

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Ayak ölçümlerinden yararlanarak cinsiyet tespiti
ve boy tahmininin yapılması**

Fatma Gülşah ZEYBEK

ANATOMİ YÜKSEKLİSANS PROGRAMI

YÜKSEKLİSANS TEZİ

İZMİR-2007

**T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ayak ölçümlerinden yararlanarak cinsiyet tespiti
ve boy tahmininin yapılması**

Fatma Gülşah ZEYBEK

ANATOMİ YÜKSEKLİSANS PROGRAMI

YÜKSEKLİSANS TEZİ

İZMİR-2007

Yard. Doç. Dr. K.İpek Ergür

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, tezimin oluşturulması ve yazılması sırasında yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Süleyman Tetik'e; tezimin hazırlanması sırasında bana zaman ayıran, değerli fikirleri ile katkıda bulunan ve daha iyi sonuçlar elde etmemi sağlayan tez danışmanım Yard. Doç. Dr. K. İpek Ergür'e teşekkür ederim.

Çalışmamın istatistiksel incelemesi sırasında beni yönlendiren, tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimlerini benimden esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Gazanfer Aksakoğlu'a; bulguların şekillenmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde emeği bulunan Araş. Gör. Dr. Recı Meseri'e teşekkür ederim.

Çalışmamda ayak ölçümlerinin alınmasında kullanılan materyalin geliştirilmesini sağlayan ve katkısını esirgemeyen değerli hocam Yard. Doç. Dr. Salih Angın'a ve materyalin yapımında yardımcı olan Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu Teknik Atölye çalışanlarına teşekkür ederim.

Bilgisini ve deneyimini benimle paylaşan ve her konuda yardımcı olan hocam Prof. Dr. Serpil Salaçın ve Yard. Doç. Dr. Zehra Demiroğlu'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, her konuda yardım eden ve beni yalnız bırakmayan eşim Hakan Zeybek başta olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	III
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
KISALTMALAR.....	V
ÖZET	1
SUMMARY	2
1. GİRİŞ	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 Ayak Anatomisi	5
2.1.1 Ayak kemikleri (<i>ossa pedis</i>).....	5
2.1.1.1 <i>Ossa tarsi</i>	5
2.1.1.2 <i>Ossa metatarsi</i>	7
2.1.1.3 <i>Ossa digitorum</i>	7
2.1.2 Ayak eklemleri (<i>articulationes pedis</i>)	8
2.1.2.1 <i>Art. talocruralis</i>	8
2.1.2.2 <i>Artt. intertarsalia</i>	9
2.1.2.3 <i>Artt. tarsometatarsales (lisfranc eklemi)</i>	11
2.1.2.4 <i>Artt. intermetatarsales</i>	11
2.1.2.5 <i>Artt. metatarsophalangeae</i>	11
2.1.2.6 <i>Artt. interphalangeae pedis</i>	12
2.1.3 Ayak kasları.....	12
2.2 Ayağın Kanlanması	17
2.3 Ayağın Fonksiyonu ve Klinik Önemi	21
2.4 Adli Bilimlerde Kimliklendirme	22
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	27
4. BULGULAR	31

5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
7. KAYNAKLAR.....	62

TABLO LİSTESİ

Tablo 1-Tüm ölçümlerin çalışma, kadın ve erkek grupları için tanımlayıcı istatistikleri.....	31
Tablo 2-Kadın (n=113) ve Erkek (n=136) gruplarında ortalamalar arasındaki farkların t-testi ile değerlendirilmesi	32
Tablo 3-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Ayak Ölçümleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi.....	33
Tablo 4-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Sağ Ayak Ölçümleri ile Yapılan Linear Regresyon Analizi Sonuçları.....	41
Tablo 5- Çalışma Grubu(n=249) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	42
Tablo 6-Kadın Grubu(n=113) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	43
Tablo 7-Erkek Grubu(n=136) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	43
Tablo 8-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Sol Ayak Ölçümleri ile Yapılan Linear Regresyon Analizi Sonuçları.....	44
Tablo 9-Çalışma Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	45
Tablo 10-Kadın Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	45
Tablo 11-Erkek Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları.....	46
Tablo 12-Cinsiyet saptanması için sınıflandırma tablosu.....	47
Tablo 13-Cinsiyet Saptanması için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanılarak Oluşturulan Lojistik Regresyon Formülü Katsayıları.....	47
Tablo 14-Cinsiyet Saptanması için Sol Ayak Ölçümleri Kullanılarak Oluşturulan Lojistik Regresyon Formülü Katsayıları.....	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1-Ayak kemiklerinin dorsal yüzden görünümü.....	8
Şekil 2-Art. talocruralis ve bağlarının görünümü.....	9
Şekil 3- Artt. intertarsalia ve bağlarının lateral ve medialden görünümü	10
Şekil 4-Ayağın metatarsal ve phalanx bölümlerindeki eklemler	12
Şekil 5-Ayak sırtı kasları.....	13
Şekil 6-Ayak tabanı kasları	15
Şekil 7-Ayak tabanının üçüncü ve dördüncü tabaka kasları	16
Şekil 8-Ayak sırtının kanlandırılması	18
Şekil 9-Ayak tabanının kanlandırılması.....	19
Şekil 10-Ayak kemerleri	20
Şekil 11-Ayak kemerlerini destekleyen bağların plantar yüzden görünümü	21
Şekil 12-Ayak kemerlerini destekleyen yapıların medial ve anterior yüzden görünümü22	
Şekil 13-Sağ ayak uzunluğu ölçümü	28
Şekil 14-Sağ ayak genişlik ölçümü	28
Şekil 15-Sağ ayak malleol yüksekliği ölçümü	29
Şekil 16-Sağ ayak navikular yüksekliği ölçümü	29
Şekil 17-Boy ölçümü	30
Şekil 18-Çalışma Grubunda Boy(mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	35
Şekil 19-Çalışma Grubunda Boy(mm) ile Sol Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	36
Şekil 20-Kadın Grubunda Boy(mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	37
Şekil 21-Kadın Grubunda Boy (mm) ile Sol Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	38
Şekil 22-Erkek Grubunda Boy (mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	39
Şekil 23-Erkek Grubunda Boy (mm) ile Sol Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği.....	40

KISALTMALAR

a.....: arteria

aa.....: arteriae

art.....: articulatio

artt.....: articulationes

lig.....: ligamentum

ligg.....: ligamenta

m.....: musculus

mm.....: muscoli

n.....: nervus

proc.....: processus

v.....: vena

SAGAU.....: sağ ayak uzunluk ölçümü

SAGAG.....: sağ ayak genişlik ölçümü

SAGAMY.....: sağ ayak malleol yüksekliği ölçümü

SAGANY.....: sağ ayak navikular yüksekliği ölçümü

SOLAU.....: sol ayak uzunluk ölçümü

SOLAG.....: sol ayak genişlik ölçümü

SOLAMY.....: sol ayak malleol yüksekliği ölçümü

SOLANY.....: sol ayak navikular yüksekliği ölçümü

ÖZET

Ayak ölçümlerinden yararlanarak cinsiyet tespitinin ve boy tahmininin yapılması

Fatma Gülşah ZEYBEK

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi

gulsah.zeybek@deu.edu.tr

Adli araştırmalarda kimliği belirsiz cesetlerin kimliklendirilmesi, toplu ölümlerin yaşandığı olaylarda parçalanmış olarak bulunan cesetlerin cinsiyetinin belirlenmesi ve boy uzunluğunun hesaplanması esnasında zorluklar yaşamaktadır. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için yeni yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada gerekli görüldüğü durumlarda kullanılmak üzere ayak ölçümlerinden cesedin cinsiyetinin belirlenmesi ve boy uzunluğunun hesaplanması için formüller geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç için, sağ ve sol ayağın uzunluğu, genişliği, malleol yüksekliği, navikular yüksekliği ölçümleri ile boy ölçümü alınmıştır. Ölçümler, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi ile Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okuluna dahil 18–44 yaşları arasında, Türkiye doğumlu 249 bireyden (113 kadın–136 erkek) alınmıştır. Tüm ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri sunulmuş, cinsiyetler arası ölçüm değerleri karşılaştırmaları t testi analizi ile değerlendirilmiştir. Ayak ölçümleri ve boy arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Cinsiyet tespiti için Lojistik regresyon analizi, boy uzunluğunun hesaplanabilmesi için Linear regresyon analizi uygulanarak formüller oluşturulmuştur. Erkeklerin boy ile ayak ölçümlerinin, kadınların ölçümlerinden daha yüksek ve ölçüm ortalamaları arasındaki farkların anlamlı olduğu bulunmuştur. Boy ile ayak ölçümleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, çalışma, kadın ve erkek gruplarında en yüksek korelasyon sağ ve sol ayak uzunluğu için görülürken; en düşük korelasyon sağ ayak ölçümlerinde tüm gruplar için ayak genişliğinde, sol ayak ölçümlerinde tüm gruplarda farklı olduğu görülmektedir. Tüm gruplarda ayrı ayrı sağ ve sol ayak ölçümlerinden boy hesaplama ve cinsiyet tespiti formülleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak, cinsiyet tespiti formülü, sağ ayak ölçümlerini kullanarak %95,6 oranında, sol ayak ölçümlerini kullanarak %96,4 oranında doğru tahmin yapmaktadır. Boy hesaplama formülü, cinsiyetlere göre 9–10 cm hata ile tahmin yaparken, cinsiyet ayrımı yapılmadan 4 cm'den küçük hata ile doğru tahmin yapmaktadır.

Anahtar kelimeler: ayak ölçümleri, kimliklendirme, boy tahmini, cinsiyet tespiti

SUMMARY

Gender determination and stature estimation via foot measurements

Fatma Gülşah ZEYBEK

Medical Faculty of Dokuz Eylül University

gulsah.zeybek@deu.edu.tr

In forensic investigation difficulties are being experienced in the gender determination and stature estimation of bodies dismembered in mass destruction. So as to eliminate these difficulties, new methods are being tried. This study aims at developing formulas for determination of gender and estimation of the stature through foot measurements when need arises. For this purpose, the length, width, malleol height, navicular height measurements as well as stature measurement of the right and left feet have been taken from the 249 subjects of Turkey attending Medical Faculty of Dokuz Eylül University and School of Physical Therapy and Rehabilitation. The descriptive statistics of all the measurements have been presented and the comparison of measurement values between genders have been evaluated with t-test analysis. The relation between foot measurements and stature has been determined via pearson correlation analysis. The formulas have been worked out by employing logistic regression analysis for gender determination and linear regression analysis for stature estimation. It has been found that male stature and foot measurements are greater than female measurements and the differences between measurement means are significant. Upon the evaluation of relation between stature and foot measurements, it can be found that the highest correlation is in the right and left foot length in the study, female and male groups, whereas the lowest is in the foot width in all the right foot measurements of all the groups and the lowest correlation varies in all the groups in the left foot measurements. Stature estimation and gender determination formulas have been established through right and left foot measurements taken separately. As a consequence, the gender determination Formula can help determine the gender with %95,6 accuracy via right foot measurments and %96,4 accuracy via left foot measurements. While stature estimation formulas depending on gender allow 9–10 cm errors, those independing on gender help make estimation with less than 4cm errors.

Key words: foot measurements, identification, stature estimation, gender determination

1. GİRİŞ

Ayak, alt ekstremitenin en uç bölümüdür ve ağaçlarda yaşayan primatların arka eklerinin şekil değiştirmesi (evrimi) ile oluşmuştur. Dik durma esnasında vücut ağırlığını taşıyan, yürüme ve koşma sırasında da kaldıraç gibi görev yapan kompleks bir yapı ortaya çıkmıştır.

Yaklaşık yüzyıldır, bilim dünyası ayak anatomi ve antropometrisi üzerine çalışmalar yapmış, ayağın anatomik ve antropolojik özelliklerinin çeşitli toplumlarda farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca vücudun diğer kısımlarıyla olan ilişkisini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Geçen on yıl içerisinde, ayak bütünü öncelikle ergonomide ayak şekline göre uygun ayakkabı tasarımının yapılması açısından (8, 18, 23, 42), sonrasında adli bilimlerde ayak ve ayakkabı ölçümlerinden adli kimliklendirmeye yol gösterici olması açısından değerlendirilmiştir (1, 6, 9–11, 36).

Ayak yapısının anatomik ve antropometrik özellikleri değerlendirilerek adli araştırmalarda kimlik tespitinin yapılması için ayak bütününde çalışılmıştır. Adli araştırmalarda kimlik tespiti için cinsiyet, yaş, ırk ve boy uzunluğu belirlenir. Kimlik tespitindeki en önemli evreler cinsiyetin belirlenmesi ve boy uzunluğunun tahmini olarak hesaplanmasıdır (1, 16, 54). Tam olarak bulunan insan cesetlerinde primer anatomik yapılar ile cesedin cinsiyet tespiti ve boy uzunluğunun belirlenmesi kolaylıkla yapılabilirken, özellikle doğal afet, ulaşım kazaları, savaş, terör ve bombalı saldırılar gibi birçok insanın öldüğü ve tanınmaz hale geldiği kitlesel facialarda, parçalanmış olarak bulunan cesetlerin kimlik tespitinde zorluklarla karşılaşmaktadır. Primer anatomik yapılar ile cinsiyet tespitinin ve boy tahmininin yapılamadığı bu gibi durumlarda antropometrik yöntemler kullanılır. Yaşayan insanlardan elde edilen el (5, 12, 22, 30), kol uzunluğu (15, 40), bacak uzunluğu (2, 15,17) ve ayak ölçümü (1,3–7,9–11,14,19,21,23,28,31,33–36) verileri kullanılarak cesedin cinsiyet tayini ve boy hesaplaması yapılabilmesi için girişimler vardır.

Ayağın anatomik yapısı iklim, beslenme gibi değişik çevre koşulları, fiziksel aktivite dereceleri, kalıtsallığa bağlı olarak etnik ve bölgesel varyasyonlar gösterir. Bu farklılıkların belirlenmesi için alınan metrik ölçümler toplum içerisinde cinsiyetler arası farklılıkları belirler. Ayrıca o topluma özgü verilerin elde edilmesini ve toplumlar arası farklılıkların ortaya çıkarılmasını sağlar. Primer anatomik yapılar ile cinsiyet tespitinin mümkün olmadığı durumlarda, özellikle parçalanmış cesetlerde, sadece bir ayak mevcut ise antropometrik yöntemlerden yararlanılarak cinsiyet tespiti yapılabilmesi ve boy ile ilişkilendirerek bireyin

boyunun hesaplanabilmesi sağlanır. Ancak o topluma özgü önceden yapılmış çalışmalara gereksinim vardır. Türkiye’de de ayağın metrik ölçümleri ile cinsiyetler arası farklılıkları belirten çalışmalar yapılmıştır (42,43,45). Ancak cinsiyetin saptanması ve boy uzunluğunun hesaplanması ile ilgili çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Çalışmamızda, 18–44 genç erişkin yaş grubundan ölçümlerini aldığımız ayak parametreleri ile cinsiyetler arası farklılıkların belirlenmesini sağlamaya çalıştık. Çalışmamızın amacı, insan ayak ölçümlerinin bireyin cinsiyeti ve boyu ile olan ilişkisini göstermek, gerekli görüldüğü durumlarda kullanılmak üzere cinsiyetin belirlenmesi ve boyun hesaplanabilmesi için formüller geliştirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Ayak Anatomisi

2.1.1 Ayak kemikleri (ossa pedis)

Ayak iskeleti 26 kemikten oluşur ve ossa tarsi, ossa metatarsi ve ossa digitorum olmak üzere üç bölüme ayrılır.

2.1.1.1 Ossa tarsi

Ossa tarsi 7 adet kemikten oluşur. Bunlardan talus ile calcaneus proksimal sırada, os cuneiforme mediale, os cuneiforme intermedium, os cuneiforme laterale ve os cuboideum distal sırada bulunur. İki sıra arasında ve medialde os naviculare yer alır.

Talus

Tarsal bölgenin en üst kısmında bulunur; caput, collum ve corpus tali olmak üzere üç bölüme ayrılır. Corpus tali, talus'un arkada kalan büyük bölümüdür. Üst yüzünde trochlea tali adı verilen makara şeklinde bir eklem yüzü vardır. Dış yüzünde facies malleolaris lateralis, iç yüzünde facies malleolaris medialis isimli eklem yüzleri vardır. Facies malleolaris lateralis'in alt ucunda dışa doğru uzanan proc. lateralis tali bulunur. Alt yüzünde sulcus tali ile birbirinden ayrılmış eklem yüzleri bulunur. Bu yüzlerden arkadakine facies articularis calcanea posterior, öndekilere ise facies articularis calcanea media denilir. Corpus tali'nin arka yüzünde m. flexor hallucis longus tendonunun ayak tabanına geçtiği sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi bulunur. Bu oluk ile tuberculum laterale ve tuberculum mediale birbirinden ayrılır. Bu çıkıntılar proc. posterior tali'yi şekillendirir. Tuberculum laterale ayrı bir kemik olarak gelişebilir, bu durumda os trigonum adını alır(55).

Collum tali, corpus tali ve caput tali arasında kalan boyun bölümüdür. Alt yüzünde sulcus tali denilen bir oluk vardır.

Caput tali, talus'un önde kalan bölümüdür. Ön yüzünde oval şekilli facies articularis naviculare, alt yüzünde ise facies articularis calcanea anterior bulunur.

Calcaneus

Calcaneus ossa tarsi'nin en büyük kemiğidir. Üst yüzün ön bölümünde talus ile eklem yapan üç eklem yüzü vardır. Arkada facies articularis talaris posterior, ortada facies articularis talaris media ve önde facies articularis talaris anterior bulunur. Ön ve orta eklem yüzleri ile

arka eklem yüzü arasında sulcus calcanei yer alır. Sulcus calcanei, talus'un alt yüzündeki sulcus tali ile birleşerek sinus tarsi denen bir boşluk oluşturur (55–57). Calcaneus'un alt yüzünde eklem yüzü bulunmaz. Arka kısmında bağların tutunduğu tuber calcanei denilen bir çıkıntı bulunur ve derialtında hissedilebilir. En arka noktası pteryon(calcaneare) olarak adlandırılan ve antropolojik ölçümlerde önem taşıyan yüzeyel anatomik bir oluşumdur (58). Tuber calcanei'nin dış ucunda proc. lateralis tuberis calcanei denilen küçük, iç ucunda ise proc. medialis tuberis calcanei denilen daha büyük bir çıkıntı bulunur. Calcaneus'un dış yüzünün ortalarında trochlea peronealis(fibularis) yer alır. Bu çıkıntının altında sulcus tendinis musculi peronearum denilen kas kirişinin geçtiği bir oluk görülür. Calcaneus'un iç yüzünden bacağın arka kompartımanında bulunan damar ve sinirler ayak tabanına geçerler. Bu yüzün ön üst kısmında transvers olarak uzanan sustentaculum tali bulunur. Sustentaculum tali ayak sırtında palpe edilebilen yüzeyel bir anatomik oluşumdur (58). Bu çıkıntının alt kısmında sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi denilen bir oluk bulunur. Calcaneus'un ön yüzünde facies articularis cuboidea denilen küçük bir eklem yüzü vardır.

Os naviculare

Proksimal ve distal sıra tarsal kemikler arasında bulunan os naviculare, tarsal bölgenin medial tarafında yer alır. Os naviculare'nin ön yüzü üç kuneiform kemik ile eklem yapacak şekilde iki vertikal çizgiyle üç yüze ayrılır. Arka yüzünde facies articularis talaris denilen konkav bir eklem yüzü bulunur. İç yüzünde içe ve aşağıya doğru uzanan tuberositas ossis naviculare yer alır. Bu çıkıntı yüzeyel anatomik oluşumlardan biridir ve palpe edilebilir(58).

Os cuboideum

Tarsal bölgenin dış tarafında, önde 4. ve 5. metatarsal kemikler, arkada calcaneus ve iç yanda os cuneiforme mediale arasında bulunur. Ön yüzünde vertikal bir kenar ile birbirinden ayrılmış iki eklem yüzü vardır. Arka yüzünde calcaneus ile eklem yapan eklem yüzünün alt iç kısmı calcaneus'a doğru uzanarak calcaneus'u destekler. Medial yüzün ortasında eklem yüzü vardır. Lateral yüzünde ise eklem yüzü bulunmaz. Plantar yüzünün ortasında transvers yönde uzanan bir çıkıntı bulunur. Bu çıkıntının kabarık dış ucuna tuberositas ossis cuboidei adı verilir. Bu çıkıntının ön tarafında sulcus tendinis musculi peronei longi denilen oluktan aynı isimli kasın tendonu geçer.

Os cuneiforme mediale

Tarsal bölgenin medialinde os naviculare ve 1. metatarsal kemik arasında yer alır. En büyük cuneiform kemiktir. Ön yüzü böbrek şeklindedir. Dış yüzünde L harfine benzeyen bir eklem yüzü bulunur.

