



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANABİLİM DALI  
ANATOMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SAĞLAM AYAK DİREKT GRAFİLERİNDE  
METATARSUS'LARIN İZDÜŞÜM ALANI VE TÜM  
METATARSUS'LARA OLAN İZDÜŞÜM ORANLARININ  
CİNSİYETE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Elif ÖZDÜNDAR  
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN  
Dr. Öğretim Üyesi Zülal ÖNER

KARABÜK

2019





TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANABİLİM DALI  
ANATOMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SAĞLAM AYAK DİREKT GRAFİLERİNDE  
METATARSUS'LARIN İZDÜŞÜM ALANI VE TÜM  
METATARSUS'LARA OLAN İZDÜŞÜM ORANLARININ  
CİNSİYETE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Elif ÖZDÜNDAR  
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN  
Dr. Öğretim Üyesi Zülal ÖNER

KARABÜK  
2019

## TEZ ONAYI

ELİF ÖZDÜNDAR'ın hazırladığı "Sağlam Ayak Direkt Grafilerinde Metatarsus'ların İzdüşüm Alanı ve Tüm Metatarsus'lara Olan İzdüşüm Oranlarının Cinsiyete Bağlı Değişimi" adlı bu çalışma 08/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ANATOMİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Zülal ÖNER  
Tez Danışmanı



Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL  
Üye



Prof. Dr. Bünyamin ŞAHİN  
Üye



Bu tez Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak onaylanmıştır.

Doç. Dr. Kubilay TEKİN  
Enstitü Müdürü V.

## BEYAN

Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içerisinde yer alan tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallara uygun şekilde elde ettiğimi,
- Elde ettiğim tüm bilgi ve sonuçları etik kurallara uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun şekilde atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum tüm eserleri kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan bilgi ve verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya farklı bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

08/03/2019

Elif ÖZDÜNDAR

İmza

## ÖNSÖZ

Ülkemizde morfolojik araştırmalar üzerine yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Konu içinde cinsiyet farklılıklarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar az olmakla birlikte hızla arttığı da bir gerçektir. Biz alışmamamızı insan iskelet kalıntıları veya görüntülerinden, ossa metatarsi'lerin incelenmesi suretiyle, cinsiyet farklılıklarının belirlenmesinde yararlı olacağı dşnncesine dayandırdık.

Bu bağlamda araştırmanın yürütülmesinde değerli katkıları olan danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Zülal ÖNER'e, araştırmanın her aşamasında desteklerini esirgemeyen çok kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Bünyamin şAHİN ve Sayın Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL'e, üzerinde çalıştığım radyografileri tedarik etme ve radyografilerin yorumlanması konusunda yardımcı olan Sayın Dr. Öğretim Üyesi Serkan ÖNER'e ve hayatımın her anında sabır, hoşgörü ve güler yüzleri ile yanımda olan aile fertlerime çok teşekkür ederim.

Elif ÖZDÜNDAR

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	i
BEYAN .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER.....	vi
TABLolar.....	vii
KISALTMALAR .....	viii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Konusu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Kemikleşme (Ossifikasyon).....	3
2.2. Ayak Anatomisi.....	4
2.2.1. Ossa Metatarsi (Metatarsalia).....	4
2.3. Röntgen Görüntüleme .....	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	15
3.1. Görüntü Popülasyonu.....	15
3.2. Görüntü Analizi ve Alan Ölçümü.....	16
3.3. İzdüşüm Alanı ve İzdüşüm Oranı .....	17
3.4. İstatistiksel Analiz.....	18
4. BULGULAR.....	19
5. TARTIŞMA .....	23
6. SONUÇ.....	29
7. KAYNAKLAR .....	30

<b>8. EKLER.....</b>	<b>38</b>
Ek 1. Etik Kurul Onay Yazısı.....	38
<b>9. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>40</b>





## ŞEKİLLER

<b>Şekil 2.1.</b> Caput ossis metatarsi şekilleri. A: yuvarlak B: kubbe (chevron) C: düz.....	6
<b>Şekil 2.2.</b> Ayak Şekilleri.....	7
<b>Şekil 2.3.</b> Ossa Pedis (Dorsal).....	9
<b>Şekil 2.4.</b> Tıp Alanındaki İlk Radyografik Görüntü.....	10
<b>Şekil 2.5.</b> X Işınının Dalga Boyu.....	11
<b>Şekil 2.6.</b> Gri Ölçek Skalası.....	12
<b>Şekil 2.7.</b> Görüntüyü Oluşturan Piksel .....	13
<b>Şekil 3.1.</b> Onis programında görüntüyü açma.....	16
<b>Şekil 3.2.</b> Birinci Metatarsa Ait İzdüşüm Alan Ölçümü.....	17
<b>Şekil 4.1.</b> Birinci Metatarsa Ait İzdüşüm Alan Ölçümü.....	22

## TABLÖLAR

<b>Tablo 4.1.</b> Kadın ve erkek izdüşüm alan ortalamalarına ait ortalama ve standart sapma değerleri .....	20
<b>Tablo 4.2.</b> Kadın ve erkek ayağına ait izdüşüm alan oranların ortalama ve standart sapma değerleri .....	21
<b>Tablo 4.3.</b> Erkeklerde üçüncü os metatarsale izdüşüm alan oranı ROC analizi sonucu .....	22

## KISALTMALAR

AP	: Antero-posterior
Art.	: Articulatio
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
M.	: Musculus
Mm.	: Musculi
MRI	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NIH	: Ulusal Sağlık Enstitüsü
PACS	: Teleradyoloji ve Picture Archiving and Communication System
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
ROC	: Reciever Operator Characteristics Curve
AUC	: Area Under of a ROC Curve

## ÖZET

### **Sağlam Ayak Direkt Grafilerinde Metatarsus'ların İzdüşüm Alanı ve Tüm Metatarsus'lara Olan İz Düşüm Oranlarının Cinsiyete Bağlı Değişimi**

Ossa metatarsi'ler ile ilgili çeşitli radyografik görüntüler üzerinden metatarsal varyasyon, ossa metatarsi'lere ait çeşitli patolojiler ve metrik ölçümleri (uzunluk, kalınlık) araştırılmıştır. Ossa metatarsi'ye yönelik cinsiyet tespiti çalışmaları genellikle kadınlarda ve erkeklerde, birinci os metatarsale ve metatarsal arkın şekli üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmanın amacı; radyolojik görüntüler üzerinden tüm ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanlarının ve oranlarının incelenmesi sonucu, ossa metatarsi'lerin cinsiyete göre farklılıklarını ortaya koymaktır.

Bu araştırma Karabük Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi'ne başvuran 20-40 yaş arası sağlıklı olduğu belirlenen 30 kadınla 30 erkeğe ait sol ayak antero-posterior direkt grafi görüntüleri üzerinden retrospektif olarak gerçekleştirildi. Kadınlara ve erkeklere ait her bir os metatarsale'nin izdüşüm alanları ImageJ programı üzerinden üçer kez ölçüldü ve tüm ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanına olan oranı hesaplandı. Normal dağılım gösteren izdüşüm alan ve oran değerlerinin analizinde erkekler ve kadınlar arasındaki ilişki İndipendent Samples t testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen izdüşüm alan ve oran değerlerinin analizinde ise Mann Whitney U testi kullanıldı.  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Kadın ve erkeklere ait ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. İzdüşüm alan ortalaması ve standart sapma değerleri kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla  $7,69 \pm 1,06 \text{ cm}^2$ ,  $9,31 \pm 0,98 \text{ cm}^2$  olarak bulundu.

Kadınlardaki ve erkeklerdeki ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oranlarının karşılaştırılmasında ise yalnızca üçüncü os metatarsale'de istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ( $p=0,03$ ). Ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri üçüncü os metatarsale için kadınlarda  $18,90\pm0,96$ , erkeklerde ise  $19,42\pm0,90$  olarak bulundu.

Tüm ossa metatarsi'ler için izdüşüm alan değerleri kadınlara göre erkeklerde büyüklük açısından ciddi bir şekilde farklılaşmaktadır. Üçüncü os metatarsale izdüşüm alanının diğer bütün ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanlarına oranı, kadınlarda ve erkeklerde ayırıcı özelliğe sahiptir.

**Anahtar Sözcükler:** Cinsiyet, Direkt Grafi, İzdüşüm Alanı, Os Metatarsale.

## **ABSTRACT**

### **Sex Dependent Differences of the Projections and Projection Area Fractions of the Metatarsals in X-Ray Films in Healthy Foot.**

Metatarsal variation over various radiographic images related to metatarsals, metric measurements of metatarsals (length, thickness) and various pathologies that belong to metatarsals were searched. Gender determination studies for metatarsals were focused on the shape of the first metatarsal and metatarsal arch in generally women and men. The aim of this study is to determine the contribution of metatarsals to the determination of gender differences as a result of investigation of the projection areas and proportions of all metatarsals in human skeletal remains.

This study was performed retrospectively on the left foot anteroposterior X-ray films of 30 men and 30 women who determined to be healthy between the ages of 20 and 40 who applied to who Karabük University Training and Research Hospital. The projection areas of each metatarsal belonging to men and women were measured three times using ImageJ program and the fraction to the projection area of all metatarsals was calculated. Relationship between men and women in the analysis of projection area and fraction values showing normal distribution was used Independent Samples T test. The Mann Whitney U test was used to analyze the projection area and ratio values that did not show normal distribution.  $p < 0.05$  value was considered statistically significant.

There is a statistically significant difference between the projection area values of metatarsals belonging to men and women. Projection area mean and standard deviation values were found as  $9.53 \pm 1.93 \text{ cm}^2$ ,  $7.66 \pm 1.10 \text{ cm}^2$  for the metatarsal respectively in males and females.

For all metatarsals, the values of projection are severely differentiate for males in terms of size compared to females. Mean and standard deviation values of the projected area ratios of metatarsal were found to be  $18.90\pm 0.96$  in women and  $19.42\pm 0.90$  in men for the third metatarsal.

Statistically significant difference was observed only in the third metatarsal in the comparison of the ratio of the metatarsal area in women and men ( $p=0.03$ ). The ratio of the third metatarsal projection area to all other metatarsals projection areas has a distinctive feature in women and men. The projection areas of all metatarsals make a significant difference between genders.

**Keywords:** Gender, X-ray, Projection Area, Metatarsal.

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Araştırmanın Konusu

Çalışmada sağlam ayak direkt grafilerinde ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanı ve tüm metatarsus'lara olan izdüşüm oranlarının cinsiyete bağlı değişimi konu edinildi.

## 1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Ossa metatarsi'ler ile ilgili radyografik görüntüler üzerinden metatarsal varyasyon, ossa metatarsi'lerin metrik ölçümleri (uzunluk, kalınlık) ve çeşitli patolojileri araştırılmıştır.

Ossa metatarsi'lerin anatomik varyasyonu büyük öneme sahiptir. Pareja ve ark.'nın [1] yapmış olduğu çalışmada; 4-7 yaş arası Mısırlı çocuk hastalarda birinci os metatarsale uzunluğuna etki eden sekonder ossifikasyon merkezlerinin varlığı, Mısırlılarda düztaban gibi çeşitli patolojik durumların gelişmesinde etkili olduğu görülmüştür. Pávek ve ark. [2] birinci os metatarsale uzunluğu ve os peroneum gelişimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir. Rodríguez ve ark. [3] ise İspanyالی erkeklerde en uzun metatarsın birinci os metatarsale olduğunu tespit etmiştir. Yine Letonya'da yapılan çalışmada arkeolojik kazı kalıntılarına göre eski insanların birinci os metatarsale kalınlığı günümüz insanların os metatarsale kalınlığına göre bariz farklılık göstermektedir [4].

Yapılan literatür araştırmalarında ossa metatarsi'lere yönelik cinsiyet tespiti çalışmaları genellikle kadın ve erkeklerde birinci os metatarsale ve metatarsal arkin şekli üzerine yoğunlaşmıştır [5]. Gawlikowska ve ark. [6] fetüslerin cinsiyetlerine göre yapmış oldukları çalışmada aynı fetüsün sağ ve sol ossa metatarsi'lerinin dahi farklı yapısal özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir.



