dış faktörlerden en az etkilenen parametre olduğu için, kronolojik yaşın en iyi göstergesi olarak değerlendirilir. Kıkırdağın kemiğe transformasyonu maturasyon olarak tanımlanır (18). Kemikler mezenkimal dokudan gelişir. Kemikleşme (ossifikasyon) ise intramembranöz ya da endokondral yolla olur. İntramembranöz tipte oluşan fibröz matriks doğrudan kemikleşir; endokondral tipte ise önce kıkırdak gelişir, daha sonra kemikleşir. Yassı kemikler genelde intramembranöz yolla kemikleşirken, uzun tübüler kemikler endokondral kemikleşme ile oluşur. Periosteum ve endosteum enine büyümeyi sağlar.

Kemikleşmede birbirinden farklı olarak değerlendirilmesi gereken iki önemli kavram, maturasyon (olgunlaşma) ve büyümedir. Büyüme, kemiğin uzaması, olgunlaşma ise kemiğin şekli ile ifade edilir. Maturasyon, ossifikasyon merkezlerinin durumu ile ölçülmektedir ve büyüme ile karıştırılmaması gerekir (19).

Kemik maturasyonu ve büyümesi üzerinde çeşitli hormonlar ve mineraller etkili olmaktadır. Bunların başlıcaları şunlardır:

- *Büyüme hormonu*; hipofizden salgılanmakta olup kemiğin büyümesi üzerine etkilidir.
- *Gonad ve troid hormonları*; büyüme ve maturasyon üzerine etkilidirler.
- *Kalsiyum*; kemik matriksinin normal şartlarda kireçlenmesinden sorumludur. Raşitizm hastalığında, eksikliğine bağlı olarak vücut ağırlığının normal baskıları ve kas işlevleri karşısında epifiz plaklarının biçimlerinde bozulmalar görülür.

- *Paratroit ve kalsitonin hormonları*; kan kalsiyum seviyesini düzenlemede rol alan hormonlardır. Genel olarak paratroit hormonu kemik matriksinin eritilerek kalsiyumun serbest bırakılmasını sağlar, kalsitoninin ise matriksin eritilip emilmesini engelleyici görev yapar (19).

Fiziksel büyüme; dişlerin ve kemiklerin gelişimi, ruhsal ve mental gelişim, ağırlık, boy ve puberte belirtileri gibi parametrelerle ölçülmektedir. İskeletsel maturasyon ise bunların içinde kronolojik yaş hakkında en doğru bilgiyi verendir. Epifiz ve diafizlerin gelişim süreleri, füzyonun başlaması ve kaynaşmanın tamamen gerçekleşmesi dönemlere göre farklılık göstermektedir (20). Erişkin bir bireyde kemik iskeletinin büyüme ve gelişimi tamamlanana kadar maturasyonun ölçülmesi gerekir. Kıkırdaktan kemiğe olan değişimde (transformasyon) temel olarak üç ana özellik dikkat çekmektedir. Bunlar; kadınların kemiklerinin erkeklerinkinden daha erken olgunlaşması, kemikleşmenin bilateral ve simetrik olması ve kemiklerin ossifikasyonlarındaki varyasyonların kalıtsal özelliklere bağlılığıdır (18).

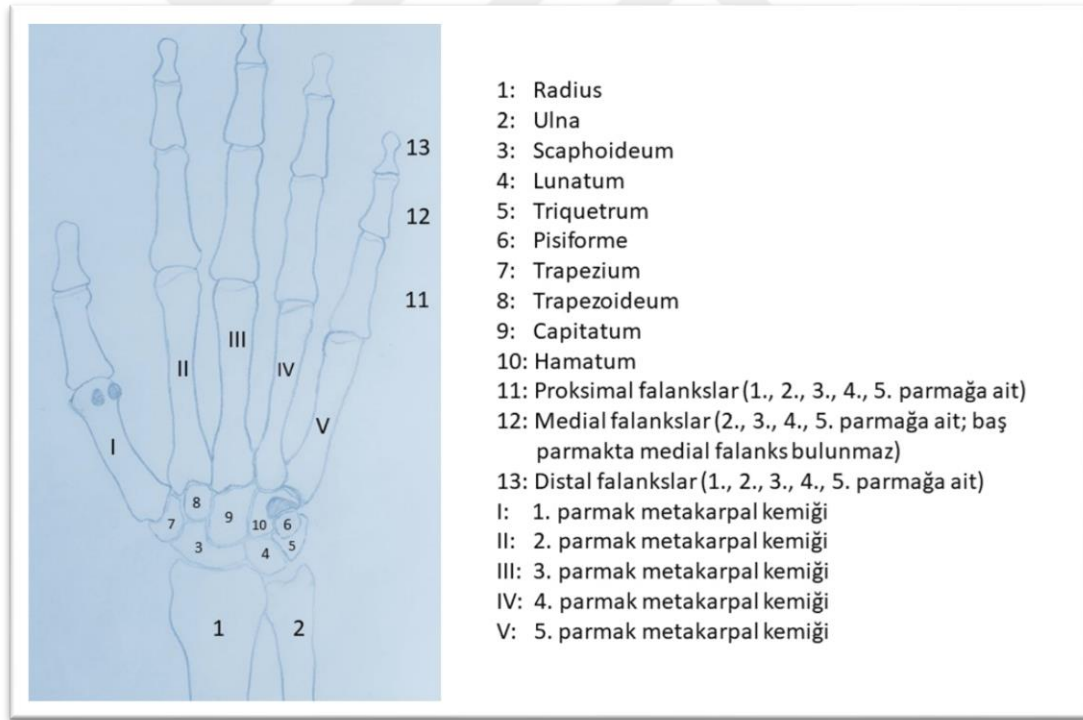
Adli tıpta, kronolojik yaşın tespiti önem arz eder. Hukuki olarak, suç ve ehil olma gibi durumlarda kemik yaşı saptanması sıklıkla kullanılmaktadır. Kemik yaşı tespiti için hastalardan el-bilek grafileri çekilir, mevcut olan atlasların standartlarına göre çekilen bu radyografiler değerlendirilir ve kronolojik yaş da göz önüne alınarak karşılaştırılır. Bunun sonucunda, kemik yaşının kronolojik yaşa göre ileri, geri veya normal olduğunu saptamak suretiyle gerekli hukuki işlemler uygulanır.

Tıpta kemik yaşı tayini troid, pitüiter glandları ve gonadları etkileyen bazı endokrin hastalıklarda ve ortopedide önemlidir (18). Diş hekimliğinde ise; özellikle ortodontik tedavide, tedaviye başlama zamanı, uygun aparey kullanımı ve tedavi seçenekleri gibi konularda önemli olmaktadır.

2.1. El-bilek Anatomisi

El-bilek iskeletinde (Şekil 1.1) el ve ön kol bileşkesini oluşturan el bileği, proksimal ve distal sırada dörder adet olmak üzere toplamda sekiz karpal kemikten oluşur. Anatomik pozisyonda proksimal sırada içten dışa os pisiforme, os triquetrum,

os lunatum, os scaphoideum bulunur. Distal sırada ise içten dışa os hamatum, os capitatum, os trapezoideum ve os trapezium yer alır. Arka (dorsal) yüzeyleri konveks, ön (volar) yüzeyleri ise konkav şekilli olup her iki yüzey de bağların tutunmasına bağlı olarak pürüzlüdür. Genellikle proksimal yüzler konveks şekilli, distal yüzler ise konkav şekillidir. Os pisiforme hariç, diğer karpal kemikler genellikle altı yüze sahiptir. Os scaphoideum ve os lunatum dışındakilerinin dorsal yüzleri volar yüzlerinden daha geniştir. Proksimal ve distal yüzeyleri komşu kemiklerle bağlantı yapar (21). El bileğinin hareketlerinde, hem komşu karpal kemikler, hem de proksimal ve distal sıra kemikleri birbirleri üzerinde kayma hareketi yaparlar ve böylece el bileğine esneklik kazandırır (22). Bu kemikler doğumda kıkırdak yapısında olup henüz kemikleşmemiştir. Os capitatum, ilk bir yıl içinde kemikleşmeye başlarken, diğerleri kemikleşme sürecini on iki yıla kadar belli dönemlerde tamamlarlar (23). En çok kırılan karpal kemik os scaphoideumdur (24).



Şekil 1.1. El-bilek anatomisinin şekil üzerinde gösterimi

Distal radioulnar eklem (Art. radioulnaris distalis): Radiusun distalindeki ulnar çentik ve ulnanın distaldeki başı (caput ulnae) tarafından oluşturulan eklemin

ara yüzeyinde üçgen şeklinde, orta kısmı ince, çevresi kalın olan fibrokartilagenöz yapıda bir artiküler disk (discus articularis) bulunur. Radius ve ulnanın distal uçlarını bir arada tutan, her iki yüzü de konkav olan bu disk eklemi stabilize eder. Üst yüz ulna ile kayma hareketi yapan eklemi oluştururken, alt yüz el bileği ekleminin (Art. radiocarpalis) konkav yüzünün oluşumuna katılır. Radius karpal kemiklerle direkt eklem yaparken, ulna discus articularis aracılığıyla eklemin yapısına iştirak eder.

Radiokarpal eklem (Art. radiocarpalis): El bileği iskeletini oluşturan karpal kemikler, proksimalde ön kol kemikleri ile distalde ise metakarpal kemiklerle eklem yapar. Distal radiusun eklem yüzeyinde bir çıkıntı ile ayrılan os lunatum ve os scaphoideum ile eklem yaptığı yüzlerinin yanı sıra iç tarafında da ulna ile eklemleşme yapan sigmoid çukur bulunur. Dıştan içe doğru distal sırada yer alan os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum, el bileği ekleminin konveks eklem yüzünü oluşturur. Nötral pozisyondaki el bileğinde os scaphoideum ile os lunatum, radius ve discus articularis ile temas halindeyken, os triquetrum sadece tam adduksiyonda diske yaklaşır. Os pisiforme ise diğer karpal kemiklerden farklı olarak daha ön planda bulunur, bu eklem katılmaz (21, 22, 24). El bileği eklemi, elipsoid tip sinoviyal bir eklemdir.

Karpal eklemler (Artt. carpi): İnterkarpal ve midkarpal eklemler olarak iki grupta değerlendirilebilir.

1) İnterkarpal eklemler:

-Proksimal sıra interkarpal eklemler: Proksimal sırada yer alan os triquetrum, os lunatum ve os scaphoideum arasındaki eklemlerdir. Os pisiforme ise, os triquetrum'un palmar yüzüyle ince kapsüllü küçük sinoviyal bir eklem (pisotrikuetral eklem) vasıtasıyla bağlantı yapar (24-26).

-Distal sıra interkarpal eklemler: Hemen hemen hiç hareket izlenmeyen bu eklemler; os hamatum, os capitatum, os trapezoideum ve os trapezium arasındadır (21).

2) *Midkarpal eklemler*; os pisiforme hariç proksimal sıra karpal kemikleri ile distal sıra karpal kemikleri arasında oluşan bu eklem yapısına sadece os pisiforme katılmaz. Lateral ve medial olmak üzere ikiye ayrılabilir. Medial tarafta os capitatum ve os hamatum konveks eklem yüzünü oluştururken os lunatum, os triquetrum ve kısmen de os scaphoideum konkav eklem yüzünü oluşturur. Eklem lateral bölümü ise, distalde os trapezoideum ve trapezium, proksimalde os scaphoideum tarafından oluşturulur. Lateral tarafın plana grubu bir eklem olduğu söylene de, her iki taraf da sellar tip eklemdir (24).

Metakarpal kemikler: Elde yer alan beş metakarpal kemiğin her birinin caput, corpus ve basis bölümleri bulunur. Karpal kemiklerle eklem yapan proksimal uç (basis) ile falankslarla eklem yapan distal uç (caput) eklem yüzeylerine sahiptirler. Metakarpal kemiklerin palmar yüzleri hafif iç bükey, dorsal yüzleri ise hafif dış bükey olup caputa doğru belirgin bir üçgen yapı gösterirler.

Birinci metakarpal kemik başının hemen medialinde abductor pollicis tendonundaki sesamoid kemik puberte döneminde (kızlarda genelde 11, erkeklerde ise genelde 13 yaş civarında) görünmeye başlar.

1. metakarpalın basisi eyer şeklinde eklem yüzüne sahiptir.
2. metakarpalın basisi çentikli olup hem el bileği kemikleri ile hem de medialde 3. metakarpal kemik ile eklem yapar.
3. metakarpalın basisinin dorsoradial tarafında processus styloideus, radialinde ise 2. metakarpal kemik için eklem yüzeyi bulunur.
4. metakarpal, çift taraflı eklem yüzeyi bulunan düzgün dörtkenar şeklinde tabana sahiptir.
5. metakarpalın ise medial yüzünde eklem yüzeyi bulunmaz (18).

Başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer adet olan dizi kemiklerinde (falanks) ise basis, corpus ve caput bölümleri mevcuttur ve bu kemikler parmakların iskeletini oluştururlar. Metakarpal kemiklerle eklem yapanlara 'falanks proximalis', ortadakilere 'falanks media' ve en uçtakilere 'falanks distalis' adı verilir. Başparmakta medial falanks yer almaz. Falanksların palmar yüzleri düz, dorsal yüzleri ise dış bükeydir.

2.2. Ultrasonografi

USG, dokuların ses geçirgenliklerindeki farklılığa bağlı olarak; dokudan yansıyan, emilen, difüzyona uğrayan veya geri dönen ses dalgalarının piezoelektrik kristale (proba) tekrar ulaşması ve bu dalgaların bilgisayarda işlenip görüntü meydana getirilmesi yöntemidir. (Şekil 1.2)



Şekil 1.2. Ultrasonografi cihazı

Ultrason, kulağın tespit edebildiği sesin frekans aralığı olan 20 Hz ile 20 kHz'in üzerinde olan seslerin geneline verilen addır. Diagnostik USG ya da diğer adıyla sonografi elde edebilmek amacıyla, klinik olarak 1 ile 20 mHz dalga

boyundaki sesler uygulanmakta olup tıpta tanınal alanda 2-15 mHz frekans aralığındaki sesler kullanılır. X-ışınli radyografik yöntemlerde imaj, dokudan geçen ışınlardan filme ulaşanlar tarafından oluşturulurken; USG'de imajı meydana getiren, dokudan yansıyarak proba ulaşan ses dalgalarıdır (eko). Akustik geçirgenlik her dokuda farklılık göstermekte, buna bağılı olarak her doku kendine özel bir sonografik görüntü vermektedir. Aynı şekilde, dokularda meydana gelen patolojik değişiklikler de izlenebilmekte ve sahip oldukları karakteristik ekojenite ile tanı konulabilmektedir (6).

2.2.1. Ultrasonografi Fiziği

Radyoloji pratiğinde kullanılan görüntüleme yöntemlerinin aksine USG' de iyonize radyasyon içermeyen ses enerjisi kullanılmaktadır. Ses enerjisi ortamdaki moleküler titreşimin bir dalga halinde yayılması ile oluşan mekanik bir enerjidir. Sesin frekansı, moleküllerin saniyedeki titreşim sayısı ile belirlenir. 1 hertz (Hz); sesin saniyede bir titreşimini ifade eder [1000 Hz = 1 kHz (kilohertz), 1.000.000 Hz = 1 mHz (megahertz)]. Radyolojide kullanılan sesin frekansı rutinde yaklaşık olarak 2-12 mHz'dir.