Os cuneiforme intermedium

Os cuneiforme intermedium, en küçük cuneiform kemiktir ve ortada yer alır. Önünde 2. metatarsal kemik bulunur. Arkada üçgen şeklinde olan eklem yüzü os naviculare ile eklem yapar.

Os cuneiforme laterale

Önde 3. metatarsal kemik, arkada os naviculare, medialde os cuneiforme intermedium, lateralde os cuboideum arasında yer alır. Arka yüzü en geniş yüzüdür ve dikdörtgen şeklindedir.

2.1.1.2 Ossa metatarsi

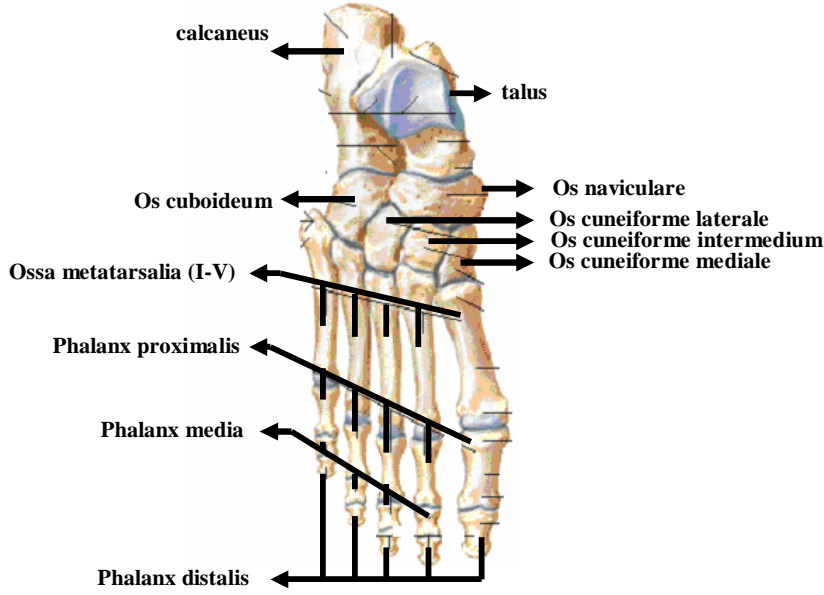
Ossa tarsi ile ossa digitorum arasında yer alan metatarsal kemikler beş adettir. İnce uzun kemikler olup içten dışa doğru (I.-V.) numaralandırılırlar. Proximalden distale doğru gittikçe incelirler. Proximal uçlarına basis ossis metatarsi, distal uçlarına caput ossis metatarsi denilir. Proximal ve distal uçları arasında kalan gövdelerine corpus ossis metatarsi denir. Gövdeleri yuvarlak olup konveksliği dorsale bakan bir kavis gösterir. Plantar yüzleri flexor kas tendonlarının geçtiği uzunlamasına oluk şeklindedir. Sadece distal uçları ile yere temas ederler.

Metatarsal bölgenin en kalın ve en kısa kemiği I. metatarsal kemik, en uzun kemiği ise II. metatarsal kemiktir. V. metatarsal kemik ise proximal ucun dış tarafında yer alan tuberositas ossis metatarsalis V adı verilen, m. peroneus brevis'in tutunduğu belirgin bir çıkıntı ile ayırt edilir. Bu çıkıntı bazen os vesalinum denilen ayrı bir kemik olarak gelişebilir(55).

2.1.1.3 Ossa digitorum

Phalanges adı verilen bu kemikler başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer adet olmak üzere toplam 14 adettir. Başparmaktakiler hariç phalanx proximalis, phalanx media, phalanx distalis olarak adlandırılırlar. Başparmakta ise sadece phalanx proximalis ve phalanx distalis

yer alır. Bu kemiklerin proximal uçlarına basis phalangis, distal uçlarına caput phalangis ve iki uç arasında kalan gövde bölümüne corpus phalangis adı verilir.



Şekil 1-Ayak kemiklerinin dorsal yüzden görünümü

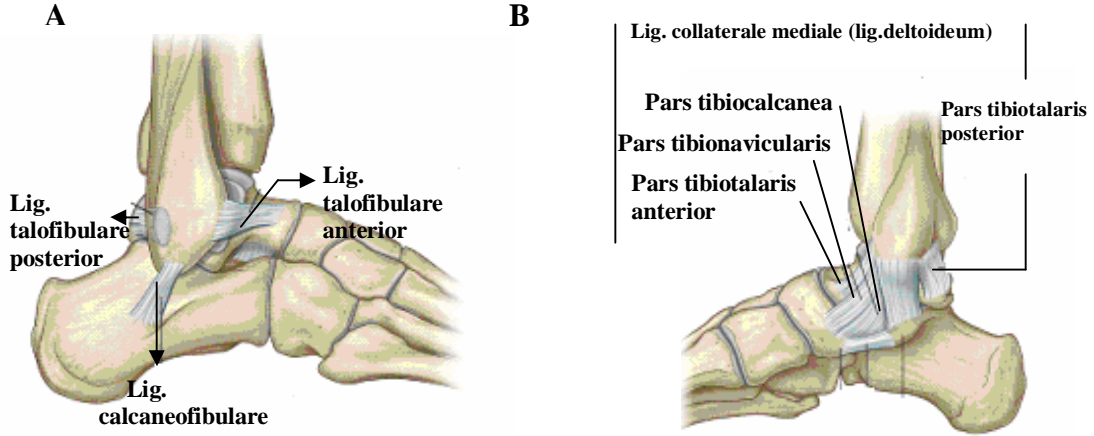
2.1.2 Ayak eklemleri (*articulationes pedis*)

Ayak ve ayak bileği bölgesinde, ayak iskeletini bacak kemiklerine bağlayan art. talocruralis ile ayak kemikleri arasında oluşan artt. intertarsalia, artt. tarsometatarsales, artt. intermetatarsales, artt. metatarsophalangeae ve artt. interphalangeae pedis grubu eklemler bulunur.

2.1.2.1 *Art. talocruralis*

Tibia'nın distal ucundaki facies articularis inferior ve facies articularis malleoli medialis ile fibula'nın distal ucundaki facies articularis malleoli lateralis eklemin konkav eklem yüzünü, trochlea tali ise eklemin konveks eklem yüzünü oluşturur. Ginglimus tipi bir eklem olan art. talocruralis'in eklem kapsülü her iki taraftaki malleollerin üzerine örtmeden eklem yüzlerinin kenarlarına tutunmuştur. Eklem kapsülünün ön bölümü geniş ince bir yaprak şeklindedir ve üzerine dayalı olarak geçen ekstensör kas kirişlerine yapışıktır. Böylece dorsal flexion esnasında kapsül eklem aralığına sıkışmaz. Eklem kapsülü dış yüzünde lig. collaterale laterale, iç yüzünde lig. collaterale mediale (deltoideum) bağları ile güçlendirilmiştir. Lig.

collaterale laterale, ayağın öne kaymasını engelleyen lig. talofibulare anterior ile ayağın arkaya kaymasını engelleyen lig. talofibulare posterior ve lig. calcaneofibulare olarak uzanır. Lig. collaterale mediale ise tepesi malleolus medialis'e tutunarak başlayan üçgen şeklinde bir bağıdır. Yüzeysel tabakası önde pars tibionavicularis, ortada pars tibiocalcanea, arkada pars tibiotalaris posterior'den, derin tabakası ise pars tibiotalaris anterior denen bölümden oluşur.



Şekil 2-Art. talocruralis ve bağlarının görünümü
A: Lateralden görünümü B: Medialden görünümü

2.1.2.2 Artt. intertarsalia

Tarsal kemikler arasında oluşan eklemlerdir.

Art. subtalaris(talocalcanea)

Talus'un facies articularis calcanea posterior yüzü ile calcaneus'un facies articularis talaris posterior yüzleri arasında oluşan art. plana tipi eklemdir. Bu eklem lig. talocalcaneum laterale ve lig. talocalcaneum mediale denen iki bağ ile desteklenir. Sinus tarsi aralığında lig. talocalcaneum interosseum denilen bağ yer alır.

Art. talocalcaneonavicularis

Art. plana tipi bir eklem olan art. talocalcaneonavicularis'in arka bölümü talus'un facies articularis calcanea anterior ve media ile calcaneus'un facies articularis talaris anterior ve media arasında oluşur. Ön bölümü ise caput tali ile os naviculare'nin arka konkav yüzü

arasında oluşur. Talus-calcaneus ve os naviculare arasında oluşan bu eklemi lig. talonaviculare, lig. bifurcatum ve lig. calcaneonaviculare plantare bağları destekler.

Art. subtalaris(talocalcanea) ve art. talocalcaneonavicularis beraber hareket ederler. Bu eklemler sinus tarsi uzun eksenini boyunca geçen eksen etrafında ayağa inversiyon ve eversiyon hareketlerini yaptırırlar.

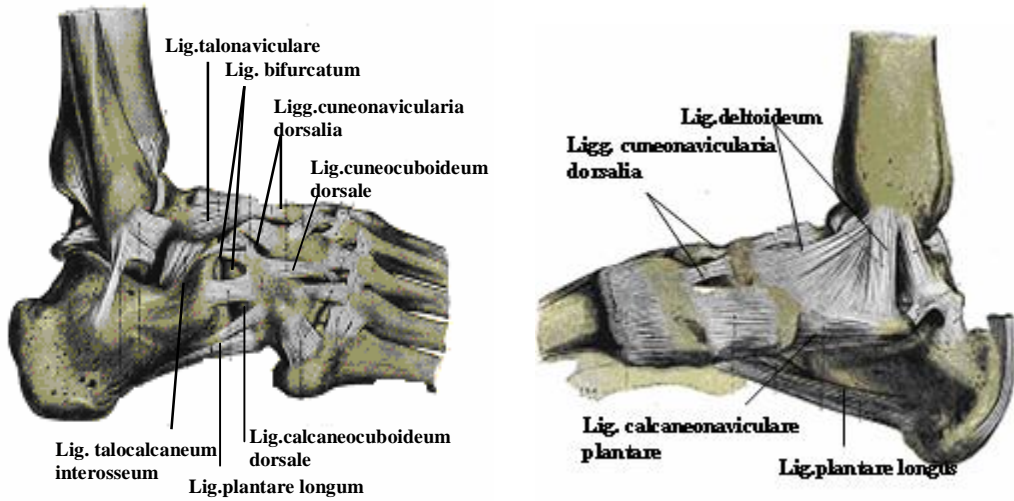
Art. calcaneocuboidea

Calcaneus'un facies articularis cuboidei ile os cuboideum'un facies articularis calcanea'sı arasında oluşan art. plana tip bir eklemdir. Bu eklem lig. bifurcatum, lig. calcaneonaviculare plantare, lig. plantare longum, lig. plantare brevis ve lig. calcaneocuboideum dorsale denen bağlar ile plantar ve dorsal yüzünden desteklenir. Bu bağlardan lig. plantare longum tuber calcanei'nin ön yüzünden 3. ve 4. metatarsal kemiklerin tabanına kadar uzanır. Böylece os cuboideum'un dorsalindeki oluşu sınırlandırarak, oluşu m.peroneus longus kirişinin geçtiği bir kanal haline dönüştürür.

Bu eklem ile art. talocalcaneonavicularis ekleminin ön bölümü beraber art. tarsi transversa(Chopart eklemi)'ı oluşturur. Bu eklem ayağın amputasyonu için kullanılan eklemlerden biridir(56,57,59).

Art. cuneonavicularis

Os naviculare'nin ön eklem yüzü ile üç os cuneiforme arasında oluşan art. plana tipi eklemdir. Bu eklem dorsal yüzden lig. cuneonavicularia dorsale ile plantar yüzden ise lig. cuneonavicularia plantare ile desteklenmiştir.



Şekil 3- Artt. intertarsalia ve bağlarının lateral ve medialden görünümü

Art. cuboideonavicularis

Os naviculare ile os cuboideum arasında oluşan art. fibrosa grubu bir eklemdir. Sınırlı kayma hareketi gerçekleştiren bu eklem, üstten lig. cuboideonaviculare dorsale ve alttan lig. cuboideonaviculare plantare bağlarıyla desteklenmiştir.

Artt. intercuneiformes

Üç os cuneiforme'nin kendi aralarında oluşturdukları art. plana tip eklemlerdir. Bu eklemler ligg. intercuneiformia dorsalia, ligg. intercuneiformia plantare ve ligg. intercuneiformia interossea bağlarıyla desteklenir.

Art. cuneocuboidea

Bu eklem os cuneiforme laterale ile os cuboideum arasında oluşan art. plana tipi bir eklemdir. Artt. intercuneiformes ve art. cuneocuboidea tek bir eklem kapsülü ile sarılıdır. Bu eklem artt. intercuneiformes'i destekleyen bağlarla desteklenir.

2.1.2.3 Artt. tarsometatarsales (lisfranc eklemi)

Distal sıra tarsal kemikler ile metatarsal kemiklerin basisleri arasında oluşan art. plana tipi bir eklemdir. Birinci metatarsal kemik os cuneiforme mediale, ikinci metatarsal kemik os cuneiforme intermedium, üçüncü metatarsal kemik os cuneiforme laterale, dördüncü metatarsal kemik os cuneiforme laterale ve os cuboideum, beşinci metatarsal kemik ise os cuboideum ile eklem yapar. Sadece en medialdeki eklem kendine ait eklem boşluğu vardır. Bu eklem ligg. tarsometatarsalia dorsalia, ligg. tarsometatarsalia plantaria ve ligg. cuneometatarsalia ile desteklenir. Bu eklem ayağın amputasyonu için kullanılan eklemlerden biridir(56,57,59).

2.1.2.4 Artt. intermetatarsales

Metatarsal kemiklerin proksimal uçlarının birbirine bakan yüzleri arasında oluşan art. plana tipi bir eklemdir. Bu eklem ligg. metatarsalia interossea, ligg. metatarsalia dorsalia ve ligg. metatarsalia plantare bağları ile güçlenir.

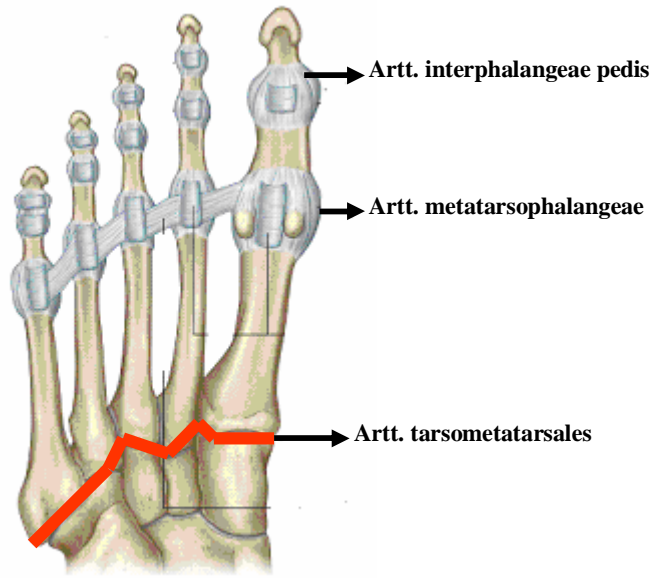
2.1.2.5 Artt. metatarsophalangeae

Caput metatarsale ile basis ossis phalanx proximalis arasında oluşan art.ellipsoidea grubu bir eklemdir. Bu eklem plantar yüzünü destekleyen ligg.plantaria'nın üzerindeki oluktan flexor kas kirişleri geçer. Eklemi destekleyen diğer bağlar ise lig.metatarsale transversum profundum ile lig. collateralia'dır. Bu eklem ayak parmaklarının sınırlı

abduksiyon ve adduksiyon hareketlerini, ayrıca 50°-60° plantar fleksiyon ve 30°-40° dorsal fleksiyon yapmasını sağlar.

2.1.2.6 *Artt. interphalangeae pedis*

Phalanx proximalis ve phalanx media'nın distal ucundaki makara şeklindeki eklem yüzü ile phalanx media ve phalanx distalis'in proximal ucundaki eklem yüzü arasında oluşan ginglymus tipi bir eklemdir. Transvers ekseninde fleksiyon-ekstension hareketleri yaptırırlar. Ligg. collateralia ve ligg. plantaria tarafından desteklenirler.



Şekil 4-Ayağın metatarsal ve phalanx bölümlerindeki eklemler

2.1.3 *Ayak kasları*

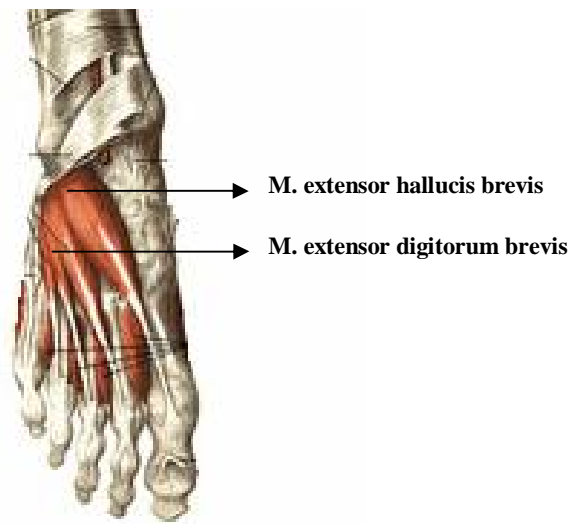
Ayak sırtında ve ayak tabanında ekstrinsik kas kirişleri ve ayağın intrinsik kasları yer alır.

Ayağın sırtında ve tabanında yer alan ekstrinsik kas kirişleri, ayak bileği çevresinde fascia cruris'in kalınlaşmasıyla oluşan fibröz bantların derininden geçerler. Bu fibröz bantlar retinaculum olarak adlandırılırlar ve üç grupta toplanırlar. Birinci grup; ön tarafta bulunan retinaculum musculi extensorum superius ve bunun aşağısında içe doğru yan yatmış Y harfine benzeyen retinaculum musculi extensorum inferius'dur. Derininden bacağın ön-dış tarafında yer alan m. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus, m. tibialis anterior'un

kirişleri ayak sırtına geçer. Ayrıca bu kas kirişlerine a.tibialis anterior, v.tibialis anterior ve n.peroneus longus eşlik eder. İkinci grup; ayağın dış tarafında malleolus lateralis ve calcaneus'un dış yüzü arasında uzanan retinaculum musculi peroneorum superius ile retinaculum musculi extensorum inferius'un dış tarafındaki devamı olan retinaculum musculi peroneorum inferius'dur. Derininden m.peroneus longus ve m.peroneus brevis'in kirişleri ayak tabanına geçerler. M. peroneus longus tendonu ayağın en derin katmanında yer alır. Üçüncü grup; malleolus medialis ve calcaneus'un iç yüzü arasında uzanan retinaculum muscularum flexorum'dur. Derinindeki tarsal tünelden bacak arka kompartımında yer alan m.tibialis posterior, m.flexor digitorum longus, m.flexor hallucis longus'un kirişleri ile a.tibialis posterior, v.tibialis posterior ve n.tibialis ayak tabanına geçer. M.flexor digitorum longus, m.flexor hallucis longus'un kirişleri ayak tabanının ikinci tabaka kasları içinde yer alır. M. tibialis posterior tendonu, ayak tabanının en derin katmanında yer alır.

Ayak sırtında yer alan sadece iki tane intrinsik kas bulunur. Bunlar m. extensor hallucis brevis ve m. extensor digitorum brevis olarak adlandırılan ayak parmaklarına ekstention yaptıran kısa kaslardır.

M. extensor hallucis brevis, calcaneus'un üst-dış yüzünden başlayan bu kas başparmağın (hallux) birinci falanks'ının basis'inde sonlanır. M. extensor digitorum brevis de calcaneus'un üst dış yüzünden başlar. Metatarsal kemiklerin üzerinde kirişleşerek dört tendon halinde 2.-4. parmaklara doğru uzanarak m.extensor digitorum longus tendonunun lateral tarafına tutunarak sonlanır.



Şekil 5-Ayak sırtı kasları

Ayak tabanında bulunan ayağın intrinsik kasları aponeurosis plantaris'in derininde üç kompartımda yer alırlar. Medial kompartımda ayak başparmağına ait kaslar; lateral kompartımda küçük parmağına ait kaslar; orta kompartımda ise 2.-4. parmaklara ait kaslar bulunur. Bu kompartımanlarda yer alan kaslar yüzeyelden derine doğru dört tabaka halinde incelenir.

Ayak tabanının birinci tabaka kasları

Ayak tabanının birinci tabaka kasları m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis ve m. abductor digiti minimi'den oluşur. Bu kaslar tuber calcanei'den başlayıp parmaklara doğru uzanan kısa kaslardır.

M. abductor hallucis, tuber calcanei'nin proc. medialis'inden başlayarak 1. parmağın basis ossis phalangea proximalis'inde sonlanır. Bazı lifleri başparmağın medial sesomoid kemiğindedir sonlanır (53). Başparmağına abduksiyon yaptıran kas aynı zamanda arcus pedis longitudinalis medialis için kuvvetli bir destek görevi görür.