Ossa metatarsi'ler ile ilgili yapılan araştırmalar genellikle birinci os metatarsale kalınlığı ve uzunluğu üzerine yoğunlaşmış olup; yapılan literatür araştırmalarında ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanlarının oransal değerlerinin cinsiyet tayininde kullanımına dair bir araştırma bulunamadı. Çalışmamızda; sağlıklı bireylerde tüm ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanı oranlarının cinsiyet tayininde kullanımına dair bir deneme yapılmıştır. Bu alışma, insan iskelet kalıntılarında ve/veya görüntüleme yöntemleri kullanılarak, incelenen ossa metatarsi'lerin cinsiyet farklılıklarının belirlenmesinde gelecekteki araştırmalara katkı sağlayacaktır.

Bu araştırmada daha önceden çeşitli sağlık problemleri ile Karabük Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesi'ne başvurmuş ve direkt grafisi çekilmiş 20-40 yaş arası sağlıklı olduğu belirlenen bireylere ait görüntüler üzerinden ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanı oranlarının cinsiyet tayininde kullanımına dair bir deneme yapılması amaçlandı.

## 2. GENEL BİLGİLER

İskeleti oluşturan tüm kemikler embriyonik bağ dokusundan (mezenkim) köken alır. Ossifikasyon; intramembranöz kemikleşme ve intrakartilaginöz kemikleşme olarak iki farklı yolla gerçekleşir.

### 2.1. Kemikleşme (Ossifikasyon)

İntramembranöz kemikleşmede mezenşimal hücreler direkt osteoblasta farklılaşır. Embriyolojik dönemde mezenkimal modeller membranöz kemiğin taslağını oluşturur. Mezenkimal hücrenin direkt kemikleşmesi fetal dönemde başlar [7]. Embriyonik bağ dokusu kıkırdak dokusuna dönüşmeden hızlı bir şekilde kemikleşir. Koruyucu özellik taşıyan yassı kafa kemikleri ve clavícula bu tür kemikleşmeye örnektir [8].

İntrakartilaginöz kemikleşmede mezenkimal hücre taslağı fetal dönemde hiyalin kıkırdak dokusu şeklindedir. Yavaş seyreden kemikleşme sonucunda çoğu kıkırdağın yerini kemik alır. İntrakartilaginöz kemikleşme ekstremite kemiklerinde görülür [9]. İntrakartilaginöz kemikleşme endokondral ve perikondral olarak gerçekleşir. Endokondral kemikleşme kısa kemiklerde görülür. Kemik taslağının iç kısımdan başlayan ve diğer kısımlara yayılan kemikleşme türüdür [10]. Perikondral kemikleşme uzun kemik taslaklarının dış kısmından başlar. Taslaklarda ilk kemikleşme yerinde primer ossifikasyon merkezi (centrum ossificationis primarium) oluşur. Uzun kemiklerde primer ossifikasyon merkezi kemiğin gövdesine (diaphysis) denk gelir [8-10].

Doğumdan sonra oluşan diğer kemik parçaları sekonder ossifikasyon merkezlerini (centrum ossificationis secundarium) oluştururlar. Sekonder ossifikasyon merkezleri kemiğin eklem yapan her iki ucuna da isabet eder ve epiphysis adını alır. Tek epiphysis'li kemikler, iskeletin el ve ayak uzun kemikleridir.

Phalanx'lar, birinci os metacarpale ve os metatarsale'nin epipysis'i proksimalde, diğer os metacarpale ve os metatarsale'lerin epipysis'i ise distaldedir [8].

Beşinci os metatarsale'nin basis (apofiz), corpus ve caput'unda olmak üzere üç kemikleşme merkezi bulundurur. Prenatal dönemin 10. haftasında corpus'ta başlayan ossifikasyonu, 3-4. yıllarda başlayan caput'un ossifikasyonu izler. Basis'in proksimali daha erken kaynamakla birlikte 17-20. yıllar arasında basis'in ve corpus'un ossifikasyon merkezleri kaynaşır [11].

## **2.2. Ayak Anatomisi**

Alt ekstermitenin distalinde bulunan ayak iskeletini 7 adet ossa tarsi (tarsalia), 5 adet ossa metatarsi (metatarsalia) ve 14 adet ossa digitorum (phalanges) oluşturur.

### **2.2.1. Ossa Metatarsi (Metatarsalia)**

Ossa metatarsi'ler, ayak medialinden laterale doğru artan romen rakamları (I-V) ile isimlendirilirler. Ossa metatarsi'lerin, ossa tarsi'lere yakın taban kısmına basis ossis metatarsi, phalanx'larla eklem yapan uç kısmına ise caput ossis metatarsi denir. Ossa metatarsi'lerin kama şeklindeki (birinci os metatarsale hariç) proksimal uçları, ossa tarsi'ler ve beraberinde birbirleri ile de eklem yapar. Bağlar ossa metatarsi'lerin caput kısmının yan taraflarındaki çukur sahalara tutunur [10-12].

Beşinci os metatarsale basis'inin lateralinde palpe edilen ve tendonların tutunmasına olanak sağlayan belirgin kabartısı ile tanınır [9]. Os cuboideum üzerinden laterale uzanan bu kabarık alan tuberositas ossis metatarsalis quinti adını alır [13, 14]. Tuberositas ossis metatarsalis quinti bazen adı os vesalinum olan aksesuar bir kemik olarak gelişir [15-19]. Os vesalinum pedis (vesalius kemiği) rutin ayak radyografilerinde %0.1-1 sıklıkta görülen, os metatarsale'nin basis'i ile karıştırılmaması gereken bir varyasyondur [16-19].

Ossa metatarsi'lerin proksimal ve distal uçları arasında kalan bölümü corpus ossis metatarsi olarak adlandırılır [19]. Ossa metatarsi'lerin içerisinde medüller kanalı bulunduran diaphysis'i silindir şeklindedir [20].

Her bir os metatarsale'nin, articulatio (art.) tarsometatarsalis eklemi ayak medialinin ortasından başlayarak laterale doğru eğik seyreden linea tarsometatarsalis'i oluşturur. Bu hat ayağı; ossa metatarsi ve phalanx'ları ön yarıda, ossa tarsi'leri ise arka yarıda olacak şekilde ayırır [21].

Calcaneus ve talus ayağın 1/3'lük kısmını oluşturan arka bölümünde bulunur. Calcaneus ayaktaki en büyük kemiktir. Talus ise ayak ve ayak bileğini birbirine bağlayan köprü vazifesi görür. Calcaneus ve talus arasındaki art. subtalaris, ayak bileğinin dorsiflexion ve plantar flexion hareketine izin verir.

Ayağın orta bölümü os navicula, os cuboideum ve üç os cuneiforme tarafından oluşturulan 1/6'lık kısımdır. Orta ve arka bölüm arasındaki eklemler ayağın zemin değişikliklerine uyumunu sağlamakla görevlidir.

Ossa metatarsi'leri ve phalanx'ları içeren kısım ayağın ön bölümüdür. Metatarsal bölgede ayak tarağını oluşturan bu uzun kemikler art. tarsometatarsalis (Lisfranc eklemi)'e kadar uzanır. Os metatarsale epiphys'i distale doğru davul tokmağına benzer şekilde genişleyerek kıkırdakla kaplı kondilleri oluşturur. Ossa metatarsi'ler ayağın ön bölümünde parmakların tabanında bulunan phalanx proksimalis'ler ile art. metatarsophalangeal eklemi oluşturur. Phalanx'larda hareket fleksiyon ve ekstansiyon ile sınırlıdır [20].

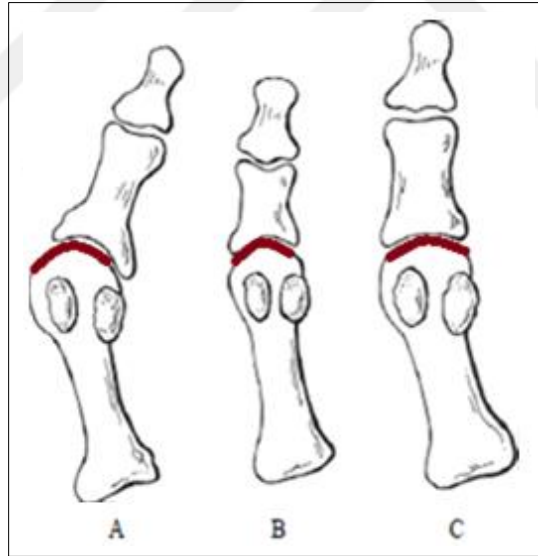
Ossa metatarsi'lerin dorsal yüzü konvektir. Plantar yüz ise flexor kasların tendonlarını içerdiği için uzunlamasına oluklu bir görünümündedir [10- 12].

Birinci art. metatarsophalangeal eklem, tabanında seyreden musculus (m.) flexor hallucis longus tendonu içerisinde medial ve lateral ossa sesamoidea'ları barındırır. Ossa sesamoidea'lar, tendonlar ile kemik yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi minimize eden kaldıraç görevi yapar [22].

Ossa sesamoidea'ları barındıran birinci os metatarsale benzersiz bir yapıdadır [23]. Diğer ossa metatarsi'lerle kıyaslandığında en kısa ve en geniş olanıdır. Ossa sesamoidea'lar birinci os metatarsale'nin plantar yüzünde bulunan kristanın ayırdığı oluklar ile eklem yapar [24, 25]. Böbrek şeklindeki proksimal eklem yüzü lateral tarafta ikinci os metatarsale ile eklemleşir [10- 12].

Birinci os metatarsale'nin (os metatarsale primum) distal ucundaki geniş eklem yüzü ile diaphysis'i arasında fizyolojik bir ilişki vardır [26, 27]. Birinci os metatarsale aldığı yük dolayısıyla prizmaya benzer kalın bir corpus'a sahiptir [10, 12, 28].

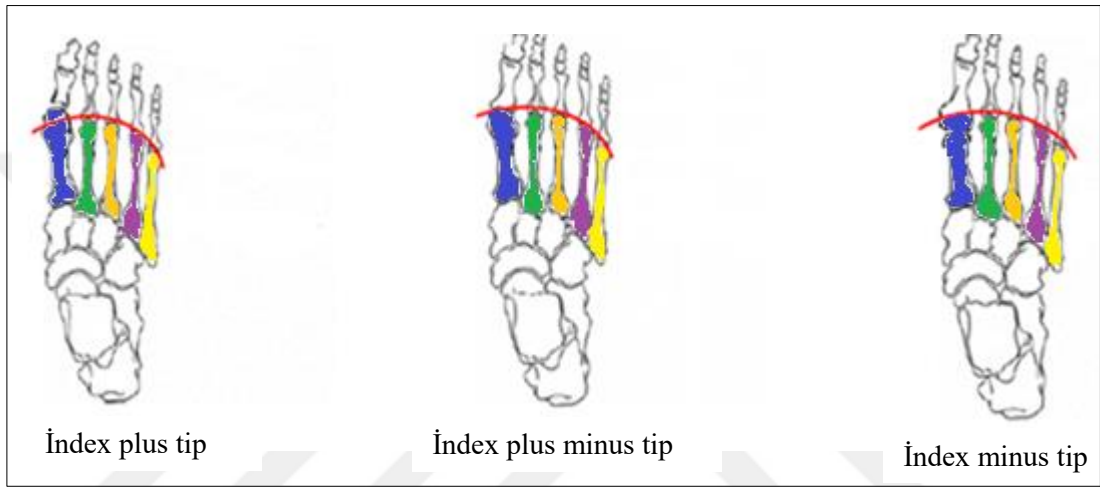
Ferrari'ye göre birinci os metatarsale'nin caput'u yuvarlak, kubbe (chevron) ya da düz şekilli olabilir [29].



**Şekil 2.1.** Caput ossis metatarsi şekilleri. A: yuvarlak B: kubbe (chevron) C: düz [30]

Shereff ve Sarrafian'a göre küçük kapital arterler birinci os metatarsale caput'unun medial ve lateralinin beslenmesinden; metafizer arterler ise dorsal ve plantar bölümünün beslenmesinden sorumludur [31, 32].