Transduser adı verilen, elektrik enerjisini sese; sesi ise elektriğe dönüştüren çevirici aygıtlar USG cihazının prob bölümünü oluşturmaktadır. Elektrik-ses-elektrik dönüşümü ise piezo-elektrik (basınç-elektrik) olay olarak adlandırılır. İlk olarak 1880 yılında Fransız fizikçiler Jacques ve Pierre Curi tarafından ifade edilen bu olay, bipolar özellik taşıyan piezoelektrik özellikteki quartz gibi kristal yapıların basınç veya elektrik karşısında gösterdiği değişim ilkesine dayanmaktadır. Ultrasonografik tarayıcılar, elektriksel impulslar üreterek transdüserde yer alan kristallerde çift kutup oluşumuna neden olur. Kalınlığı değişen kristalde oluşan vibrasyonlar sonucu transdüser, yüksek frekanslı ses dalgası yayar (ultrases). Gönderilen ses dalgalarının vücutta doku ara yüzeylerinden yansıması sonucu gelen ekolar, kristalin kalınlığında yeniden değişime neden olur ve kristallerden bir elektrik sinyali üretilir (ters piezo-elektrik olayı). Üretilen elektriksel akım, USG aygıtı tarafından işlenerek cihaz ekranında görüntü olarak karşımıza çıkar. Bu ses enerjisi-elektrik enerjisi dönüşümünde alıcı ve verici olarak rol alan enerji çeviricilere transdüser, taşıyıcı

başlığa da prob adı verilir. Transdüserler, piezo-elektrik dizilimlerine göre adlandırılırlar. USG aygıtlarında incelenecek bölgeye göre, uygun frekans aralığına sahip değişik proplar kullanılarak dokularla ilgili anlık bilgi alınmakta ve aynı zamanlı görüntüleme yöntemi olması ile kliniklerde aktif kullanım yeri bulmaktadır (6, 27-29).

2.2.2. Ses- Doku Etkileşimi

Görüntü, probdan gönderilen sesin vücuttaki dokularla etkileşime girmesi ve yansıyan dalgaların bir kısmının kaydedilmesi sonucu oluşmaktadır. Dokuların ses direnci (akustik impedans) arasındaki fark, yansımaları belirleyen esas faktördür. Akustik direnci, dokunun elastisitesi ve yoğunluğu belirler. Birbirine komşu iki dokunun sese koyduğu direnç farklılığı çok ise ara yüzeyden yansıma da saçılma da çok, bu fark az ise yansıma da saçılma da az olacaktır. Cihazın ekranında bu yansıyan dalgalar beyaz parlak noktalar olarak görülmektedirler. Bir USG görüntüsü, yansıyan dalgaların oluşturduğu beyaz parlak noktalardan (ekojenite) oluşmaktadır. Ses dalgaları probdan inceltilmiş bir hat (ses çizgisi) üzerinde çıkar; probun yüzeyine dikey ya da açılı olarak gönderilir. Dokulara çarpıp yansıyan dalgalardan geri dönerek proba ulaşan ses dalgaları dikkate alınarak kesitsel görüntü elde edilir (6, 30, 31).

Transdüser bir ses pulsı gönderir ve dinlemeye geçer, sonra yeniden bir puls gönderir. Yansıma süresi hesaplanarak yansıyan sesin dokuda hangi derinlikten geldiği saptanır. Sesin dokudaki hızı sabit bir değer olduğundan derinlik bilgisi hesaplanabilir. Sesin frekansı arttıkça görüntü kalitesi de artar. Bununla birlikte frekansın artması sesin penetrasyonunu (derin dokuya ulaşma) zorlaştırmaktadır. Çünkü derin dokuya gönderilen puls sonucu dokuda oluşan eko, proba ulaşmadan yeni bir puls gönderilir ve prob derin doku hakkında yeterli veri alamaz. Bu nedenle yüksek frekanslı proplar yüzeysel dokularda kullanılırken; derin dokularda frekansı daha düşük olan proplar tercih edilmelidir (31, 32).

2.2.3. Ekojenite Kavramı

Ses, sıvılardan çok iyi geçtiği ve hiç yansıma olmadığı için safra kesesi, mesane gibi sıvı dolu oluşumlar anekoik olarak izlenir. Hipoekoik alanlar az yansıma gösteren alanları ifade ederken, hiperekoik alanlar ise aşırı yansımanın olduğu alanları ifade eder.

- Anekoik/Ekolüsent: ses dalgalarının büyük çoğunluğu proba geri dönmez, siyah görülür.
- Hipoekoik: dokudan proba çok az ses dalgası döner, ekranda çevre dokulardan koyu bir görüntü oluşur.
- Hiperekoik/Ekojenik: Proba ses dalgalarının çoğu döner, incelenen yapı çevre dokulardan daha parlak görüntü oluşturur.

2.2.4. Ultrasonografide Görülen Artefaktlar

2.2.4.1. Akustik Gölge

Akustik gölge, ses dalgalarının akustik direnci çok yüksek olan bir dokuyla karşılaşması sonucu aşırı yansımaya uğraması ve ilgili yapının arkasına dalgaların geçememesine bağlı olarak ekranda sinyalsiz bir alan görülmesidir. Kalsifiye yapılar, taşlar ve kemik dokusu vücutta akustik gölge oluşturan yapılara örnektir.

2.2.4.2. Akustik Zenginleşme ve Akustik Pencere

Ses, iyi ses geçirgen olan bir yapıdan geçtiğinde dokunun arkasına daha fazla ses dalgası geçtiği için bu seviyeden gelen yansımanın, aynı derinlikteki diğer dokulardan yansıyan dalgalara göre rölatif olarak daha fazla olması akustik zenginleşmedir. Bu şekilde sıvı dolu yapılar pencere görevi yaptığından arka taraflarında yer alan dokular daha parlak (daha ekojenik) görülür.

2.2.4.3. Kırılma Artefaktı

Akustik dirençleri farklı olan iki dokunun ara yüzeyleri, ses dalgalarına dik olmayan açılar oluşturduğu durumlarda, ses demeti kırınımına uğrar. Bu durum özellikle, akustik lens etkisi gösteren kistik oluşumlar görüntülenirken izlenir. Kistik yapının arkasında, akustik zenginleşmenin olduğu seviyenin kenarlarında kırınımına bağlı görülen sinyalsiz alanlar kırılma artefaktına bir örnek olarak verilebilir.

2.2.4.4. Kenar Artefaktı

Genellikle yuvarlak yapıların (safra yolu, kist, damar) USG ile görüntülenmesi sırasında yapının kenarlarında oluşan akustik gölgelenmelerdir.

2.2.4.5. Çoklu Yankılanma (Reverberasyon)

Ses dalgalarının iki doku arasında veya doku ile prob arasında bir kaç kez gidip gelmesi ile her yankılanmada fazladan bir görüntü oluşması reverberasyon olarak ifade edilir. Bu durum en çok az jel sürüldüğünde karşımıza çıkmaktadır.

2.2.4.6. Ayna Artefaktı

Ses dalgalarının geri dönme zamanı, iki yapı arasında geniş kavisli yüzey olması durumunda uzar ve ilgili yapı normalden daha derindeymiş gibi ikinci bir görüntü oluşur. Buna ayna artefaktı adı verilir.

2.2.4.7. Kuyruklu Yıldız Artefaktı

Ses demeti, metal gibi çok yansıtıcı cisimlere çarptığında zil gibi titreşerek kuyruklu yıldız artefaktı oluşturur (6, 30-33).

2.2.5. Doppler Ultrasonografi Çeşitleri

Johann Cristian Doppler'in 1842 yılında tanımladığı doppler USG, sabit frekanslı bir ses dalgasının hareketli bir yapıdan yansırken frekansında meydana

gelen değişikliğin derecesi ile hareketli yapıların hareketinin belirlenmesine dayalı bir prensiple vücutta akışkan yapıların (arteriyel ve venöz kan akımı) akım hızını ve yönünü belirlemeye dayalı bir yöntemdir. Tıpta doppler etkisi, ultrasonografik tekniklerin geliştirilmesinden sonra yaygın kullanım alanı bulmuştur. Dopplerde frekans farkı, doppler eşitliği ile gösterilmektedir. Doppler eşitliği ile saptanan frekans kayması, ölçüm yapılan alandaki hareketli yapıların hareket hızını ve yönünü ifade etmektedir (6, 28, 29).

2.2.5.1. Pulsed Doppler Ultrasonografi

Önce gri skalada olduğu gibi kısa pulslar üretilir, daha sonra dokudan proba dönen ekolar beklenir. Ses dalgasının geri dönmesi arasındaki gecikme zamanı değerlendirilerek, doppler sinyalinin hangi dokudan geldiği hakkında bilgi sahibi olunur. Pulsed Doppler USG’de sinyallerin kaynaklandığı yer, örnekleme hacmi ile belirlenir. Örnekleme hacminin boyutu, cihaz ile istenilen şekilde değiştirilebilir. Öncelikle standart gri skala ile görüntüsü saptanan vasküler yapıya doppler örnekleme hacminin yerleştirmesiyle sinyal alınması sağlanmış olur (28, 29).

2.2.5.2. Renkli Doppler Ultrasonografi (Color Doppler Ultrasonografi)

Renkli doppler USG’de doku morfolojisi gri skalada, vasküler yapılar ise aynı anda renkli modda kırmızı ve mavi renk tonları ile gösterilir. Akım yönü kırmızı (proba doğru gelen akım) ve mavi (probdan uzaklaşan akım) gibi farklı renklerle kodlanırken, hızı açık (hızlı akım) ve koyu (yavaş akım) tonlar ile belirlenir. Örneğin;

- açık kırmızı kodlanma, proba doğru gelen hızlı akımı; koyu kırmızı kodlanma proba doğru gelen yavaş akımı;
- açık mavi kodlanma, probdan uzaklaşan hızlı akımı; koyu mavi kodlanma ise probdan uzaklaşan yavaş akımı gösterir.

Renk arteriyel ya da venöz akımı değil sadece akımın yönünü gösterir. Renkli doppler inceleme ile akım hakkında hızlı nitel bir değerlendirme yapılabilir. Akım hızı, damarın distal ve proksimaldeki durumu, kanın damar yatağındaki direnci gibi nicel değerlendirmeler ise spektral analizle mümkün olabilmektedir. Yani renkli doppler USG nitel değerlendirme sağlarken, spektral inceleme nicel değerlendirme sağlamaktadır (28-30).

2.2.5.3. Power Doppler Ultrasonografi

Renkli dopplerde olduğu gibi power doppler USG'de de ultrasonografik görüntü üzerinde akım olan alanlar renkli olarak kodlanmaktadır. Doppler sinyalinin gücüne dayalı bir renk haritası oluşturulmaktadır. Görüntülerde akım yönü ve hızına yönelik veri yoktur, çünkü power doppler USG'de frekans değişimine yönelik değerlendirmeler kullanılmaz. Power doppler USG'nin önemli avantajı küçük damarları, yavaş akımları ve doku perfüzyonunu gösterme konusundaki üstünlüğüdür (29, 30, 34).

2.3. Kemik Yaşı Tayini Yöntemleri

Yaş tayininde kullanılan yöntemler; morfolojik, histolojik ve radyolojik yöntemlerdir. En sık kullanılanlar ise radyolojik ve morfolojik yöntemlerdir.

Yaş tayini ile ilgili morfolojik çalışmaların ilki 1920 yılında Todd tarafından yapılmıştır. Todd, simfizis pubisin yaşa bağlı olarak gösterdiği değişiklikler üzerinde çalışmıştır. 1952 yılında Cobb kafatası eklemlerinin kaynaşma dönemi üzerinde yoğunlaşmıştır. Brooks tarafından 1955 yılında Todd'un sistemi güncelleştirilmeye çalışılmıştır. Aynı kemik, başka bir metot takip edilerek McKern ve Stewart tarafından 1957'de incelenmiştir. Suchev ise 1980'lerde kimliği bilinen ölülerden simfizis pubisi toplayarak tekrar inceleme yapmıştır (19, 35). 1980 yılında İşcan sağ torakal bölgede 4. kaburga kemiğinin sternal ucunu incelemiştir (36, 37). Yapılan incelemeler sonucunda bu kemiğin daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (38). Bu metodun avantajı küçük bir kaburga parçası ile yaş tayininin kısa bir sürede yapılabilmesidir. Morfolojik yöntemler özel bir tecrübe gerektirmemekle beraber,

belli bir grupta yapılan araştırmanın sonucunda elde edilen verilerin geniş popülasyonlara uygulanabilirliğinin güvenli olmadığı ifade edilmiştir.

En yeni yaş tayini metodu histolojik metottur. Son yıllarda bu araştırmalar histomorfolojik ve histokimyasal yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır (39, 40). Ancak yeni yöntemlerin güvenilir verilerle standardizasyonu henüz yapılmadığından rutinde daha çok mevcut metotlar kullanılmaktadır.

Yaş tespitinde en sık kullanılan yöntemler ise radyolojik yöntemlerdir. Tekniğin temeli; kemiklerin bir veya her iki ucunda bulunan epifizlerin diafizle kaynaşma derecelerine göre yaş tahmini yapılması esasına dayanmaktadır (18). Schranz 1950'lerde yaptığı çalışmasında (41, 42) femur, tibia, humerus ve klavikula gibi kemikler üzerinde yaş tespiti değerlendirmesi yapmıştır. Ayrıca dişlerdeki olgunluk seviyesine bakılarak da yaş tayini yapılabilmektedir (43). Dişlere dayalı iskeletsel yaş tayini daha çok adli vakalarda kullanılmakta olup diğer alanlarda kullanımına yönelik çalışmalar azdır (44).

El-bilek kemikleri ise, iskeletsel maturasyonun ana göstergesi olan kemik yaşının tespit edilmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. El-bilek radyografilerinde (el-bilek grafisi, el- elbileği radyografisi) yaş tayini, en çok Greulich-Pyle (GP) (11) ve Tanner-Whitehouse (TW) (4) atlaslarındaki standartlardan yararlanılarak yapılmaktadır. El-bilek radyografilerinden yaş tayini konusunda kullanılan metotlar şunlardır:

1) Greulich-Pyle (GP) Metodu: Son baskısı 1959'da yayınlanan, William Walter Greulich ve Dr Sarah Idell Pyle'nin "El ve Bilek İskelet Gelişiminin Radyografik Atlası" adıyla yayınladığı atlas hala kemik yaşı için en yaygın kullanılan atlaslardan biridir (43). Atlas, sol el bileğinin doğumdan itibaren Todd tarafından alınan standart orijinal radyografik görüntülerinden kızlar için 18 yaşına kadar toplam 29 fotoğraf; erkekler için 19 yaşına kadar toplam 31 fotoğraf içermektedir. 1940'larda yapılan bu çalışma 1000 Amerikalı çocuk (Kuzey Avrupa'dan gelen yüksek sosyoekonomik düzeydeki çocuklar) üzerinde yapılmıştır (11, 45, 46). Bu yöntemde; hastadan alınan el-bilek radyografisinde bulunan kemik

gelişim görünümleri, atlasta yer alan aynı cinsiyetteki hastaya ait kemik gelişim standartlarını gösteren radyografik görüntüler ile karşılaştırılarak içlerindeki en uygun standart, kemik yaşı olarak kabul edilir. Eğer incelenen hastanın radyografisi atlastaki örneklerden hiçbirine tam olarak uymazsa, alınan radyografiye en yakın özellikteki iki örnek radyografi üzerinden değer tespiti yapılır. Genel görünüme bakılarak ya da atlasın sonundaki, ayrı ayrı her bir kemiğe ait gelişim evresi çizimlerinin bulunduğu bölümden yararlanılarak da kemik yaşı belirlenebilir (18, 19). Bu yöntem, diğer radyografik yöntemlerden daha basit ve daha hızlıdır. GP atlas standartları, Avustralya ve Orta Doğu'daki çocuklar için uygulanabilir ve güvenilir kabul edilmektedir (47, 48). Bununla birlikte; bu yöntem Asya kökenli çocuklarda uygulandığında, hesaplanan kemik yaşı ile kronolojik yaş arasındaki farka dikkat edilmelidir (4, 11, 47, 49).

2) Tanner-Whitehouse (TW) Metodu: Bu kitabın orijinal yazarları Tanner, Whitehouse ve Healey olup teknik TW yöntemi olarak bilinir. 12 yıllık bir süre boyunca her altı ayda çekilmiş röntgenlerde el-bileğindeki 20 epifizin her gelişim evresine puan verilmiş ve sonuçta tüm puanların toplanmasıyla kemik yaşının değerlendirmesine dayalı bir iskelet maturasyon sistemi oluşturulmuştur (19). Yöntemde, 2. metakarpal ve falankslar, 4. metakarpal ve falankslar, os pisiforme dışında tüm el ve el bileği kemiklerinin, radius ve ulnanın distal uçlarının kemikleşmeleri evrelendirilmiştir (18).