M. flexor digitorum brevis, tuber calcanei'nin proc. medialis'inden başlayıp parmak kökleri hizasında kırılaşarak 2.-5. parmaklara doğru uzanır. Basis ossis phalangea proximalis'de m. flexor digitorum longus tendonları için geçit oluşturacak şekilde ikiye ayrılır. Bu iki huzme birleşerek bir oluk oluşturduktan sonra tekrar ayrılarak phalanx media'nın alt yüzlerinin orta kısımlarına tutunarak sonlanır. Başparmak hariç diğer ayak parmaklarına fleksiyon yaptırır.

M. abductor digiti minimi, ayak tabanının dış kenarı boyunca uzanır ve tuber calcanei'nin proc. medialis ve lateralis'inden başlar. Ayak beşinci parmağında tuberositas ossis metatarsi V'e tutunarak sonlanır. Ayağın 5. parmağına abduksiyon hareketi yaptıran bu kas aynı zamanda ayak kubbesinin dış longitudinal arkusunu da destekler.

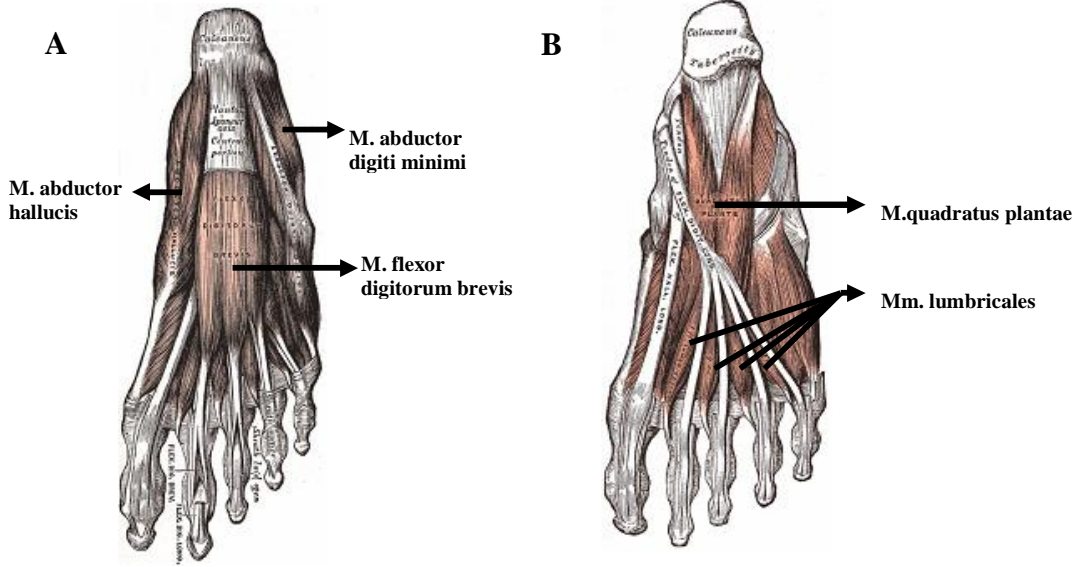
Ayak tabanının ikinci tabaka kasları

Ayak tabanının ikinci tabakasında m. quadratus plantae ve mm. lumbricales bulunur.

M. quadratus plantae, m. flexor digitorum accessorius olarak da adlandırılan bu kas, lig. plantare longum tarafından ayrılan iki başa sahiptir (56,60). Medial başı calcaneus'un konkav medial yüzünden, lateral başı tuber calcanei'nin proc. lateralis'inden başlar. Bu kasın medial ve lateral başı ortak tendonla m. flexor digitorum longus tendonuna tutunarak sonlanır. M. flexor digitorum longus'un ayak parmaklarına yaptırdığı fleksiyon hareketine yardımcıdır.

Mm. lumbricales, m. flexor digitorum longus tendonlarının ayrılma köşelerinden başlayan dört adet kastır. Mm. lumbricales bu tendonun medial tarafında ilerleyerek 2.-5.

parmakların medial tarafında uzanırlar. Ayak sırtına geçen kaslar 2.-5. parmakların aponeurosis dorsale'sinde sonlanırlar. İnterphalangeal eklemden parmaklara ekstensiyon hareketi yaptırırlar.



Şekil 6-Ayak tabanı kasları

A: Ayak tabanının birinci tabaka kasları B: Ayak tabanının ikinci tabaka kasları

Ayak tabanının üçüncü tabaka kasları

Ayak tabanının üçüncü katmanında m.flexor hallucis brevis, m.adductor hallucis ve m. flexor digiti minimi brevis kasları bulunur.

M. flexor hallucis brevis, m. flexor hallucis longus tendonunun her iki yanında bulunur. Os cuboideum, os cuneiforme laterale ve m.tibialis posterior tendonunun lateral bölümüne tutunarak başlar. Distale doğru ilerleyen kas lateral ve medial iki tendona ayrılır. Lateral ve medial tendon başparmağın basis ossis phalangea proximalis'inin yan yüzlerinde sonlanır. Genellikle kasın her iki kirişinin sonlama yerinde birer tane sesomoid kemik bulunur (53,56,60). Ayak başparmağına fleksiyon yaptırır.

M. adductor hallucis'in 1.-4. metatarsal kemiklerin altında caput obliquum ve caput transversum olarak adlandırılan iki başı bulunur. Caput obliquum, 2.-4. metatarsal kemiklerin basislerinden ve m. peroneus longus'un tendonundan başlar. Caput transversum, 3.-5. art. metatarsophalangea ve lig. plantaria'dan başlar. M. adductor hallucis'in iki başı da

başparmağın phalanx proximalis'inin lateral yüzünde sonlanır. Ayak başparmağına adduksiyon yaptırır.

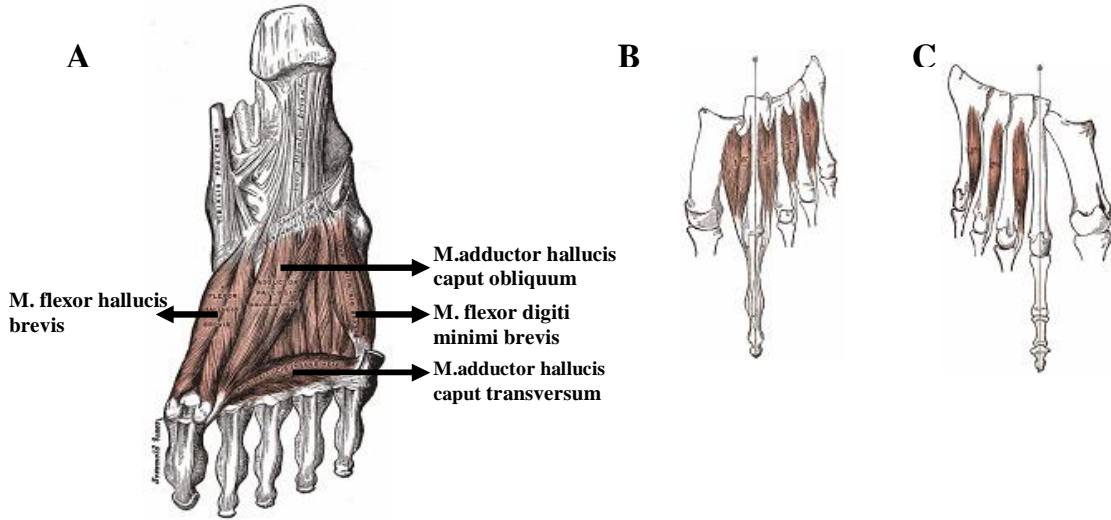
M. flexor digiti minimi brevis, basis ossis metatarsale V ve m.peroneus longus'un fibröz kılıfından başlar. Küçük parmağın birinci phalanxının lateralinde sonlanır. Bazen derin liflerinin bir bölümü beşinci metatarsal kemiğin distal bölümüne yapışarak sonlandığı için, bu bölüm m.opponens digiti minimi olarak tanımlanır (56,60).

Ayak tabanının dördüncü tabaka kasları

Ayak tabanının en derin katmanında mm. interossei yer alır.

Mm. interossei plantare, üç adet olup üçüncü, dördüncü ve beşinci metatarsal kemiklerin basislerinin medial tarafından başlar ve aynı parmakların birinci falankslarının basislerinin medial tarafında sonlanır. 3.-5. parmaklara adduksiyon, 1. falankslara fleksiyon ve 2.-3. falankslara ekstensiyon yaptırırlar.

Mm. interossei dorsale, dört adet olup metatarsal kemiklerin arasında bulunurlar ve bulunduğu iki metatarsal kemikten iki baş ile başlarlar. Tendonları basis ossis phalangea proximalis de sonlanır. Parmaklara abduksiyon, 1.phalanxlara flexion ve 2.-3. phalanxlara extention yaptırırlar.



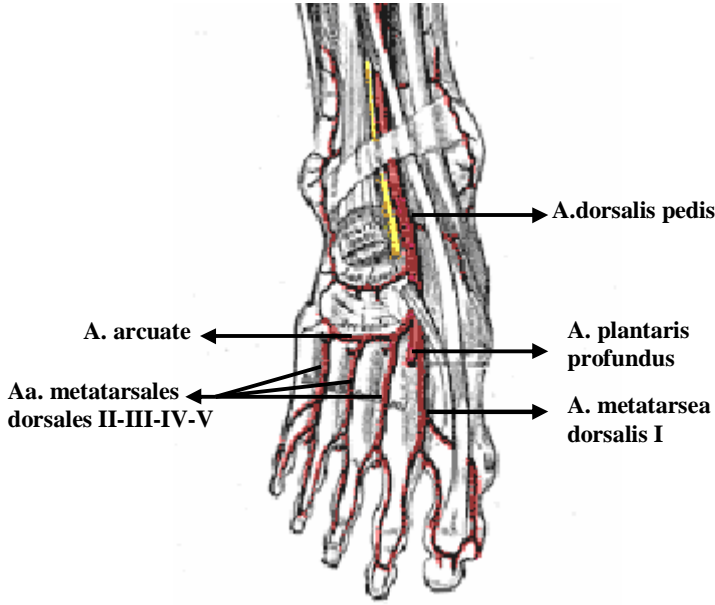
Şekil 7-Ayak tabanının üçüncü ve dördüncü tabaka kasları

A: Üçüncü tabaka kaslar B: Mm.interossei dorsale C: Mm.interossei plantare

2.2 Ayağın Kanlanması

Ayağın kanlandırılması, ayak sırtında a.tibialis anterior'un devamı olan a.dorsalis pedis ile sağlanırken, ayak tabanında a. tibialis posterior'un iki terminal dalı olan a. plantaris medialis ve a. plantaris lateralis ile sağlanır.

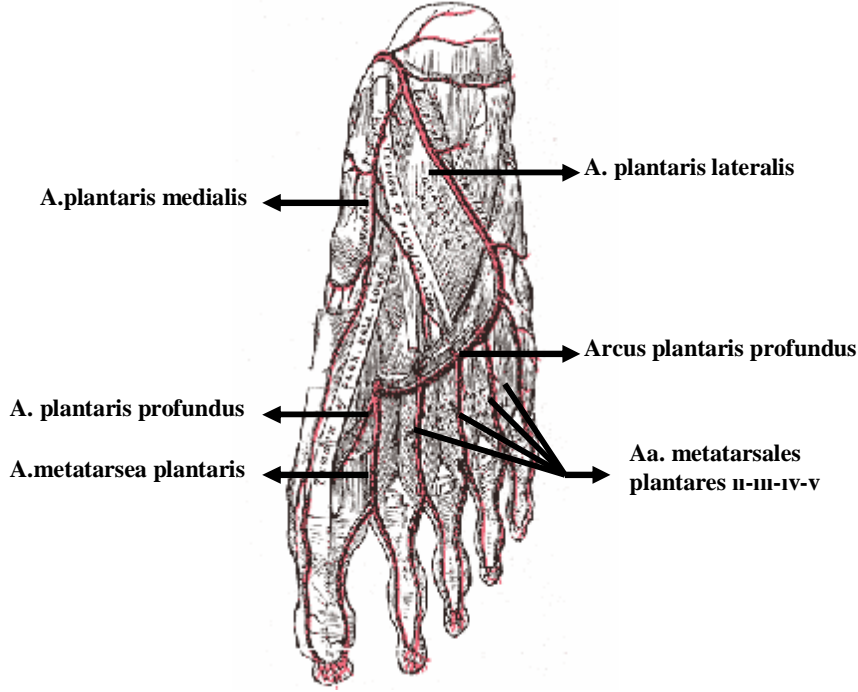
Ayak sırtının kanlandırılması, a. dorsalis pedis ile sağlanır. A.tibialis anterior retinaculum musculi extensorium hizasında yüzeyleşerek iki malleol arası uzaklığın ortasından ayak sırtına geçer, a.dorsalis pedis adını alır ve ayak sırtını besler. (56,61). A. dorsalis pedis, ayak bileğinden birinci metatarsal aralığa kadar m.extensor hallucis ile m.extensor digitorum longus tendonları arasında uzanır (65). Seyri esnasında os naviculare hizasında laterale ve mediale uzanan aa. tarsales dallarını verir. A.tarsales lateralis tarsal kemikler üzerinde m.extensor digitorum brevis'in derininde laterale doğru ilerler. Dağıldığı tarsal bölge eklemlerini ve derininde ilerlediği kası besler. A.tarsales mediales ise tarsal bölgenin medial kenarında dağılan ve bu bölgede yer alan eklemleri besleyen iki- üç ince daldır. A. dorsalis pedis, os cuneiforme mediale hizasında metatarsal kemiklerin basisleri üzerinde ve m.extensor digitorum brevis derininde laterale doğru ilerleyen a. arcuata dalını verir. Bu dal a. tarsalis lateralis ve a. plantaris ile anastomoz yapar. A. arcuata ve a.tarsalis lateralis anastomozu metatarsal aralıklarda distale doğru ilerleyen aa. metatarsales dorsales II-III-IV-V dallarını verir (56,67). Bu dallar metatarsal aralıkta ve m.interossei dorsale üzerinde distale ilerleyerek parmak köklerinde a.digitalis dorsalis II-III-IV-V denilen iki terminal dalına ayrılırlar. Bu dallar parmakların birbirine bakan yüzlerinde distale uzanırlar. A.metatarsae dorsalis I, birinci tarsometatarsal eklemin distalinde a.dorsalis pedis'ten ayrılır (66). Bu arter birinci metatarsal aralıkta parmak köküne kadar uzanarak burada a.digitalis dorsalis I denilen terminal dallarına ayrılır. Birinci ve ikinci parmakların birbirlerine bakan yüzlerinin dorsal kısmında distale uzanır. A. dorsalis pedis'in devamı birinci metatarsal aralıkta m. interosseus dorsalis'in iki başı arasından geçerek ayak tabanına giren a.plantaris profundus dalıdır(56,61). A. plantaris profundus ayak tabanında a. plantaris lateralis ile anastomoz yaparak arcus plantaris profundus dalını oluşturur. A. plantaris profundus ayak tabanında laterale doğru kıvrılma yerinde a. metatarsae plantaris I dalını verir. Bu dal 1. metatarsal aralıkta parmak köküne kadar uzanarak iki terminal dalına ayrılır. Birinci ve ikinci parmakların birbirlerine bakan yüzlerini besler.



Şekil 8-Ayak sırtının kanlandırılması

Ayak tabanının kanlandırılması, retinaculum musculorum flexorum derininden geçen a. tibialis posterior'un m.abductor hallucis'in başlangıç bölümünün altında ayrıldığı iki uç dalı a.plantaris medialis ve a.plantaris lateralis tarafından sağlanır(52,56,61). A.plantaris medialis, ayağın medial tarafı boyunca nervus plantaris medialis ile beraber m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis arasında distale doğru ilerler. Seyri esnasında bu kasları ve m. flexor hallucis brevis'i besleyen dallar verir(50,52). Basis ossis metatarsale-I hizasında yüzeysel ve derin dallara ayrılır. Yüzeysel dalı laterale doğru ilerlerken, derin dalı başparmağın medial kenarı boyunca ilerler. A. plantaris lateralis, a.tibialis posterior'un daha kalın olan dalıdır. Bu arter başlangıçta, calcaneus ile m. abductor hallucis arasındadır. Beşinci metatarsal kemiğin basisine doğru oblik olarak n.plantaris lateralis ile beraber m. flexor digitorum brevis ve m.quadratus plantae arasında uzanır. Beşinci metatarsal kemiğin basis'i hizasında mediale doğru dönerek birinci ve ikinci metatarsal kemiklerin basis'leri arasına kadar uzanır. Seyri esnasında m. flexor digitorum brevis, m.quadratus plantae, m. abductor digiti minimi ve m. flexor digiti minimi brevis'e dallar verir(52). Birinci metatarsal aralıkta a. dorsalis pedis'in a. plantaris profundus dalı ile anastomoz yaparak arcus plantaris profundus'u oluşturur. Arcus plantaris profundus, a.dorsalis pedis'in baskınlığında, a.plantaris lateralis baskınlığında ya da her iki arterin dengeli dağılımı şeklinde oluşabilir (49,51,52). Arcus plantaris profundus, her biri metatarsal aralıklarda ve m. interossei plantaris arasında uzanan

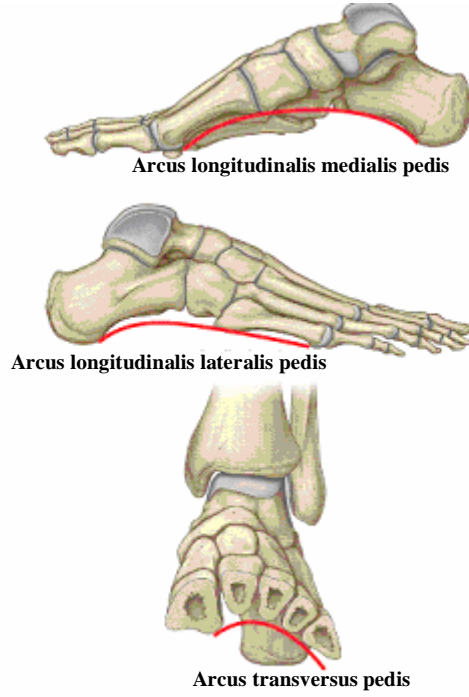
dört adet aa. metatarsales plantares dallarını verir. A.metatarsae plantaris-III, m. adductor hallucis'in oblik başını, a.metatarsae plantaris-IV, m. adductor hallucis'in transvers başını besler. (52).



Şekil 9-Ayak tabanının kanlandırılması

2.3 Ayağın Fonksiyonu ve Klinik Önemi

Ayak alt ekstremitenin uç segmenti olarak, dik durma sırasında vücut ağırlığını taşımak ve ağırlığı zemine dağıtmak, hareket esnasında vücudu ön tarafa itmek ile görevlidir. Ayak, eklemlerle birbirine bağlanmış çok sayıda kemiğin kemersel yapı oluşturması sayesinde görevlerini ideal şekilde yerine getirir. Ayak kemikleri fonksiyonel olarak üç kemer yapısı oluşturur. Bunlar arcus longitudinalis medialis pedis, arcus longitudinalis lateralis pedis ve arcus transversus pedis'dir. Bu kemerler kemiklerin şekli, kuvvetli bağlar ve kas tonusu tarafından korunarak ayağın fonksiyonlarını uygun şekilde gerçekleştirmesini sağlarlar (56,57). Ayak kemerlerini koruyan yapıların bozulması ayak deformitelerinin oluşmasına neden olur.