Birinci os metatarsale'ye göre diğer ossa metatarsi'lerin uzunluklarının karşılaştırıldığı 3 çeşit ayak tipi belirlenmiştir. Index plus tip %16 sıklıkta bulunur. İlk os metatarsale diğerlerinden uzundur. Index plus minus tip %28 sıklıkta bulunur. İlk ve ikinci os metatarsale uzunluğu birbirine eşitken diğer ossa metatarsi'lerin uzunluğu laterale doğru gidildikçe azalır. Index minus tip %56 sıklıkta bulunur. Uzunlukça ilk os metatarsale ikinciden kısadır. Diğer ossa metatarsi'lerin uzunluğu ise numarası büyüdükçe azalır [20].



**Şekil 2.2.** Ayak şekilleri [22].

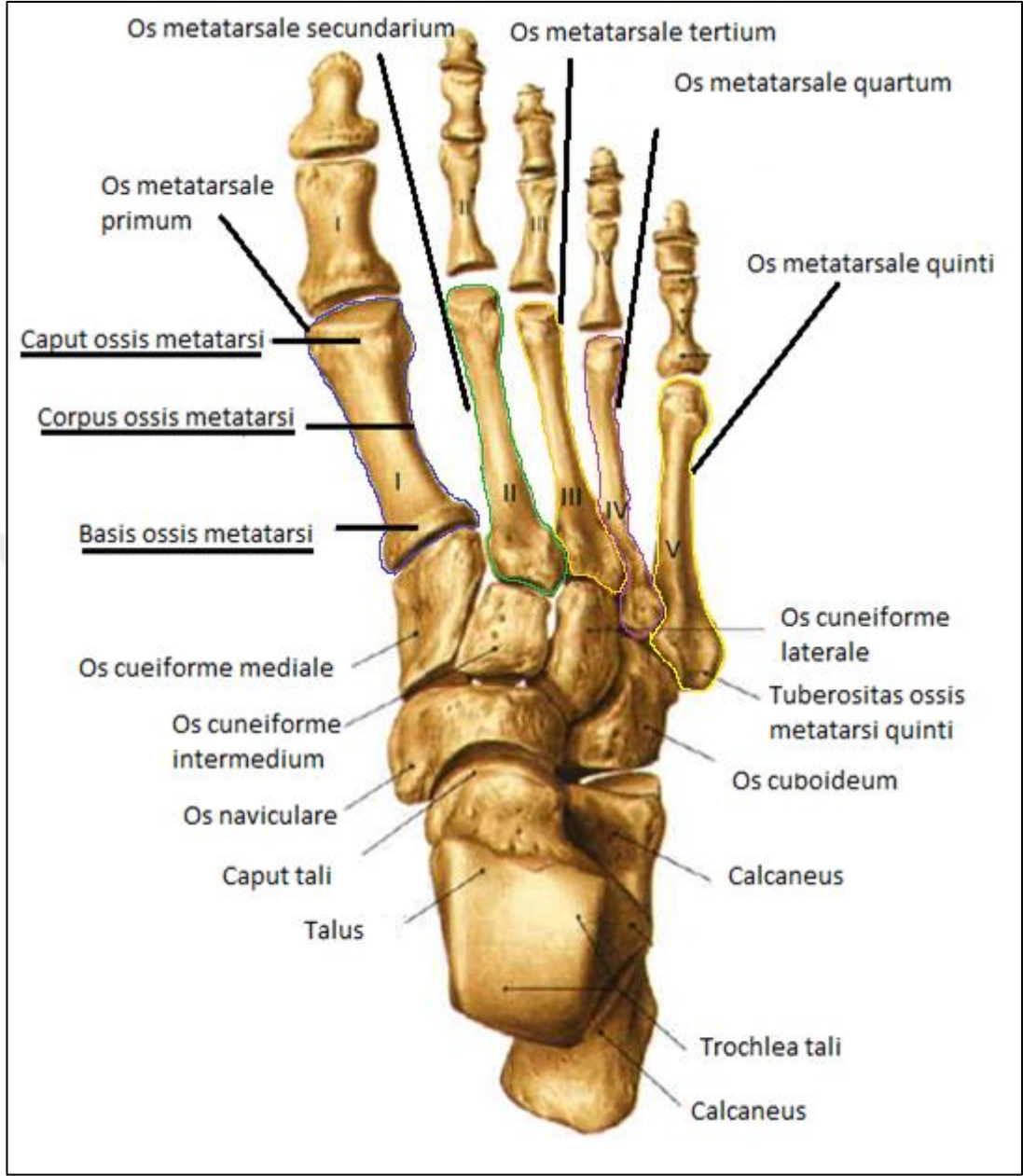
Ossa metatarsi'ler içerisinde en uzun olanı ikinci os metatarsale'dir. İkinci os metatarsale'nin medialinde 1. os cuneiforme (os cuneiforme mediale) ile eklem yapan bir yüzü vardır. Bazen kemiğin medial yüzünde birinci os metatarsale için ayrı bir eklem yüzü daha bulunabilir. İkinci os metatarsale, lateral taraftan dorsalde ve plantarda olmak üzere iki eklem yüzüne daha sahiptir. Os metatarsale secundinarum'un ikinci os cuneiforme ile (os cuneiforme intermedium) eklem yapan proksimal ucu dorsalde genişken, plantar bölgede dar ve pürüzlüdür. İkinci os metatarsale proksimalde os cuneiforme mediale, intermedium ve laterale'nin oluşturduğu çatala sokulur.

Üçüncü os metatarsale (os metatarsale tertium) proksimal ucundaki os cuneiforme laterale ile eklem yapan üçgen şeklindeki eklem yüzü ile tanınır. Üçüncü os metatarsale'nin medialinde ikinci os metatarsale ile eklem yapan iki yüz; dorsolateralinde ise dördüncü os metatarsale ile eklem yapan bir yüz bulunur.

Ossa tarsi'lerden os cuneiforme laterale ve os cuboideum ile eklem yapan dördüncü metatarsal kemiktir. Os metatarsale quartum'un uzunluğu os metatarsale tertium'dan kısadır. Os cuboideum ile eklem yapan yüzü dörtgen şeklindedir. Medialde üçüncü os metatarsale ile, lateralde ise beşinci os metatarsale ile eklem yapar.

Os metatarsale quinti basis'indeki belirgin çıkıntısı, tuberositas ossis metatarsalis quinti, ile diğer ossa metatarsi'lerden ayırt edilen beşinci os metatarsale'dir. Medialinde bulunan eklem yüzü dördüncü os metatarsale ile eklenmiştir. Os cuboideum ile eklem yapan diğer bir kemiktir [10, 20].

Ossa metatarsi'ler distalde birbirleriyle eklem yapmazken basis'lerinden eklem oluştururlar. Birinci ve ikinci os metatarsale birbirine daha sıkı bağlıdır. Ossa metatarsi'lerin birbirine tutunmasına destek sağlayan yapılar dorsal ve plantar ligamentler, muscoli (mm.) interossei, m. peroneus longus tendonu, m. tibialis posterior tendonu ve m. adductor hallucis tendonudur [33].



**Şekil 2.3.** Ossa pedis (dorsal) [34].

Ossa metatarsi'ler hareket genişliği açısından değerlendirilirse en az hareket kabiliyeti ikinci ve üçüncü ossa metatarsi'lerdir. Maksimum hareketlilik birinci os metatarsale'de olup yönü aşağı ve dışa doğrudur. Son iki ossa metatarsi'ler ise aşağı ve içe yön değiştirir. Mevcut yürüme ritminde topuk vuruşunun ardından ayak parmaklarının ve os metatarsale caput'larının teması ile ossa metatarsi'ler aynı seviyede düzleşir ve horizontal bir seyir alır [35].



Birinci os metatarsale corpus ve basis, diğer ossa metatarsi'ler de corpus ve caput olmak üzere iki merkezden kemikleşirler. Kemikleşme corpus'tan distale doğru olup 7-9. haftada başlar. Birinci os metatarsale'nin basis'i 3. yılda kemikleşmeye başlarken diğer ossa metatarsi'lerde kemikleşme 5-8. yılda başlar. Ossa metatarsi'lerin corpus ile birleşmesi 18-20. yılda tamamlanır. Phalanx'lar 10. haftada corpus'undan, 4. ve 10. yıllar arasında da basis'inden kemikleşmeye başlar. Ossa tarsi'ler calcaneus hariç tek merkezden kemikleşir. İntrauterin dönemde calcaneus ilk kez 6. ayda ikinci bir kez de 10. yılda kemikleşmeye başlar ve ergenlikten sonra kemikleşen kısımlar tek kemik halini alır. Anne karnında 7. ayda kemikleşmeye başlayan talus'un tuberculum laterale'si farklı bir merkezden kemikleşerek os trigonum adı verilen ek bir kemik olarak bulunur [36].

### 2.3. Röntgen Görüntüleme

X ışını 1876 yılında eşi Bertha' nın el grafisini rastgele görüntülemeyi başaran Fizik Profesörü Wilhelm Conrad Roentgen tarafından tanımlanmıştır [37].

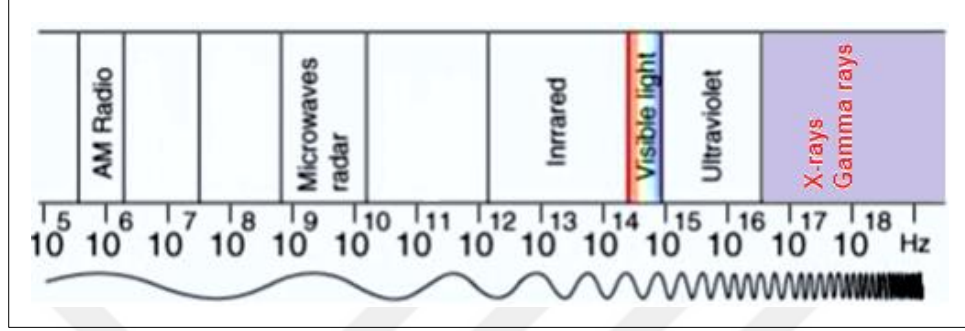


**Şekil 2.4.** Tıp alanındaki ilk radyografik görüntü [37].

X ışınları vakumlu bir tüp içerisinde bulunan iki elektrottan yüksek gerilim ile ısıtılan katottan kalkan elektronların hızlıca anodu hedeflemesi sonucu oluşur [37, 38].

Sırayla üç parmağını, elini ve kolunu insanlık uğruna feda etmiş Dr. Kells ışınlanmanın süresini 1 dakikaya kadar indirebilmeyi başarmıştır [39].

X ışını insan gözünün seçemediği ışıktaki elektromanyetik bir dalgadır.



Şekil 2.5. X ışınının dalga boyu [40].

X ışını fotografik özellikte olup ayağın röntgen filmindeki siyahlaşmayı gümüş kristallerini etkilemesi sonucunda oluşturur. Röntgen filmlerindeki kararmanın yanısıra kimyasal özellikteki X ışınları vücutta farklı maddelerle etkileşime girer. Canlı vücutundaki serbestleşen radikaller iyonlaşan su ile birlikte X ışınları floresans ya da fosforesans özellik gösterir ki bu durum ayak radyografilerinde parlamalarla sonuçlanır [40].

AP projeksiyonlu ayak grafi görüntüleri çekimi, kişi ayak bileklerindeki 15 derecelik eğim ile dik bir biçimde kaset üzerinde ayakta dururken; X ışını kaynağının ayak orta bölümünü hedef alması ile gerçekleştirilir. Ayak tabanı problemleri ya da ligament deformasyonları incelenirken Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) görüntüleme yöntemi kullanılırken kemiklerin yapısı araştırılırken bilgisayarlı tomografi (BT) ya da radyografi tercih edilmektedir [41-44].