Bu toplam skorlar ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Radius, ulna ve kısa kemiklerin (metakarp ve falankslar) değerlendirildiği RUS (radius, ulna, short bone) skoru da, karpal kemiklerin değerlendirildiği CARP (carpal) skoru da, atlastaki örnek görüntü ve açıklamalar yardımıyla belirlenmektedir. Atlasın en yeni baskısında verilen yazılım programı ile gerekli veriler girilince kemik yaşı otomatik olarak hesaplanmaktadır (18). Literatür RUS skorunun bugüne kadar en iyi tasarlanmış, güvenilir ve en yararlı iskelet olgunluk indekslerinden biri olduğunu doğrulamaktadır. Karpal kemik skorları için durum pek açık değildir ve biraz tartışmalıdır (50). Bu nedenle genelde RUS kemik skorlarının kullanılması önerilmektedir. TW yöntemi GP yöntemine kıyasla daha doğru ve tekrarlanabilirdir ancak GP yönteminden daha karmaşıktır ve daha fazla zaman gerektirir (51). Atlasın çeşitli güncellemelerle ikinci (TW2) (4, 12) ve üçüncü (TW3) (52, 53) baskıları yapılmıştır.

3) Gilsanz-Ratibin (GR) Metodu: 2005 yılında Vicente Gilsanz ve Osman Ratibin (9) tarafından yeni bir dijital atlas geliştirilmiştir. GR atlası; sağlıklı çocukların el-bilek grafiplerindeki kemikleşme merkezlerinin boyut, şekil, morfoloji ve yoğunluğunu kapsamlı bir şekilde analiz eden ve her bir kemikleşme merkezi için gelişimin tipik özelliklerini içeren, iskeletsel olgunluğun yaş ve cinsiyet standartlarına özgü, ideal ve yapay görüntülerinden oluşan bir atlasır. 2-6 yaş arası iskeletsel maturasyon 6 ay arayla, 7-17 yaş arası dönem ise yıllık periyotlarla detaylı şekilde dijital olarak şematize edilmiştir (54). GR atlasının görüntüleri daha nettir ve GP atlasının görüntülerinden daha iyi bir kaliteye sahiptir; ancak rutin kullanımda onun yerini alamamıştır.

4) Fishman Yöntemi: Fishman (55, 56), el-bilek bölgesinde yer alan 6 anatomik saha üzerinden 4 basamaklı bir iskeletsel olgunluk sistemi geliştirmiştir. Bireyin gelişiminin geri, normal veya ileri olduğunu da tespit edilebilen bu yöntemde, Fishman'ın iskeletsel olgunluk kriterleri (Skeletal Maturity Indicators: SMI) şöyle sıralanabilir:

- Epifiz diafize eşit
 - 1) 3. parmağın proksimal falanksı
 - 2) 3. parmağın medial falanksı
 - 3) 5. parmağın medial falanksı
- Ossifikasyon
 - 4) sesamoid kemik
- Epifizin diafizi örtmesi (capping)
 - 5) 3. parmağın distal falanksı
 - 6) 3. parmağın medial falanksı
 - 7) 5. parmağın medial falanksı

- Epifiz ve diafizin kaynaşması (füzyon)

- 8) 3. parmağın distal falanksı
- 9) 3. parmağın proksimal falanksı
- 10) 3. parmağın medial falanksı
- 11) radius

5) Grave ve Brown Yöntemi (GB): Bu yöntemde Grave ve Brown (57), 14 noktada meydana gelen kemikleşme olayını karpal kemiklerin ossifikasyonu ve diğer kemiklerdeki epifizyal değişiklikler olmak üzere iki başlık altında toplamışlardır. Bu değişiklikler meydana geliş sırası ile aşağıda verilmiştir:

1. PP2= : 2. parmağın proksimal falanksında epifiz diafize eşittir.
2. MP3= : 3. parmağın medial falanksında epifiz diafize eşittir.
3. H1 : Hamatum çengeli belirginleşir.
4. Pisi= : Psiform kemiğin ossifikasyonu gerçekleşir.
5. R= : Radial epifiz diafize eşittir.
6. S : Sesamoid kemik ossifikasyonu gerçekleşir.
7. H2 : Hamatum çengeli iyice belirginleşir.
8. MP3cap= : 3. parmağın medial falanksında epifiz diafizi örtmeye başlar (capping).
9. PP1cap : 1. parmağın proksimal falanksında capping görülür.
10. Rcap : Radiusta capping görülür.
11. DP3u : 3. parmağın distal falanks epifizi diafizle kaynaşır.
12. PP3u : 3. parmağın proksimal falanks epifizi diafizle kaynaşır.
13. MP3u : 3. parmağın medial falanks epifizi diafizle kaynaşır.
14. Ru : Radius epifizi diafizle kaynaşır.

6) Bjork Yöntemi: Bu yöntem de GB yöntemi ile benzer olup bu yöntemde maturasyon 9 evrede toplanmıştır (58).

7) Otomatik İskeletsel Kemik Yaşı Değerlendirmesi: Yukarıda belirtilen yöntemlerle kemik yaşının manuel olarak tahmin edilmesi, bir dereceye kadar

değişkenlik gösterebilir. Bu durum, klinik uygulamada hastaların karşılaştırılması ve takibi konusunda bazı sorunlara neden olabilmektedir (59). Bilgisayarlı kemik yaşı değerlendirmesi sistemi, teorik olarak bir çözüm olabilir ancak pratik olarak, el ve bilek kemiklerindeki çok sayıda ossifikasyon merkezindeki varyasyonları, boyutları, şekilleri ve kalsifikasyonları doğru şekilde analiz edebilecek otomatik bir sistem oluşturmak çok zordur (9).

El-bilek grafilerinden hareketle bilgisayarlı kemik yaşının hesaplanması son otuz yıl içerisinde olmuştur. Radyografiler, ya dijital radyografi ile elde edilir ya da bir tarayıcı ile dijital ortama taşınır ve sonra görüntülere bir dizi işlem uygulanır. Ön işleme sırasında, görüntü gri skalaya uygun şekilde normalleştirilir, böylece görüntünün önemli bölümleri ortaya çıkarılabilir, arka plan kaldırılır ve görüntünün oryantasyonu doğrulanır. Segmentasyon adı verilen bir sonraki aşamada, kemiklerin ve yumuşak dokunun istenen kısımları arka plandan ayrılır. Ardından görüntü, kemik yaşının hesaplanması için seçilen belirli bölgeler dikkate alınarak TW yöntemi ile veya GP atlasında yer alan standart görüntülerle karşılaştırılarak analiz edilir (60).

El kemiklerinde ossifikasyon özelliklerini saptayan daha eski otomatik görüntü işleme yöntemleri, manuel yöntemlerle hesaplanan kemik yaşından önemli farklılıklar göstermiştir. Bununla birlikte, otomatik kemik yaşı değerlendirmesi konusunda yeni Bone Xpert isimli sistem, el-bilek radyografilerindeki 15 kemiğin hatlarını yeniden oluşturan ve bu bilgiyi kemik yaşını hesaplamak için GP ve TW metotlarının her ikisini de kullanan bir yöntemle üretilmiştir (60). Bu yazılımın kullanımını çeşitli etnik kökenlere göre doğrulanmıştır (61).

8) BonAge Sistem ile Sonografik Yaş Tayini: BonAge sistem, cinsiyet ve etnik köken temelli algoritmalar kullanarak distal radial ve ulna epifizini geçerek ses hızı ile büyüme arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye dayanır. Bu sistem, kullanıcı ara birimini ve algoritmik hesaplama yazılımını içeren bir ana üniteden ve bir ultrason probu içeren ölçüm ünitesinden oluşur. İki ultrason transdüseri ile bir ultrason probundan oluşan yapı, ölçüm ünitesinin yanındaki iki standda lokalizedir. Transdüserler arasındaki kol dayama yeri, hastanın elini ve bileklerini hareketsiz hale getirmeye yardımcı olur. Ölçüm bölgesi bilek bölgesinde bulunur. Doğru

konumlandırma için, araştırmacı ulnanın styloid proçesinin distal ucunu işaretlemelidir. Bu bölge, büyüme ile değişen ossifikasyon merkezlerini içerir. Teknik, distal radius ve ulnanın epifizlerinin fiziksel özelliklerini kullanır. 750 kHz frekanslı ultrasonik dalgalar sol bilekten iletilir; ulnar taraftaki transdüser dalga yayıcı olarak görev yaparken diğeri alıcıdır. Yüksek hassasiyet sağlamak için 11 döngü ölçümü yapılır ve tüm ölçümler yaklaşık 5 dakika alır. Aygıt ses hızını hesaplar, transdüserler arasındaki mesafeyi kullanır ve iskelet yaşını GP atlası ile korele bir şekilde yıl ve ay şeklinde sayısal bir sonuç olarak bildirir. Cihazın kullandığı cinsiyet ve etnik kökene dayalı algoritmalar, 5 ile 18 yaş arasındaki erkek ve kadın beyaz ırk ve Çinliler için geçerlidir (43, 62).

El-bilek grafilerinden yaş tayinine yönelik kullanılan başlıca yöntemlerden yukarıda bahsedilmiştir. Bunların dışında da birçok araştırmacı farklı yöntemler geliştirmiştir ancak bunlar rutin olarak kullanılmamaktadır (63-66).

İskelet yaşı tayininde kullanılan diğer bir radyolojik yöntem vertebra gövdelerinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesidir. Bu konuda O'Reilly ve Yanniello (67), Hellsing (68), Hassel ve Farman (69), Fıratlı ve Öztaş (70, 71), Franchi ve arkadaşları (72), Mito ve arkadaşları (73), Garcia ve arkadaşları (74), Küçükkeleş ve arkadaşları (75) da çeşitli çalışmalarda bulunmuşlardır. Hassel ve Farman (69) el-bilek radyografileri ile lateral radyografileri eş zamanlı karşılaştırmış ve bunlarla 2, 3 ve 4. servikal vertebraları inceleyerek servikal vertebra büyüme ve gelişim indeksi geliştirmeye çalışmışlardır (Cervical Vertebral Maturation Index: CVMI). El-bilek gelişimine uygun olarak da servikal vertebra gövdelerinde ve dens axiste meydana gelen morfolojik değişikliklere göre iskeletsel büyüme ve gelişimi tanımlayan altı kategori oluşturmuşlardır. Servikal vertebraların yaş tayininde kullanılabilceğini, el-bilek grafileri kadar güvenilir ve geçerli bir metot olduğunu diş hekimliği alanında ilk olarak ileri süren araştırmacı ise Lamparski (76) olmuştur.

Ortodontik tedaviye başlarken rutin olarak hastalardan alınan lateral sefelometrik radyografilerde görülen servikal vertebralar kullanılarak kemik yaşı tayini yapılabilmesi ve bu sayede el-bilek grafisine gerek kalmaması ortodontistlerin dikkatini çekmiştir (70). Radyasyonun bilinen zararlı etkileri nedeniyle radyasyon

içermeyen veya daha az içeren teknikler, araştırmacıların daima ilgilerini çekmektedir. Bu anlamda, iyonize radyasyon içermeyen bir yöntem olan USG'nin de kemik yaşı tayini konusunda kullanıma sokulmasının önem arz ettiğini düşünmekteyiz.



3. MATERYAL VE METOD

2016 Ocak-2017 Mayıs tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi (ADÇR) Anabilim Dalında yürütülen bu çalışmada, çalışmaya katılan ve çalışma hakkında bilgilendirilen hastaların ebeveynlerine araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarını belirten “Bilgilendirilmiş Olur Formu” imzalatılmıştır (Ek 1). Ayrıca Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığının kararıyla araştırmanın bilimsel etik kurallara uygunluğu onaylanmıştır (Ek 2).

3.1. Çalışma Planı

Çalışmaya dâhil edilen hastaların el-bilek kemikleri, USG ve konvansiyonel radyografi ile incelenmiş, değerlendirmeler çalışmada belirtilen skorlama sistemi ile yapılmış ve her iki yöntemde de GP atlasından yararlanılarak tahmini kemik yaşı belirlenmiştir. Kemik maturasyon evreleri için bir skorlama sistemi oluşturulmuş, hem radyografiler hem de USG görüntüleri üzerinde seçilmiş olan bölgeler buna göre skorlanmış ve bulguların karşılaştırmalı değerlendirmesi yapılmıştır.

3.2. Hasta Grupları

Çalışma kapsamına alınan hastalar; 10 yıl (120-131 aylık), 11 yıl (132-143 aylık), 12 yıl (144-155 aylık), 13 yıl (156-167 aylık), 14 yıl (168-179 aylık), 15 yıl (180-191 aylık), 16 yıl (192-203 aylık) ve 17 yıl (204-215 aylık) olmak üzere toplam 8 yaş grubuna ayrılmıştır.

3.2.1. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri

Ortodontik tedavi öncesi, tedavi süreci veya sonrası rutin alınan el-bilek radyografisi çekimi amacıyla ADÇR Anabilim Dalına başvuran 120 hasta (120- 215 ay aralığındaki hastalar) çalışmamıza dâhil edilmiştir. Hastaların çalışmaya dâhil edilmesinde cinsiyet farkı göz önünde bulundurulmamış, her grup mümkün olduğu kadarıyla kendi yaş grubunu temsil edecek düzeyde dağılım gösteren vakalardan oluşturulmuştur.

3.2.2. Çalışmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri

Belirtilen yaş aralığı dışında kalan hastalar (119 aylık ve daha küçük, 216 aylık ve daha büyük), kemik metabolizmasını etkileyebilecek sistemik hastalığı (ankilozan spondilit, Marfan sendromu, osteogenezis imperfekta, mental retardasyon, Down sendromu, serebral palsi, talasemi, lösemi vb.) bulunan bireyler, kemik metabolizmasını etkileyebilecek ilaç (antikonvulsif ilaçlar ve kemoterapötik ajanlar) kullanan kişiler ve lokal olarak sol el-bilek bölgesinde herhangi bir kemiksel patolojisi veya travma hikayesi olan hastalar çalışmaya dâhil edilmedi.

3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi

3.3.1. Epifiz Diafiz İlişilerinin ve Sesamoid Kemiğin Değerlendirilmesi

Gruplara olabildiğince kendi yaş grubunu temsil edecek düzeyde dağılım gösteren hastalar seçildi. Her olgunun doğum tarihi ile film çekim tarihleri arasındaki süre farkı hesaplanarak kronolojik yaşı, GP atlasına göre ise kemik yaşı hesaplandı. Çalışmada aşağıda yer alan noktalar değerlendirmeye alındı:

1. parmak; proksimal interfalangeal eklem (PIP1), distal interfalangeal eklem (DIP1),
2. parmak; proksimal interfalangeal eklem (PIP2), medial interfalangeal eklem (MIP2), distal interfalangeal eklem (DIP2),
3. parmak; proksimal interfalangeal eklem (PIP3), medial interfalangeal eklem (MIP3), distal interfalangeal eklem (DIP3),
4. parmak; proksimal interfalangeal eklem (PIP4), medial interfalangeal eklem (MIP4), distal interfalangeal eklem (DIP4),
5. parmak; proksimal interfalangeal eklem (PIP5), medial interfalangeal eklem (MIP5), distal interfalangeal eklem (DIP5),
Radial epifiz (R),
Sesamoid kemik (S).