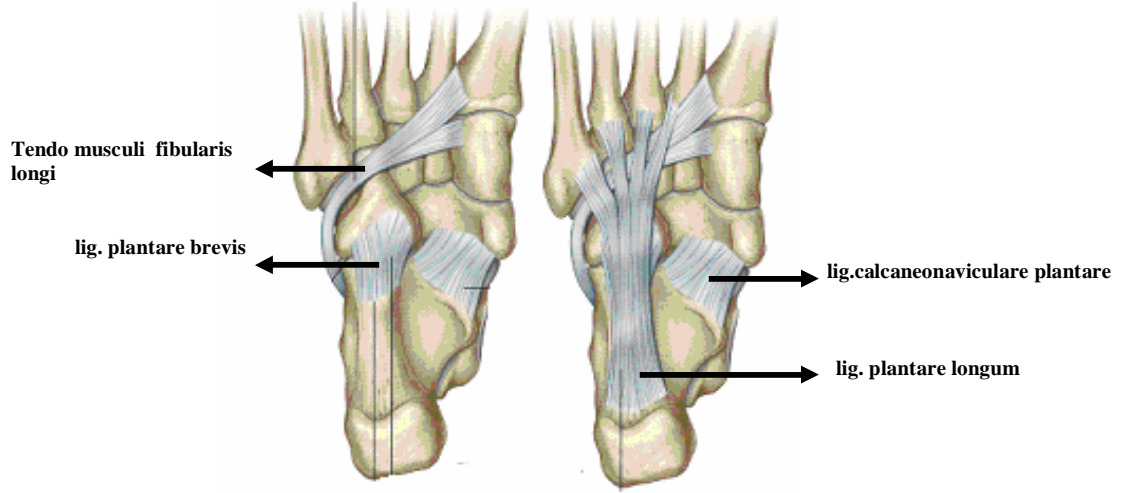


Şekil 10-Ayak kemerleri

Arcus longitudinalis medialis pedis calcaneus, talus, os naviculare, ossa cuneiforme ve ilk üç metatarsal kemik arasında oluşur. Dik durma esnasında calcaneus'un posterior kısmı ve üç metatarsal kemiğin caput'u yerle temas halindedir. Diğer kemik bölümler yüksek bir kavis oluşturur. Bu kavisin desteklenmesi ayak tabanında yer alan bağlar ve kaslar tarafından gerçekleştirilir. En önemli destekleyici yapı aponeurosis plantaris'dir. Aponeurosis plantaris, calcaneus ve ilk üç metatarsal kemik arasında uzandığı için özellikle yürüme sırasında ayağın dorsifleksiyon konumunda gevşeyerek kemer yüksekliğini artırıcı rol oynar (56). Kemerin korunmasında görev yapan diğer bir yapı, lig. calcaneonaviculare'dir. Vücut ağırlığı art. talocruralis yoluyla talus'a aktarılır. Talus'a aktarılan kuvvet bu kemeri oluşturan kemikler yoluyla yerle temas halindeki kemik bölümlere geçer. Bu durumda lig. calcaneonaviculare caput tali'yi alttan destekler. Eğer bu ligament bozulursa calcaneus ve os naviculare ayrılır. Kemerin en üst noktası olan caput tali, iki kemiğin arasından kayarak arcus longitudinalis medialis'in çökmesine neden olur. Bu durumda oluşan ayak deformitesi pes planus(düz tabanlık) olarak bilinir(55-57). Medial longitudinal kemerin her iki ucunu birbirine bağlayan kaslar m. flexor digitorum brevis'in medial bölümü, m. abductor hallucis, m.flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus'un medial bölümü ve m. flexor hallucis brevis'dir. Ayrıca

m. tibialis posterior ve m. tibialis anterior kemeri yukarıdan askıya alırlar. Bu kemeri destekleyen kaslarda nörolojik hastalıklara bağlı olarak görülen düzensiz kasılmalar kemer yüksekliğinin artışına neden olur. Özellikle poliomyelitis, diastatomyelia hastalıklarına bağlı olarak gelişen bu ayak deformitesi pes cavus olarak bilinir(56).

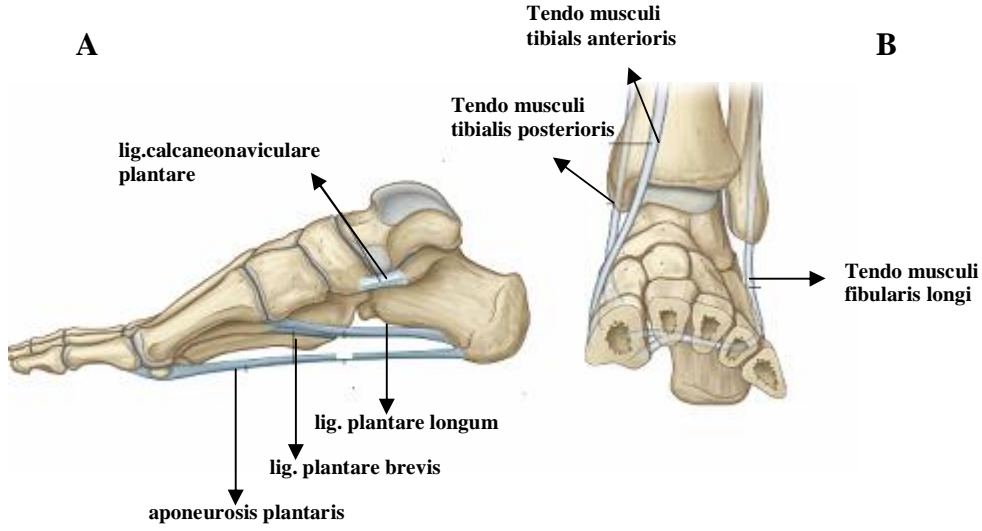
Arcus longitudinalis lateralis pedis calcaneus, os cuboideum ve son iki metatarsal kemik arasında oluşur. Bu kemerin yer ile temas halinde olan bölümleri calcaneus'un posterior kısmı ve IV-V metatarsal kemiklerin kaputlarıdır. Kemik bölümler arasında oluşan kavis medial longitudinal kemere göre daha alçaktır. Lateral longitudinal kemeri plantar yüzden aponeurosis plantaris, lig. plantare longum ve lig. plantare brevis destekler. Kemerin korunmasında yer alan en önemli yapı m. peroneus longus'un tendonudur. Böylece kemer yukarıdan askıya alınır(56,57). Kemer oluşturulan kemiklerin her iki ucu m. abductor digiti minimi, m. flexor digitorum longus ve m. flexor digitorum brevis'in lateral bölümleri tarafından birbirine bağlanır.



Şekil 11-Ayak kemerlerini destekleyen bağların plantar yüzden görünümü

Arcus transversus pedis os cuboideum, ossa cuneiforme ve I-V metatarsale tarafından oluşan kemerdur. Kemer artt. tarsometatarsales'e uyar. Kemer transvers yönde uzanan plantar bağlarla ve özellikle m.interossei dorsale ile m.adductor hallucis'in transvers başı tarafından birbirine bağlanır. Kemerin korunmasında m.peroneus longus önemli rol oynar. Kemerin hem alt uçlarını birbirine bağlar, hem de yukarıdan askıya alır. Arcus transversus pedis birinci ve beşinci metatarsal kemiklerin basis'leri tarafından yer ile temas halindedir. Transvers kemerin

çökmesi durumunda II.-III.-IV. metatarsal kemiklerin basis'leri de yer ile temas eder ve vücut ağırlığını taşımaya başlarlar. Bu durumda vücut ağırlığının ayak tabanında yer alan plantar sinirlere yaptığı bası sonucunda metatarsalgia oluşur(55).



Şekil 12-Ayak kemerlerini destekleyen yapıların medial ve anterior yüzden görünümü
A: Medial yüzden görünüm B: Anterior yüzden görünüm

2.4 Adli Bilimlerde Kimliklendirme

Adli bilimlerin en önemli konularından biri kimlik tespiti. Kimlik tespiti, yaşayan ya da ölü bir bireyin tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkin olan özelliklerinin ortaya konulmasıdır(62,63). Kimlik tespiti çalışmalarının çoğu ölen kişilere yönelik yapılmasına karşın yaşın küçük oluşu, koma, demans gibi çeşitli nedenlerden ötürü bireyin bilgi veremediği durumlarda yaşayan insanlarda da kimlik tespitinin yapılması gereklidir. Bu tür durumlarda bireyin üstünde bulunan nüfus, pasaport ya da sürücü belgesi gibi fotoğraflı belgeler adli kimlik bilgilerine ulaşmayı sağlar. Ayrıca aranan suçluların tespiti, hafıza kaybına uğramış kişilerin kimliklerinin saptanması, suçluların kimlik değiştirme çabaları canlılarda kimlik tespitini gerekli kılan durumlardır (44).

Cesedin parçalandığı ya da postmortem değişikliklerin vücut bütünlüğünü bozduğu kriminal ölümlerin araştırılmasında, iskelet haline gelmiş insan kalıntılarında ve özellikle doğal afet, ulaşım kazaları, savaş, terör ve bombalı saldırılar gibi birçok insanın öldüğü ve tanınmaz hale geldiği kitlesel facialarda kimlik tespiti çok önemlidir. Bu tür durumlarda

kimlik tespiti, cesedin anatomik ve tıbbi özelliklerine dayanılarak yapılır. İki önemli kısımdan oluşur. Cinsiyet, boy, yaş ve ırksal özellikler gibi kesin gruplandırmaların yapılması ve cesedin ya da kalıntılarının kurbanın ölmeden önceki bilgi ve tıbbi kayıtları ile karşılaştırılması işlemidir(62).

İleri derecede çürümüş ya da iskeletleşmiş insan kalıntılarının kimlik tespitinde kullanılan yöntem adli antropoloji çalışmalarıdır. Bu çalışmaların geliştirilmesi için kullanılan materyalin büyük bir bölümünde, bütünlüğünü koruyan insan iskeletlerinden oluşan koleksiyonlardan yararlanılmaktadır (2,54,64). Terry ve Hamman-Todd koleksiyonu, iskelet koleksiyonları arasında en ünlüleridir (16,54). Ayrıca 20. yy başlarından günümüze popülasyon tarihini gösteren en iyi koleksiyonlar Raymond Dart ve Güney Afrika'nın Pretoria iskelet koleksiyonudur (16). Bu tür iskelet koleksiyonları üzerinde yapılan antropolojik çalışmalar ile cinsiyet, yaş, boy, ırk, meslek, alışkanlıklar, ölüm zamanı gibi birçok sorunun yanıtlanabilmesi için formüller, skalalar mikro-morfolojik ve makro-morfolojik yöntemler ile radyolojik kriterler geliştirilmiştir (64).

İskeletleşmiş kalıntılarda kimliklendirme işlemi belli aşamalardan geçer. Öncelikle bulunan kemiklerin insana ait olup olmadığı belirlenmesi gerekir. İskelet bütün halde veya büyük kemikleri sağlam ise bu işlemin yapılması kolaydır. Ancak falankslar, karpal kemikler ya da tarsal kemikler bulunduğu bazı problemler yaratmaktadır. Örneğin; ayıların pençe kemikleri insan el kemikleriyle büyük benzerlik göstermektedir (3,62,64). Bu yüzden bulunan kemiklerin osteolojik, histolojik ya da serolojik yöntemlerden biri kullanılarak insana ait olup olmadığı belirlenir (54,63,64). İnsana ait olduğu belirlenen kemiklerde ölen bireyin cinsiyet, yaş, boy ve ırk tespiti yapılır. Ayrıca bireyin hayat iken biyolojik yapısı, sosyoekonomik durumu ve beslenme özelliklerinin belirlenmesi ile iskelet patolojisinin olup olmadığı belirlenebilir. Bu işlemlerin uygulanması için adli tıp konusunda deneyimli anatomi, antropoloji, patoloji, diş hekimi, radyoloji, seroloji vb. uzmanlardan oluşan multidisipliner bir yaklaşım gereklidir (54,62,64).

Kimlik tespitinde cinsiyet belirlenmesi için özellikle kafatası ve pelvis kemiklerinin değişik morfolojik özellikleri ve metrik bulgularından yararlanılmaktadır (16,64). Morfolojik gözlemlere dayanılarak yapılan incelemelerde; kafatasında orbita boşlukları, altçene, apertura nasalis piriformis, zigomatik kemikler, alın suturları, damak, oksipital kemik çizgileri ve oksipital kondiller incelenmektedir. Pelvis kemiklerinde ise pubis, ilium, foramen obturatum, acetabulum, os sacrum üzerinde yer alan yapıların ve pelvis oluşumuna katılan eklemlerin

morfolojik farklılıkları cinsiyetler arası karşılaştırılarak incelenmektedir. Kafatası bütününden ya da belirli anatomik bölgelerinden alınan uzunluk, genişlik, derinlik, açı gibi kraniyometrik ölçümler sonucunda elde edilen metrik değerler cinsiyet ayırımında kullanılmaktadır (64,68,69). Pelvis'in değişik bölümlerinden alınan uzunluk, genişlik, çap, yükseklik gibi ölçümlerin genel formüllere uygulanması ile elde edilen çeşitli indekslerin sonuçlarına dayalı olarak cinsiyet belirlenmesi yapılabilmektedir(64,69). İskium-pubis indeksi, pelvis indeksi, cotylo-sciatic indeks, asetabulum-ilium indeksi, siyatik çentik indeksi ve interiliak indeks sonuçları cinsiyet tespitinde kullanılır(54,64).

Kafatası ve pelvis kemiklerinin olmadığı parçalanmış cesetler ya da iskelet kalıntıları bulunduğu ekstremite kemiklerinden yararlanılarak cinsiyet tespiti yapılır. Femur kemiğinden alınan uzunluk, antero-posterior çap, distal genişlik, çevre ölçüsü ve transvers çap ölçümleri ile os tibia'dan alınan uzunluk, antero-posterior çap, transvers çap, proximal çap, çevre ölçüsü ve distal genişlik ölçümlerinin istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda elde edilen sonuçlar cinsiyet tespiti için kullanılır (64,74). Kol kemiklerinin ölçümleriyle de cinsiyet tespiti yapılabilmektedir. Farklı popülasyonlar içinde humerus'un uzunluk, vertikal baş çapı, transvers çapı, çevre ölçüsü, distal genişlik gibi osteometrik ölçümler cinsiyetler arasında farklılıkları gösterir ve cinsiyet tespitinde kullanılır (64,70,71,75). Ayrıca humerus, ulna ve radius'un farklı bölümlerinden alınan uzunluk, genişlik ve çap ölçümleriyle cinsiyet tayini yapılır (72). El ve ayak kemikleriyle yapılan cinsiyet tespiti çalışmalarında el ve ayak kemiklerinin farklı ölçümleri kullanılmaktadır. El kemiklerinden geliştirilen yöntemde metakarpaller ve parmak kemiklerinin ölçümlerinden yararlanılmıştır(64). Farklı popülasyonlarda ayak iskeletinde yeralan talus ve calcaneus'un uzunluk, genişlik, yükseklik ve eklem yüzlerine ait ölçümleri ile metatarsal kemikler ve parmak kemiklerinin uzunluk ve genişlik ölçümleri cinsiyet tespiti çalışmalarında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (32,37,38,47,73)

Vücut bütünlüğü bozulmuş ceset ya da insana ait olduğu bilinen iskelet kalıntılarında kimlik tespiti yapılırken bireyin boy uzunluğunun bilinmesi önemlidir. İskelet kalıntılarında ya da yaşayan insanların eksternal morfolojik özelliklerinden yararlanarak cesedin boy tahmini yapılabilmektedir. Boy hesaplamasının yapılabilmesi için geliştirilen yöntemler arasında en çok anatomik ya da matematiksel yöntem kullanılmaktadır.

Anatomik yöntem, iskeletin büyük bir bölümünün elde edildiği durumlarda kullanılan bir yöntemdir. İlk kez 1894'de Dwight tarafından tanımlanan anatomik yöntem, iskelet

elemanlarının anatomik durumlarında kırıldak ve eklem yerlerinin birleştirilerek bütünlüğü sağlanan iskeletin uzunluğu ölçülerek bireyin yaşayan boyunun hesaplanması işlemidir(54,64). Ancak uzun zaman alan bu birleştirme işlemi yerine bu yöntemin değişik bir modifikasyonu kullanılmaktadır. Fully tarafından geliştirilen anatomik metot cranium'dan ayağa kadar iskelet elemanları serisinin yükseklik ya da uzunluklarının beraber alınması ve ölçülmesi ile boyun direkt olarak yeniden elde edilmesini kapsar(20). Böylece, esas olarak gövde uzunluğundan alt ekstremité uzunluğuna kadar farklı vücut oranları bu metodun içinde yer alır. Fully'nin anatomik metodunun uygulanabilmesi için cranium'un basion-bregma yüksekliği, ayrı ayrı C2-S1 corpus vertebrae'nin maksimum yüksekliği, femur'un oblik uzunluğu, tibia'nın maksimum uzunluğu, talus ve calcaneus'un eklemleşmiş durumdaki yükseklik ölçümleri alınır. Bu ölçümlerden elde edilen değerler toplamı iskelet uzunluğudur. İskelet uzunluğuna yumuşak dokuları işleme sokan düzeltme faktörleri eklenerek iskeletin yaşayan boyunun hesaplanması gerçekleşir(20,54,64). Boyun hesaplanması için uygulanan yöntemler içerisinde her toplum için yaşayan boyuna en yakın değerde boyun hesaplanması anatomik metot ile sağlanmaktadır. Ancak iskeletin büyük bir bölümü elde edilemediğinde uygulanamamaktadır.

Matematiksel metot günümüzde en çok kullanılan boy tahmini yöntemidir. Bu metotta yaşayan boyu için bireyin iskelet elemanlarının korelasyonu temeline dayalı olarak oluşturulan regresyon formülü kullanılır(20,54,64). Uzun kemikler toplam vücut uzunluğuna en çok korele olan iskelet elemanları olduklarından uzun kemiklerin regresyon formülleri en doğru hesaplamaları elde eder. Uzun kemiklerin yanı sıra vertebra uzunluklarından(64), talus ve calcaneus ölçümlerinden(46,64), metatarsal kemiklerin uzunluklarından(29), el ve metakarpal kemik ölçümlerinden(12,22,30,33,64) yararlanılarak oluşturulan boy hesaplama formülleri de bulunmaktadır. En sık kullanılan regresyon denklemlerinin bir kısmı Smithsonian's Terry koleksiyonunda bulunan Amerikan beyaz ve siyahlarına dayalı olarak Trotter ve Gleser (1952,1958) tarafından elde edilenlerdir (20,64). Trotter ve Gleser formüllerine uygun uzun kemik ölçümleri; humerus'un maksimum uzunluğu, radius'un maksimum uzunluğu, ulna'nın maksimum uzunluğu, femur'un kondillerarası uzunluk ölçümü, femur'un maksimum uzunluğu, tibia'nın maksimum uzunluğu, fibula'nın maksimum uzunluğu ölçümleridir. Yapılan bu ölçümlerde elde edilen değerler formüllere uygulanarak boy hesaplanması yapılmaktadır. Ancak yaşlanma ile kemiklerde görülen fizyolojik değişiklikler gerçek boy uzunluğunun hesaplanmasında yanlışlıklara neden olacağından

Trotter ve Gleser 30 yaşını aşkın bireyler için her yıl için 0.06 cm'lik düzeltme işlemi yapılmasını önermektedir (64). Ayrıca insan oranları hem cinsler arasında hem de popülasyonlar arasında farklılıklar gösterir. Bu yüzden Trotter ve Gleser de dahil olmak üzere Pearson (1899), Stevenson (1929), Dupertuis ve Hadden (1951) gibi bir çok otorite bir popülasyondan elde edilen boy regresyon formülünün diğer popülasyonlar için kullanılmasına karşı uyarılmaktadırlar(20).

Kimlik tespitinde yaş tahmini uygulaması kemik ve dişlerin incelenmesi ile yapılmaktadır (54,62,64). Yaş tahmini bebek ve çocuklar ile genç erişkinlerde kemik ve dişlerin uygun kriterleri değerlendirilerek yapılmaktadır. Bebek ve çocuklarda uzun kemiklerin uzunlukları, kemikleşme merkezleri ve dişlerin çıkış zamanları dikkate alınarak yaş tayini yapılmaktadır. Genç erişkin grupta epifizlerin kaynaşma zamanları, üçüncü molar dişlerin çıkış zamanı ve kafatasında sfenoid ve oksipital kemiklerin kaynaşma zamanları dikkate alınarak yaş tahmini yapılmaktadır. Orta ve ileri yaş gruplarında yaş tahmini ise oldukça zordur. Diş ve uzun kemik faktörlerinin bulunamadığı bu tür koşullarda yaş tahmini için, ilk olarak 1920 yılında Todd tarafından yapılan symphysis pubis'in yaşa bağlı olarak gösterdiği değişiklikler üzerinde durulmuştur (64). Bu çalışmayı izleyen çalışmalardan biri kafatası eklemlerinin kaynaşma dönemlerini içeren sutural yaşlandırma yöntemidir. Ancak, bireyler ve toplumlar arasında belirgin farklılıklar gösterdiği için pratikte kullanımı sınırlı kalmıştır(62,64). Bu tür makromorfolojik yöntemlerin yanı sıra kemik osteon sayısını, havers kanallarının çaplarını inceleyen histolojik yöntemler de geliştirilmiştir. Fakat geniş bir uygulama alanı bulamamıştır. Son yıllar içerisinde yapılan kostaların sternal uç morfolojisine ilişkin yaş tahmini çalışmaları adli amaçlı yaş tayinlerinde etkin olarak kullanılan bir yöntemdir(63,64).