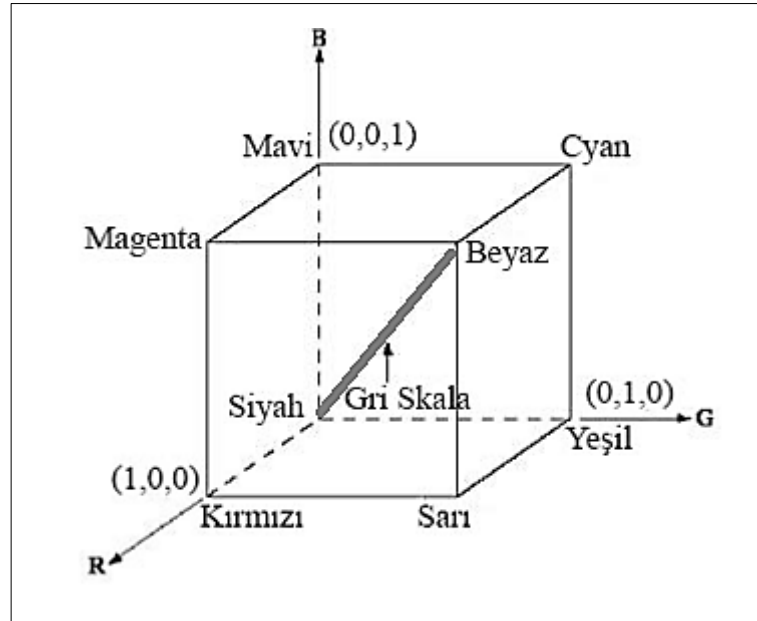
Radyografik görüntüler üç boyutlu yapıların iki boyuta aktarılması ile oluşur. Radyografiler X ışını kaynağından yayılan radyasyona maruz bırakılan organ ya da yapıların gölgesi yani izdüşümüdür [45].

Dijital radyografi, Teleradyoloji ve Picture Archiving and Communication System (PACS) ile görüntülerin elde edilmesi bakımından avantajlı olup dijital verilerin aşamalı olarak manipüle edilebilmesine olanak tanır [46].

Dijital ortamdaki radyolojik görüntü transfer edilebilme ve arşivlenebilme açısından kolaylık sağlar. Dijital radyografiler, zayıf dozda X ışını alıp yüksek dozda gri skala çözünürlüğüne imkan verir [46].

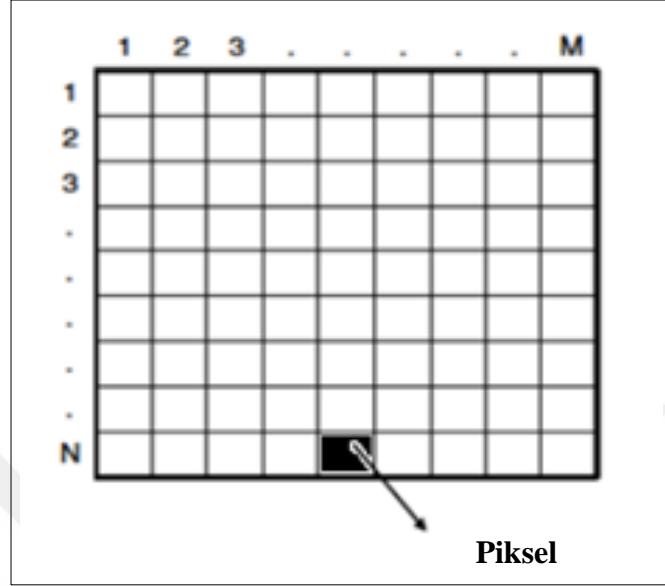
Ek radyasyona ihtiyaç duyulmaksızın direkt grafiler kontrast ve dansite ayarlarında değişiklik yapabilmeye elverişlidir [46].

Dijital görüntüye yakınlaştırma uzaklaştırma, büyültme küçültme gibi işlemler uygulanabilmektedir. Direkt grafilerin bilgisayar ortamında açılabilmesine, görüntünün işlenmesine ve değerlendirilebilmesine olanak sağlayan görüntü standartizasyonu Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) olarak isimlendirilen formata sahip sistemlerle mümkündür [47]. Dijital görüntünün en küçük birimini renklerin yalnızca bir tonunu temsil eden pikseller oluşturur [46]. Dijital görüntüde kullanılan gri ölçek skalası beyaz renkten siyaha değişime izin verir [48].



Şekil 2.6. Gri ölçek skalası [42].

Her piksel rakamsal verilere kodlanmış bir renk tonunu temsil eder. Piksel İngilizce sözcüklerden olan 'picture' ile 'element' kelimelerinden türemiştir.



**Şekil 2.7.** Görüntüyü oluşturan piksel [49].

Analog görüntüdeki  $x$  yatay,  $y$  ise dikey eksenindeki değişkeni temsil eden  $I(x, y)$  fonksiyonu;  $M$  sütun,  $N$  satır olarak örneklendirilirse satır ve sütunun kesişen her bölgesi bir pikseli oluşturur [49].

Bir görüntüyü oluşturan pikseller ne kadar küçük ise ya da ne kadar fazla renk tonu içeriyorsa o görüntü o derece kalitelidir. Dijital görüntünün içerdiği her noktanın (piksel) sayısı bit olarak ifade edilen renk derinliği olarak tanımlanır ve görüntünün gerçeğe olan yakınlığını belirtir [50].

Üç boyuttaki cisimlerin iki boyuttaki görüntüleri ile değerlendirilebilmesi radyografiler üzerinde kullanılan stereolojik metodlar ile mümkündür. İlgilenilen yapının hudutlarının noktasal işaretlenmesini takiben çizilmesi suretiyle, cismin izdüşüm alanının hesaplanmasına olanak sağlayan stereolojik yöntem planimetri denir. Planimetrik ölçümler için Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH)'nin geliştirmiş olduğu Image J isimli program ücretsiz olarak kullanılabilir. Planimetrik yöntem kullanılarak yapılan ölçümler zamanı kullanma açısından verimlidir. Ölçümü yapan kişinin doku hakkındaki teknik bilgisi ya da bu konudaki tecrübesi zamandan

ayrıca tasarruf sağlar. Bunun aksine organların sınırlarının net olmayışı ya da ölçümü yapan kişinin el göz koordinasyonundaki zayıflık ölçümün dezavantajlarından. Planimetrik ölçümlerin tekrarlanabilirliği hesaplamalarda gözlemcinin hatasını en aza indirger ve ölçümlerdeki hassasiyet standart sapmadaki değişiklikleri engeller [51-55].



### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Görüntü Popülasyonu**

Araştırma öncesinde Karabük Üniversitesi Girişimsel olmayan Etik Kurulu'nun 28.02.2018 tarihli 3/21 karar numaralı toplantısında çalışmanın etik kurallara uygunluğu ile ilgili gerekli izinler alındı.

Bu çalışma retrospektif tipte bir araştırma olup daha önce çekilmiş direkt grafi görüntüleri rekonstrüksiyonu ile elde edilen görüntüler üzerinden 2018 yılında gerçekleştirildi.

Çalışmada kadın ve erkek sol ayak dijital radyografileri kullanıldı. Araştırmayı gerçekleştirebilmek için 258 adet radyografi incelendi. Görüntülerin çalışmamıza uygun olup olmadığı tespit edildi.

Kadın ve erkek direkt grafi görüntüleri incelenirken ossa metatarsi'lerinde herhangi bir patolojiye rastlanan bireyler araştırmaya dahil edilmedi.

Herhangi bir os metatarsale travmasına maruz kalan, os metatarsale anomalisi olan veya os metatarsale cerrahisi geçirmiş olan kişilere ait görüntüler çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca os metatarsale kırığı, os metatarsale çökmesi, hallux valgus, bunion, metatarsal osteotomi, metatarsus adductus, metatarsus varus, pes planus, pes cavus gibi patolojilerden herhangi birine sahip olmak da bireylerin çalışmaya dahil edilmeme kriterleri arasındadır.

Hastanenin mevcut PACS arşiv sisteminden 20-40 yaş arası sağlıklı olduğu belirlenen 30 kadın ve 30 erkek bireye ait ayak AP projeksiyonlu direkt grafi görüntüleri toplandı. Görüntüler hard diske DICOM formatında kaydedildi.

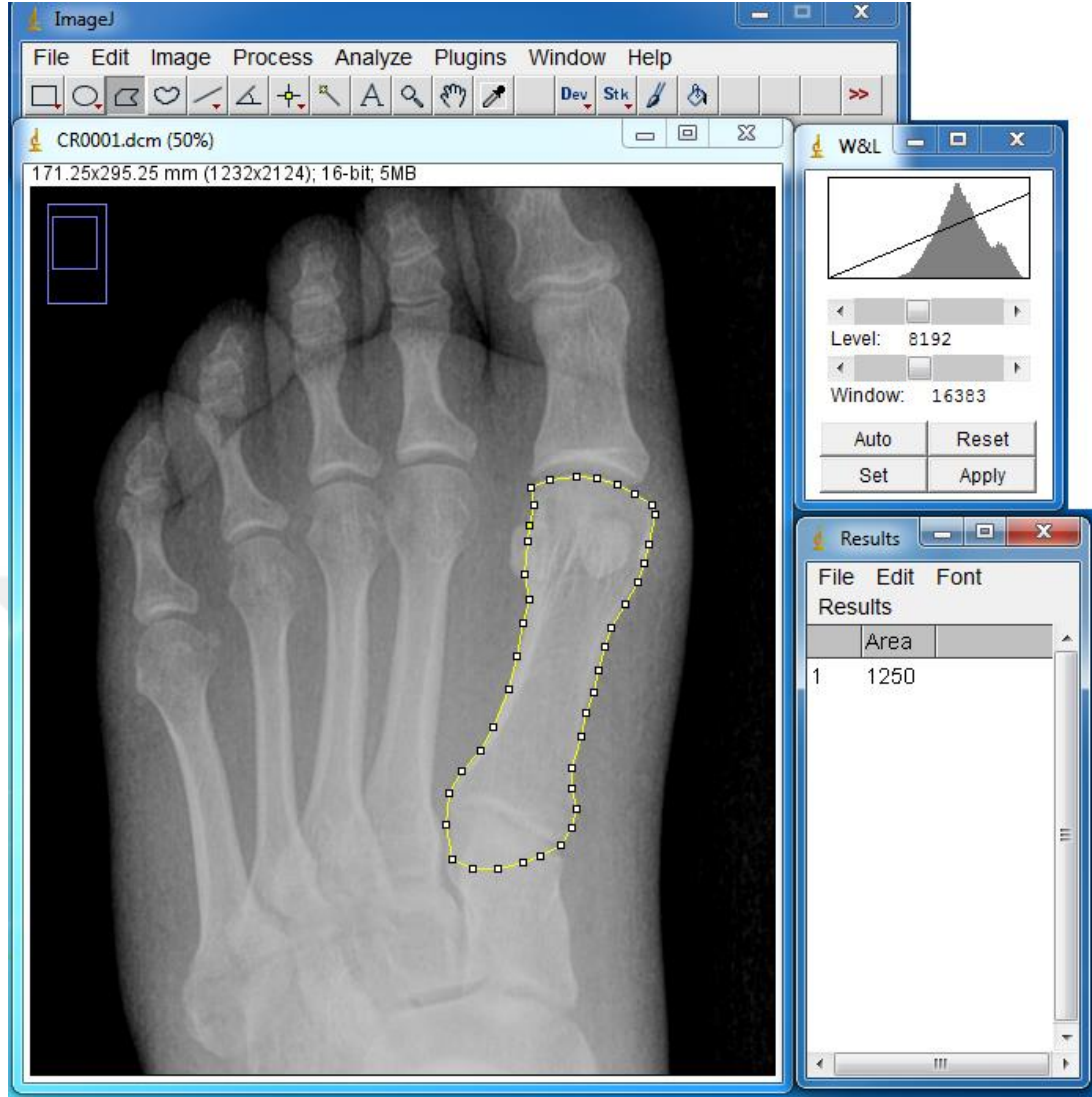


**Şekil 3.1.** Onis programında görüntüyü açma.

Grafileeri Windows ortamında görüntüleyebilmek için görüntüler Onis programına aktarıldı. Dijital görüntü rekonstrüksiyonu sağlandı.

### 3.2. Görüntü Analizi ve Alan Ölçümü

Gerekli dönüşümler sağlandıktan sonra ImageJ programı üzerinde her bir os metatarsale'nin çevresi elle çizildi. Ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanı aynı kişi tarafından farklı zamanlarda üç kez ölçüldü ve ImageJ programı kullanılarak otomatik olarak hesaplandı. Ölçüm sonuçları ImageJ programından Excel'e aktarıldı.