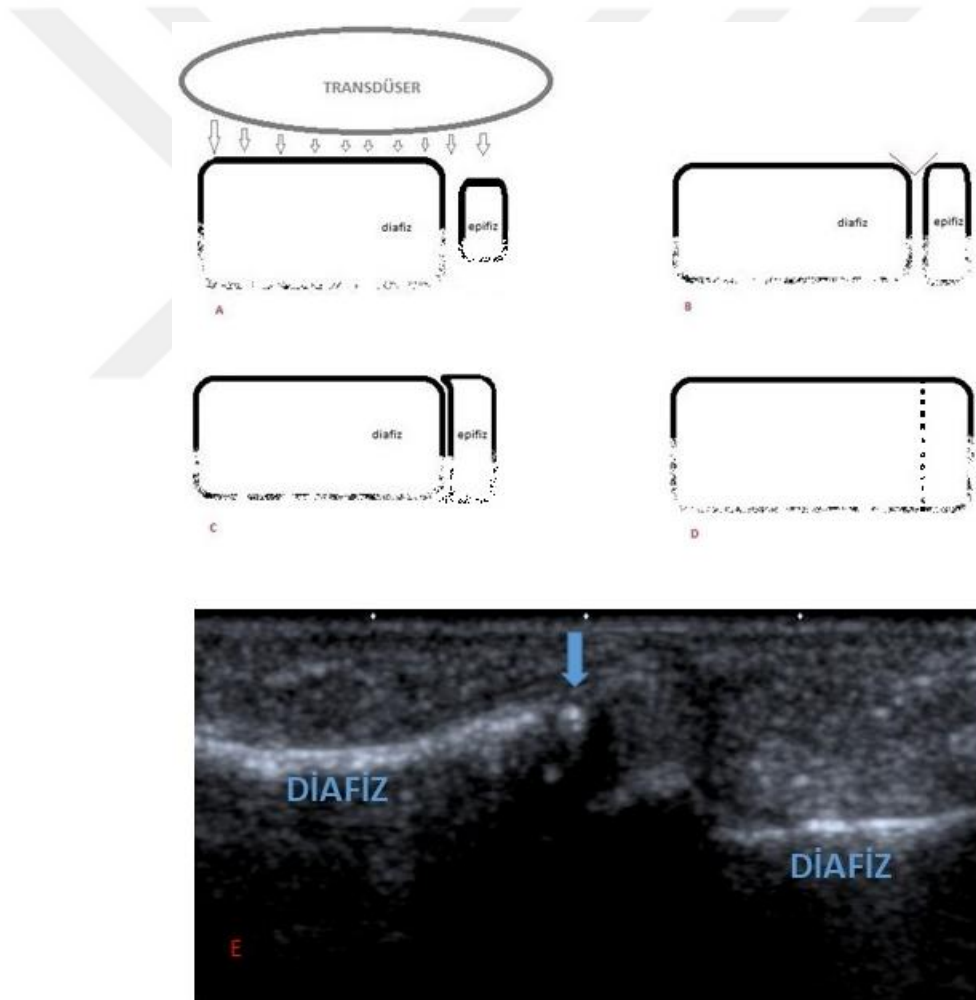
Pubertal atılımı belirlemede önemli olan bir diğer nokta karpal kemiklerden psiform kemiğin görülmeye başlaması ve hamatumun çengelinin belirginleşmesidir. Ancak bu noktalar ultrasonografik görüntüleme güçlüğü nedeniyle çalışmaya dâhil edilmedi.

- **Değerlendirme**

Görüntülerin değerlendirilmesinde aşağıda yer alan skorum sistemi kullanılmıştır:

- 0: Epifiz diafizden küçük ve/veya sesamoid kemik görülüyor;
- 1: Epifiz diafize eşit;
- 2: Sesamoid görülüyor;
- 3: Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping);
- 4: Epifiz diafize kaynaşmaya başlamış ve/veya kaynaşmış (füzyon).

Bu skorum sisteminin şematik çizimi ve epifiz ile diafizin gösterildiği örnek USG görüntüsü Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. USG’de epifiz diafiz ilişkisinin değerlendirilmesinin şematik gösterimi. Transdüser, parmağa paralel olacak şekilde tutuluyor. **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit (epifiz diafiz bileşke yerinde V şeklindeki açıklık izleniyor); **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (V şeklindeki açıklık kaybolmuş, epifiz diafize yaklaşmış); **D.** Epifiz diafize kaynaşmaya başlamış ve/veya kaynaşmış, arada açıklık gözlenmiyor; **E.** MIP3’de epifizin diafize eşit olduğu örnek bir USG görüntüsü (ok işareti epifiz göstermektedir)

3.3.2. Ultrasonografik Görüntüleme ve Değerlendirme

Çalışma kapsamına alınan hastalar ADÇR Anabilim Dalında bulunan, Toshiba Aplio 300 marka USG cihazı (Toshiba Corporation, Tokyo, Japan) ve 8-MHz lineer array transdüser probula aynı araştırmacı tarafından aynı prosedür ile incelendi. Hastaların USG incelemesinde, standardizasyonu sağlamak maksadıyla, interfalangeal eklemler ve sesamoid kemik, avuç içi yukarı bakacak şekilde, el düz bir zemin üzerinde iken prob parmaklara paralel tutularak longitudinal kesitte değerlendirmeler yapıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. İnterfalangeal eklemlerin USG ile görüntülenmesi ve hasta pozisyonu

Radial epifiz ise avuç içi aşağı bakacak şekilde, hasta bileği ve parmakları bükülü vaziyette iken prob ön kola paralel tutularak longitudinal kesit üzerinde değerlendirmeler yapıldı (Şekil 3.3).



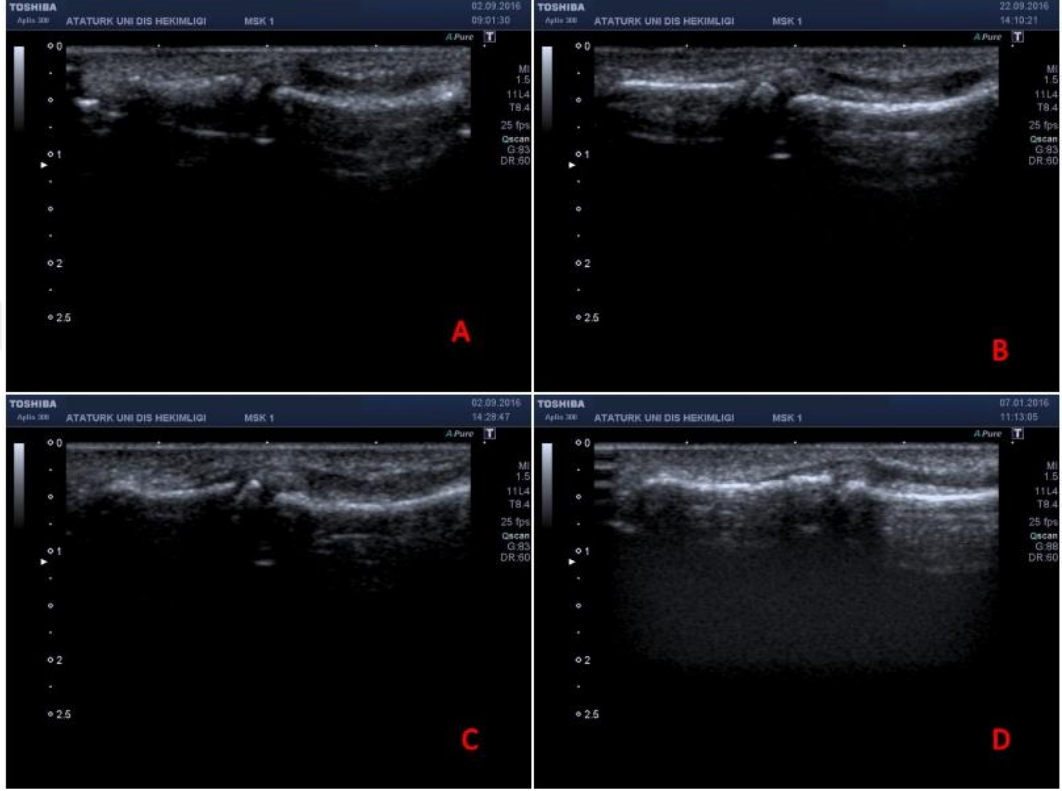
Şekil 3.3. Radial epifizin USG ile görüntülenmesi ve hasta pozisyonu

3.3.2.1. Ultrasonografi Görüntülerinin Değerlendirilmesi

USG görüntülemesi sırasında da radyografilerde seçilen noktalar incelendi ve yukarıda verilen skortlama sistemine göre her bir epifiz diafiz ilişkisine skor verildi. Tüm interfalangeal eklemler ayrı ayrı değerlendirilirken, sesamoid kemiğin USG’de görüntülenmesi ve değerlendirilmesi PIP1 ile aynı kesit üzerinde yapıldı.

3.3.2.1.1. Distal İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi

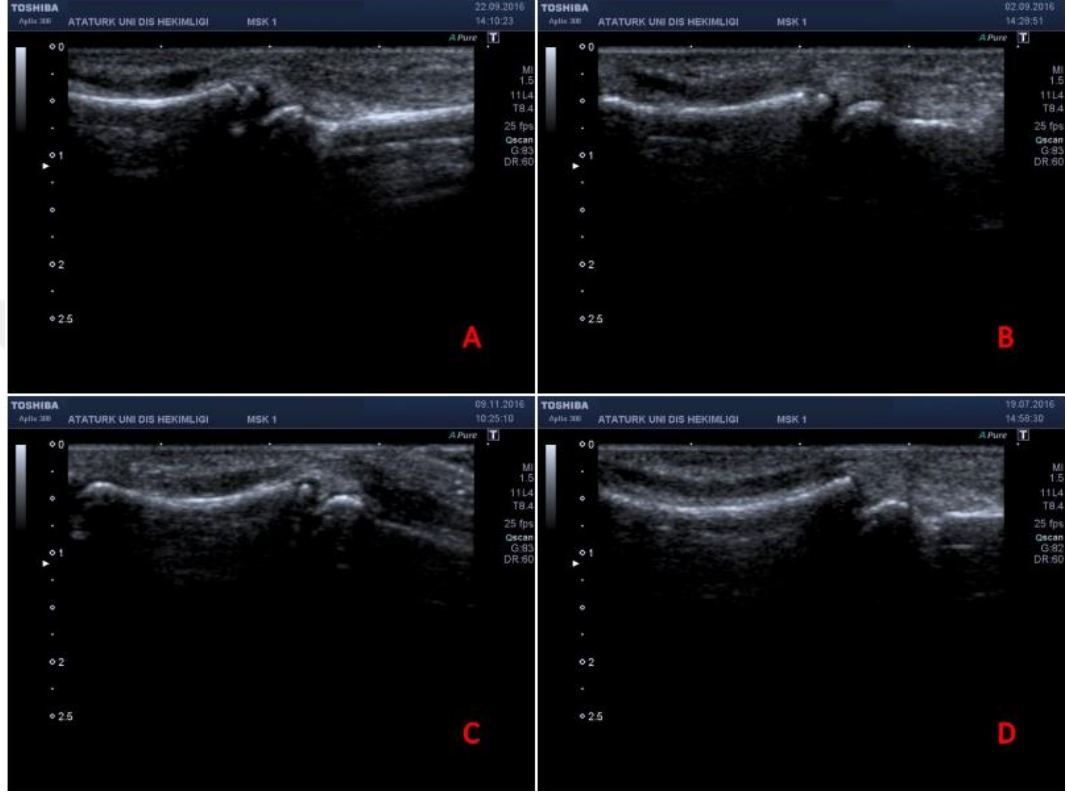
Distal interfalangeal eklemlerin yukarıda belirtilen skorlama sistemine göre örnek USG görüntüsü Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. A. Epifiz diafizden küçük; B. Epifiz diafize eşit; C. Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); D. Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)

3.3.2.1.2. Medial İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi

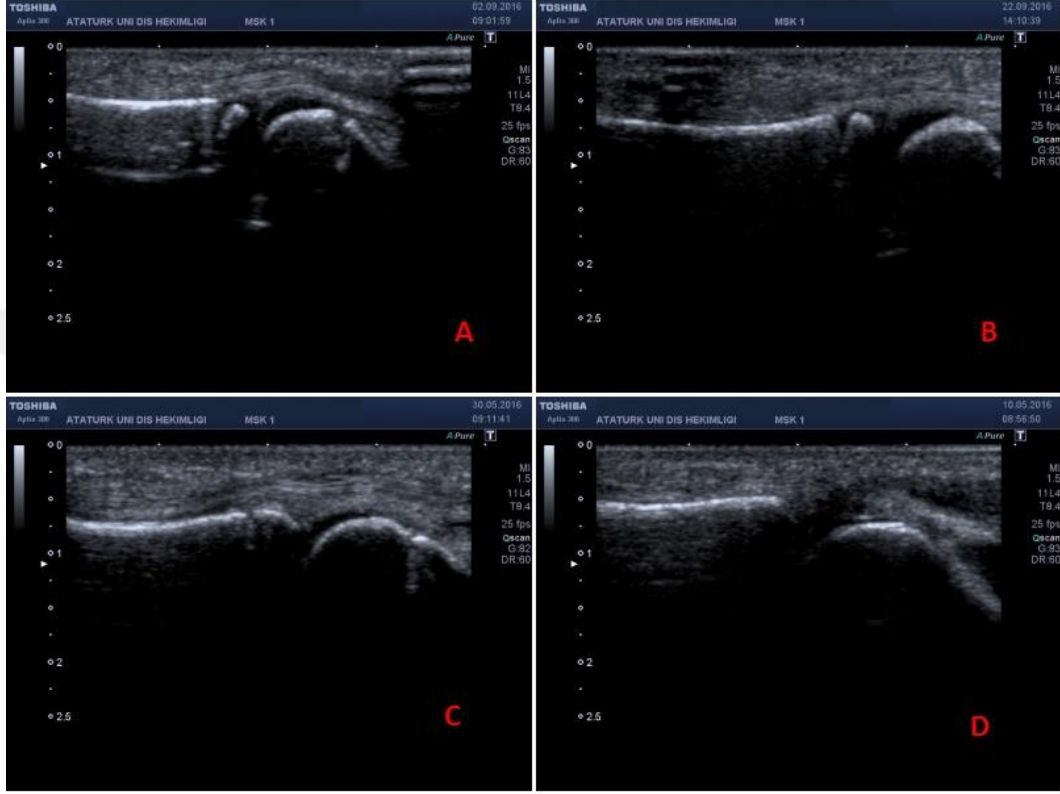
Medial interfalangeal eklemlerin yukarıda belirtilen skora göre örnek USG görüntüsü Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. A. Epifiz diafizden küçük; B. Epifiz diafize eşit; C. Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); D. Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)

3.3.2.1.3. Proksimal İnterfalangeal Eklemlerin Değerlendirmesi

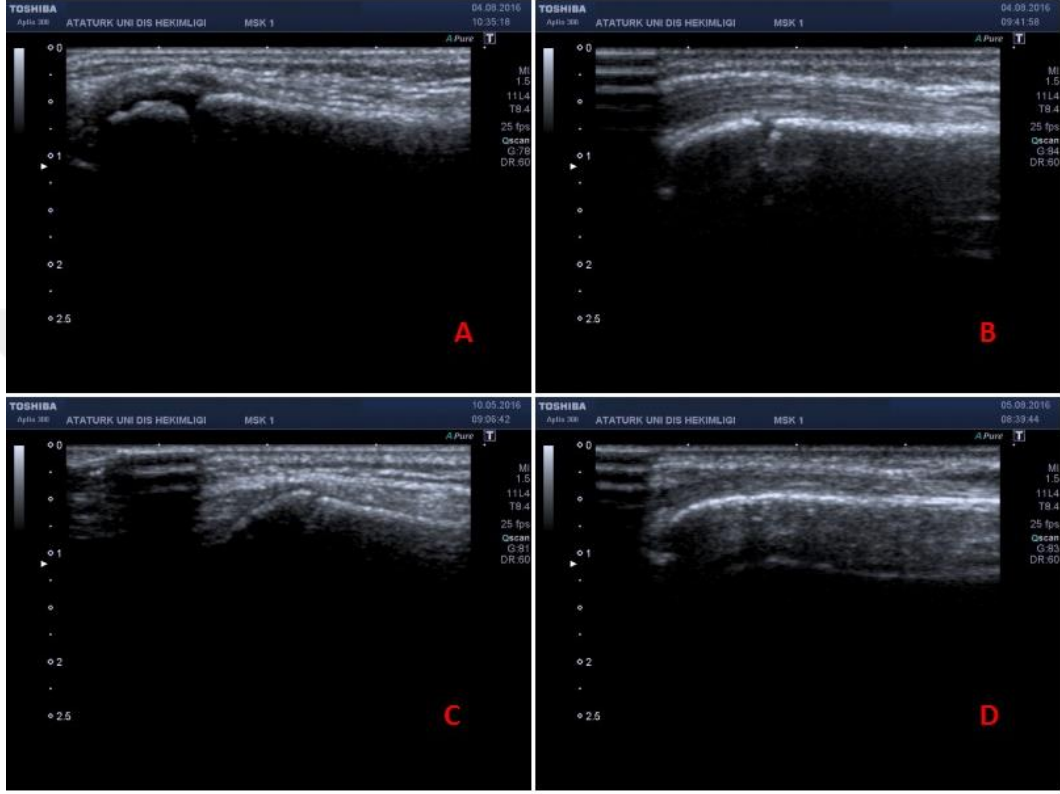
Proksimal interfalangeal eklemlerin yukarıda belirtilen skora sistemine göre örnek USG görüntüsü Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6. A. Epifiz diafizden küçük; B. Epifiz diafize eşit; C. Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); D. Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)