Kimlik tespitinde ırk belirleme çalışmaları toplumlar ve o toplumun bölgeleri arası farklılıklarını belirler. Bu farklılıkların belirlenmesinde en önemli morfolojik farklar kafatası ile ilgili olmaktadır. Kafatasının genel şekli, yüzün yapısı gibi özelliklerin incelenmesi dışında kafatasının boyutlarını içeren kraniyometrik çalışmalar da ırk tespitine yardımcı olmaktadır. Ayrıca pelvis ve femur'un incelenmesi ile ırk tespiti yapılabilmektedir. Ancak bireyler arasındaki genetik farklılıklar, göçler, çevresel faktörler ve beslenme gibi birçok faktör ırk tespitini zorlaştırmaktadır (54,64).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda, ön çalışma olarak Dokuz Eylül Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı tarafından, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi ile Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Yüksek Okuluna dahil 673 öğrenci (305 kadın,368 erkek) arasından %50 prevalans, %5 sapma ve %95 güven aralığında alınması gereken en küçük örnek büyüklüğü 245 birey olarak saptandı. Kadın ve erkek öğrencilere göre tabakalanarak minimum 111 kadın ve 134 erkek öğrenciden ölçümlerin alınmasına karar verildi. Öğrencilerin alındıkları fakültele göre tabakalandığında Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Yüksek Okulundan 52 kadın,38 erkek; Tıp Fakültesinden 59 kadın, 96 erkek öğrenci alınması gerektiği saptandı. Bu işlem sınıflarda bulunan kadın ve erkek öğrenci dağılımına göre yinelenerek isim listelerinden rasgele yöntem ile seçim yapıldı. Bu ön çalışma sonucunda; çalışmamızda Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi ile Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okuluna dahil 113 kadın ve 136 erkek öğrenci olmak üzere toplam 249 bireyden ölçümler alındı. Ölçümleri alınan bireyler, ayaktan veya ayağı etkileyecek herhangi bir cerrahi operasyon geçirmemiş olan; 18–44 genç-erişkin yaş grubuna dahil ve Türkiye doğumlu bireylerden oluşmaktadır. Bu koşulları sağlamayan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda bireylerden boy ile 4 ayrı ayak ölçüsü, sağ ve sol taraftan ayrı ayrı alındı. Kimliği belirsiz insan cesetlerinde cinsiyet tespiti ve tahmini boy hesaplaması amacıyla yapılan çalışmamızda, ayak ölçümlerinin alınmasında milimetrik hassasiyete sahip kumpas ve geliştirilen ölçüm aleti; boy ölçümünün alınmasında çelik şerit metre kullanıldı. Bireylerden alınan 5 ayrı parametre, aşağıda belirtildiği şekilde uygulandı.

Ayak uzunluğu: Ayak tabanından, anterior ve posterior en çıkıntılı noktalar arası maksimum uzaklık.(Şekil–13)

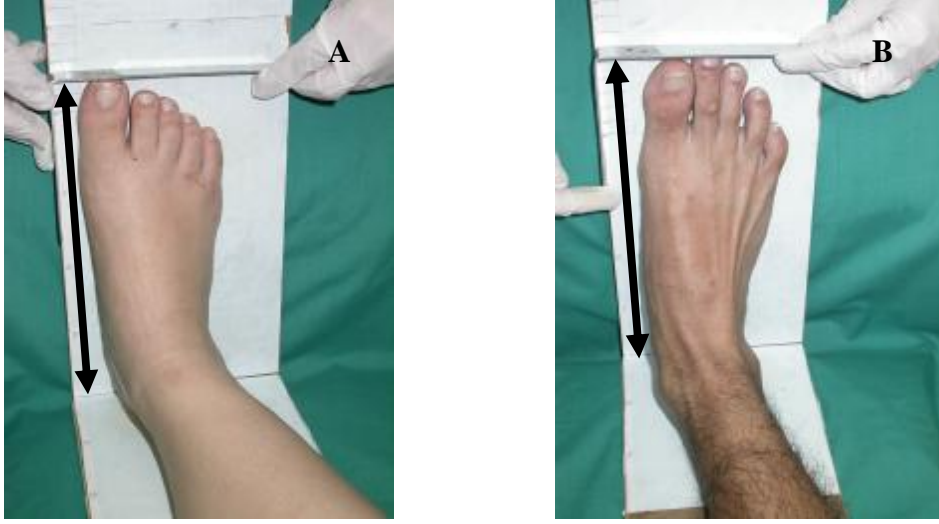
Ayak genişliği: Metatarsal bölgede, 1. ve 5. metatarsal kemik başları arasındaki uzaklık.(Şekil–14)

Ayak malleol yüksekliği: Medial taraftan, tibial malleolusun alt sınır ile taban arasındaki uzaklık.(Şekil–15)

Ayak navikular yüksekliği: Ayak sırtında, navikular kemik ile taban arasındaki uzaklık.(Şekil–16)

Boy ölçümü: Anatomik pozisyonda duran bireyde tepe ile taban arasındaki uzaklık(Şekil–17)

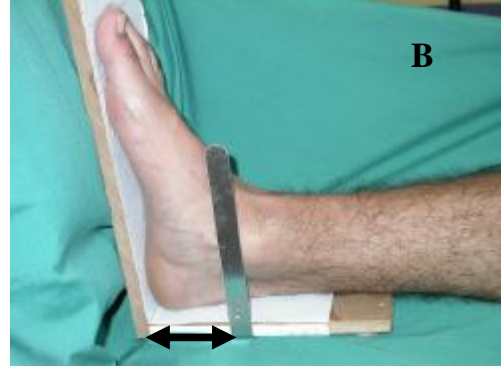
Sonuçlar istatistiksel olarak SPSS.11 programı kullanılarak değerlendirildi. Alınan ölçüm değerlerinin minimum ve maksimum değerleri, ortalamaları ve standart sapmaları tanımlayıcı istatistik değerlendirilmesi ile sunuldu. Cinsiyetler arası ölçüm değerleri karşılaştırmaları t testi ile analiz edildi. Alınan ölçüm değerlerinin boy ile olan ilişkisi Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Kimliği belirsiz cesetlerde tahmini boy hesaplaması yapılabilmesi için Linear regresyon analizi ile cinsiyet tayininin yapılabilmesi için Lojistik regresyon analizi ile formüller oluşturuldu.



Şekil 13-Sağ ayak uzunluğu ölçümü
A: Kadın B: Erkek



Şekil 14-Sağ ayak genişlik ölçümü
A: Kadın B: Erkek



Şekil 15-Sağ ayak malleol yüksekliği ölçümü
A: Kadın B: Erkek



Şekil 16-Sağ ayak navikular yüksekliği ölçümü
A: Kadın B: Erkek



Şekil 17-Boy ölçümü
A: Kadın B: Erkek

4. BULGULAR

Çalışmamızda, 113 kadın ve 136 erkek olmak üzere toplam 249 bireyden oluşan çalışma grubunun boy ile sağ ve sol taraftan ayak ölçümleri alındı. Alınan tüm ölçümlerin çalışma, kadın ve erkek grupları için tanımlayıcı istatistik analizi ve t-testi analizi değerlendirilmesi yapıldı. Tahmini boy hesaplamasının yapılabilmesi için, önce boy ile sağ ve sol ayak ölçümleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Sağ veya sol ayak ölçümleri kullanılarak boy formülü oluşturmak amacıyla Linear regresyon analizi uygulandı. Cinsiyet tespitinin yapılabilmesi ise Lojistik regresyon analizi ile değerlendirildi. Alınan tüm ölçümlerin yapılan istatistik analizleri 14 tabloda sunuldu. Alınan tüm ölçüm değerleri mm olarak değerlendirildi

Tablo1.'de, alınan tüm ölçümlerin çalışma, kadın ve erkek gruplarında tanımlayıcı istatistik analizi yapılarak minimum ve maksimum değerleri, ortalamaları ve standart sapmaları sunuldu.

Tablo 1-Tüm ölçümlerin çalışma, kadın ve erkek grupları için tanımlayıcı istatistikleri

Ölçümler	Çalışma grubu (n=249)			
	Ortalama(mm)	Standart sapma(mm)	Minimum(mm)	Maksimum(mm)
Boy	1685,18	83,03	1480,00	1910,00
SAGAU	244,41	16,35	200,00	291,00
SAGAG	92,94	7,18	76,96	110,42
SAGAMY	76,61	5,88	59,00	95,00
SAGANY	68,63	5,85	54,87	86,59
SOLAU	244,44	16,27	192,0	290,00
SOLAG	91,12	6,79	75,85	108,63
SOLAMY	77,17	6,46	62,00	97,00
SOLANY	67,83	6,32	53,26	85,68

Ölçümler	Kadın grubu (n=113)			
	Ortalama(mm)	Standart sapma(mm)	Minimum(mm)	Maksimum(mm)
Boy	1616,90	51,91	1480,00	1760,00
SAGAU	230,46	9,03	200,00	256,00
SAGAG	87,18	4,65	76,96	99,44
SAGAMY	72,61	4,34	59,00	81,00
SAGANY	64,09	3,90	54,87	75,59
SOLAU	230,79	9,07	192,00	256,00
SOLAG	85,57	4,11	75,82	95,78
SOLAMY	72,38	4,38	62,00	81,00
SOLANY	62,69	3,71	53,26	73,10

Tablo1. Devam

Ölçümler	Erkek grubu (n=136)			
	Ortalama(mm)	Standart sapma(mm)	Minimum(mm)	Maksimum(mm)
Boy	1741,91	57,31	1590,00	1910,00
SAGAU	256,01	11,17	233,00	291,00
SAGAG	97,72	5,11	83,30	110,42
SAGAMY	79,93	4,85	70,00	95,00
SAGANY	72,41	4,32	57,14	86,59
SOLAU	255,79	11,50	233,00	290,00
SOLAG	95,73	4,85	83,62	108,63
SOLAMY	81,16	5,04	66,00	97,00
SOLANY	72,10	4,63	60,14	85,68

Erkeklerin boy ile sağ ve sol ayak ölçümlerinin, kadınların ölçümlerinden daha yüksek olduğu bulundu.

Tablo2.' de, kadın ve erkek gruplarında alınan tüm ölçüm değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı değerlendirildi.

Tablo 2-Kadın (n=113) ve Erkek (n=136) gruplarında ortalamalar arasındaki farkların t-testi ile değerlendirilmesi

		Ortalama	Standart sapma	t	p
Boy	Kadın	1616,90	51,91	17,878	0,000
	Erkek	1741,91	57,31		
SAGAU	Kadın	230,46	9,03	19,947	0,000
	Erkek	256,01	11,17		
SAGAG	Kadın	87,18	4,65	16,860	0,000
	Erkek	97,72	5,11		
SAGAMY	Kadın	72,61	4,34	12,420	0,000
	Erkek	79,93	4,85		
SAGANY	Kadın	64,09	3,90	15,802	0,000
	Erkek	72,41	4,32		
SOLAU	Kadın	230,79	9,07	19,155	0,000
	Erkek	255,79	11,50		
SOLAG	Kadın	85,57	4,11	17,879	0,000
	Erkek	95,73	4,85		
SOLAMY	Kadın	72,38	4,38	14,500	0,000
	Erkek	81,16	5,04		
SOLANY	Kadın	62,69	3,71	17,776	0,000
	Erkek	72,10	4,63		

Erkek grubun tüm ölçümlerinin ortalamaları, kadın grubun tüm ölçüm ortalamalarına göre anlamlı olarak daha yüksektir.

Tablo3.' de, çalışma, kadın ve erkek gruplarında boy ile sağ ve sol ayak ölçümleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. Genel bir yaklaşım olarak Pearson korelasyon katsayısı $r= 0.00 - 0.24$ ise zayıf, $r=0.25 - 0.49$ ise orta, $r=0.50 - 0.74$ ise güçlü, $r=0.75 - 1.00$ ise çok güçlü olarak değerlendirildi. Üç grubun boy ile sağ ve sol ayak ölçümlerine ait serpmme grafikleri, çalışma grubu için Şekil 18-19'de, kadın grubu için Şekil 20-21'de ve erkek grubu için Şekil 22-23'de verildi.

Tablo 3-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Ayak Ölçümleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

	BOY			
		Çalışma grubu (n=249)	Kadın grubu (n=113)	Erkek grubu (n=136)
SAGAU	r	0,875	0,741	0,678
	p	0,000	0,000	0,000
SAGAG	r	0,692	0,266	0,352
	p	0,000	0,004	0,000
SAGAMY	r	0,611	0,243	0,306
	p	0,000	0,009	0,000
SAGANY	r	0,705	0,428	0,329
	p	0,000	0,000	0,000
SOLAU	r	0,865	0,711	0,667
	p	0,000	0,000	0,000
SOLAG	r	0,697	0,225	0,365
	p	0,000	0,017	0,000
SOLAMY	r	0,642	0,261	0,281
	p	0,000	0,005	0,001
SOLANY	r	0,681	0,354	0,233
	p	0,000	0,000	0,006

r: korelasyon katsayısı

p: anlamlılık değeri

Çalışma, kadın ve erkek grupları için boy ile sağ ve sol ayak ölçümleri arasındaki korelasyonun değerlendirme sonuçları şöyledir:

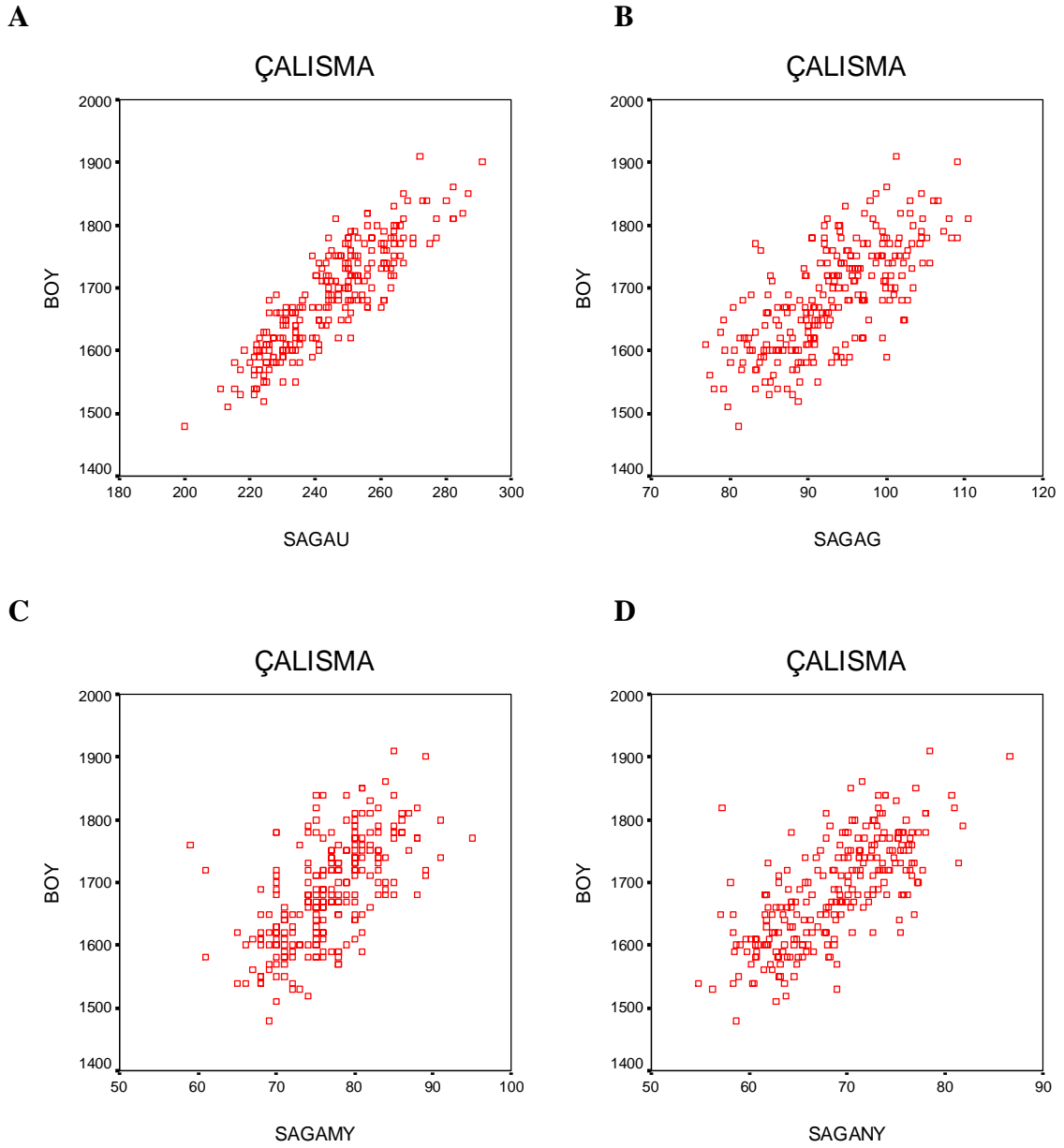
- 1- Çalışma grubunda, boy ile SAGAU ve SOLAU arasında olumlu, çok güçlü ve anlamlı bir ilişki ($r>0.75, p=0.000$) olduğu gözlemlendi. (Şekil 18A, Şekil 19A)

- 2- Kadın ve erkek gruplarında, boy ile SAGAU ve SOLAU arasında olumlu, güçlü ve anlamlı bir ilişki ($0.50 < r < 0.75$, $p=0.000$) olduğu gözlemlendi.(Kadın grubu için Şekil20A, Şekil 21A; Erkek grubu için Şekil 22A, Şekil 23A)
- 3- Çalışma grubunda, boy ile SAGAG ve SOLAG arasında olumlu, güçlü ve anlamlı bir ilişki ($0.50 < r < 0.75$, $p= 0.000$) olduğu gözlemlendi. (Şekil 18B, Şekil 19B)
- 4- Kadın grubunda, boy ile SAGAG arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r=0.266$, $p=0,004$) olduğu gözlenirken (Şekil 20B); boy ile SOLAG arasında olumlu, zayıf düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r= 0.225$, $p= 0.017$) olduğu gözlemlendi (Şekil 21B).
- 5- Erkek grubunda, boy ile SAGAG ve SOLAG arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($0.25 < r < 0.49$, $p=0.000$) olduğu gözlemlendi.(Şekil 22B, Şekil 23B)
- 6- Çalışma grubunda, boy ile SAGAMY ve SOLAMY arasında olumlu, güçlü ve anlamlı bir ilişki ($0.50 < r < 0.75$, $p= 0.000$) olduğu gözlemlendi (Şekil 18C, Şekil 19C)
- 7- Kadın grubunda, boy ile SAGAMY arasında olumlu, zayıf düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r= 0.243$, $p= 0.009$) olduğu gözlenirken (Şekil 20C); boy ile SOLAMY arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r= 0.261$, $p= 0.005$) olduğu gözlemlendi (Şekil 21C).
- 8- Erkek grubunda, boy ile SAGAMY arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r=0.306$, $p=0.000$) olduğu gözlenirken (Şekil 22C); boy ile SOLAMY arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r=0.281$, $p=0.001$) olduğu gözlemlendi (Şekil 23C).
- 9- Çalışma grubunda, boy ile SAGANY ve SOLANY arasında olumlu, güçlü ve anlamlı bir ilişki ($0.50 < r < 0.75$, $p= 0.000$) olduğu gözlemlendi (Şekil 18D,Şekil 19D)
- 10-Kadın grubunda, boy ile SAGANY ve SOLANY arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($0.25 < r < 0.49$, $p=0.000$) olduğu gözlemlendi.(Şekil 20D, Şekil 21D)
- 11- Erkek grubunda, boy ile SAGANY arasında olumlu, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r=0.329$, $p= 0.000$) olduğu gözlenirken(Şekil 22D); boy ile SOLANY arasında olumlu, zayıf düzeyde ve anlamlı bir ilişki ($r= 0.233$, $p= 0.006$) olduğu gözlemlendi (Şekil 23D).

Sonuç olarak; çalışma, kadın ve erkek gruplarında boy ile ayak ölçümleri arasındaki en yüksek korelasyon ayak uzunluğu parametresi için görülmektedir. Çalışma, kadın ve erkek

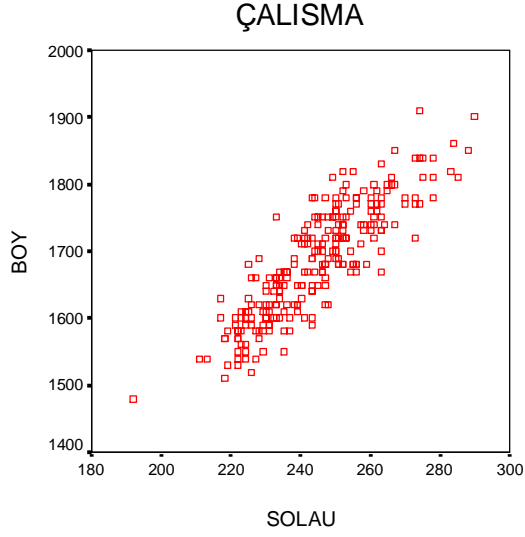
gruplarında boy ile sağ ayak ölçümleri arasındaki en düşük korelasyon SAGAMY parametresi için görülürken, boy ile sol ayak ölçümleri arasındaki en düşük korelasyon çalışma grubunda SOLAMY, kadın grubunda SOLAG, erkek grubunda SOLANY parametresi için görülmektedir.