Şekil 3.2. Birinci os metatarsale'ye ait izdüşüm alan ölçümü.

### 3.3. İzdüşüm Alanı ve İzdüşüm Oranı

Kadın ve erkeklere ait dijital radyografik görüntülerin piksel cinsindeki boyutları milimetreye çevirilerek işleme katıldı. 1 pikselin uzaklığı 7,194 mm kadar ölçülür.

Her bir os metatarsale'nin izdüşüm alanı üçer kez ölçüldü ve ölçümlerin ortalaması alındı. Hesaplanan değerler  $\text{cm}^2$ 'ye dönüştürüldü ve toplamda beş adet izdüşüm alan değeri hesaplandı.



Bir os metatarsale'nin izdüşüm alanı hesaplanırken; o os metatarsale'nin izdüşüm alanı ortalaması tüm ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanı ortalamaları toplamına bölündü [70].

Her bir birey için os metatarsale sayısı kadar oran mevcuttur. Hesaplamalar sonucu elde ettiğimiz oran değerleri yüzde cinsindedir.

Hesaplamalarda kullanılan formül şu şekildedir:

$$\text{İzdüşüm Alan Oranı} = \left( \frac{A_{\text{metatarsus}}}{A_{\text{metatarsi}}} \right) \times 100$$

**Denklem 1.** İzdüşüm alan oranı [45].

### 3.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile test edildi. Verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda tanımlayıcı istatistikler medyan (ortalama), en küçük (minimum) ve en büyük (maksimum) değerler şeklinde belirtildi. Normal dağılım gösteren veriler ortalama ( $\bar{X}$ ) ve  $\pm$ standart sapma ( $\pm ss$ ) şeklinde belirlendi. Normal dağılım gösteren verilerin analizinde erkek ve kadınlar arasındaki ilişki için İndipendent Samples t testi, normal dağılım göstermeyen verilerin analizinde ise Mann Whitney U testi kullanıldı.  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Değişkenlerin cinsiyeti ayırt etme özelliğinin ölçüsü ROC analizi ile belirlendi. Analizlerde IBM SPSS Statistics 22.0 programı kullanıldı.

## 4. BULGULAR

Kadın ve erkek bireylerde ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanları ve tüm ossa metatarsi'lere olan izdüşüm oranları karşılaştırıldı.

İndipendent Samples t testi uygulanabilmesi için verilerin normal dağılıma uygunluğu ( $p<0,05$ ), varyansların homojenliği ( $p>0,05$ ), grupların birbirinden farklılığı, her bir grup içindeki bireylerin birbirinden farklılığı ve aynı gruptaki bireylerin birbirinden bağımsız ve rastgele seçilmiş olması gibi gerekli kriterler incelendi ve verilerimizin bu teste uygunluğu tespit edildi. Kadın ve erkek olarak gruplanıp normal dağılım gösteren birinci, ikinci, üçüncü ve beşinci os metatarsale'lere ait izdüşüm alan değerleri için İndipendent Samples t testi uygulandı.

Test sonuçlarına göre; ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri erkeklerde  $9,31\pm 0,98$  cm<sup>2</sup>, kadınlarda  $7,69\pm 1,06$  cm<sup>2</sup> olarak hesaplandı.

Test sonuçlarına göre; ossa metatarsi'lerin kadın ve erkeklerdeki izdüşüm alan değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri birinci os metatarsale için kadınlarda  $10,29\pm 1,47$  cm<sup>2</sup>, erkeklerde  $12,35\pm 1,11$  cm<sup>2</sup>; ikinci os metatarsale için kadınlarda  $7,62\pm 1,07$  cm<sup>2</sup>, erkeklerde  $9,16\pm 1,08$  cm<sup>2</sup>; üçüncü os metatarsale için kadınlarda  $7,27\pm 1,03$  cm<sup>2</sup>, erkeklerde  $9,07\pm 0,96$  cm<sup>2</sup>; beşinci os metatarsale için kadınlarda  $5,61\pm 0,69$  cm<sup>2</sup>, erkeklerde ise  $6,69\pm 0,77$  cm<sup>2</sup> olarak hesaplandı Değerler incelendiğinde erkeklere ait birinci, ikinci, üçüncü ve beşinci os metatarsale'lerin izdüşüm alan ortalamaları kadınlardan daha büyüktür (Tablo 4.1.).

Birinci, ikinci, üçüncü ve beşinci os metatarsale'lerin izdüşüm alan değerlerine ait İndipendent Samples t test sonuçlarına göre incelenen değerlerin tümü için  $p<0.05$ 'dir. İndipendent Samples t test sonuçlarına göre birinci, ikinci, üçüncü ve

beşinci os metatarsale'lere ait izdüşüm alan değerleri kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmaktadır.

**Tablo 4.1.** Kadın ve erkek izdüşüm alan ortalamalarına ait ortalama ve standart sapma değerleri

Parametre ( cm <sup>2</sup> )	Cinsiyet		p
	Kadın	Erkek	
I. os metatarsale izdüşüm alanı	10,29±1,47	12,35±1,11	0,00
II. os metatarsale izdüşüm alanı	7,62±1,07	9,16±1,08	0,00
III. os metatarsale izdüşüm alanı	7,27±1,03	9,07±0,96	0,00
V. os metatarsale izdüşüm alanı	5,61±0,69	6,69±0,77	0,00

Normal dağılım göstermeyen dördüncü os metatarsale için kullanılan Mann Whitney U testine göre izdüşüm alan ortalama değerleri, erkeklerde kadınlara oranla daha büyük olup; erkek ve kadınlarda sırasıyla 10,39±5,76 cm<sup>2</sup>, 7,55±1,28 cm<sup>2</sup> olarak bulundu.

Tüm ossa metatarsi' lere ait izdüşüm alan değerleri erkeklerde kadınlardan daha büyüktür.

Tüm os metatarsale'lere ait izdüşüm alan oran değerlerinin normal dağılıma uygun olmasından ötürü istatistiksel analizi için İndipendent Samples t testi kullanıldı.

Kadınlara ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri birinci os metatarsale için 26,71±1,38, ikinci os metatarsale için 19,83±1,44, üçüncü os metatarsale için 18,90±0,96, dördüncü os metatarsale için 19,87±1,03, beşinci os metatarsale için 14,62±1,01 olarak bulundu.

Erkeklerin ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri birinci os metatarsale için 26,49±1,21, ikinci os metatarsale için 19,63±1,42, üçüncü os metatarsale için 19,42±0,90, dördüncü os metatarsale için 20,10±1,01, beşinci os metatarsale için 14,33±0,97 olarak bulundu (Tablo 4.2).

Ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri kadınlarda  $19,990\pm 0,043$ , erkeklerde ise  $19,999\pm 0,001$  olarak bulundu.

**Tablo 4.2.** Kadın ve erkek ayağına ait izdüşüm alan oranların ortalama ve standart sapma değerleri

Parametre ( cm <sup>2</sup> )	Cinsiyet		p
	Kadın	Erkek	
I. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	26,71±1,38	26,49±1,21	0,52
II. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	19,83±1,44	19,63±1,42	0,58
III. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	18,90±0,96	19,42±0,90	0,03
IV. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	20,10±1,01	20,10±1,01	0,39
V. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	14,62±1,01	14,33±0,97	0,26

Uygulanan istatistiki karşılaştırmalar ile kadın ve erkeklerin ossa metatarsi'lerinin izdüşüm alan oranları karşılaştırılmasında üçüncü os metatarsale için anlamlı fark gözlemlendi ( $p=0,03$ ). Üçüncü os metatarsale'nin izdüşüm alan oran değeri erkeklerde kadınlara göre daha fazladır.

Test sonuçlarına göre birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci os metatarsale'lerin izdüşüm alan oran değerleri  $p>0,05$  olduğu için birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci os metatarsale'lerin izdüşüm alan oran değerleri kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmadı (Tablo 4.2).

Ossa metatarsale'lerin izdüşüm alan oranlarının birey cinsiyetini ayırt etme özelliğinin ölçüsü ROC analizi ile araştırıldı.

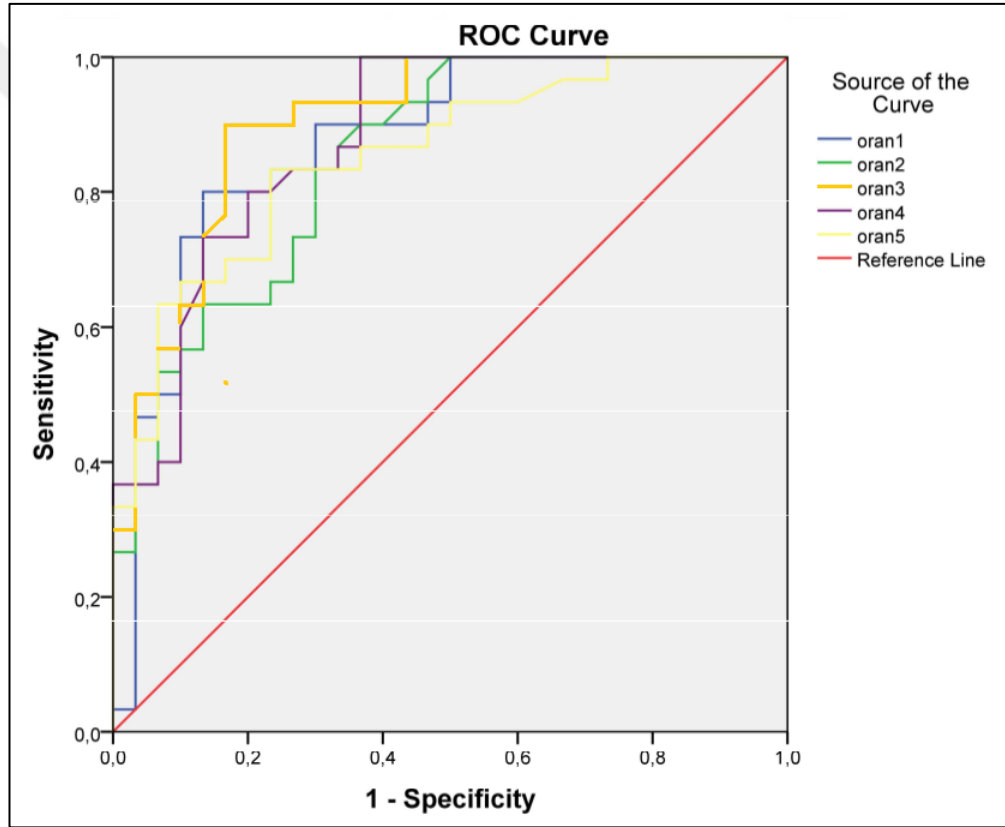
Değişkenlere ait Sensitivity ve (1- Specificity) değerleri IBM 22.0 istatistik paket programında hesaplandı. Ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oran değerlerine ait Sensivity ve (1- Specificity) sonuçları excel çalışma sayfasına aktarıldı. Excel çalışma sayfasında ossa metatarsi'lere ait Sensivity ve (1- Specificity) sonuçları arasında çıkarma işlemi uygulandı ve Sensivity (1- Specificity) sonuçları kaydedildi.

Erkeklerde tüm os metatarsale izdüşüm alan oranı değerleri arasında en yüksek Sensivity- (1- Specificity) değeri üçüncü os metatarsale'ye ait bulundu. Erkeklerde

üçüncü os metatarsale'ye ait Sensivity değeri 0,9, 1- Specificity değeri 0,16 Sensivity- (1- Specificity) değeri ise 0,73 olarak hesaplandı (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** Erkeklerde üçüncü os metatarsale izdüşüm alan oranı ROC analizi sonucu

Değişkenler	Cinsiyet	Sensivity	1- Specificity	Sensivity- (1- Specificity)
III. os metatarsale'nin izdüşüm alan oranı	Erkek	0,9	0,167	0,733



**Şekil 4.1.** ROC Analizi Sonuç Grafiği

ROC eğrisinin altında kalan alan kadın ve erkek cinsiyetlerinin ne kadar iyi ayırt edilebildiğini gösterir. Eğri altında kalan alan 0.5 ile 1 arasında değerler alır. Alan 1'e yaklaştıkça güvenilirlik artar. En yüksek AUC (Area Under of a ROC Curve) değeri üçüncü metatarsusun oran değerine aittir (0,90) . Üçüncü os metatarsale %90 sensitivite, %73 spesifisite ve %90 doğruluk oranlarıyla cinsiyeti ayırmada en güvenilir gösterge olduğunu kanıtlamıştır.