3.3.2.1.4. Radial Epifizin Değerlendirilmesi

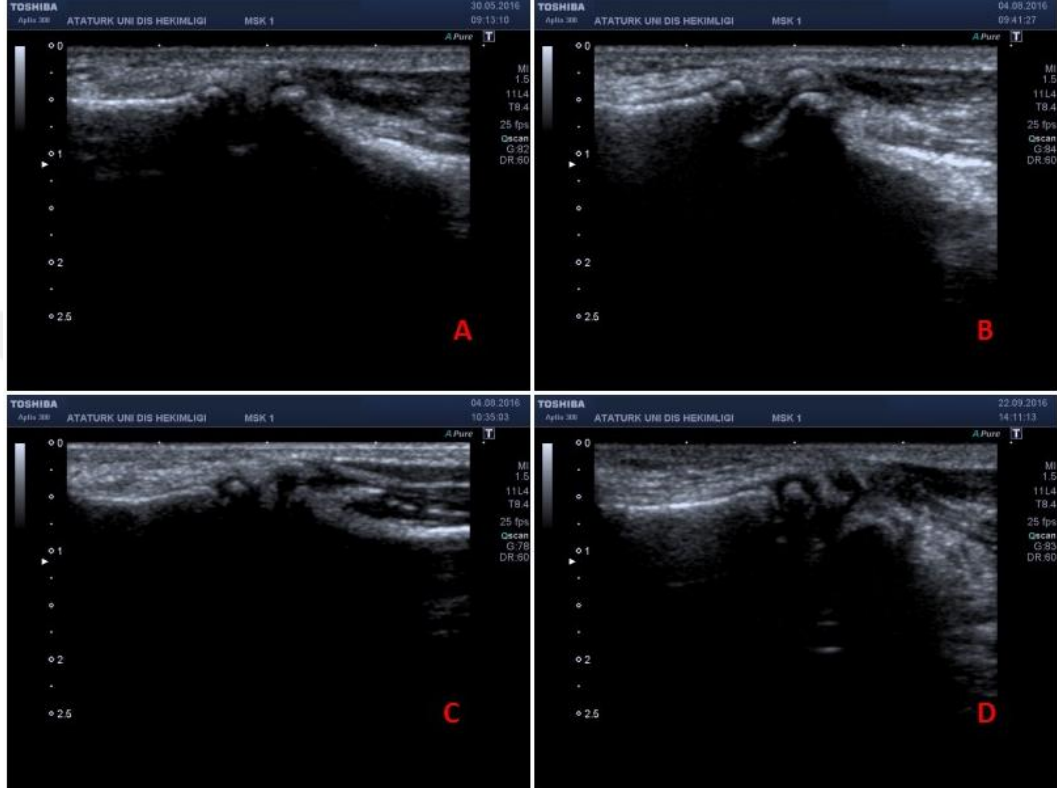
Radial epifiz diafiz ilişkisinin yukarıda belirtilen skorumla sistemine göre örnek USG görüntüsü Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Radial epifizin görüntülemesi. **A.** Epifiz diafizden küçük; **B.** Epifiz diafize eşit; **C.** Epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); **D.** Epifiz ve diafiz tamamen kaynaşmış (füzyon)

3.3.2.1.5. Sesamoid Değerlendirmesi

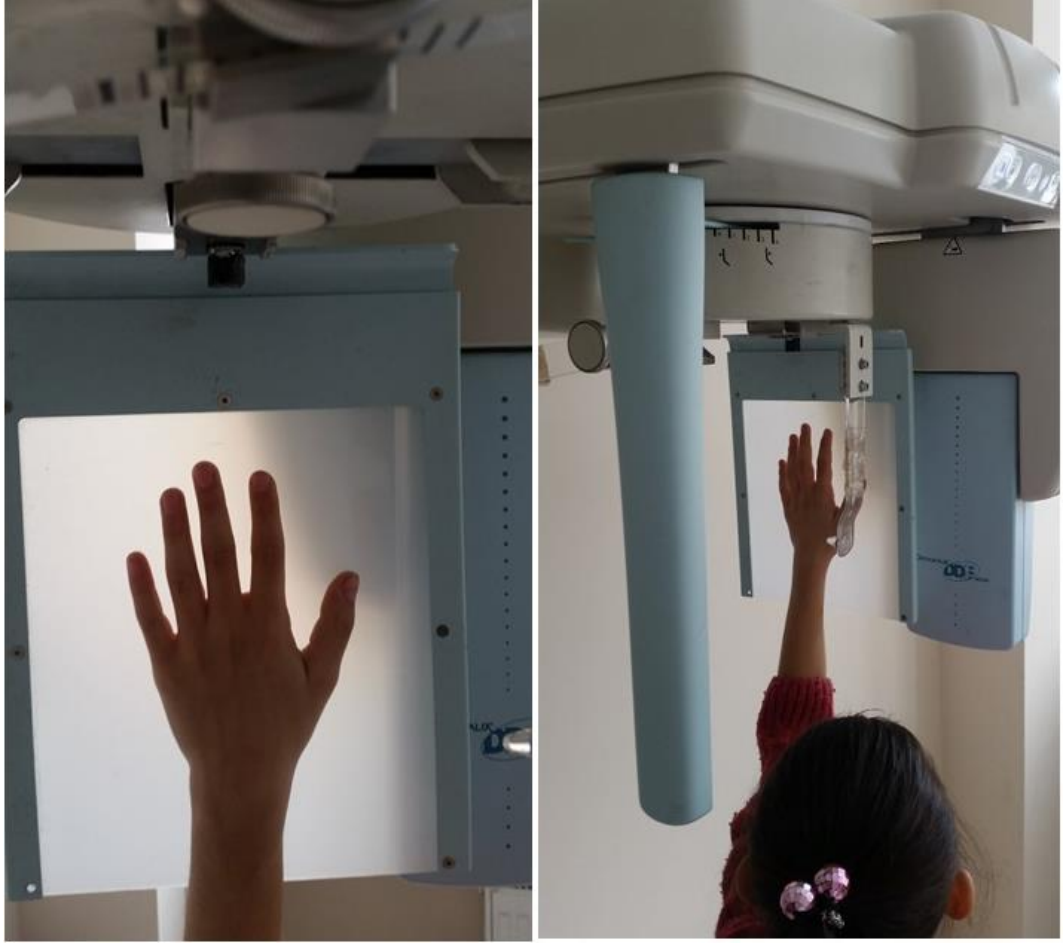
Sesamoid kemiğin yukarıda belirtilen skorumaya sistemine göre örnek USG görüntüsü Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. Sesamoid kemiğin USG’de görüntülenmesi. A, B. Sesamoid kemik görülüyor; C, D. Sesamoid kemik henüz görülmeye başlamamış

3.3.3. El-Bilek Radyografilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirmenin Yapılması

Çalışmaya dâhil olan bireylerin el-bilek radyografilerinin tümü Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ADÇR Anabilim Dalında, aynı cihazda (Gendex Dental Systems, Des Plaines, IL, USA), en az 5 yıllık çalışma deneyimi olan aynı röntgen teknisyeni tarafından hep aynı prosedür ile çekildi. El-bilek radyografileri çekimi sırasında hastaya, cihazı üreten firmanın belirlemiş olduğu kriterlere uygun pozisyon verildi. Hastalar pozisyonlandırılırken hastanın sol eli, el-bilek aparatı üzerine tüm parmaklar ve el bileği kemikleri görülecek şekilde yerleştirildi. Çekim parametreleri ortalama 66 kVp, 5mA, 6 saniye olacak şekilde ayarlandı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. El-bilek radyografisi alınırken hastanın pozisyonlandırılması

3.3.3.1. El-bilek Radyografilerinin Değerlendirilmesi

El-bilek radyografilerinin değerlendirilmesinde epifiz diafiz ilişkileri ortodontide kullanılan evreler esas alınarak yapıldı, çalışma kapsamında değerlendirilen noktaların her biri yukarıda yer alan skorlama sistemine göre skorlandı. Örnek birkaç radyografi ve yorumlanması Şekil 3.9-12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Distal ve proksimal interfalangeal eklemlerde epifiz diafize eşit; medial interfalangeal eklemlerde epifiz diafizden küçük; sesamoid kemik görülmeye başlamamış; radial epifiz diafizden küçük



Şekil 3.11. Tüm interfalangeal eklemlerde ve radius distal ucunda epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); sesamoid kemik görülmeye başlamış



Şekil 3.12. Tüm interfalangeal eklemlerde epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); radial epifiz diafize eşit; sesamoid kemik görülmeye başlamış



Şekil 3.13. Distal ve proksimal interfalangeal eklemlerde epifiz diafize kaynaşmaya başlamış/kaynaşmış (füzyon); medial interfalangeal eklemlerde epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping); sesamoid kemik görülüyor; radial epifiz diafizi örtmeye başlamış (capping)



Şekil 3.14. Tüm interfalangeal eklemlerde ve radius distal ucunda epifiz diafize kaynaşmış (füzyon); sesamoid kemik olgunlaşmasını tamamlamış

3.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada kullanılan veriler, SPSS Statistics 20 paket programı (Statistical Package for Social Sciences: Armonk, NY: IBM Corp.) kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığını belirlemek amacıyla yapılan normallik testi için non-parametrik bir test olan Shapiro-Wilk testi uygulandı. Veriler normal dağılıma uymadığı için; interfalangeal ve radial eklemlerin, sesamoid kemiğin değerlendirilmesinde non-parametrik istatistik tekniklerinden Mann-Whitney U testi, cinsiyet içi (kızlar arası ve erkekler arası) kemik yaşı-kronolojik yaş değerlendirilmesinde ise Wilcoxon işaretli sıralar (Wilcoxon Signed Rank) testi kullanıldı. Kronolojik yaş, ultrasonografik kemik yaşı ve konvansiyonel grafiden tespit edilen kemik yaşı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesinde Spearman rho testi kullanıldı.

Tüm parametreler ADÇR Anabilim Dalında uzmanlık yapan tek bir araştırmacı tarafından değerlendirildi. Araştırmacının gözlem içi güvenilirliğini saptamak için, değerlendirilen görüntülerin % 20'si rastgele seçildi ve 2 hafta sonra ikinci kez aynı araştırmacı tarafından değerlendirildi, gözlem içi güvenilirlik % 96 bulundu. Buna ek olarak, araştırmacının değerlendirmede tereddüt yaşadığı vakalar ikinci bir araştırmacıyla konsülte edildi. Fikir birliğinin sağlanamadığı sadece bir vaka çalışmaya dâhil edilmedi (n = 1).

4. BULGULAR

Bu çalışmada; 120 hastanın el-bilek kemikleri değerlendirilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen vakaların 38'i (% 31,7) erkek, 82'si (% 68,3) kızdır. Çocukların kronolojik yaşları 10-17 yaş (120-215 ay) arasında değişmekte olup; yaş ortalamaları $168 \pm 27,5$ aylık bulunmuştur. Kızların kronolojik yaş ortalaması aylık olarak $172 \pm 27,2$; erkeklerin kronolojik yaş ortalaması ise aylık olarak $160 \pm 26,5$ tir. Hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 4,1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yaş ve cinsiyete göre hastaların dağılımı

	Sayı	%	Kronolojik yaş ortalamaları (aylık) \pm standart sapma
Kız	82	68,3	$172 \pm 27,2$
Erkek	38	31,7	$160 \pm 26,5$
Toplam	120	100,0	$168 \pm 27,5$

El-bilek grafilerinde ve USG incelemelerinde interfalangeal eklemlerden, sesamoid kemikten ve radial eklemden elde edilen verilerin istatistiksel dağılımı Tablo 4,2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. USG ve konvansiyonel grafideki verilerin Mann-Whitney U testi ile istatistiksel olarak karşılaştırmalı değerlendirilmesi

	Ortalama \pm Standart sapma		Mann-Whitney U	P değeri
	USG	Konvansiyonel		
DIP1	3,2 \pm 1,2	3,1 \pm 1,3	7182,000	0,970
DIP2	3,1 \pm 1,2	3,1 \pm 1,3	6648,000	0,256
DIP3	3,0 \pm 1,2	3,2 \pm 1,2	6575,000	0,197
DIP4	3,0 \pm 1,2	3,2 \pm 1,2	6420,000	0,110
DIP5	3,0 \pm 1,2	3,1 \pm 1,3	6484,000	0,144
MIP2	3,1 \pm 1,2	3,0 \pm 1,4	7107,500	0,852
MIP3	3,0 \pm 1,2	3,0 \pm 1,3	6965,500	0,639
MIP4	3,0 \pm 1,3	2,9 \pm 1,4	7164,000	0,942
MIP5	3,0 \pm 1,4	2,9 \pm 1,5	7109,500	0,854
PIP1	2,8 \pm 1,1	3,0 \pm 1,3	6005,000	0,018*
PIP2	2,6 \pm 1,3	3,0 \pm 1,3	6212,500	0,049*
PIP3	2,7 \pm 1,4	2,9 \pm 1,3	6645,000	0,265
PIP4	2,8 \pm 1,3	3,0 \pm 1,3	6704,000	0,320
PIP5	2,8 \pm 1,4	3,0 \pm 1,3	6542,500	0,184
R	1,9 \pm 1,4	2,3 \pm 1,4	5855,500	0,007*
S	1,7 \pm 0,7	1,6 \pm 0,8	6600,000	0,096

* %5 önem düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı ($p < 0,05$).

DIP: Distal interfalangeal eklem; MIP: Median interfalangeal eklem; PIP: Proksimal interfalangeal eklem;

R: Radius; S: Sesamoid kemik; USG: Ultrasonografi

Her iki görüntüleme yöntemine ait veriler karşılaştırıldığında Tablo 4,2’de de görüldüğü gibi büyük oranda benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Çalışmada incelenen noktalardan sadece PIP1, PIP2 ve radial epifizde iki görüntüleme yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($p < 0,05$); tüm DIP’ler, tüm MIP’ler, sesamoid kemik, PIP3, PIP4 ve PIP5 arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Cinsiyet içi (kızlar arası ve erkekler arası) konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı ile kronolojik yaş arası ilişkinin değerlendirilmesine ait istatistiksel sonuçlar Tablo 4,3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Cinsiyet içi kemik yaşı-kronolojik yaş arası farkın (aylık) Wilcoxon işaretli sıralar (Wilcoxon Signed Rank) testi ile istatistiksel değerlendirilmesi

Cinsiyet		Ortalama ± Standart Sapma	z değeri	p değeri
Kız	Kemik yaşı	179,9 ± 26,8	-4,441	0,000*
	Kronolojik yaş	171,9 ± 27,3		
Erkek	Kemik yaşı	158,9 ± 29,9	-0,598	0,550
	Kronolojik yaş	159,5 ± 26,6		

*%5 önem düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlı (p < 0,05)

Cinsiyet içi yaş değerlendirmesinde; erkeklerin konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı ile kronolojik yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken (p > 0,05), kızların konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı ile kronolojik yaş arasında anlamlı fark bulunmuştur (p < 0,05). Tablo 4.3'te de görüldüğü gibi kızların konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı, kronolojik yaşlarından büyük bulunmuştur.

Kronolojik yaş, ultrasonografik yaş ve konvansiyonel grafideki kemik yaşı arasındaki ilişki Spearman rho testi ile araştırılmış, sonuçlar Tablo 4,4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Ultrasonografik kemik yaşı, konvansiyonel grafiden tahmin edilen kemik yaşı ve kronolojik yaş arası ilişkinin Spearman rho testi ile istatistiksel değerlendirilmesi

	n		kroyas	Ukemyas	Kkemyas
kroyas	120	r değeri	1,000	0,806*	0,857*
		p değeri	.	0,000	0,001
Ukemyas	120	r değeri	0,806*	1,000	0,812*
		p değeri	0,001	.	0,001
Kkemyas	120	r değeri	0,857*	0,812*	1,000
		p değeri	0,001	0,001	.