Şekil 18-Çalışma Grubunda Boy(mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

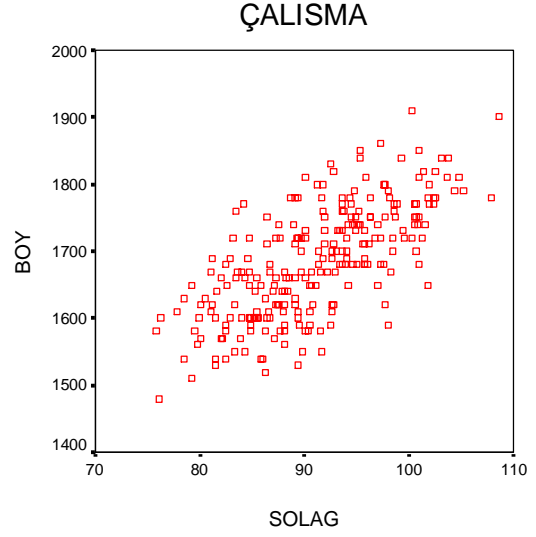


Şekil 19-Çalışma Grubunda Boy(mm) ile Sol Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

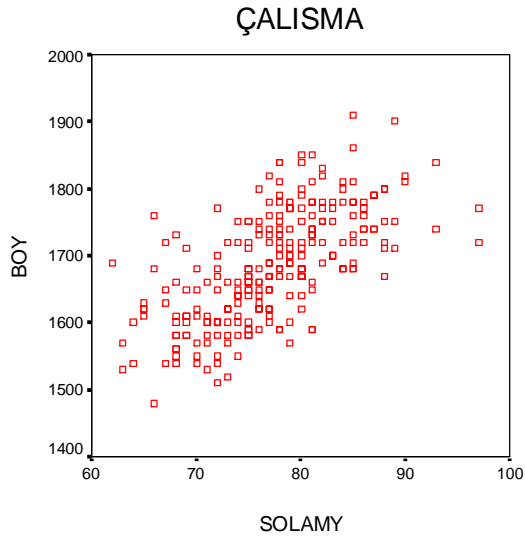
A



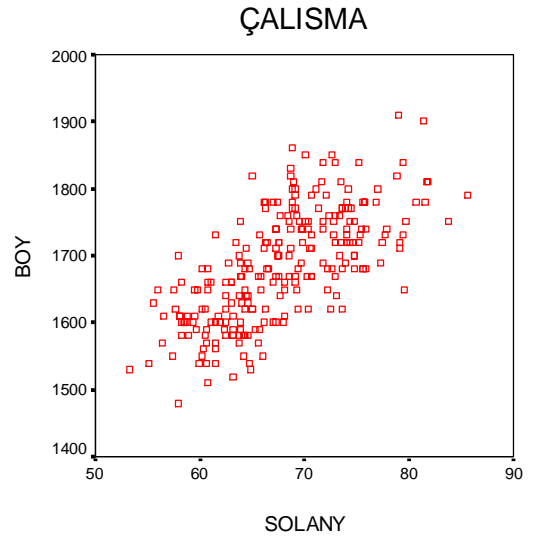
B



C

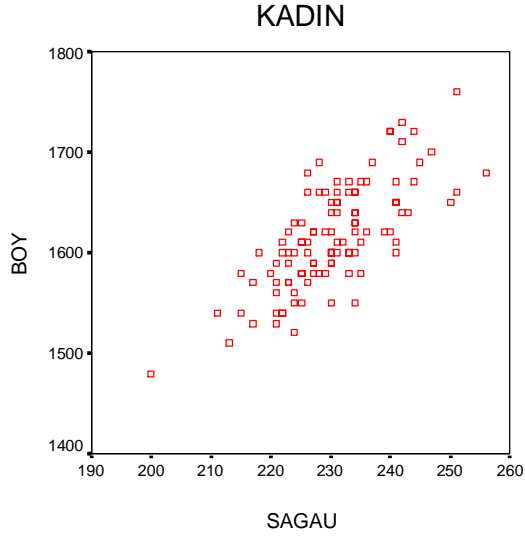


D

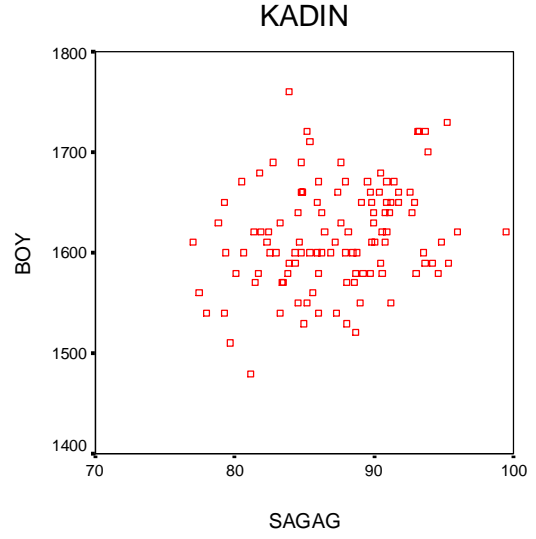


Şekil 20-Kadın Grubunda Boy(mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri(mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

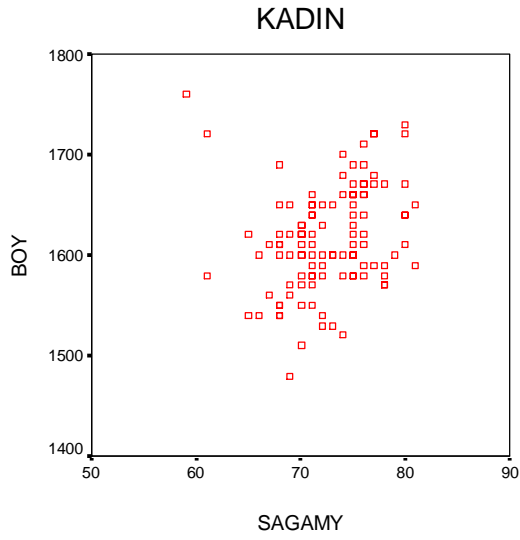
A



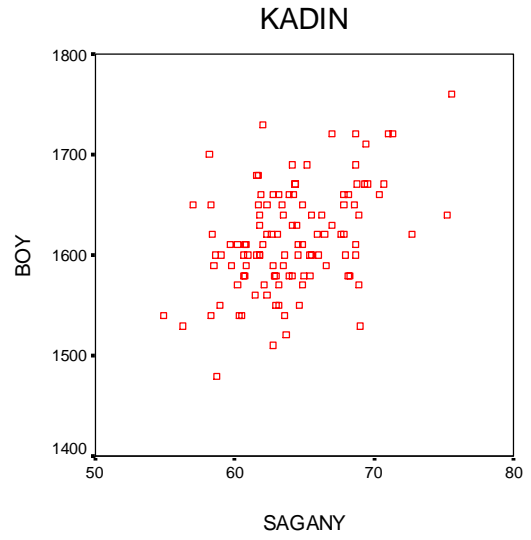
B



C

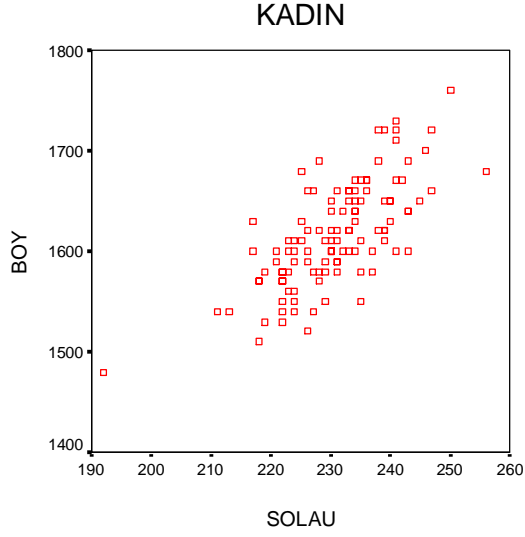


D

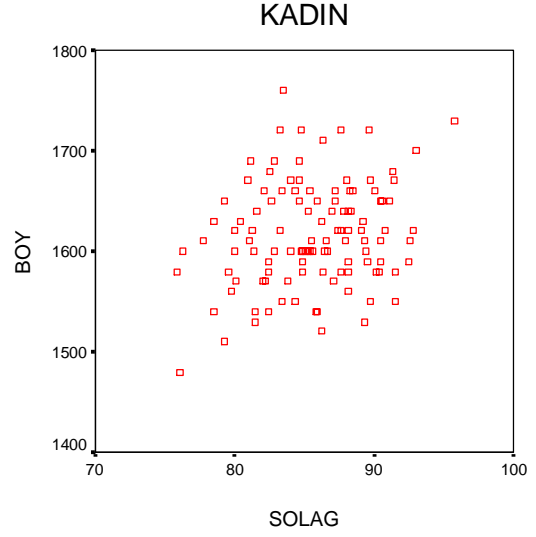


Şekil 21-Kadın Grubunda Boy (mm) ile Sol Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

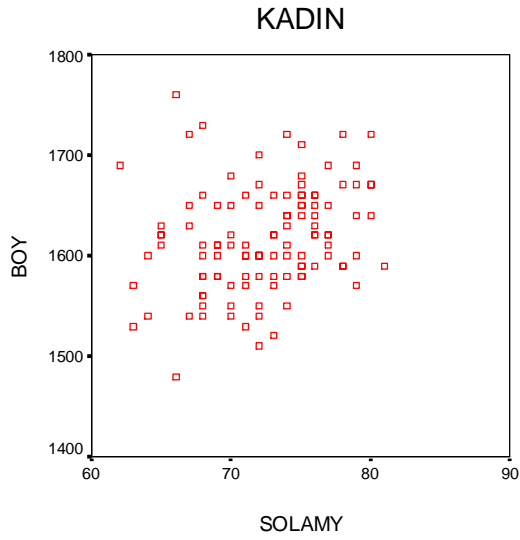
A



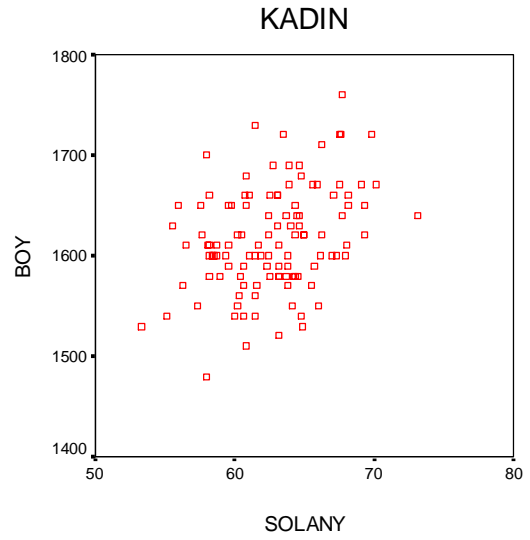
B



C

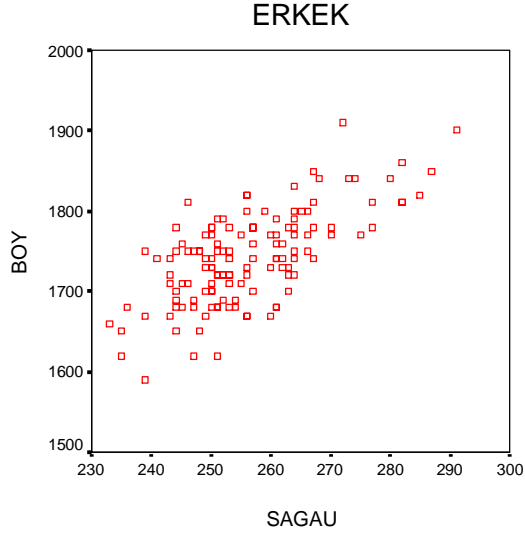


D

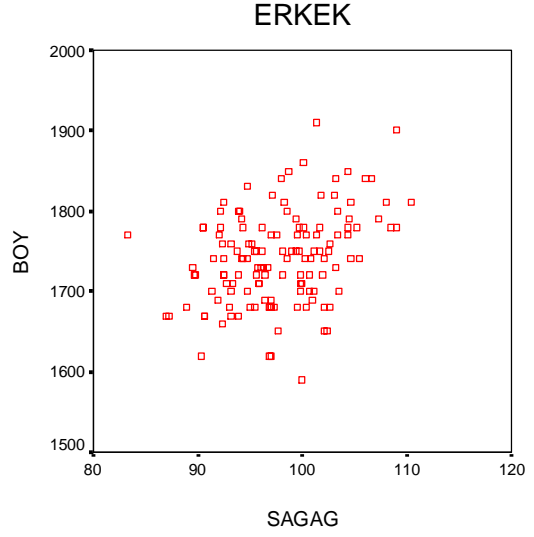


Şekil 22-Erkek Grubunda Boy (mm) ile Sağ Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

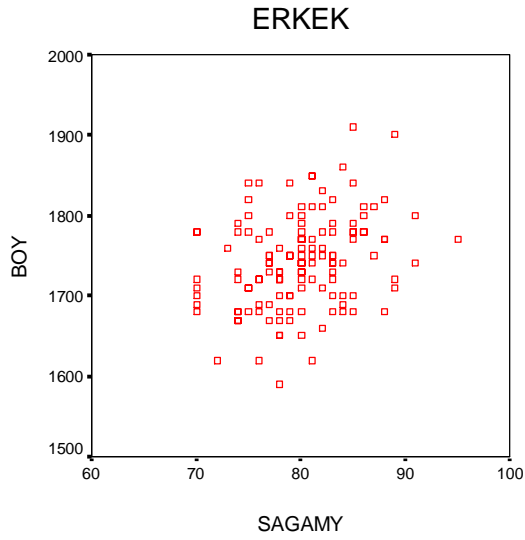
A



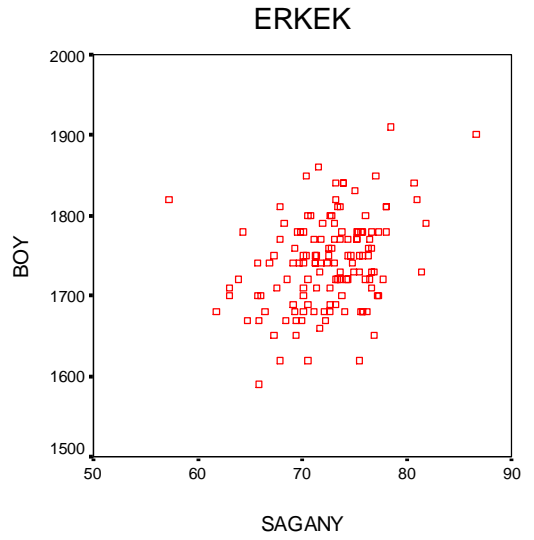
B



C

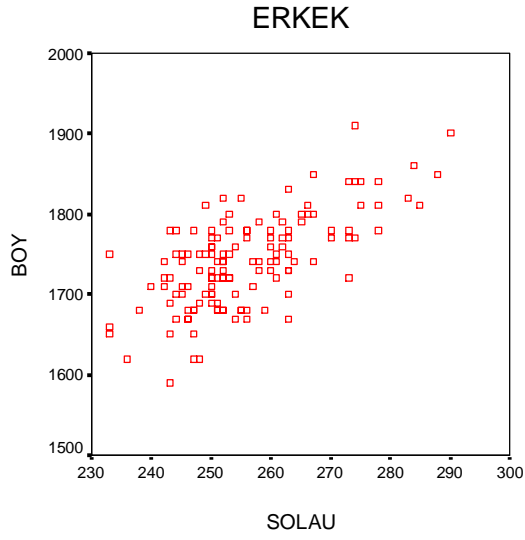


D

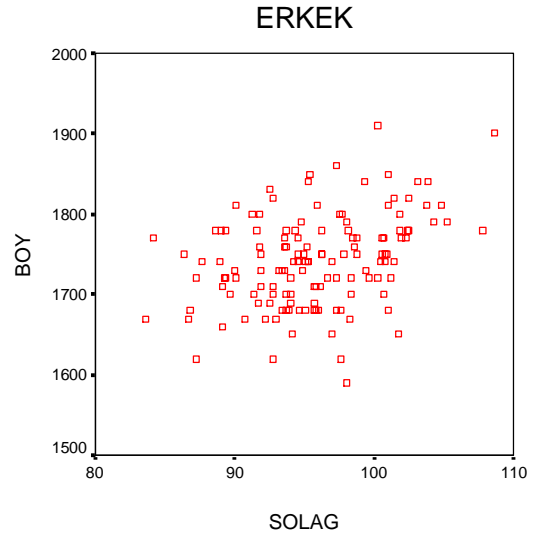


Şekil 23-Erkek Grubunda Boy (mm) ile Sol Ayak Ölçümleri (mm) Arasındaki Korelasyon Değerlerinin Serpme Grafiği

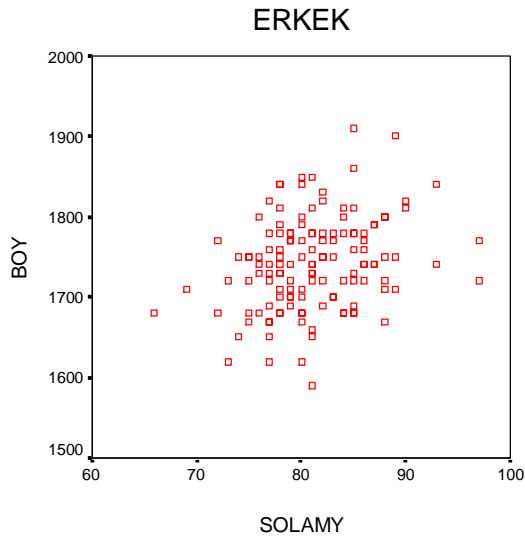
A



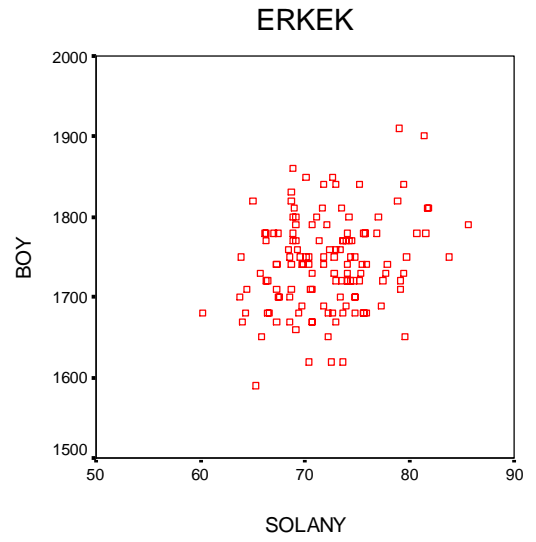
B



C



D



Çalışma, kadın ve erkek gruplarında boyun tahmini olarak hesaplanabilmesi amacıyla Linear regresyon analizi uygulandı. Linear regresyon analizi sonucunda elde edilen R, R² ve Düzeltilmiş R² değerleri Tablo4. ve Tablo8.'de sunuldu. Linear regresyon analizi sonucunda elde edilen “R değeri”, çalışma, kadın ve erkek gruplarında boy ile ayak ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısıdır. Elde edilen “R² değeri”, üç grupta tahmini boy hesaplamasının yapılabilmesi için, boy ölçümündeki değişimin ne kadarının ayak ölçümleri ile açıklanabildiğini ifade etmektedir. Elde edilen “Düzeltilmiş R² değeri” ise; örnek üzerinden elde edilen değerlerin evren değerlerine uygunluğunu standart hata ile değerlendirmektedir.

Tablo4.'de sağ ayak ölçümleri kullanılarak tahmini boy hesaplamasının yapılabilmesi için uygulanan Linear regresyon analizi sonuçları sunuldu.

Tablo 4-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Sağ Ayak Ölçümleri ile Yapılan Linear Regresyon Analizi Sonuçları

	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	S.E.
ÇALIŞMA	0,890	0,791	0,788	38,229
KADIN	0,786	0,617	0,603	32,696
ERKEK	0,696	0,484	0,468	41,786

S.E.: Standart hata

Linear regresyon analizi sonucunda elde edilen “R değeri” sonucuna göre; boy ile sağ ayak ölçümleri arasında; çalışma grubunda çok güçlü ve anlamlı (R= 0.890 p=0.000), kadın ve erkek gruplarında ise güçlü ve anlamlı (0.50< R < 0.75 p=0,000) bir ilişki vardır. Elde edilen “R² değeri” sonucuna göre; çalışma grubunda boy ölçümündeki değişimin % 79.1’i sağ ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Kadın grubunda boy ölçümündeki değişimin % 61.7’i sağ ayak ölçümleri ile açıklanabilirken, erkek grubunda boy ölçümündeki değişimin ancak % 48.4’u sağ ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Buna göre boy ölçümündeki değişimin, kadınlarda % 38.3’u, erkeklerde % 51.6’i sağ ayak ölçümleri dışındaki etmenlerden etkilenmektedir. Elde edilen “Düzeltilmiş R² değeri” sonucuna göre; çalışma grubunda 249 bireyin örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 78.8 ± 38.229 hata payı ile açıklamaktadır. Kadın grubunda 113 kadının örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 60.3 ± 32.696 hata payı ile açıklamaktadır. Erkek grubunda 136 erkeğin örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 46.8 ± 41.786 hata payı ile açıklamaktadır.