## 5. TARTIŞMA

Vücutun tüm yapıları gibi ayak anatomisi de günümüze değin birçok antropolojik çalışma için inceleme konusu olup; araştırılan kemiklerden ossa metatarsi'ler için az sayıda çalışmanın literatüre katkısı bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle bireylerdeki ossa metatarsi'lerin uzunluk ölçüleri ve kadın ve erkek ayağı arklarının şekilleri ile ilgilidir. Fakat literatürde sağlıklı bireylerdeki sol ayak ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanları ve oranlarının cinsiyet tayininde kullanımı için herhangi bir araştırmaya rastlanmadı.

Bu çalışmada sağlıklı bireylere ait sol ayak direkt grafilerinin rekonstrüksiyonu ile ossa metatarsi'lerin izdüşüm alanları ve oranlarının cinsiyetler arası farkı oluşturmada etkili olup olmadığı incelendi. Ölçümler ile tüm ossa metatarsi'lere ait izdüşüm alanı ve üçüncü os metatarsale'nin izdüşüm alan oranının cinsiyetler arasında farklı olduğu gözlemlendi.

Ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan oran değerlerine göre, os metatarsale'nin kadın ya da erkek bireylerden hangisine ait olduğunu anlama açısından belirleyici olan üçüncü os metatarsale olduğu kanaatine varıldı. Tüm ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan değerleri ve üçüncü os metatarsaleye ait izdüşüm alan oranı değeri erkeklerde kadınlardan daha fazla olduğu sonucuna ulaşıldı.

Antropometrik ölçümlerin çeşitli patolojiler üzerinden araştırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Panaromik röntgende yüzde asimetri sebebi olan çenedeki kistlerin izdüşüm alanının, yarım çenenin izdüşüm alanına oranında olduğu gibi ucuz, pratik ve basit bir şekilde hesaplayabilme planimetrik yöntemler ile mümkündür [56]. Planimetrik ölçümlerin farklı patolojiler üzerinde uygulandığını açıklayan benzer araştırmalar literatürde mevcuttur [56-58].

Radyografiler üzerinde lumbal lordoz teşhisinde ya da eğriliğin seviyesinin belirlenmesinde kullanılacak en hızlı yöntem olarak yine planimetri önerilir [59]. Epilepsi hastalarındaki MRI görüntüleri üzerinde sağlıklı kişilere göre temporal lobdaki corpus callosum izdüşüm alanı farklılıkları planimetrik yöntemler kullanılarak hesaplanabilir [60]. Bu çalışmalara karşın arterioskleroz hastalarındaki koroner arterlerdeki lümenin daralma seviyesinin ölçümünde planimetrik yöntem yerine nokta sayım yönteminin daha kullanışlı olduğu öngörülmektedir [61].

Bizim araştırmamızda da planimetri yöntemi sağlıklı bireylere ait yüzeyleri düzensiz şekilli ossa metatarsilere ait izdüşüm alanlarını ölçebilmemiz konusunda kolaylık sağlamıştır. Kadın ve erkek ossa metatarsi'lerine ait direkt grafilerindeki parlamalar için dansite ayarları yapabilme imkanı yine yöntemin avantajlı yönlerindedir. Retrospektif olarak yürütülen bu araştırma için seçilen direkt grafi görüntüleri önceden çekilmiş olup bireylerin çalışma için X ışınına maruz kalma zorunluluğunu da engellemiştir. Dijital ortamda seçilen direkt grafi görüntülerinin rekonstrüksiyona elverişli olması çalışmanın hastane harici ortamlarda da yürütülebilmesi bakımından kolaylık sağlamıştır. Biz çalışmamızda Türkiye'deki bir hastaneye başvuran bireylerin direkt grafileri üzerinden cinsiyet faktörünü inceledik. Bu bakımdan çalışmamız yaş grupları değiştirilerek, örneklem sayısı genişletilerek de tekrarlanabilir.

İnsan iskeletinden cinsiyet tanımlaması hem adli tıp hem de bio-arkeolojik bağlamda önemli bir faktördür [62]. Cinsiyet tahmininde; femur [63, 64], patella [65], mandibula [66, 67], calcaneus [68], condylus occipitalis [69] ve el kemiği [70, 71] gibi çeşitli vücut özellikleri incelenmiştir. İnsan iskeletinin cinsiyetini morfolojik özelliklerden teşhis etmek çok karmaşık bir iştir [72]. Parçalanmış insan kalıntıları, adli patologlar tarafından muayene için kullanılacak tek malzeme olduğunda, görev son derece zorlaşır.

Cinsiyetin tahmini; etnik köken, sosyo-ekonomik durum, beslenme ve coğrafi konum gibi farklı kriterlerden etkilenen birkaç doğal sınırlamayı içermektedir. Belli bir popülasyondan elde edilen sonuçların başka popülasyona uygulanamayabileceği ve popülasyonlara özgü spesifik çalışmalar yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır

[56, 72, 73]. Dolayısıyla cinsiyeti belirleme konusunda rapor edilen tüm teknikler de söz konusu çalışma için özgündür ve farklı örneklem veya veri setleri için geçerli olmayabilir [53].

Türkiye’de kadınların vücut ölçüleri baz alınarak yapılan bir çalışmada dikey uzunluklardan olan boy uzunluğu artan yaş ile beraber orantılı olarak artış göstermektedir. Organların dikey vücut ölçülerine oranla azalan enine ölçümleri ise (genişlik ve çevre) çalışmamıza destek niteliğindedir. Türk kadınları üzerinden yapılan bir araştırmada incelenen ekstremitelere ait antropometrik ölçüm sonuçları Cezayir ve Kübalı kadınlarla benzer olmakla beraber; Malezyalı, Çinli ya da Taylandlı kadınlara oranla daha büyük iken Kuzey Avrupalı kadınlara göre de küçük olduğu belirlendi [74].

Türk erkeklerin vücut ölçülerinin Güney Avrupalı ve Amerikalı erkekler ile benzer olduğu; vücut ölçülerinin Güney Asyalı erkeklerden büyük, Kuzey Avrupalı erkeklere göre daha küçük olduğu yine Türkiye’de yapılan bir çalışma ile açıklanmıştır [75].

Erkek bireylerin morfolojik olarak organları daha büyük olarak şekillenir [76].

Erkek bireyler ayak ebatları bakımından kadınlara göre daha uzun ve geniş aynı zamanda da daha yüksek arka sahiptir [77].

Ayağın biyomekaniksel özellikleri cinsiyete göre değişir. Ossa metatarsilerin numerik isimlendirilmesinde boyutlarının etkisi göz ardı edilemez. [78].

Tüm ossa metatarsi’ler cinsiyete bağlı olarak geometriksel farklılık göstermektedir. Ossa metatarsilerin enine kesitlerinin ve uzunluk ölçülerinin incelendiği araştırmalarda kadınların daha küçük oranlara sahip olduğu görülür [79].

Farklı popülasyonlarda gerçekleştirilen çalışmalarda ayak uzunluk ve genişliği kadın ve erkeklerde farklılık göstermektedir [80].



Yine yaşları 20 ile 55 arası Türk erkek ve kadınlarının ayak yapısını inceleyen bir çalışmada ayak uzunluğunun, ayak mediali ile laterali arasındaki mesafeye (ayak genişliğine) oranı; sağ ve sol ayak için erkeklerde (0.45) daha büyük kadınlarda ise daha küçük bir değer (0.42) olarak hesaplanmış olması araştırmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir [81].

Yaşları 60 olan, yürüyebilen 50 Meksikalı yetişkine ait kalça, dirsek, diz ve baldır çevresi genişlikleri ölçülmüş ancak farklılık kadın ve erkek bireyleri belirleme açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır [82]. Bizim çalışmamızda ossa metatarsi izdüşüm oran değerleri için üçüncü os metatarsale kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmaktadır. Bu da farklı ırklardaki populasyonlarca örneklem çeşitlenecek olursa sonuçların değişebileceğini düşündürmektedir.

Fosillerdeki morfolojik çeşitliliğinin sebepleri hakkında yeterli bilgi olmadığından cinsiyetin kemik yapısı üzerindeki farklılığa etkisi hep merak uyandırmıştır [83]. Rodríguez ve ark. [84] tarafından 228 sağlıklı bireye ait dorsoplantar direkt grafilerinde, Medical Image Viewer programı üzerinden I. ve II. os metatarsale uzunluk ölçümü yapılmış ve Galiçya'nın beyaz yetişkin ırkının erkeklerinde en uzun I. os metatarsale olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki os metatarsale'lerin uzunlukları gibi bizim ölçtüğümüz izdüşüm alan ölçüleri de erkeklerde kadınlara oranla daha fazla olması bakımından benzer sonuçlar göstermiştir. Nitekim çalışılan populasyon farklı olsa da yapılan ölçümlerin sağlıklı bireylere ait direkt grafi görüntüleri üzerinden gerçekleştirilmesi bakımından çalışmamız ile ortak yönler içerir.

Letonya'da Derums ve ark.'nın [85] yaptıkları çalışmada arkeolojik kazı kalıntılarına göre eski insanların calcaneus ve I. os metatarsale kemik kalınlığı, içerdiği spongioz kemik miktarı itibarıyla, o günün insanların os metatarsale kalınlığına göre bariz farklılık göstermektedir. Bu bağlamda calcaneus, talus ve birinci os metatarsale'nin trabeküler kemik yapısı incelendiği yeni çalışmalarda gelişen farklılık üzerinde cinsiyetin etkisi bulunamamıştır [86].

Baumgart ve ark. [87] 17-30 haftalık insan fetüslerine ait bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden tibia kemiği şaftını uzunluk, izdüşüm alan ve hacim bakımından üç boyutlu olarak incelemiştir. Çalışmada cinsiyet farkı gözetmeksizin tibia'nın gelişiminin fetal yaşın belirlemede etkili olduğu görülmüştür. Fetüslerin tibia kemiği izdüşüm alanı cinsiyet değişikliğinden etkilenmezken yapmış olduğumuz çalışmada üçüncü os metatarsale'nin izdüşüm alanı, bireyleri kimliklendirmede önem arz etmektedir.

Yine BT görüntüleri üzerinden incelenen insan fetüsüne ait ulna primer ossifikasyon merkezi gelişimini etkileyen faktörlerin incelendiği benzer bir çalışmada da gelişimin cinsiyetten bağımsız olarak değişmesi [88], bizim ölçtüğümüz ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan ve oran değerlerinin cinsiyetin belirleyicisi durumunda olması bakımından önemli olduğunu göstermektedir.

Baş popo mesafesinin 130 mm ile 260 mm arasında değiştiği, 18 ve 30 haftalık insan fetüslerinin BT görüntüleri üzerinden incelenen ilium kemiğine ait primer kemikleşme merkezinin, izdüşüm yüzey alanının cinsiyetten etkilenmeksizin genişlediğini açıklayan bir çalışma daha mevcuttur [89]. Sürdürülen iskelet sistemine ait ölçüm çalışmaları için çalışmamız üçüncü metatarsus izdüşüm alan oran değeri için cinsiyetin sonucu etkileyen bir faktör olarak incelemesi açısından önemli olup literatüre katkı sağlayacağı düşünüldü.