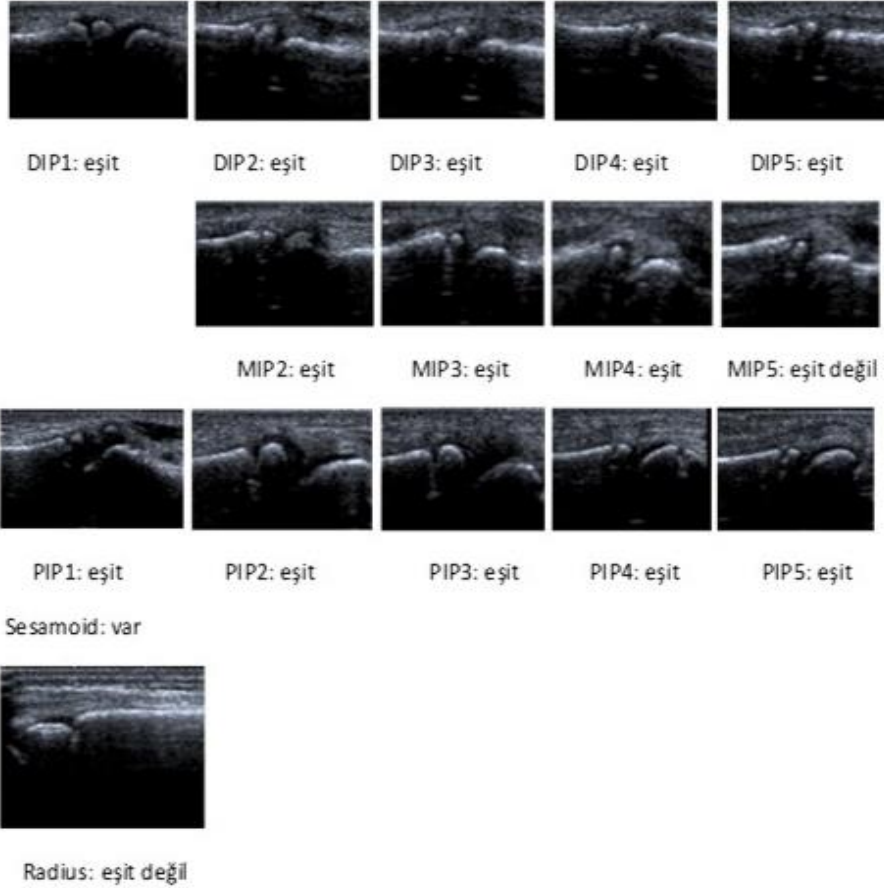
* %1 önem düzeyinde anlamlı korelasyon (p < 0,01)

Kroyas: kronolojik yaş; U: Ultrasonografi; K: konvansiyonel radyografi; kemyas: kemik yaşı; n: hasta sayısı; r: korelasyon katsayısı;

Tablo 4.4'te de görüldüğü gibi, kronolojik yaş ile konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı arasında (r = 0,857); ultrasonografik kemik yaşı ile konvansiyonel grafiden elde edilen kemik yaşı arasında (r = 0,812) ve kronolojik yaş ile ultrasonografik kemik yaşı arasında (r = 0,806) güçlü korelasyon bulunmuştur (p < 0,01).

ÖRNEK VAKALAR:

VAKA-1) Erkek; Kronolojik yaş: 10 yıl 4 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 11 yıl 6 ay; Ultrasonografik kemik yaşı: 12 yıl



VAKA-2) Erkek; Kronolojik yaş: 11 yıl 2 ay; Konvansiyonel kemik yaş: 10 yıl 6 ay; Ultrasonografik kemik yaş: 11 yıl



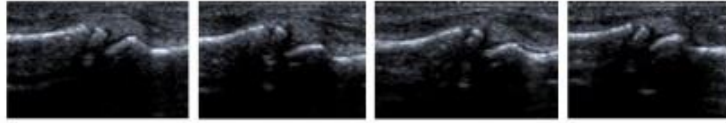
DIP1: eşit

DIP2: eşit

DIP3: eşit

DIP4: eşit

DIP5: eşit



MIP2: eşit değil

MIP3: eşit

MIP4: eşit

MIP5: eşit değil



PIP1: eşit

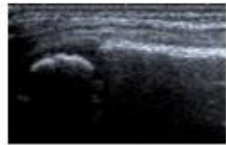
PIP2: eşit

PIP3: eşit

PIP4: eşit

PIP5: eşit

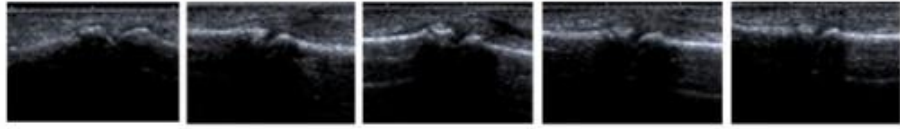
Sesamoid: yok



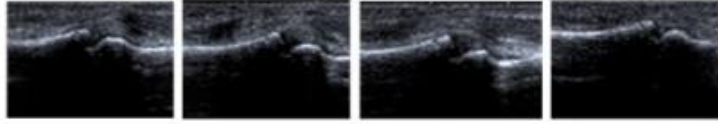
Radius: eşit değil



VAKA-3) Kız; Kronolojik yaş: 12 yıl 5 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 13 yıl; Ultrasonografik kemik yaşı: 13 yıl



DIP1: capping DIP2: capping DIP3: capping DIP4: capping DIP5: capping

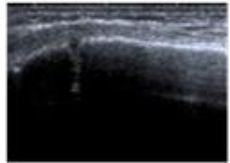


MIP2: capping MIP3: capping MIP4: capping MIP5: capping



PIP1: capping PIP2: eşit PIP3: capping PIP4: capping PIP5: capping

Sesamoid: var



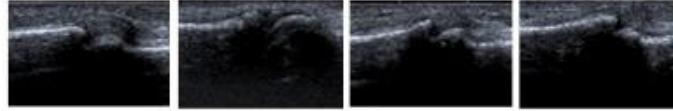
Radius: eşit değil



VAKA-4) Kız; Kronolojik yaş: 13 yıl 2 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 13 yıl 6 ay; Ultrasonografik kemik yaşı: 13 yıl 6ay



DIP1: füzyon DIP2: füzyon DIP3: füzyon DIP4: füzyon DIP5: füzyon

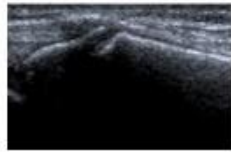


MIP2: füzyon MIP3:capping MIP4: füzyon MIP5: füzyon



PIP1: capping PIP2:capping PIP3: capping PIP4: capping PIP5: capping

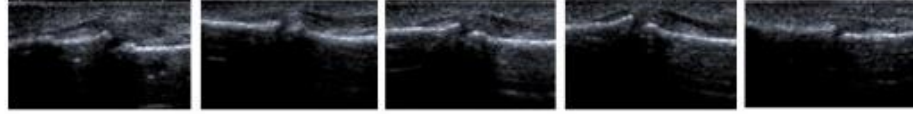
Sesamoid: var



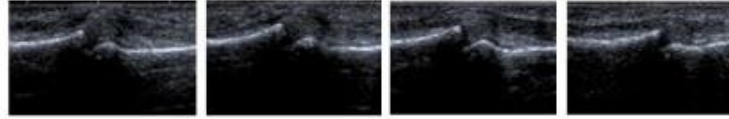
Radius: capping



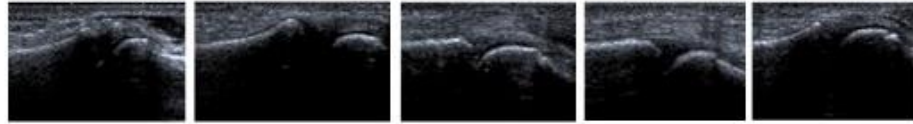
VAKA-5) Kız; Kronolojik yaş: 14 yıl 10 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 15 yıl; Ultrasonografik kemik yaşı: 15 yıl 6 ay



DIP1: füzyon DIP2: füzyon DIP3: füzyon DIP4: füzyon DIP5: füzyon

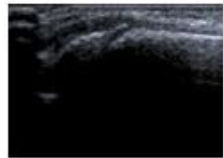


MIP2: füzyon MIP3: capping MIP4: füzyon MIP5: füzyon



PIP1: füzyon PIP2: füzyon PIP3: füzyon PIP4: füzyon PIP5: füzyon

Sesamoid: var



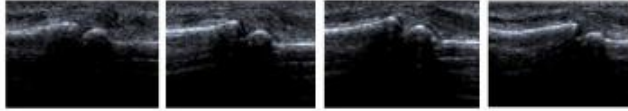
Radius: capping



VAKA-6) Kız; Kronolojik yaş: 15 yıl 7 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 15 yıl 6 ay; Ultrasonografik kemik yaşı: 16 yıl



DIP1: füzyon DIP2: füzyon DIP3: füzyon DIP4: füzyon DIP5: füzyon

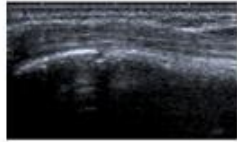


MIP2: füzyon MIP3:capping MIP4: füzyon MIP5: füzyon



PIP1: füzyon PIP2: füzyon PIP3: füzyon PIP4: füzyon PIP5: füzyon

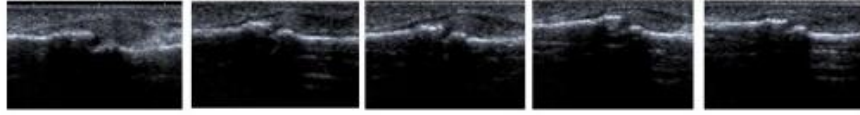
Sesamoid: var



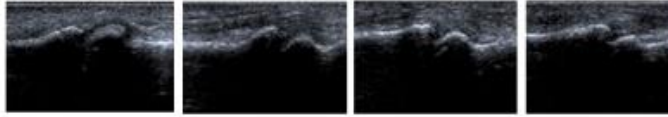
Radius: capping



VAKA-7) Erkek; Kronolojik yaş: 16 yıl 9 ay; Konvansiyonel kemik yaş: 16 yıl; Ultrasonografik kemik yaş: 16yıl 6ay



DIP1: füzyon DIP2: füzyon DIP3: füzyon DIP4: füzyon DIP5: füzyon

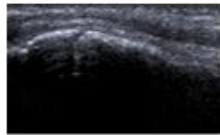


MIP2: füzyon MIP3:capping MIP4: füzyon MIP5: füzyon



PIP1: füzyon PIP2: füzyon PIP3: füzyon PIP4: füzyon PIP5: füzyon

Sesamoid: var



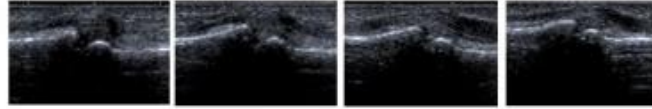
Radius: capping



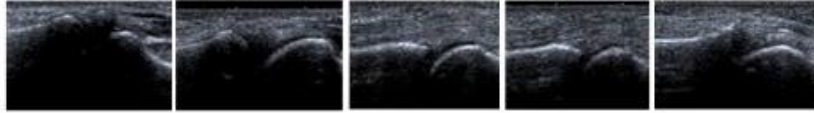
VAKA-8) Kız; Kronolojik yaş: 17 yıl 9 ay; Konvansiyonel kemik yaşı: 17 yıl 6 ay; Ultrasonografik kemik yaşı: 17 yıl



DIP1: füzyon DIP2: füzyon DIP3: füzyon DIP4: füzyon DIP5: füzyon

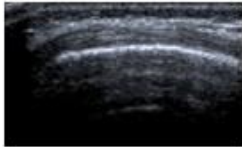


MIP2: füzyon MIP3:capping MIP4: füzyon MIP5: füzyon



PIP1: füzyon PIP2: füzyon PIP3: füzyon PIP4: füzyon PIP5: füzyon

Sesamoid: var



Radius: füzyon



5. TARTIŞMA

Kemik yaşı tayini; birçok alanda önemli yere sahip olup, diş hekimliğinde ise pubertal büyüme atılımını belirlemede önem taşımaktadır. İskeletsel maturasyonu değerlendirmek için önerilen birçok yöntem arasında yer alan el-bilek radyografileri, bu konuda kolay uygulanabilen ve rutin olarak kullanılan bir yöntemdir. Radyografiler mevcut standartlara göre oluşturulmuş atlas ve yöntemlerle karşılaştırılarak epifiz diafiz ilişkileri değerlendirilir. Bu radyografileri değerlendirmede kullanılan GP (11) ve TW (4) yöntemleri klinik uygulamada en yaygın kullanılanlarıdır. GP yöntemi kolay ve hızlı olmasına rağmen subjektiftir. TW yöntemi ise daha doğru ve esnek, ancak zaman alıcı ve gerçekleştirilmesi zor bir yöntemdir. Bu konuda mevcut olan GP atlası klinik kullanım kolaylığı ve iskeletsel maturasyonun değerlendirilmesi bakımından altın standart olarak kabul edilmektedir (77). El-bilek radyografilerinde kemik yaşı için % 95' lik güven aralığı, erken çocukluk dönemi için 0.6-0.9 yıl, sonraki çocukluk dönemi için 2.1-2.8 yıl, ergenlik dönemi için 1.8-2.5 yıl olarak bildirilmiştir (78).

El-bilek radyografilerini okumak ve GP atlasına bakarak yaş tayini yapmak yıllar süren bir klinik tecrübe gerektirmez. Ayrıca el-bilek grafileri basit olması, uygun maliyeti ve nispeten güvenilirliği ile yaygın kullanım alanına sahiptir; ancak iyonize radyasyonun çocuklar üzerindeki kümülatif etkisi birçok araştırmacıyı kaygılandırmaktadır (77). Alternatif metotların zorlukları veya pratik kullanıma elverişli olmayışı, araştırmacıları radyasyon içeren bu yöntemden uzaklaştıramamıştır. Yine de radyasyonun zararlı etkileri nedeniyle araştırmacılar çeşitli alternatif yollar aramaktan vazgeçmemişlerdir. Bu çalışmada; hızlı, ucuz, non-iyonize ve kolay ulaşılabilen bir yöntem olan USG ile sesamoid kemik varlığını ve el-bileğinde yer alan belli eklemlerdeki epifiz diafiz ilişkileri değerlendirildi. USG'nin kemik yaşı tayininde etkinliğini ve uygulanabilirliğini araştırmak için veriler, GP atlası ile birlikte kullanıldığında yaş tayininde altın standart olarak kabul edilen el-bilek radyografileri ile karşılaştırıldı.

Diafiz ile başlayan endokondral ossifikasyon, epifizyal büyüme plaklarının oluşumu ve nihayet epifiz diafiz füzyonu, bir konvansiyonel radyografide kemik

yaşının saptanması için kullanılan iskeletsel olgunlaşma noktalarıdır (79). Mineralize olmayan (kartilagenöz) ossifikasyon merkezleri USG’de hipoeoik görüntü; mineralize olmuş (kemik) dokular ise akustik gölgelenme gösteren hiperekoik görüntü verir. Bu büyüme noktalarındaki yapısal değişiklikler de uzman bir radyolog tarafından, verdiği karakteristik ekojenite ve akustik gölgelenme ile kolaylıkla değerlendirilebilir (77).

El-bilek grafileri ile kemik yaşının değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda, karpal kemiklerin maturasyonunun büyük ölçüde değiştiği ve karpal kemikler dikkate alındığında iskelet yaşının daha geri olduğu (gecikmiş kemik yaşı) sonucuna varılmıştır (80, 81). Ancak Carpenter ve Lester (82), metakarpal ve falankslara dayanan iskelet yaşı tayininin, bilek ve karpal kemiklere dayanan yaş tayinlerine göre kronolojik yaşa daha yakın olduğunu göstermiştir. Bilgili ve arkadaşları (47), USG’de doğumdan 6 yaşa kadar olan çocuklarda, karpal kemikler üzerine odaklanmanın yanı sıra falanks ve metakarpal kemiklerin epifizlerini de değerlendirmişlerdir. Ancak bilek kemiklerinin USG’deki görüntüsünün gerçek boyut değil de kümülatif bir ölçü olduğunu belirtmişlerdir.