Üç grupta sağ veya sol ayak ölçümleri ile Linear regresyon analizi sonucunda oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülüne ait katsayılar Tablo 5. , Tablo 6. , Tablo 7. , Tablo 9. , Tablo 10. , Tablo 11.'da sunuldu. Altı tabloda verilen “ Beta” değeri; ayak ölçümlerinden birinin, diğer ayak ölçümleri sabit iken analize etkisini göstermektedir.

Tablo 5.'de çalışma grubunda tahmini boy hesaplaması için sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 5- Çalışma Grubu(n=249) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	545,070	38,698		14,085	0,000
SAGAU	3,707	0,249	0,730	14,888	0,000
SAGAG	-0,308	0,556	-0,027	-0,553	0,580
SAGAMY	1,583	0,565	0,112	2,804	0,005
SAGANY	2,058	0,641	0,145	3,212	0,001

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Çalışma grubunda SAGAU parametresi analize en yüksek etkiyi göstermektedir. Analize en düşük etkiyi ise SAGAG parametresi göstermektedir. Çalışma grubunda sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 545,070 + 3,707(\text{SAGAU}) - 0,308(\text{SAGAG}) + 1,583(\text{SAGAMY}) + 2,058(\text{SAGANY})$$

Tablo 6.' da kadın grubunda tahmini boy hesaplaması için sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 6-Kadın Grubu(n=113) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	478,646	93,393		5,125	0,000
SAGAU	4,109	0,385	0,715	10,675	0,000
SAGAG	-1,364	0,770	-0,122	-1,772	0,079
SAGAMY	2,213	0,779	0,185	2,842	0,005
SAGANY	2,333	0,875	0,176	2,667	0,009

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Kadınlarda analize en yüksek etki SAGAG, SAGAMY, SAGANY sabitken SAGAU parametresinde görülmektedir. Analize en düşük etki ise SAGAG parametresinde görülmektedir. Kadın grubunda sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 478,646 + 4,109(\text{SAGAU}) - 1,364(\text{SAGAG}) + 2,213(\text{SAGAMY}) + 2,333(\text{SAGANY})$$

Tablo 7.' de erkek grubunda tahmini boy hesaplaması için sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 7-Erkek Grubu(n=136) için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	738,422	97,653		7,562	0,000
SAGAU	3,194	0,378	0,623	8,451	0,000
SAGAG	-0,32	0,821	-0,003	-0,039	0,969
SAGAMY	1,193	0,827	0,101	1,443	0,152
SAGANY	1,293	0,953	0,097	1,356	0,177

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Erkeklerde SAGAU parametresi analize en yüksek etkiyi göstermektedir. Analize en düşük etkiyi SAGAG parametresi göstermektedir. Erkek grubunda sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 478,646 + 4,109(\text{SAGAU}) - 1,364(\text{SAGAG}) + 2,213(\text{SAGAMY}) + 2,333(\text{SAGANY})$$

Tablo8.'de sol taraf ölçümleri kullanılarak tahmini boy hesaplamasının yapılabilmesi için uygulanan Linear regresyon analizi sonuçları sunuldu.

Tablo 8-Çalışma, Kadın ve Erkek Gruplarında Boy ve Sol Ayak Ölçümleri ile Yapılan Linear Regresyon Analizi Sonuçları

	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	S.E.
ÇALIŞMA	0,877	0,769	0,766	40,190
KADIN	0,747	0,557	0,541	35,171
ERKEK	0,678	0,459	0,443	42,791

S.E.: Standart hata

Linear regresyon analizi sonucunda elde edilen “R değeri” göre; boy ile sol ayak ölçümleri arasında çalışma grubunda çok güçlü ve anlamlı (R= 0.877 p=0.000) , kadın ve erkek gruplarında ise güçlü ve anlamlı (0.50< R < 0.75 p=0,000) bir ilişki vardır. Elde edilen “R² değeri” göre; çalışma grubunda boy ölçümündeki değişimin % 76.9’i sol ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Kadın grubunda boy ölçümündeki değişimin % 55.7’i sol ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Erkek grubunda boy ölçümündeki değişimin % 45.9’u sol ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Buna göre boy ölçümündeki değişimin, kadınlarda % 44.3’u, erkeklerde % 54.1’i sol ayak ölçümleri dışındaki etmenlerden etkilenmektedir. Elde edilen “Düzeltilmiş R² değeri” göre; çalışma grubunda 249 bireyin örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 76.6 ± 40.190 hata payı ile açıklamaktadır. Kadın grubunda 113 kadının örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 54.1 ± 35.171 hata payı ile açıklamaktadır. Erkek grubunda 136 erkeğin örnek olarak alındığı evrendeki tüm bireylerin boy ölçümündeki değişimlerinin % 44.3 ± 42.791 hata payı ile açıklamaktadır.

Tablo 9. de çalışma grubunda tahmini boy hesaplaması için sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 9-Çalışma Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	576,113	39,962		14,417	0,000
SOLAU	3,708	0,268	0,727	13,843	0,000
SOLAG	-0,054	0,623	-0,004	-0,087	0,931
SOLAMY	1,600	0,618	0,125	2,591	0,010
SOLANY	1,239	0,678	0,094	1,829	0,069

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Çalışma grubunda analize en yüksek etki SOLAG, SOLAMY, SOLANY sabitken SOLAU parametresinde görülmektedir. Analize en düşük etki ise SOLAG parametresinde görülmektedir. Çalışma grubunda sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 576,113 + 3,708(\text{SOLAU}) - 0,054(\text{SOLAG}) + 1,600(\text{SOLAMY}) + 1,239(\text{SOLANY})$$

Tablo 10.' da kadın grubunda tahmini boy hesaplaması için sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 10-Kadın Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	605,339	100,085		6,048	0,000
SOLAU	4,224	0,428	0,739	9,862	0,000
SOLAG	-1,929	0,930	-0,153	-2,075	0,040
SOLAMY	2,034	0,944	0,172	2,155	0,033
SOLANY	0,870	1,129	0,062	0,770	0,443

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Kadınlarda analize en yüksek etki SOLAG, SOLAMY, SOLANY sabitken SOLAU parametresinde görülmektedir. Analiz en düşük etki SOLANY parametresinde görülmektedir. Kadın grubunda sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 605,339 + 4,224(\text{SOLAU}) - 1,929(\text{SOLAG}) + 2,034(\text{SOLAMY}) + 0,870(\text{SOLANY})$$

Tablo11.' de erkek grubunda tahmini boy hesaplaması için sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılık değerleri ile birlikte sunuldu.

Tablo 11-Erkek Grubu(n=136) için Sol Ayak Ölçümleri Kullanarak Oluşturulan Linear Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Beta	t	p
Sabit	800,910	98,708		8,114	0,000
SOLAU	3,081	0,374	0,619	8,227	0,000
SOLAG	0,383	0,885	0,032	0,432	0,666
SOLAMY	1,186	0,835	0,104	1,421	0,158
SOLANY	0,279	0,916	0,023	0,304	0,762

B: Regresyon katsayıları

S.E.: Standart hata

Beta: Düzeltilmiş bölümsel korelasyon katsayısı

Erkeklerde analize en yüksek etki SOLAG, SOLAMY, SOLANY sabitken SOLAU parametresinde görülmektedir. Analize en düşük etki ise SOLANY parametresinde görülmektedir. Erkek grubunda sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan tahmini boy hesaplaması formülü şöyledir:

$$\text{Boy} = 800,910 + 3,081(\text{SOLAU}) + 0,383(\text{SOLAG}) + 1,186(\text{SOLAMY}) + 0,279(\text{SOLANY})$$

Tablo12. , sağ veya sol ayak ölçümleri kullanılarak cinsiyet tespitinin yapılabilmesi için uygulanan Lojistik regresyon analizinin doğru tahmin oranları sunuldu.

Tablo 12-Cinsiyet saptanması için sınıflandırma tablosu

Cinsiyet	SAĞ AYAK			SOL AYAK		
	Doğru tahmin	Yanlış tahmin	Doğru tahmin %	Doğru tahmin	Yanlış tahmin	Doğru tahmin %
Kadın	106	7	93,8	109	4	96,5
Erkek	132	4	97,1	131	5	96,3
Çalışma	238	11	95,6	240	9	96,4

Sınır değeri: 0,50

Oluşturulan lojistik regresyon modeli içinde değerlendirme yapılırken “sınır değer ” 0,50 olarak alınmaktadır. 0,50 den küçük değerler kadın, 0,50 den büyük değerler erkek olarak değerlendirilmektedir. Oluşturulan model, çalışma grubundaki bireylerin cinsiyetinin saptanmasını sağ ayak ölçümlerini kullanarak %95,6 oranında, sol ayak ölçümlerini kullanarak %96,4 oranında doğru tahmin etmektedir. Sonuç olarak cinsiyet saptanmasında sol ayak ölçümleri her iki cinsiyet içinde yüksek oranda doğru tahminde bulunurken, sağ ayak ölçümleri erkek cinsiyetinin tespitini, kadın cinsiyetinin tespitine göre daha yüksek oranda doğru tahmin edebilmektedir.

Tablo 13.’ de; cinsiyet tespitinin yapılabilmesi için sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılıkları ile birlikte sunuldu.

Tablo 13-Cinsiyet Saptanması için Sağ Ayak Ölçümleri Kullanılarak Oluşturulan Lojistik Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Wald	SD	p	Exp(B)
Sabit	-130,691	24,110	29,382	1	0,000	0,000
SAGAU	0,288	0,061	22,135	1	0,000	1,334
SAGAG	0,284	0,086	10,804	1	0,001	1,329
SAGAMY	0,258	0,097	7,021	1	0,008	1,294
SAGANY	0,220	0,094	5,514	1	0,019	1,246

B: Regresyon Katsayıları

S.E.: Standart Hata

SD: Serbestlik Derecesi

Tablo 13.’ de; cinsiyetin saptanması için sağ ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait sabit ve sağ ayak ölçüm parametre değerlerin, oluşturulan formül

içindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (SD=1, p<0,05). Sağ ayaktan cinsiyet saptanması için kullanılacak formül şöyledir:

$$\text{Cinsiyet} = -130,691 + 0,288(\text{SAGAU}) + 0,284(\text{SAGAG}) + 0,258(\text{SAGAMY}) + 0,220(\text{SAGANY})$$

Tablo 14.' de; cinsiyet tespitinin yapılabilmesi için sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait katsayılar ve standart hataları anlamlılıkları ile birlikte sunuldu.

Tablo 14-Cinsiyet Saptanması için Sol Ayak Ölçümleri Kullanılarak Oluşturulan Lojistik Regresyon Formülü Katsayıları

	B	S.E.	Wald	SD	p	Exp(B)
Sabit	-148,478	29,559	25,233	1	0,000	0,000
SOLAU	0,298	0,074	15,978	1	0,000	1,347
SOLAG	0,427	0,119	13,000	1	0,000	1,533
SOLAMY	0,257	0,128	4,037	1	0,045	1,293
SOLANY	0,272	0,114	5,648	1	0,017	1,313

B: Regresyon Katsayıları

S.E.: Standart Hata

SD: Serbestlik Derecesi

Tablo 14.' de; cinsiyetin saptanması için sol ayak ölçümleri kullanılarak oluşturulan regresyon formülüne ait sabit ve sol ayak ölçüm parametre değerlerin, oluşturulan formül içindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (SD=1, p<0,05). Sol ayaktan cinsiyet saptanması için kullanılacak formül şöyledir:

$$\text{Cinsiyet} = -148,478 + 0,298(\text{SOLAU}) + 0,427(\text{SOLAG}) + 0,257(\text{SOLAMY}) + 0,272(\text{SOLANY})$$

5. TARTIŞMA

Ayak, vücudu desteklemesinin yanı sıra yürüme, koşma gibi motor fonksiyonların yerine getirilmesinde dinamik ve statik olarak rol oynar. Ayakta kemik, eklem ve kaslar arasında ideal anatomik uyum bulunmaktadır. Bu anatomik uyum bireyin kendine özgü ayak yapısını ve şeklini oluşturur. İklimsel değişiklikler, beslenme alışkanlığı, fiziksel aktivite dereceleri ve kalıtsallık ayağın yapı ve şeklinin belirlenmesinde etken olan öğelerdir(25). Ayağın yapı ve şeklinin morfolojik, morfometrik ve antropometrik özellikleri anatomi ve adli bilimler açısından önemlidir.

Adli araştırmaların en önemli bölümlerinden biri kimliği bilinmeyen insan cesetlerinin kimliklendirilmesinin yapılmasıdır. Kimliklendirmenin yapılması amacıyla daha çok kafatası, pelvis ve uzun kemikler tercih edilmektedir (3). Ancak doğal afet, ulaşım kazaları, savaş, terör ve bombalı saldırılar gibi çok sayıda insanın öldüğü kitlesel facialarda, parçalara ayrılmış cesetlerin bir uzvunun bulunduğu kriminal olaylarda ya da vücut bütünlüğü bozulmuş cesetler bulunduğu kimlik tespiti zor olmaktadır. Bu zorluğu ortadan kaldırmak amacıyla değişik vücut bölümlerinin oranları kullanılarak cinsiyet tespiti ve boy tayini amacıyla yapılan çalışmalar mevcuttur.

Bireylerin boy uzunluğu ile ayak kemiklerinin deri üzerinde oluşturdukları yüzeyel oluşumlar arasındaki uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümlerini aldığımız çalışmamızda, bu ölçümleri kimliği bilinmeyen cesetlerin kimliklendirilmesi aşamasında cinsiyet belirlenmesi ve boy uzunluğunun hesaplanması amacıyla değerlendirdik.

Literatürlere bakıldığında; ayak kemiklerinin cinsiyet, boy ve ırksal değerlendirilmesini içeren antropometrik araştırmalar(29,32,37,38,46–48) ayak ve ayakkabı ölçümlerinden geliştirilen formüller(1,2,4,9–11,15,23,31,33,34), suç mahallinde bırakılan ayak izi ve ayakkabı izi çalışmaları(14,36), antemortem-postmortem ayak radyografilerinden kimlik tayini yapılması(13,24,26,27) ile adım uzunluğundan boy uzunluğunun elde edildiği(7,28) pek çok kimliklendirme açısından değerlendirilen çalışmalar olduğu görülmektedir.

Özden ve arkadaşları(1), boy uzunluğunun hesaplanması ve cinsiyetin belirlenmesi amacıyla ayak ve ayakkabı ölçümlerinden formüller geliştirmişlerdir. Çalışmalarında, boy ile ayak uzunluk ve genişlik ölçümleri arasındaki korelasyonun değerlendirmesinde, en yüksek korelasyon katsayısı erkeklerde SOLAU değerinde ($r=0.614$, $p<0.001$), kadınlarda SAGAU değerinde ($r=0.500$, $p<0.001$) bulunmuştur. Erkeklerde boy ile ayak genişlikleri arasında zayıf bir korelasyon ($r<0.24$, $p<0.01$) görülürken, kadınlarda anlamlı bir ilişki olmadığı

gözlenmiştir. Çalışmamızda en yüksek korelasyon katsayısı erkek ve kadınlar için SAGAU değerinde (erkeklerde $r=0,678$, $p=0.000$; kadınlarda $r= 0,741$, $p=0.000$) bulunmuştur. Kadın ve erkeklerin boy ile SAGAG ve erkeklerin boy ile SOLAG arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki ($0.25 < r < 0.49$, $p=0.000$) olduğu gözlenirken, sadece kadınların boy ile SOLAG arasında zayıf korelasyon ($r= 0.225$, $p= 0.017$) olduğu bulunmuştur. Özden ve arkadaşları çalışmalarında boy tahmininde ayak uzunluklarının ayak genişlik ölçümlerinden daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Bu açıdan çalışmamız desteklenmektedir.

Özden ve arkadaşları(1) çalışmalarında cinsiyetlere göre sağ ve sol ayak uzunluğu, ayakkabı uzunluğu ve ayakkabı numarası ölçümlerinden yararlanarak boy tahmin formülü oluşturmuşlardır. Çalışmalarında regresyon formülleri için hesaplanan R ve R² değerleri verilmemiştir. Bu açıdan karşılaştırma yapılamasa da formüllerin standart hataları açısından karşılaştırma yapabilmektedir. Bu formüllerde standart hata, erkeklerde sağ taraf ölçümleri için $\pm 293,5$, sol taraf ölçümleri için $\pm 293,8$; kadınlarda sağ taraf ölçümleri için $\pm 310,7$, sol taraf ölçümleri için $\pm 317,0$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızda, ölçümlerini aldığımız tüm ayak parametreleri ile kadın ve erkeklerde sağ ve sol taraf için boy tahmin formülleri oluşturulmuştur. Bu formüllerde standart hata erkeklerde sağ taraf ölçümleri için $\pm 97,653$, sol taraf ölçümleri için $\pm 98,708$; kadınlarda sağ taraf ölçümleri için $\pm 93,393$, sol taraf ölçümleri için $\pm 100,085$ olarak bulunmuştur. Bu açıdan çalışmamız daha az standart hata ile gerçeğe daha yakın boy tahmini yapabilmektedir. Ayrıca Özden ve arkadaşları çalışmalarında cinsiyetin belirlenebilmesi için ayak ve ayakkabı uzunluk ve genişlik ölçümleriyle ayakkabı numarasının beraber değerlendirildiği cinsiyet belirleme formülü oluşturmuşlardır.

Özaslan ve arkadaşları(2) sol alt ekstremite ölçümlerinin tahmini boy hesaplamasında kullanılabilirliğini kanıtlamaya çalışmışlardır. Çalışmalarında, erkeklerde SOLAU ortalama $249,0 \pm 12,27$, kadınlarda ortalama $225,9 \pm 8,53$; erkeklerde SOLAG ortalama $93,1 \pm 7,14$, kadınlarda $85,6 \pm 5,63$; erkeklerde SOLAMY ortalama $70,0 \pm 5,98$, kadınlarda ortalama $65,5 \pm 6,20$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızda erkeklerde SOLAU ortalama $255,79 \pm 11,50$, kadınlarda ortalama $230,79 \pm 9,07$; erkeklerde SOLAG ortalama $95,73 \pm 4,85$, kadınlarda $85,57 \pm 4,11$; erkeklerde SOLAMY ortalama $81,16 \pm 5,04$, kadınlarda ortalama $72,38 \pm 4,38$ olarak bulunmuştur. Özaslan ve arkadaşları çalışmalarında, boy ile SOLAU ve SOLAMY kombinasyonu arasında erkeklerde ve kadınlarda güçlü bir korelasyon (erkeklerde $r=0,70$; kadınlarda $r=0,55$) olduğunu bulmuşlardır. Erkeklerde boy ölçümündeki değişimin %49'u SOLAU ve SOLAMY kombinasyonu ile açıklanırken, kadınlarda ise bu değişimin %30'u

SOLAU ve SOLAMY kombinasyonu ile açıklanabilmektedir. Buna göre erkeklerde boy değişiminin %51'i, kadınlarda %70'i başka faktörlerden etkilenmektedir. Çalışmamızda boy ile bütün sol ayak ölçümleri arasında erkeklerde ve kadınlarda güçlü bir korelasyon (erkeklerde $r=0,678$; kadınlarda $r=0,747$) görülmektedir. Erkeklerde boy ölçümündeki değişimin %45,9'u sol ayak ölçümleri ile açıklanabilmekte; kadınlarda ise %55,7'i sol ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Bu karşılaştırma sonucunda çalışmamızda kullandığımız sol ayak ölçüm kombinasyonu kadınlarda boy değişimini başka faktörlerden daha az etkilenerek yansıtmaktadır.

Ashizawa ve arkadaşları(4) Asya kıtasına komşu adalarda yaşayan tamamen çıplak ayakla dolaşan, geleneksel terlik kullanan ve kentsel ayakkabı kullanan üç farklı etnik grupta(Japanese, Filipinas, Japanese) ayakkabı kullanımı ve çevresel faktörlerin ayak yapısına etkisini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Bu amaçla boy, vücut ağırlığı, sol ayak uzunluğu ve ayak genişliği ölçümlerini almışlardır. Çalışmalarında, boy ile ayak uzunluğu arasındaki ilişkiyi populasyonlar arasında karşılaştırmışlar ve sonuçları regresyon eğrileriyle sunmuşlardır. Buna göre Japanese ve Japanese grubuna ait erkekler arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Japanese erkeklerinin ayak uzunlukları Japanese grubundakiler göre daha uzun olduğu bulunmuş ancak boy 110 cm'den daha kısa olduğu durumlarda ayak uzunluklarının birbirlerine daha yakın değerler verdiği belirtilmiştir. Japanese ve Japanese kadınlarının boy ile ayak uzunlukları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuş, Japanese kadınların daha uzun ayağa sahip oldukları bildirilmiştir. Ancak, boyları 140 cm'den daha kısa kadınlar için Filipinas kadınlarının ayak uzunluklarının Japanese kadınları ayak uzunluğuna yakın olduğu belirtilmiştir. Ayrıca boy artışıyla Filipinas kadınlarının ayak uzunlukları Japanese kadınlarının ayak uzunluklarına yaklaşmaktadır. Japanese ve Japanese populasyonları cinsiyetler arasında karşılaştırıldığında erkek bireylerin daha uzun ayak yapısına sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca Japanese kadınlarının ayaklarının Japanese erkeklerinin ayaklarından daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Ashizawa ve arkadaşları sonuç olarak üç farklı populasyon arasında görülen ayak şeklinde ve yapısındaki farklılığın ayakkabı kullanımının ve çevresel faktörlerin sonucu olarak ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Ancak çalışmalarında belli bir yaş sınırlaması getirmemişlerdir. Japanese örneklerin toplam 625'i çocuklardan oluşurken, Japanese örneklerin yaşları belirtilmemiştir. Bizim çalışmamızda, alınan tüm ölçümler için cinsiyetler karşılaştırıldığında 18-44 yaş grubu erkeklerin kadınlardan daha uzun ve geniş bir ayak yapısına sahip olduğu görülmektedir.