Yüzlerce yıldır insanlar arasında merak uyandıran simetriklik ve asimetriklik durumu ossa metatarsi'ler için fetal yaşamın farklı dönemlerindeki 18 erkek ve 18 kadın fetüs kadavrası üzerinde araştırılmıştır. AP direkt grafi görüntüleri üzerinden 36 fetüs kadavrasına ait ossa metatarsi'lerin toplam uzunluk ve alanları ölçülmüş, sağ ve sol ossa metatarsi'lerde yapısal asimetri gözlenmiştir. Hafta sayısında göre üç gruba ayrılan fetüslerden en genç olanlarının ossa metatarsi'lerindeki asimetri taraflar arasında düzensiz fark oluşturmuş. Ancak en yaşlı fetüs grubuna ait (26 haftalık ve üzeri) ossa metatarsi asimetrisi tek bir taraf için baskın bulunmuş [90]. Yapılan bu çalışmada ossa metatarsi'lerin yapısal gelişiminin sağ ya da sol taraftaki baskın olma durumu izlenmiş olup, cinsiyetler arasındaki farka bakılmamıştır. Bizim

yapmış olduğumuz bu çalışmada ise sadece sol ayak direkt grafileri, cinsiyet açısından incelenmiş, ancak sağ ve sol taraf arasındaki farka bakılmamıştır.

Literatürde ölçülebilen değerlere ait çalışmalar farklı organlar için yinelenmeye devam etmektedir. Okul çağındaki 1860 çocuğun el parmak uzunluk ölçülerinin incelendiği çalışma da buna bir örnek teşkil etmektedir. Çocukların her bir el parmak uzunluğu ayrı ayrı ölçülmüş. Ardından her bir el parmak uzunluk ölçüsünün diğer dört parmağa ait uzunluk ölçüsüne olan oranı hesaplanmıştır. Her bir çocuğun el uzunluk ölçümleri sağ ve sol el için tekrarlanmıştır. Sağ elde ikinci ve dördüncü parmağa ait uzunluk ölçülerinin oranı (2/4) kız çocuklarında erkek çocuklarına göre daha fazla bulunmuştur [91]. Bizim çalışmamızda ossa metatarsi'lere ait uzunluk bakılmamış olup sadece izdüşüm alan ve oran değerlerine bakılmıştır. Yapılan bu çalışmanın aksine ossa metatarsi'lere ait izdüşüm alan ve oran değerlerini erkekler için daha yüksek bulduk.

Akciğer 25 erkek ve 10 kadının herhangi bir patolojiye rastlanmayan toraks BT görüntüleri üzerinden sağ ve sol akciğer izdüşüm alanının hesaplandığı bir çalışmada ise sağ akciğer izdüşüm alanı ortalaması sol akciğere göre büyük bulunmuştur [92]. Bizim çalışmamızda aynı bireye ait ossa metatarsi'ler için sağ ve sol taraf arasında herhangi bir karşılaştırma yapılmadı.

Çalışmamızın kapsamı; sağlıklı kadın ve erkek bireylere ait sol ayak direkt grafilerdeki ossa metatarsi'lerin izdüşüm alan ve oranının cinsiyetler arasında fark oluşturup oluşturmadığını incelemektir. Çalışmamız sağlıklı bireylerin sol ayak direkt grafi görüntüleri üzerinden gerçekleştirilmiş olup sağ ayak ossa metatarsi'leri için sonuçlar değişebilir. Hatta kullanılan grafilerin dominant ayağa ait olma durumuna göre bile farklılık gösterebilir. Daha sonra yapılacak çalışmalar için vücut kitle indeksi de incelenen parametreler arasında olabilir.

## 6. SONUÇ

Araştırmamız sonucunda ossa metatarsi'ler kullanılarak seksuel dimorfizm hakkında tahminlere ulaşıldı.

Yapmış olduğumuz bu çalışmanın, görüntüleme yöntemleri kullanılarak ossa metatarsi'lerin cinsiyet farklılıklarının belirlenmesi konusunda literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Çalışma sonuçlarımıza göre, cinsiyeti tahmin edilebilme açısından üçüncü ossa metatarsale'nin izdüşüm alan oranının bir model olabileceğini ve ayrıca bu sonuçların arkeologlar, antropologlar, adli patoloğlar, adli tıp uzmanları ve anatomistler için faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Kullanmış olduğumuz metodun kolay ulaşılabilir ve maliyetsiz olması avantajlı yönleri olup; bulduğumuz sonuçlar popülasyona özgü sonuçlar değildir. Sonuçları popülasyona genelleştirebilmek için örneklem sayısının artırılması gerektiğini düşünmekteyiz.

## 7. KAYNAKLAR

1. Pareja-Esteban JA, García-López M, Pizones-Arce FJ, Benito-Martín E, Fernández-Camacho FJ, Plasencia-Arriba MA. (2013). Radiologic study on postnatal ossification of the first metatarsal bone. *Acta Ortop Mex.* 27(5):312-8.
2. Pávek N, Žáková I. (2015). The presence of the os peroneum and relative metatarsal length - X-ray study. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 82(2):152-6.
3. Rodríguez S, Miguéns X, Rodríguez-Calvo MS, Febrero-Bande M, Muñoz-Barús JI. (2013). Estimating adult stature from radiographically determined metatarsal length in a Spanish population. *Forensic Sci Int.* 10;226(1-3):297.
4. Derums VIa, Demidov GI. (1978). Roentgeno-morphological study of the 1st metatarsal bone and the calcaneus on the material of archaeological excavations in Latvia. *Arkh Anat Gistol Embriol.* 74(4):111-5.
5. Domínguez-Maldonado G, Munuera-Martinez PV, Castillo-López JM, , Ramos-Ortega J, Albornoz-Cabello M. (2014). Normal values of metatarsal parabola arch in male and female feet. *ScientificWorldJournal.*
6. Gawlikowska A, Czerwiński F, Konstany-Kurkiewicz V, Teul I, Tudaj W. (2007). X-ray evaluation of symmetry development of human metatarsal bones in different periods of fetal life. *Med Sci Monit.* 13(6):131-5.
7. Ross MH, Kaye G, Pawlina W: A text and Atlas, 5th ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
8. Ozan H. (2005). Ozan Anatomi, 2. baskı, Klinisyen Tıp Kitabevi, Ankara, s. 5-6.
9. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. (2014). Clinically Oriented Anatomi. Kliniğe Yönelik Anatomi. 6th ed, Çeviren: Şahinoğlu Kayıhan, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti., İstanbul.
10. Elhan A, Arıncı K. (2006). Anatomi. 5. Baskı, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.

11. Standing S. (2005). Grays Anatomy. 40th ed, Churchill Livingstone, Edinburgh, p.1419-1420.
12. Ozan H. (2005). Ozan Anatomi, 2. baskı, Klinisyen Tıp Kitabevi, Ankara, s. 29
13. Sinnatamby C. (1999). Last's Anatomy, Regional and Applied. 10th ed, Churchill Livingstone, Edinburgh, p.172.
14. Snell R. (2004). Clinical Anatomy, 7th ed, Lippincott Williams& Wilkins, Baltimore/ Philadelphia, p. 648-657.
15. Boya H, Özcan Ö, Tandogan R, Günal I, Araç S. (2005). Os vesalianum pedis. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 95(6): 58-583.
16. Moore KL, Dalley AF. (Eds), (1999). Clinically Oriented Anatomy. 5th ed, Lippincott Williams& Wilkins, Baltimore/ Philadelphia, p. 576- 577.
17. Miller TT. (2002). Painful accessory bones of the foot. *Semin Musculoskelet Radiol*, 6(2):61-153
18. Mellado JM, Ramos A, Salvado E, Camins A, Danus M, Saurf A. (2003). Accessory ossicles and sesamoid bones of the ankle and foot: imaging findings, clinical significance and different diagnosis, *Eur Radiol*, p. 77-164.
19. Cumhuriyet Meserret (2003). Temel Anatomi. Odtü yayıncılık, Ankara, s.107.
20. Melvin H. Jahss MD. (1992). The Metatarsals. Disorders of the Foot & Ankle Medical and Surgical Management, 2th ed.
21. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. (2014). Clinically Oriented Anatomi. Kliniğe Yönelik Anatomi. 6th ed, Çeviren: Şahinoğlu Kayıhan, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti., İstanbul, s.524
22. İlikmen M. (2008). Metatars Başları Altındaki Yük Dağılımını Etkileyen Faktörler. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Doç. Dr. K Ulunay)
23. Coughlin MJ. (1996). Hallux valgus. *The Journal of bone and joint surgery*, 78(6):932-966.

24. Cwikla PS, Hetherington VJ, Petek JM. (1932). Morphological considerations of the first metatarsophalangeal joint. *The Journal of foot surgery*, 31(1):3-9.
25. Rosenbaum de Britto S. (1982). The first metatarso-sesamoid joint. *Int Orthop*, 6(1):61-67.
26. Easley ME, Trnka HJ. (2007). Current concepts review: hallux valgus part 1: Pathomechanics, clinical assessment and nonoperative management. *Foot and Ankle International*, 28(5):654-59.
28. Dere F. (1996). Anatomi. 4. Baskı, Okullar Pazarı Kitapevi, Adana. s. 238-83.
29. Ferrari J, Malone-lee J. (2003). A Radiographic Study of the Relationship Between Metatarsus Adductus and Hallux Valgus, *The Journal of Foot & Ankle surgery*. 42:92-99.
30. Ünal AM. (2008). Birinci Metatars Şaft Osteotomilerinin ve Yeni Tanımlanan Modifikasyonunun Temas Yüzey Alanlarının Değerlendirilmesi ve Vida Fiksasyon Stabilitelerinin Karşılaştırılması (biyomekanik çalışma). Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp fakültesi, Uzmanlık tezi, İzmir, (Danışman: Baran Ö).
31. Athanasiou KA, Liu GT, Lavery LA, Lanctot DR, Schenck RC, Jr. (1998). Biomechanical topography of human articular cartilage in the first metatarsophalangeal joint. *Clinical orthopaedics and related research*, (348):269-281.
32. Malal JJ, Shaw-Dunn J, Kumar CS.(2007). Blood supply to the first metatarsal head and vessels at risk with a chevron osteotomy. *The Journal of bone and joint surgery*, 89(9):2018-2022.
33. Ege R, Önder Ç. (1999). Metatars Hastalıkları, 2. Basım, s.399-420.
34. Putz R. (2006). Sobotta Atlas of Human Anatomy. 14th ed, Elsevier, Munich, p.295.
35. Shozo T.(1984). Structural Components of the Arch of the Foot Analyzed by Radiogrammetric and Multivariate Statistical Methods. *Acta Anat*, 119(3): 161-164.
36. Arıncı Kaplan, Elhan A. (2001). Anatomi. 3. Baskı, Günes Kitapevi, Ankara.
37. C.M. Schaefer-Prokop, M. Prokop. Storage phosphor radiography. (1997). *Radiol*, p.58-65.

38. BS Verma, IK Indrajit Indian J. (2008). Advent of digital radiography: Part 1. Radiol Imaging.
39. Gofman, J.W. (1981). Radiation and Human Health. Sierra Club Books. San Francisco,U.S.A.
40. Ö Enver. (2011). Acil Servise Başvuran Hastalarda, Konvansiyonel Radyografi Kullanımı ile Dijital CR Kullanımı Arasında Maliyet, İşgücü, Tıbbi Sonuçlara Etki ve Arşivleme Gereksinimi Açısından Fark Var mı? Ege üniversitesi, Tıp fakültesi, Uzmanlık tezi, İzmir, (Danışman: Prof. Dr. B Bahar).
41. Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Meldelson SA, Menicino RW et al. (2004). Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 43(6): 341-73.
42. Ledoux WR, Rohr ES, Ching RP, Sangeorzan BJ. (2006). Effect of foot shape on the three-dimensional position of foot bones. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(12): 2176-86.
43. Rule J, Yao L, Seeger LL. (1993). Spring ligament of the ankle: Normal MR anatomy. *AJR Am J Roentgenol*, 161(6): 1241-44.
44. Toye LR, Helms CA, Hoffman BD, Easley M, Nunley JA. (2005). MRI of spring ligament tears, 184(5): 1475-80.
45. Bulut E, Şahin B. (2009). A new method of assessing the size of mandibular cysts on orthopantomograms: Projection area fraction. *The journal of craniofacial surgery*, 20 (6): 2020-2023.
46. D Ercan. (2016). Spinal Patolojilerde Manyetik Rezonans Görüntüleme, Dijital Röntgenogramlar Ve Klinik Bulguların Tanıya Katkısı. Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, Gaziantep, (Danışman: Prof. Dr. Ş Akif)
47. İnternet:[http://www.tumrad.net/FileUpload/ds58732/File/radyolojifizigi\\_tamer\\_kaya.pdf](http://www.tumrad.net/FileUpload/ds58732/File/radyolojifizigi_tamer_kaya.pdf). (Erişim Tarihi: 18.09.2018)
48. Russ, J.C. (2007). Image Processing Handbook. 5th ed, CRS Press: USA, Boca Raton.