Bu araştırmada, 120-215 ay aralığındaki hastalarla çalışıldığından dolayı maturasyonunu büyük ölçüde tamamlamış olan karpal kemikler çalışmaya dâhil edilmedi. Ses dalgalarının kalsifiye yapıların arkasına geçememesi sonucu kemik yapı arkasında meydana gelen akustik gölgelenme nedeniyle, bu yaş aralığındaki hastalarda karpal kemiklerin USG’de yaş tayininde kullanımı uygun bulunmadı. Çalışmada hem el-bilek grafisinde hem de USG’de, yaş tayini konusunda daha etkin olarak kullanılan falankslar, sesamoid kemik ve radiokarpal eklem değerlendirmeye alındı.

USG, kontralateral karşılaştırma yeteneği (bir yapıyı simetriği ile karşılaştırarak değerlendirebilme) ile gerçek zamanlı çok düzlemli görüntüler sağlayan hızlı, güvenli ve erişilebilir bir tekniktir (47). Radyografiden farklı olarak, iyonize radyasyonun bulunmaması, USG muayenelerinin ayrıntılı ve uzun süreli yapılabilmesi için benzersiz bir fırsat sağlar (83). USG, karakteristik ekojenite ve akustik gölge ile ossifikasyon merkezlerini saptayabilmektedir (77).

Kemik yaşı belirlenmesinde USG kullanımı yeni bir kavram değildir ve bu konuda çeşitli çalışmalar rapor edilmiştir. Önceki çalışmalarda araştırmacılar, çocuklarda kemik yaşını tespit etmek için kalça (84), iliak ve radius kemikleri (48) ve bilek kemikleşme odaklarını (85) ultrasonografik işaret noktaları olarak kullanmıştır (86-89). Castriota-Scanderberg ve arkadaşları (84), kalçanın ultrasonografik incelemesinin iskelet yaşını belirlemede güvenilir ve maliyet bakımından uygun bir yöntem olduğunu, ancak düşük doğruluğunun klinik kullanım için uygun olmadığını rapor etmişlerdir. Wagner ve arkadaşları (48), iliak kemik apofizinde ve distal radial epifizde USG'nin, kemik yaşının belirlenmesinde yararlı ve kabul gören bir araç olduğu sonucuna varmışlardır.

Nessi ve arkadaşları (85), el ve el bileğinin ossifikasyon merkezlerinin (sesamoid kemik ve üçüncü parmağın distal falanksının epifizi) iskeletsel maturasyonunun görüntülenmesinde USG'nin kolay, değerli ve non-iyonizan bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Carpenter ve Lester (82), kemik yaşının 10 yaşın altındaki çocuklarda saptanması durumunda tüm elin dikkate alınması gerektiğini söylemişler ve karpal kemiklere ağırlık verilmesi durumunda, kemik yaşının ileri veya geri okunmasının söz konusu olabileceği sonucuna varmışlardır. Distal radius ve ulna, karpal kemikler, metakarpal kemikler ve falanklar da dâhil olmak üzere üst ekstremité distal parçasının tüm kemiklerini içeren dengeli bir yaklaşımla, iskelet yaşı değerlendirilmesinde radyografi veya USG ideal bir yöntem olarak önerilmiştir (47). Ek olarak; karpal kemiklerdeki olgunlaşmanın hastalar arasında farklılaşabileceği ve metakarpal kemiklerin ve falankların kemik yaşı tahmininde daha kesin olabileceği ifade edilmiştir (47, 82).

Bazı araştırmacılar da, çocuklarda kemik yaşını operatöre bağımlı olmadan otomatik olarak belirlemek için, özel olarak tasarlanmış USG cihazları ile çalışmışlardır (43, 62, 84). Yöntem olarak ses dalgaları ile yaş tayini yapan BonAge adlı sistemin, çoğunlukla düşük doğruluk göstermesinden ve her merkezde bulunmayışından dolayı klinik kullanımda standart radyograflerin yerini alması uygun bulunmamıştır (83, 84). Ayrıca teorik olarak 5 yaşından küçük çocuklar için

kullanılabilmekte ve yalnızca distal radial eklemi değerlendirmektedir. Bununla birlikte, diş hekimliğinde klinik uygulamadaki iskelet yaşı değerlendirmesinin çoğu, 5-18 yaş arasındaki çocuklar üzerinde gerçekleştirilir (43). Bu nedenle pratikte düz grafiye alternatif olacak herhangi bir yöntemin bu yaş aralığında kullanılabilirliği çok önemlidir.

USG'den kemik yaşı tayinine yönelik literatürde yer alan çalışmalar, genellikle bilek kemiklerinin kalsifikasyonlarının başladığı ve henüz tamamlanmadığı dönemlerdeki küçük yaştaki çocuklar üzerinde yapılmış çalışmalardır (43, 77, 90). Bu tez çalışması ise önceki çalışmalardan farklı olarak adolesan dönemdeki çocuklarda kemik yaşı ve pubertal büyüme atılımının tespitinde USG'nin kullanılabilirliği konusu üzerine yapılmıştır. Çalışma bu yaş grubunda yapılmış ilk araştırmadır.

USG ile kemik maturasyonlarının incelenmesi fazla bir zaman almadığından pratikte uygulanabilir bir yöntemdir. Uzman bir radyolog tarafından longitudinal düzlemde her parmağın, sesamoidin ve radial epifizin görüntülenmesi kişiye bağlı olarak 2-3 dakika sürmektedir.

Algazzar ve arkadaşları (90) 3 aylık- 6 yıl 5 aylık çocuklar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, GP atlası eşliğinde bir tablo oluşturmuş, tablo yardımıyla el-bilek USG'sinden tahmini kemik yaşını hesaplamışlar ve düz grafi kemik yaşı ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak USG'nin bu konuda doğru sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Bilgili ve arkadaşları (47) yaptıkları bir çalışmada GP atlası rehberliğinde ultrasonografik bir şablon oluşturmuşlar ve görüntüleri bu şablona göre değerlendirmişlerdir. Çocuklarda iskelet yaşının tespitinde, ultrasonografik ve radyografik sonuçlar arasında yüksek korelasyon bulmuşlar ve ± 2 aylık bir sapma normal olarak kabul edildiğinde, iki yöntem arasında istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Sonuçta GP atlasının ultrasonografik versiyonunu, kemik yaşının radyasyona maruz kalmadan tespitinde radyografiye bir alternatif olarak önermişlerdir.

Yakın zamanda yapılmış bir çalışmada Daneff ve arkadaşları da (77), 1 ila 24 aylık sağlıklı bebeklerde konvansiyonel USG ile kemik yaşını değerlendirerek konvansiyonel USG'nin el ve bilek kemikleşme merkezlerini belirleyebildiği ve büyüme problemi olan hastalar için zararlı olmayan bir takip aracı olarak kullanılabilceği sonucuna vardılar.

El-bilek USG'leri de konvansiyonel grafler gibi korunabilmekte ve el-bilek USG'sinin değerlendirilmesinde GP atlası kullanılabilir. GP atlasından yararlanılarak USG verilerinden hastanın pubertal büyüme atılımı ve kemik yaşı konusunda tahminde bulunulabilmektedir. Bilgili ve arkadaşları (47) tarafından oluşturulan, GP atlasının ultrasonografik versiyonu gibi bir sonografik değerlendirme yöntemi de mevcuttur, ancak bu zaman alıcıdır ve her yaş grubunda kullanıma uygun değildir.

Bu çalışmada, araştırmacıların yıllardır kemik yaşı tayininde kullandığı GP atlası ile birlikte USG'nin kullanılmasının ve hem kolay hem de radyasyondan uzak bir biçimde kemik yaşı tayininin ve pubertal büyüme atılımının belirlenmesinin mümkün olduğu gösterildi. Bu çalışmada, her iki yöntemde de, tahmin edilen kemik yaşları büyük oranda benzerlik gösterdiği gibi kronolojik yaşla da yüksek korelasyon gösterdi.

Bu çalışmaya dâhil edilen hastaların el-bilek graflerinden elde edilen veriler ile USG'den elde edilen veriler arasında büyük oranda uyum izlendi. PP1, PP2 ve radial epifiz haricindeki diğer tüm değerler arasında istatistiksel farklılık izlenmedi. PP1, PP2 ve radial epifizin her iki yöntem arasında farklılık göstermesinin teknik hassasiyet veya uygulama açısı gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünüldü. USG'nin, röntgende görülemeyen küçük epifiz diafiz açıklıklarını bile tespit edebilmesi nedeniyle, USG'deki evre bazen konvansiyonel grafide izlenenden daha önceki bir evreyi gösterebilmektedir.

Diş hekimliğinde el-bilek graflerinin alınmasının en büyük amacı pubertal büyüme atılımının belirlenmesidir. Pubertal büyüme atılımının tepe noktaya ulaştığının göstergesi olan MIP3'ün capping safhasına ulaşması ve sesamoidin

görülmeye başlaması USG için de geçerlidir. El-bilek USG'sinde ikisinin beraber görüldüğü hastalarda diğer epifiz diafiz ilişkileri de dikkate alınarak pubertal atılımın tepe noktasına ulaştığını söylemek mümkündür.

Khan ve arkadaşları (51) büyüme bozuklukları olan hastalardan oluşan bir popülasyon üzerinde yaptıkları çalışmada, USG ile GP atlası ve radyografi arasında düşük korelasyonun görüldüğünü bildirmişler ve kemik yaşı belirlenmesinde USG'yi geçerli bir alternatif olarak görmemişlerdir. Ancak popülasyon normal, gecikmiş veya ilerlemiş kemik yaşına bölündüğünde, en yüksek korelasyonun normal kemik yaşı grubunda bulunduğunu ifade etmişler daha geniş hasta grupları ile daha spesifik koşullardaki çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. USG'yi tekrar eden kemik yaşı ölçümlerinde ve sağlıklı çocuklarda kullanmayı uygun bulmuşlar, kemik yaşı anormal bulunan çocuklarda ise radyografiyi önermişlerdir. USG'nin kemikteki bozuk mineralizasyonu ve büyüme bozukluklarını göstermede yeterli olmadığı bildirilmiştir (83, 90). Öte yandan, Mentzel ve arkadaşları (43) distal radius ve ulna üzerinde aynı cihazla yapılan çalışmada GP metodu ile USG arasında güçlü bir korelasyon varlığını rapor etmişlerdir. Her iki çalışma da, bizim hasta grubumuzdan farklı olarak, büyüme bozukluğu doğrulanmış olan veya şüphesi olan hastaları içermektedir (43, 83). Hajalioghli ve arkadaşları (91) ise; Khan ve arkadaşlarının (83) sonuçlarının aksine USG'nin, radyografiyle kıyaslandığında, gecikmiş kemik yaşının üzerinde ve ilerlemiş kemik yaşının altında bir sonuç verme eğiliminde olduğunu ve asıl kemik yaşına yakın sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Ayrıca bu iki çalışma arasındaki çelişkili sonuçların, Khan ve arkadaşlarının (83) konvansiyonel USG cihazı yerine otomatik bir sonografi cihazı kullanmaları nedeniyle olduğunu söylemişlerdir. Bu çalışma sağlıklı çocuklar üzerinde yapıldığı için USG'nin büyüme bozukluklarının tespitinde ne kadar etkili olduğu konusunda herhangi bir bilgi elde edilmedi. Ancak çalışmadaki bulgulardan yola çıkarak USG'nin, sağlıklı hastalar üzerinde yapılan yaş tayininde radyografiye alternatif olarak kullanımını uygun görüldü.

Küçük bir hasta popülasyonu ile yapılan bu çalışmada hasta sayısının azlığı bir limitasyon olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte bu tez çalışması, mevcut hasta sayısında bile, çocuklarda pubertal büyüme atılımının belirlenmesinde geleneksel

radyografik yöntemin USG ile değiştirilebileceği fikrini doğrulamayı başarmıştır. Verileri kronolojik yaş temelinde kategorize ederek bu konuda bir ultrasonografik atlas oluşturmak, böylece USG'de yaş tayininin daha sistematik bir biçimde yapılmasını sağlamak ve uygulayıcıya bağlı farklılıkları en aza indirmek için daha çok hasta grubu ile daha çok çalışma yapılması gerekli görülmektedir. Ultrasonografik görüntülemenin, zaman alıcı olmasa da, deneyimli radyoloji uzmanları tarafından yapılmasının gerekliliği ve sonuçların gözlemciler arasında değişim gösterebilmesi USG'nin kullanımını sınırlandırmaktadır.

Bu çalışmada ortaya çıkmamış olsa da, radyografi alınmadığında epifizin anormal kalsifikasyonunun veya morfolojik anomalilerin USG tarafından belirlenmesinde hatalar olabileceği düşünüldü. Buna ek olarak, büyüme bozukluklarının teşhisinde yardımcı olabilecek iskeletsel anomalileri USG ile belirlemek zor olabilir.

Her iki görüntüleme yönteminin (radyografi veya USG) artı ve eksileri olduğunu belirtmek gerekir. Konvansiyonel radyografik teknikle yaş tayini (GP atlası ile) 1950'lerden beri kullanılmaktadır. Araştırmacıların büyük çoğunluğunun X-ışını radyografilerini kendilerinin okumayı tercih etmesi ve dolayısıyla nihai kararı vermek için kendi yorumlarına güvenmesi, hemen hemen her yerde kolayca karşılanabilmesi, gerçekleştirilmesinin basit ve ucuz olması gibi nedenlerden dolayı yıllardır el-bilek grafileri tercih edilmektedir. Öte yandan, bir çocuğun yeni doğan döneminde bir büyüme problemi saptanmış ise, çoğu merkez, yıllık bazda bir kemik yaşı belirleme talebinde bulunduğundan, çocuğun yaşamında yaklaşık olarak 20 el-bilek grafisi çektirmesi beklenebilir. Ortodontik tedavi sürecinde de en az 2 veya 3 kere çocuktan el-bilek grafisi çektirmesi istenmektedir. Dolayısıyla kemik yaşı tayininde X ışınlarının kümülatif iyonize radyasyon riski önemsiz değildir. Bunu göz önüne alırsak, USG çok daha güvenli bir yöntemdir. Radyografi ile kıyaslanacak olursa; USG uzman bir doktor gerektirirken, düz grafi bir teknisyen tarafından elde edilebilir. Hem elin hem de bileğin görüntülenmesi düz grafi kadar hızlı değildir ancak görüntüleme ve değerlendirme aynı anda yapıldığı için hemen hemen aynı sürede yaş tayini yapılabilir. Radyografide hasta başında geçirilen süre daha azdır ancak USG'de hasta iskeletsel gelişim durumu hakkında anında bilgilendirilebilir. Tüm

bunların yanı sıra USG yukarıda da belirtildiği gibi bazı dezavantajlara sahiptir. İlgili bir atlas oluşturulmadığı ve görüntüler basılı halde verilmediği sürece, talep eden doktorlar radyoloğa güvenmek zorundadırlar. Buna ek olarak, dünya genelinde önemli sayıda merkez ultrason ekipmanına sahip değildir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

El-bilek radyografilerinin günümüzde ve ilerleyen dönemde kemik yaşı tayininde en popüler yöntem olmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, GP atlasının her yaş grubuna ait ultrasonografik bir versiyonunun geliştirilmesi ile kemik yaşı tayininde USG daha pratik ve geçerli bir alternatif olabilir. Radyoloji bölümlerinde de ultrasonografik kemik yaşı GP atlası kullanılarak hasta herhangi bir radyasyona maruz kalmadan tahmin edilebilecek, bu konuda daha çok çalışma yapıldıkça ve bu değerlendirmeleri yapabilecek tecrübeli radyolog sayısı arttıkça USG'nin kemik yaşı tayininde kullanımını gitgide yaygınlaştıracaktır.

Sonuç olarak; bu çalışma ile geleneksel kemik yaşı belirleme yöntemi olan el-bilek radyografilerinin, diş hekimliği alanında kemik yaşı tayininde ve özellikle pubertal büyüme atılımının tespitinde USG ile yer değiştirebileceği söylenebilir. Her iki tekniğin de mevcut olduğu durumlarda, kâr-zarar hesabı yaparak hangi yöntemin uygun olduğuna karar vermek hekime düşmektedir.

KAYNAKLAR

1. Gilli G. The assessment of skeletal maturation. *Horm Res* 1996; 45: 49-52.
2. Mora S, Boechat MI, Pietka E, Huang HK, Gilsanz V. Skeletal age determinations in children of European and African descent: applicability of the Greulich and Pyle standards. *Pediatr Res* 2001; 50: 624-8.
3. Groell R, Lindbichler F, Riepl T, Gherra L, Roposch A, Fotter R. The reliability of bone age determination in central European children using the Greulich and Pyle method. *Br J Radiol* 1999; 72: 461-4.
4. Tanner JM, Whitehouse RH. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method). New York: Academic Press; 1975
5. Roche AF. A study of skeletal maturation in a group of Melbourn children. *Aust Paediatr J* 1967; 3: 123-7.
6. Bayrakdar İŞ. Çenelerde görülen intraosseöz lezyonların dental volumetrik tomografi, ultrasonografi ve histopatolojik bulgularının değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi, Doktora Tezi, 2015, Erzurum.
7. Elgenmark O. Normal development of the ossific centers during infancy and childhood: Clinical, roentgenologic and statistical study. *Acta Paediatr Scand* 1946: 33 (Suppl 1); 1.
8. Edeiken J, Dalinka M, Karasick D. Edeiken's Roentgen Diagnosis of Disease of Bone. 4th ed. Volume 2, Chapter 14, Baltimore: Williams and Wilkins; 1990, s.1436.
9. Gilsanz V, Ratibin O. Hand Bone Age: A Digital Atlas of Skeletal Maturity. Springer; 2011.

10. Kaplowitz P, Srinivasan S, He J, McCarter R, Hayeri MR, Sze R. Comparison of bone age readings by pediatric endocrinologists and pediatric radiologists using two bone age atlases. *Pediatr Radiol* 2010; 41(6): 690-3.
11. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of Skeletal Development of the hand-wrist. 2nd edition. Carlifonia: Stanford University Press; 1959.
12. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJ, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). London: Academic Press; 1983.
13. Boyunağa Ö. Radyolojik Olarak Kemik Yaşı Tayini. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı, Klinik Pediatri, Ankara. 2002; 1(2): 81-5.
14. Lowrey GH. Growth and Development of Children. 8th ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc. Scott SS; 1986.
15. Kuhns LR, Finnstrom O. New standards of ossification of the newborn. *Radiol* 1976; 119: 655-60.
16. Keats TE. The bones: normal and variants. In: Kuhn JP, Slovis TL, Haller JO, eds. *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging*. 10th ed. Philadelphia: Mosby; 2004: 2035-92.
17. Morishima A, Gumbach MM, Simpson ER, Fisher C, Qin K. Aromatase deficiency in male and female siblings caused by a novel mutation and the physiological role of strogens. *J Clin Endocrinol Metab* 1995; 80: 3689-98.
18. Taravari V. Çocukluk çağı radyolojik el bileği kemik yaşı tayini ve Greulich-Pyle atlası ile karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Uzmanlık tezi, 2013, İstanbul.

19. Kaplan A. 12 yaş ve üstü pediatrik yaş gurubunda kemik yaşı tayini için çekilen el bileği grafisinde kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse yöntemlerinin karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Uzmanlık tezi, 2014, İstanbul.
20. Yılmaz Ö. Adli Tıp Kurumu'nda yaş tayininde kullanılan yöntemin verimlilik açısından değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Uzmanlık Tezi, 2006, İstanbul.
21. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 1. Cilt, 4. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006.
22. Moore KL. Clinical Oriented Anatomy. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
23. Snell RS. Clinical anatomy by regions. 8th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 480-87.
24. Standring S. Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice. 39th ed. Edinburg: Churchill Livingstone; 2004.
25. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: Part II. J Hand Surg Am 2005; 30: 24-34.
26. Rayan GM, Jameson BH, Chung KW. The pisotriquetral joint: anatomic, biomechanical, and radiographic analysis. J Hand Surg Am 2005; 30: 596-602.
27. Tuncel E. Klinik radyoloji. 2. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 2012.
28. Harorlı A, Akgül HM, Yılmaz AB, Bilge OM, Dağistan S, Çakur B, Çağlayan F, Miloğlu Ö, Sümbüllü MA. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2014.
29. Middleton WD, Kurtz AB, Hertzberg BS. Ultrason: Bilinmesi Gerekenler. 2. Baskıdan Çeviri 3.Baskı. İzmir: İzmir Güven Kitabevi, 2008.

30. Güney Ş. Kolaylaştırılmış Acil Ultrason. İstanbul Tıp Kitapevi, 2010.
31. Block B. The Practice of Ultrasound, A Step by Step Guide to Abdominal Scanning. Thieme, New York: 2004.
32. Nielsen TJ, Lambert MJ. Physics and instrumentation. In: Ma OJ, Mateer JR., eds., Emergency Ultrasound. McGraw-Hill, New York: 2003: 45-66.
33. Keleş Evlice B, Öztunç H. Digital Radiography and Advanced Imaging Techniques in Dentistry. Arch Med Rev J 2013; 22(2): 230-8.
34. Heller M, Jehle D. Fundamentals. In: Heller M, Jehle D, eds., Ultrasound in Emergency Medicine. Center Page: West Seneca, NY, 2nd edition. 2002: 1-40.
35. Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. Human Evolution 1990; 5(3): 227-38.
36. Işcan MY, Loth SR, Wright RK. Metamorphosis at the sternal ribend: a new method to estimate age at death in white males. Am J Phys Anthropol 1984; 65(2): 147-56.
37. Işcan MY, Loth SR, Wright RK. Racial variation in the sternal extremity of the rib and its effect on age determination. J Forensic Sci 1987; 32(2): 452-66.
38. Yavuz MF, Işcan MY, Cöloğlu AS. Age assessment by rib phase analysis in Turks. Forensic Sci Int 1998; 98 (1-2): 47-54.
39. Stout SD. The use of histomorphology to estimate age. J Forensic Sci 1998; 33(1): 121-5.
40. Kirkeby S, Garbarsch C. Histochemical studies of the masseter, the temporal and small zygomaticomandibular, and the Temporomandibular masticatory muscles from aged male and female humans. Fiber types and myosin isoforms. Cranio 2001; 19(3): 174-82.

41. Schranz D. Critical remarks on the evaluation of age determination characteristics of teeth and bones. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 1959; 48: 562-75.
42. Schranz D. Age determination from the internal structure of the humerus. *Am J Phys Anthropol* 1959; 17: 273-7.
43. Mentzel HJ, Vilser C, Eulenstein M, Schwartz T, Vogt S, Bottcher J, Yaniv I, Tsoref L, Kauf E, Kaiser WA. Assessment of skeletal age at the wrist in children with a new ultrasound device. *Pediatr Radiol* 2005; 35(4), 429-33.
44. Mughal AM, Hassan N, Ahmed A. Bone age assessment methods: A critical review. *Pak J Med Sci* 2014; 30(1): 211-5.
45. Bull RK, Edwards PD, Kemp PM, Fry S, Hughes IA. Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich and Pyle, and Tanner and Whitehouse (TW2) methods. *Ach Dis Child* 1999; 81(2): 172-3.
46. Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: Consequences for forensic age estimations. *Int J Legal Medicine* 2000; 113: 253-8.
47. Bilgili Y, Hizel S, Kara SA, Sanli C, Erdal HH, Altinok D. Accuracy of skeletal age assessment in children from birth to 6 years of age with the ultrasonographic version of the Greulich-Pyle atlas. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 683-90.
48. Wagner UA, Diedrich V, Schmitt O. Determination of skeletal maturity by ultrasound: a preliminary report. *Skeletal Radiol* 1995; 24: 417-420.
49. Megremis S, Cavallo G, Michalakou M, Kehagias E, Segkos N, Agianniotakis E, Sfakianaki E. Assessment of skeletal age with hand and wrist sonography: could a standardised method replace radiography? *Eur Radiol* 2004; 14: 514.

50. Molinarin L, Gasser T, Largo RH. TW3 bone age: RUS/CB and gender differences of percentiles for score and score increments. *Ann Hum Biol* 2004; 31: 421-35.
51. Khan K, Elayappen AS. Bone Growth Estimation Using Radiology (Greulich–Pyle and Tanner-Whitehouse Methods). In: Preedy VR, editor. *Handbook of Growth and Growth Monitoring in Health and Disease* [Internet]. New York: Springer; 2012 [cited 2013 Jul 13]. p. 2937-53.
52. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein NH, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method). 3rd ed. London: W.B. Saunders; 2001
53. Vignolo M, Naselli A, Magliano P, Di Battista E, Aicardi M, Aicardi G. Use of the new US90 standards for TW-RUS skeletal maturity scores in Youths from the Italian population. *Horm Res* 1999; 51: 168-72.
54. Adler BH. Vicente Gilsanz, Osman Ratib: Bone age atlas. *Pediatr Radiol* 2005; 35(10): 1035.
55. Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod* 1979; 49: 181-9.
56. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1982; 52: 88-112.
57. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976; 69: 611-9.
58. Bjork A. Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc* 1972: 61-74.

59. Thodberg HH. An Automated Method for Determination of Bone Age. *JCEM* 2009; 94(7): 2239-44.
60. Thodberg HH, Kreiborg S, Juul A, Pedersen KD. The BoneXpert Method for Automated Determination of Skeletal Maturity. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 2009; 28(1): 52-66.
61. Thodberg HH, Sävendahl L. Validation and Reference Values of Automated Bone Age Determination for Four Ethnicities. *Acad Radiol* 2010; 17(11): 1425-32.
62. Shimura N, Koyama S, Arisaka O, Imataka M, Sato K, Matsuura M. Assessment of measurement of children's bone age ultrasonically with Sunlight BonAge. *Clin Pediatr Endocrinol* 2005; 14 (Supplement24), 17-20.
63. Abdel-Kader HM. The reliability of dental x-ray film in assessment of MP3 stages of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114(4): 427-9.
64. Rajagopal R, Kansal S. A comparison of modified MP3 stages and the cervical vertebrae as growth indicators. *J Clin Orthod* 2000; 36(7): 398-406.
65. Leite HR, O'Reilly MT, Close JM. Skeletal age assesment using the first, second, and third fingers of the hand. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 98: 492-8.
66. Chapman SM. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod* 1972; 42: 236-44.
67. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae. *Angle Orthod* 1988; 58(2): 179-84.
68. Hellsing E. Cervical vertebral dimensions in 8-, 11-, and 15-year old children. *Acta Odontol Scand* 1991; 49(4): 207-13.

69. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107(1): 58-66.
70. Fıratlı S, Öztaş E. Boyun omurlarından yararlanılarak iskelet yaşının tayin edilmesi. *Türk Ortodonti Dergisi* 1996; 9: 200-4.
71. Fıratlı S, Öztaş E. Boyun omurları boyutlarında büyüme ve gelişimle meydana gelen değişikliklerin iskelet yaşının belirlenmesinde kullanılıp kullanılmayacağına incelenmesi. *Türk Ortodonti Dergisi* 1996; 9: 186-93.
72. Franchi L, Bacetti T, McNamara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 335-40.
73. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 380-5.
74. Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicator. *J Clin Orthod* 1998; 32: 221-5.
75. Küçükkeleş N, Acar A, Biren S, Arun T. Comparison between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 24: 47-52.
76. Lamparski, D. G. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *Am J Orthod* 1975; 67(4): 458-9.
77. Daneff M, Casalis C, Bruno CH, Bruno DA. Bone age assessment with conventional ultrasonography in healthy infants from 1 to 24 months of age. *Pediatr Radiol* 2015; 7: 1007-15.
78. Ontell FK, Ivanovic M, Ablin DS, Barlow TW. Bone age in children of diverse ethnicity. *Am J Roentgenol* 1996; 167: 1395-8.

79. Kreitner KF, Schweden FJ, Riepert T, Nafe B, Thelen M. Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *Eur Radiol* 1998; 8(7): 1116-22.
80. Garn SM, Rohmann CG. Variability in the order of ossification of the bony centers of the hand and wrist. *Am J Phys Anthropol* 1960; 18: 219-30.
81. Garn SM, Rohmann CG. Parent-child similarities in hand-wrist ossification. *Am J Dis Child* 1962; 103: 111-15.
82. Carpenter CT, Lester LL. Skeletal age determination in young children: analysis of 3 regions of the hand/wrist film. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:76-9.
83. Khan KM, Miller BS, Hoggard E, Somani A, Sarafoglou K. Application of ultrasound for bone age estimation in clinical practice. *J Pediatr* 2009; 154(2): 243-7.
84. Castriota-Scanderbeg A, Sacco MC, Emberti-Gialloreti L, Fraracci L. Skeletal age assessment in children and young adults: comparison between a newly developed sonographic method and conventional methods. *Skelet Radiol* 1998; 27(5): 271-7.
85. Nesi R, Garattini G, Bazzini E, Zaffaroni R, Lazzerini F. Ultrasonography assessment of ossification foci of the wrist and pubertal growth spurt. *La Radiol Med* 1997; 94(1-2): 43-6.
86. Castriota-Scanderbeg A, De Micheli V. Ultrasound of femoral head cartilage: a new method of assessing bone age. *Skeletal Radiol* 1995; 24: 197-200.
87. Scoles PV, Salvagno R, Villalba K, Riew D. Relationship of iliac crest maturation to skeletal and chronologic age. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 639-44.

88. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006; 76: 984-9.
89. Bhat VJ, Kamath GP. Age estimation from root development of mandibular third molars in comparison with skeletal age of wrist joint. *Am J Forensic Med Pathol* 2007; 28: 238-41.
90. Algazzar HY, Nancy M, Zeidan NM. Validity of the ultrasonographic version chart of the greulich-pyle method in assessment of skeletal age. *Egypt J Radiol Nucl Med* 2005; 36(3): 633-43.
91. Hajalioghli P, Tarzamni MK, Arami S, Fouladi DF, Ghojzadeh M. The utility of ultrasonographic bone age determination in detecting growth disturbances; a comparative study with the conventional radiographic technique. *Skeletal Radiology* 2015; 44(9): 1351-6.

EKLER

EK-1. Bilgilendirilmiş Olur Formu



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU
(GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ VE RIZASININ ALINMASI PROTOKOLÜ)



GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞI GÖSTEREN ANA ESASLAR

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz _____ veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Proje yürütülmesi esnasında herhangi bir sebep göstermeden aratmadan çekilebilirsiniz (ancak aratma zor durumda brakmamak için aratmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacaktır). Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi kouluyla aratmacı tarafından aratma d tutulabilirsiniz.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük talep edilmeyecektir.

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Yapılan tüm açıklamaları ayrıntılılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad - Soyad _____

Adres _____

Telefon _____

İmza _____

Vellsi

Ad - Soyad _____

Adres _____

Telefon _____

İmza _____

EK-2. Etik Kurul Onayı



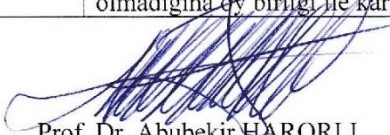
T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 12.05.2016

Oturum Sayısı: 06/2016

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. Osman Murat BİLGE
Araştırmanın Açık Adı	Ortodontik Tedavi İhtiyacı Olan Hastaların Pubertel Büyüme Atılımının Belirlenmesinde Ultrasonografik Verilerin El-Bilek Grafileri İle Karşılaştırmalı İncelenmesi
Karar No	38.
Alınan Karar	Prof. Dr. Osman Murat BİLGE'nin danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Kübra TÖRENEK'in yürüteceği "Ortodontik Tedavi İhtiyacı Olan Hastaların Pubertel Büyüme Atılımının Belirlenmesinde Ultrasonografik Verilerin El-Bilek Grafileri İle Karşılaştırmalı İncelenmesi" konulu uzmanlık tezi çalışmasının, Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Abubekir HARORLI

Etik Kurul Başkanı

Prof. Dr. Nuran YANIKOĞLU



Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR



Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK TOPÇU
KATILMADI

Yrd. Doç. Dr. Ali KIKI



EK-3. Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Kübra TÖRENEK AĞIRMAN

Doğum tarihi : 15.07.1990

Doğum yeri : ERZURUM

Medeni Hali : Evli

Uyruğu : T.C.

Adres : Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi Anabilim Dalı, 25240 Erzurum

Tel : 0 507 558 80 91

E-posta : kubratorenek@gmail.com

Eğitim

Lise : Erzurum İbrahim Hakkı Fen Lisesi (2004-2007)

Lisans : Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2008-2013)

Uzmanlık : Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi Anabilim Dalı (2014-2017)

Yabancı Dil Bilgisi

İngilizce : Orta