49. Plattürk GG. (2015). Görüntü Analizi Yöntemi İle Kumaş Dökümlülüğünü Ve Eğilme Direncini Ölçen Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, (Danışman: Dr. Kılıç M).
50. Duyar U. (2010). Dijital Görüntü Teknolojileri. Elektrik Mühendisliği, s.17-22, 440.
51. Çolakoğlu S. (2006). Boyun Omurlarının (C3-C7) Gövde Hacimlerinin Stereolojik Yöntemlerle Hesaplanması. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, (Danışman: Doç. Dr. Şahin B, Doç.Dr. Kuş İ).
52. Van Vré EA, Van Beusekom HM, Vrints CJ, Bosmans JM, Bult H, Van der Giessen WJ. (2007). Stereology: a simplified and more time-efficient method than planimetry for the quantitative analysis of vascular structures in different models of intimal thickening. *Cardiovasc Pathol.* 16:43-50.
53. Karacan K. (2008). Çocuklarda Lateral Ventrikül Ve Beyin Hacminin Manyetik Rezonans İnceleme Yöntemi Kullanılarak Stereolojik Metotla Belirlenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Koşar M).
54. Keser M. (2011). Manyetik Rezonans Görüntülerinde Beyin Sapı Hacminin Stereolojik Olarak Değerlendirilmesi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, (Danışman: Erbağcı H).
55. Özcan E. (2017). Major Depresif Bozukluğu Olan Hastalarda Bazal Ganglion Hacimlerinin Stereolojik Yöntem İle Değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Balıkesir, (Danışman: Prof. Dr. Kuş İ, Ortak Danışman Doç. Dr. Gürkan S).
56. Bulut E, Şahin B. (2009). A new method of assessing the size of mandibular cysts on orthopantomograms: Projection area fraction. *The journal of craniofacial surgery.* 20 (6): 2020-2023.
57. Díaz de León González E, Tamez Pérez HE, Gutiérrez Hermosillo H. (2011). Weight estimation in Mexican elderly outpatients from antropometric measures from the SABE Study. *Nutr Hosp.* 26(5):1067-72.
58. Aktaş N. (1991). Yetişkin Türk Kadın ve Erkeklerinde Ayak Yapısının Plantogramla İncelenmesi, Tıp Fakültesi, Trakya Üniversitesi, Edirne, (Danışman: Doç. Dr. Yıldırım M).
59. Kuru O, Şahin B, Kaplan. Alternative approach to evaluating lumbar lordosis on direct roentgenograms: Projection area per length squared. *Anatomical Science International.* (2008) 83, 83–88.

60. Caglar V, Alp SI, Demir BT, Sener U, Ozen QA, Alp R. Planimetry investigation of the corpus callosum in temporal lobe epilepsy patients. *Neurosciences (Riyadh)*. 2016 Apr;21(2):145-50.
61. Manwarring L, O'Connell DL, Bhagwande BS, Zardawi IM, Dobson AJ. Morphometric analysis of coronary artery stenosis: an accuracy and reliability study. *J Pathol*. 1988 Oct;156(2):111-7.
62. Darmawan MF, Yusuf SM, Kadir MR, Haron H. (2015). Comparison on three classification techniques for sex estimation from the bone length of Asian children below 19 years old: an analysis using different group of ages. *Forensic Sci Int*, 247:130.
63. Du Jardin P, Ponsaillé J, Alunni-Perret V, Quatrehomme G. (2009). A comparison between neural network and other metric methods to determine sex from the upper femur in a modern French population. *Forensic Sci Int*, 192(1-3):127.
64. Kim DI, Kwak DS, Han SH. (2013). Sex determination using discriminant analysis of the medial and lateral condyles of the femur in Koreans. *Forensic Sci Int*, 233(1-3):121-5.
65. Mahfouz M, Badawi A, Merkl B, Fatah EE, Pritchard E, Kesler K, Moore M, Jantz R, Jantz L. (2007). Patella sex determination by 3D statistical shape models and nonlinear classifiers. Akhlaghi M, Khalighi Z, Vasigh S, Yousefinejad V. Sex determination using mandibular anthropometric parameters in subadult Iranian samples. *J Forensic Leg Med*, 22:150-3. *Forensic Sci Int*, 173(2-3):161-70.
66. Akhlaghi M, Khalighi Z, Vasigh S, Yousefinejad V. Sex determination using mandibular anthropometric parameters in subadult Iranian samples. *J Forensic Leg Med*, 22:150-3.
67. Lin C, Jiao B, Liu S, Guan F, Chung NE, Han SH, Lee UY. (2014). Sex determination from the mandibular ramus flexure of Koreans by discrimination function analysis using three-dimensional mandible models. *Forensic Sci Int*, 236:191.
68. Kim DI, Kim YS, Lee UY, Han SH. (2013). Sex determination from calcaneus in Korean using discriminant analysis. *Forensic Sci Int*, 228(1-3):177.
69. Gapert R, Black S, Last J. (2009). Sex determination from the occipital condyle: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Am J Phys Anthropol*, 138(4):384-94.
70. Eshak GA, Ahmed HM, Abdel Gawad EA. (2011). Gender determination from hand bones length and volume using multidetector computed tomography: a study in Egyptian people. *J Forensic Leg Med*, 18(6):246-52.

71. El Morsi DA, Al Hawary AA. (2013). Sex determination by the length of metacarpals and phalanges: X-ray study on Egyptian population. *J Forensic Leg Med*, 20(1):6-13.
72. Steyn M, Işcan MY. (2008). Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks. *Forensic Sci Int*, 179(1):86.
73. Fawzy IA, Kamal NN. (2010). Stature and body weight estimation from various footprint measurements among Egyptian population. *J Forensic Sci*, 55(4):884-8.
74. Ergün C. (2017). An Estimation of anthropometric characteristics of adult female population of Turkey, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Danışman: Prof. Dr. Ekşioğlu M.).
75. Eren E. (2012). Determining the anthropometric characteristics of adult male population of Turkey, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (Danışman: Prof. Dr. Ekşioğlu M.).
76. Tomassoni D, Traini E, Amenta F.(2014). Gender and age related differences in foot morphology. *Maturitas*, 79(4):421-7.
77. Zhao X, Tsujimoto T, Kim B, Katayama Y, Tanaka K. (2017). Characteristics of foot morphology and their relationship to gender, age, body mass index and bilateral asymmetry in Japanese adults. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 30(3):527-535
78. Telfer S, Kindig MW, Sangeorzan BJ, Ledoux WR.(2017). Metatarsal Shape and Foot Type: A Geometric Morphometric Analysis. *J Biomech Eng*. 139(3).
79. Lee YC, Wang MJ. (2015). Taiwanese adult foot shape classification using 3D scanning data. *Ergonomics*, 58(3):513-23.
80. Kim W, Kim YM, Yun MH. (2018). Estimation of stature from hand and foot dimensions in a Korean population. *J Forensic Leg Med*, 55:87-92.
- 81 Aktaş N. (1991). Yetişkin Türk Kadın ve Erkeklerinde Ayak Yapısının Plantogramla İncelenmesi, Tıp Fakültesi, Trakya Üniversitesi, Edirne, (Danışman: Doç. Dr. Yıldırım M).
82. Díaz de León González E, Tamez Pérez HE, Gutiérrez Hermosillo H. (2011). Weight estimation in Mexican elderly outpatients from antropometric measures from the SABE Study. *Nutr Hosp*. 26(5):1067-72.

83. Saers JPP, Ryan TM, Stock JT. (2018). Trabecular bone functional adaptation and sexual dimorphism in the human foot. *Am J Phys Anthropol.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30462351>.
84. Rodríguez S, Miguéns X, Rodríguez-Calvo MS, Febrero-Bande M, Muñoz-Barús JI. (2013). Estimating adult stature from radiographically determined metatarsal length in a Spanish population. *Forensic Sci Int.*,10;226(1-3):297.
85. Derums VIa, Demidov GI. (1978). Roentgeno-morphological study of the 1st metatarsal bone and the calcaneus on the material of archaeological excavations in Latvia. *Arkh Anat Gistol Embriol.* 74(4):111-5.
86. Saers JPP, Ryan TM, Stock JT. (2018). Trabecular bone functional adaptation and sexual dimorphism in the human foot. *Am J Phys Anthropol.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30462351>.
87. Baumgart M, Wiśniewski M, Grzonkowska M, Badura M, Szpinda M, Pawlak-Osińska K. (2018). Three-dimensional growth of tibial shaft ossification in the human fetus: a digital-image and statistical analysis. *Surg Radiol Anat.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30470878>.
88. Wiśniewski M, Baumgart M, Grzonkowska M, Szpinda M, Pawlak-Osińska K. (2018). Quantitative anatomy of the ulna's shaft primary ossification center in the human fetus. *Surg Radiol Anat.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30382328>.
89. Baumgart M, Wiśniewski M, Grzonkowska M, Badura M, Biernacki M, Siedlecki Z, Szpinda A, Szpinda M, Pawlak-Osińska K. (2018). Quantitative anatomy of the ilium's primary ossification center in the human fetus. *Surg Radiol Anat.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29675677>.
90. Gawlikowska A, Czerwiński F, Konstany-Kurkiewicz V, Teul I, Tudaj W. X-ray evaluation of symmetry development of human metatarsal bones in different periods of fetal life. *Med Sci Monit.* [Electronic Journal], <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17534227>.
91. Uludag A, Tekin M, Ertekin YH, Şahin EM, Cevizci S, Cibik B, Oguz S, Erbag O. (2017). Second to fourth digit ratio, sex differences and antropometric measuments: their relationship in children. *Minerva Pediatr*, 69(2):106-112.
92. Şentürk A. (2014). Antero-Posterior Akciğer Grafilerinden Ölçülen Akciğer İzdüşüm Alanlarının Bilgisayarlı Toraks Tomografi Grüntüleri Üzerinden Ölçülen Akciğer Hacimleri İle Karşılaştırılması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık bilimleri enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Samsun, (Danışman: Doç. Dr. Şengül A).

## 8. EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Onay Yazısı

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	“Sağlam Ayak Direkt Graflerinde Matatarsus’ların İzdüşüm Alanı ve Tüm Metatarsus’lara Olan İz Düşüm Oranlarının Cinsiyete Bağlı Değişimi”			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğretim Üyesi Zülal ÖNER			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Anatomi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Karabük Üniversitesi			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>



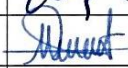



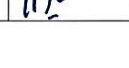

**KARABÜK ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU**

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No: 3/21	Tarih: 28.02.2018		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir.			

**KARABÜK ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

BAŞKAN / ADI / SOYADI

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL	Anatomi	Karabük Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Didem ADAHAN	Aile Hekimi	Karabük Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Seyit Ali KAYIŞ	Tıp Bilişimi ve Biyoistatistik	Karabük Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet KARA	Tıbbi Biyokimya	Karabük Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğretim Üyesi Yusuf ERSAN	Histoloji ve Embriyoloji	Karabük Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğretim Üyesi Gülhan ÜNAL KOCAMAN	Periodontoloji	Karabük Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğretim Üyesi Nazan KARAHAN	Ebelik	Karabük Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Avukat Hüseyin ŞAHİN	Avukat	Karabük Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\* :Toplantıda Bulunmadı

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Elif Özdündar 1994 yılında Trabzon'da doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; 2012 yılında Gazi Anadolu Lisesi'nden okul birincisi olarak mezun olup Karabük Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nü kazandı. Üniversite öğrenimini 2017 yılının Ocak ayında erken dönem mezunu olarak tamamladıktan hemen sonra Karabük Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2017'den beri yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.

Adres : 100. Yıl mahallesi Prof. Dr. Burhanettin Uysal Caddesi 1047. Sokak  
Didem Apt. No: 5/B Merkez/ KARABÜK

Tel : 0539 344 90 51

e-posta : elifozdundar@gmail.com