Sanlı ve arkadaşları (5) çalışmalarında, Türk erişkinlerinde boy ile el ve ayak uzunluğu arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Bu amaçla 80 erkek ve 75 kadından oluşan çalışma gruplarında sağ el ve ayak uzunluk ölçümü ile boy uzunluğu ölçümü almışlar, ölçümler arasındaki korelasyonu değerlendirerek boy tahmin denklemleri oluşturmuşlardır. Çalışmalarında, erkeklerin ortalama SAGAU $262,56 \pm 12,42$; kadınların ortalama SAGAU $234,75 \pm 12,11$; çalışma grubunun ortalama SAGAU $249,10 \pm 18,55$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama SAGAU değerleri, erkeklerde $256,01 \pm 11,17$; kadınlarda $230,46 \pm 9,03$; çalışma grubunda $244,41 \pm 16,35$ olarak bulunmuştur. Sanlı ve arkadaşlarının çalışmalarında elde ettikleri SAGAU ölçümü ile boy arasındaki korelasyon değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır ve erkeklerde $r = 0,716$; kadınlarda $r = 0,699$; çalışma grubunda $r = 0,881$ olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmalarında sağ ayak uzunluğu ve el uzunluğu beraber değerlendirilerek, boy ile aralarındaki korelasyon katsayıları erkekler için $r = 0,838$; kadınlar için $r = 0,785$; çalışma grubu için $r = 0,928$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, boy ile ayak uzunluğu arasında ve boy ile el-ayak uzunluğu arasında oldukça yüksek bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Çalışmamızla karşılaştırdığımızda; çalışmamızda SAGAU ölçümü ile boy arasındaki korelasyon değerleri erkekler için $r = 0,678$; kadınlar için $r = 0,741$; çalışma grubu için $r = 0,875$ olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmamızda sağ ayaktan alınan uzunluk, genişlik, malleol yüksekliği ve navikular yükseklik ölçümleri beraber değerlendirilerek, boy ile sağ ayak ölçümleri arasındaki korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Elde edilen değerler erkeklerde $r = 0,696$; kadınlarda $r = 0,786$; çalışma grubunda $r = 0,890$ 'dir. Bu sonuçlara göre, farklı parametreler kullanılmasına rağmen benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Sanlı ve arkadaşları el uzunluğundan, ayak uzunluğundan ve el-ayak uzunluğu kombinasyonundan cinsiyetler için tahmini boy hesaplaması formülleri elde etmişlerdir. Ayak uzunluğundan elde ettikleri boy tahmin formülünde, erkeklerdeki boy ölçümündeki değişimin %51,3'ü sağ ayak uzunluğu ile açıklanırken; kadınlarda %48,9'u sağ ayak uzunluğu ile açıklanabilmektedir. Çalışma grubunda ise boy değişiminin %77,7'i sağ ayak uzunluğu ile açıklanabilmektedir. El ve ayak uzunluğu kombinasyonundan elde ettikleri boy tahmin formülünde; erkeklerdeki boy değişiminin %70,2'i el ve ayak uzunluğu ile açıklanırken; kadınlarda %61,7'i el ve ayak uzunluğu ile açıklanabilmektedir. Çalışma grubunda boy değişiminin %86,1'i el ve ayak uzunluğu ile açıklanabilmektedir. Geriye kalan yüzdeler başka faktörlerin etkisindedir. Bizim çalışmamızda sağ ayaktan ölçümlenen tüm parametreler

lineer regresyon analizinde beraber kullanılarak boy tahmin formülü oluşturulmuştur. Sağ ayak ölçümlerinden elde ettiğimiz boy tahmin formülünde, erkeklerdeki boy değişiminin %48,4'ü sağ ayak ölçümleri tarafından açıklanabilirken, kadınlarda %61,7'i sağ ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Çalışma grubunda boy ölçümündeki değişimin % 79,1'i sağ ayak ölçümleri ile açıklanabilmektedir. Sanlı'nın çalışması ve çalışmamız bu sonuçlara göre değerlendirildiğinde, boy uzunluğundaki değişimin büyük bir kısmının açıklanmasında ölçümlerin analiz içinde beraber değerlendirildiği zaman daha etkin olduğu görülmektedir.

Jasuja ve Manjula (28) çalışmalarında, olay yerinde bulunan şüpheliye ait yürüyüş izlerini değerlendirmek amacıyla, bireylerin normal yürüyüşleri sırasında alınan adım uzunlukları ile bireylerin boyları arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmışlardır. Bu amaç doğrultusunda boy ile normal yürüyüşteki ayakkabılı ve ayakkabısız adım uzunluğu arasında pozitif yönde, zayıf ve anlamlı bir ilişki olduğunu bulmuşlardır ($r < 0,24$ $p < 0,01$). Adım uzunluğundan boy hesaplama formülleri elde etmişlerdir.

Jasuja ve arkadaşları (7) çalışmalarında, hız ile adım uzunluğundaki değişimi göz önüne alarak, normal yürüme hızında, hızlı yürüme koşulunda, farklı yüzeylerde koşma gibi insan hareketlerinin farklı durumlarını kapsayan adım uzunluğu ölçümünü almışlardır. Adım uzunluğu varyasyonlarının bireyin boyu ile olan ilişkisini değerlendirmişler ve hızlı yürüme koşulunda adım uzunluğunun bireyin boyu ile daha anlamlı bir ilişkiye (ortalama $r = 0,433$ $p < 0,01$) sahip olduğunu bulmuşlardır. Buna bağlı olarak boy hesaplama formülleri geliştirmişlerdir.

Adli kullanımlar için; Jasuja ve Manjula (28) çalışmalarında normal yürüyüş modelinde, Jasuja ve arkadaşları (7) ise çalışmalarında hızlı yürüyüş modelinde regresyon formülüne dayanarak ayak adım uzunluğundan boy uzunluğunun hesaplanabileceğini göstermişlerdir. Fakat literatürlere bakıldığında, adım uzunluğundan boyun hesaplanması için bu metodun kullanımının çok fazla kaydedilmediği görülmüştür. Bunun nedenlerinden biri, farklı zemin koşullarında yürüme sırasında adım uzunluğunda büyük varyasyonlar olabileceği kanısındayız. Ayak uzunluğu ya da kemik uzunluğu gibi parametrelerin erişilen durum sonrasında değişmemesi bu parametreleri içeren çalışmaları daha ön plana çıkarmıştır.

Çalışmamızda adım uzunluğu ölçümü alınmadığı için yukarıda belirtilen iki çalışma ile karşılaştırma yapılamamaktadır. Ancak çalışmamızda kullandığımız sağ ve sol ayak ölçümlerinin boy ile daha iyi bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir.

Jasuja ve arkadaşları(9) çalışmalarında boy/alınan ölçüm temeline dayalı “çarpım faktörü” metodunu kullanarak ayak ve ayakkabı ölçülerinden boyun hesaplanmasını çalışmışlardır. Çalışmalarında 256 erkeğin sağ ve sol ayak uzunluğu, ayak genişliği, ayakkabı uzunluğu, ayakkabı genişliği ile boy ölçümünü almışlardır. Boy ile ayak ölçümleri arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde; SAGAU için $r= 0,685$; SAGAG için $r= 0,364$; SOLAU için $r= 0,684$; SOLAG için $r= 0,352$ olarak bulunmuştur. Çalışmamızda SAGAU için $r= 0,678$; SAGAG için $r=0,352$; SOLAU için $r= 0,667$; SOLAG için $r= 0,365$ olarak bulunmuştur. Benzer değerler elde edildiği görülmektedir. Jasuja ve arkadaşları çalışmalarında boy uzunluğunun hesaplanması için ayak ve ayakkabı ölçülerinden çarpım faktörleri oluşturmuşlar ve yaklaşık olarak vücut uzunluğunun bulunabileceğini önermektedirler. Bizim çalışmamızda ise ayak ölçülerinden tahmini boy hesaplamasının yapılabilmesi için lineer regresyon analizi ile regresyon formülü oluşturulmuştur. Boy hesaplamasının yapılabilmesi için Jasuja'nın çalışması ile bizim çalışmamızda farklı yöntem kullanılmasına rağmen, hesaplama hataları karşılaştırılabilir. Karşılaştırmayı sadece ayak uzunluğu ve ayak genişliği kullanılarak elde ettikleri çarpım faktörleri için değerlendirdik. Buna göre Jasuja'nın çalışmasında elde ettiği hesaplamanın standart hatası; SAGAU için 47,56; SOLAU için 49,61; SAGAG için 90,91; SOLAG için 86,91 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz regresyon formüllerinin standart hatası, sağ ayak ölçümleri için 97,653; sol ayak ölçümleri için 98,708 olarak bulunmuştur. Alınan ölçümler farklı popülasyonlara ait olmasından dolayı çalışmalar arasındaki standart hata farkının fazla olduğunu düşünüyoruz.

Robbins (14) çalışmasında ayak izi ve ayak taslağının uzunluk ve genişlik ölçülerinden bireyin boy ve ağırlık tayini yapılabilmesi için boy ve ağırlık yüzdeleri oluşturmuştur. Robbins ayak izinin ayağın sert maddelere dokunmasıyla oluşan iki boyutlu izi olduğunu belirtirken, ayak izinden ayağın plantar yüz ölçümlerinin alındığını belirtmektedir. Ayak taslağının ise ayağın çamur, yumuşak toprak ya da diğer maddelerle sağlanan üç boyutlu ayak izi baskısının sınırlarını gösterdiğini belirtmiş ve ayak taslağının çıplak ayağın parametre büyüklüğünü sağladığını söylemektedir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda kullandığımız ölçümler çıplak ayak ölçümleri olduğu için ayak taslağı verileri ile karşılaştırma yapılmıştır. Robbins çalışmasında 3–79 yaşları arasında toplam 536 kadın ve erkekten ayak taslağının uzunluk ve genişlik ölçümlerini almıştır. Boy hesaplaması için ayak taslağı uzunluk ölçümünden boy yüzdeliği, ağırlık hesaplaması için ayak taslağı genişlik ölçümünden ağırlık yüzdeliği oluşturmuştur. Çalışmamızda bireyin ağırlık tayini çalışılmadığı

için Robbins'in çalışmasında oluşturduğu ağırlık yüzdeliği değerlendirmeye alınmamıştır. Robbins'in çalışmasındaki boy yüzdeliği oluşumu ayak uzunluğu /boy oranını kapsamaktadır. Kadın ve erkek bütün örnek grubunun ayak taslağı uzunluğu ile boy arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki ($r>0,80$) olduğunu belirtmektedir. Bizim çalışmamızda da çalışma grubunda ayak uzunluğu ve boy arasında güçlü ve anlamlı bir ilişki ($r>0,85$) olduğu bulunmuştur. Buna göre; 3–79 yaşları arasındaki kadın ve erkeklerin boy ile ayak taslakları arasındaki ilişkiye bakıldığında, sağ ayak taslağı uzunluğuna göre boy oranı % 14.928 (standart sapma(sd)=0,664, n=536) , sol ayak taslağı uzunluğuna göre boy oranı % 14.976 (sd= 0,707, n=535) olarak bulunmuştur. 14 yaş üstü kadın ve erkekler seçildiğinde erkekler için sağ ayak taslağı için oran % 15.128 (sd= 0.951, n=224), sol ayak taslağı için oran % 15.199 (sd= 0.638, n=223) olarak bulunmuştur. Kadınlar için sağ ayak taslağı oranı % 14.726 (sd= 0.636, n=284), sol ayak taslağı için oran % 14.750 (sd= 0.666, n=284) olarak bulunmuştur. Çalışmasında belli bir yaş dağılımı yapmayan Robbins elde ettiği boy yüzdelik oranının yanı sıra ayak taslağı uzunluk ölçümünden regresyon denklemi geliştirilebileceğini belirtmiş ancak, formül oluşturulmamıştır. Çalışmamız göz önüne alındığında basit bir yöntem olarak çalışmamızda ölçümlerini aldığımız bütün ayak parametrelerinden her iki cinsiyet için boy yüzdelik oranı oluşturulabilir.

Giles ve Vallandigham (11) ayak ve ayakkabı uzunluk ölçümlerinden boyun hesaplanması için çalışmalarında hem regresyon formülü hem de boy yüzdelik oranı geliştirmişlerdir. Çalışmamız sadece ayak ölçümlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Giles ve Vallandigham çalışmalarında ABD askerlerinin ayak uzunluklarından yararlanarak boy uzunluğu hesaplama çalışmaları yapmışlardır. Sağ ayaktan ölçümler almışlardır. Bunun için 6682 erkeğin ayak uzunluk ölçümlerinden $\pm 66,10$ standart hata ile boy hesaplama formülü oluştururken, 1330 kadının ayak uzunluk ölçümlerinden $\pm 65,20$ standart hata ile boy hesaplama formülü oluşturmuşlardır. Bizim çalışmamızda erkeklerin sağ ayak ölçümlerinden oluşturulan boy hesaplama formülünün standart hatası $\pm 97,653$; kadınların sağ ayak ölçümlerinden elde edilen boy hesaplama formülünün standart hatası $\pm 93,393$ olarak bulunmuştur. Çalışmalarında elde ettikleri boy hesaplama formülleri gerçeğe çok yakın sonuçlar vermektedir. Ancak örnek grubu farklı popülasyonları içermektedir. Bu çalışmada önerilen bir başka işlem de ayak uzunluk ölçümünün boy uzunluğuna oranı ile elde edilen boy hesaplama yüzdeliğidir. Erkekler için boy yüzdeliği % 15,346; kadınlar için % 14,926 olarak bulunmuştur. Bu oranlar Robbins'in oranlarına

benzerdir. Ancak Giles ve Vallandigham regresyon analizinde standart hatadaki değişimin yüzdelik hesaplama tekniklerinden daha az olmasından dolayı regresyon analizinin tercih edilmesi gerektiğini önermektedirler.

Gordon ve Buikstra (10) çalışmalarında ayak ya da ayakkabı ölçümlerini kullanarak en iyi boy hesaplama modelini geliştirmeye çalışmışlardır. Öncelikle 867 Amerikan askerinden oluşan örnek grubunda ırk, cinsiyet, sağ ayak uzunluğu, sağ ayak genişliği ölçümlerini alarak boy hesaplama modelleri geliştirmişlerdir. Boy hesaplama modelleri ırk ve cinsiyeti bilinenler ve bilinmeyenler olarak ayrılmıştır. ırk ve cinsiyeti bilinmeyen modellerde, ayak uzunluğu ve ayak genişliğinin her ikisini kapsayan modelin yalnızca ayak uzunluğunu kapsayan modelden daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca ırk ve cinsiyet gösteren modeller, ırk ve cinsiyeti göstermeyen modellerden daha anlamlı sonuçları elde ettiğini belirtmişlerdir. En iyi boy hesaplama modeli olarak; ırk, cinsiyet, sağ ayak uzunluğu ve sağ ayak genişliğinden oluşan modelle, sağ ayak uzunluğu ve genişliğinden oluşan model olduğu görülmüştür. En iyi modeller daha sonra 3982 Amerikan askeriden oluşan daha büyük örnek grubunda test edilmiştir. Test sonucunda bu modellerin arasındaki istatistiksel farkın az olduğu görülmüş, adli durumlarda ırk ve cinsiyeti içeren modelin kullanımı için ırk ve cinsiyet tespitinin yapılabilmesi gerekli olduğu belirtilmiştir.

Cheng ve arkadaşları (15) çalışmalarında 3–18 yaş grubuna dahil 1842 erkek ve 1805 kadından boy, ağırlık, humerus, radius, ulna ve tibia kemiklerinin uzunluk ölçümü ile ayak uzunluğu ölçümünü almışlardır. Bu ölçümlerin boy ile olan ilişkisini ve bu ilişkinin boy tahmini için değerlendirilmesini yapmışlardır. Çalışmamızla karşılaştırma sadece ayak uzunluğu açısından yapılmıştır. Cheng çalışmasında sağ ve sol ayak uzunlukları arasındaki farklılığın 0,5 den daha az olduğunu ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuştur. Bu değerlendirme açısından çalışmamız desteklenmektedir. Çalışmalarında ayak uzunluğu ile boy arasında çok güçlü bir ilişki ($r= 0,98$) olduğunu belirtmişlerdir. Yaş, cinsiyet ve ayak uzunluğu beraber analiz edilerek boy hesaplama formülü oluşturulmuştur. Ancak çalışmada çocukların büyüme oranına göre bir yaş sınıflandırması yapılmamıştır. Bu yüzden boy hesaplama formülü 3–18 yaş grubu ölçümleri alınan popülasyona ait çocuklar için uygun olduğu söylenebilir.

Saxena (30) çalışmasında el uzunluğu, el genişliği ve ayak uzunluğu arasındaki korelasyonu ortaya çıkarmış ve bu ölçümlerden boyun hesaplanması için regresyon formülü elde etmiştir. Çalışmamızla karşılaştırma sadece ayak uzunluğu açısından yapılmıştır.

Çalışmasında 20-30 yaş grubuna dahil 100 erkekten sağ ve sol ayak uzunluğu ölçümü almıştır. Ayak uzunluğu ile boy arasındaki korelasyon istatistiksel olarak anlamlıdır ve SAGAU için $r= 0,5973$ değerinde, SOLAU için $r= 0,5220$ değerindedir. Bizim çalışmamızda erkeklerin SAGAU ile boy arasındaki korelasyon değeri $r= 0,678$, SOLAU ile boy arasındaki korelasyon değeri $r= 0,667$ olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada da ayak uzunluğunun boy ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Saxena çalışmasında ayak uzunluğundan boy hesaplama formülü elde etmiştir fakat hesaplamanın standart hatasını çalışmasında belirtmemiştir. Bu yüzden boy hesaplama formülü ile hesaplanan boyun gerçek boydan ne kadar farklı olduğu bilinmemektedir.

Singh ve Phookan (31) çalışmalarında 4 farklı etnik grup arasında boy-ayak uzunluğu, boy-ayak genişliği ve ayak uzunluğu-genişliği arasındaki korelasyonu çalışmışlar ve ayak uzunluğu ve ayak genişliğine bağlı boy yüzdeleri oluşturmuşlardır. Ölçümlerini sol ayaktan ve 17-55 yaş grubuna dahil 270 erkekten ölçmüşlerdir. Dört farklı etnik grup için boy ile ayak uzunluğu arasındaki korelasyon katsayısı $0,63 < r < 0,92$ değerinde bulunmuş; boy ile ayak genişliği arasındaki korelasyon katsayısı $0,41 < r < 0,54$ değerinde bulunmuştur. Buna göre boy tahmininde, ayak uzunluğundan boyun hesaplanması ayak genişliğinden boy hesaplanmasına göre daha çok tercih edileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise erkeklerin SOLAU ile boy arasındaki korelasyon katsayısı $r= 0,667$ değerinde; SOLAG ile boy arasındaki korelasyon katsayısı $r= 0,365$ değerinde bulunmuştur. Singh ve Phookan'ın çalışmasında görüldüğü gibi çalışmamızda da erkekler için ayak uzunluğu ayak genişliğine göre boy ile daha güçlü bir ilişkiye sahiptir.

Krishan ve Sharma (33) çalışmalarında el ve ayak ölçümleri ile boy arasındaki ilişkiyi çalışmışlar ve boyun hesaplanması için formüller elde etmişlerdir. Çalışmalarında el uzunluğu, el genişliği, ayak uzunluğu ve ayak genişliği ölçümleri yaşları 17-20 arasında olan 123 erkek ve 123 kadın bireyden sağ ve sol taraftan alınmıştır. Tüm ölçümler boy ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon katsayılarına sahiptir. Her iki cinsiyette uzunluk ölçümlerinin korelasyon katsayıları genişlik ölçümlerinin katsayılarından daha büyüktür. Erkeklerde en yüksek korelasyon katsayısı sol ayak uzunluğunda ($r= 0,741$), en düşük korelasyon katsayısı sağ ayak genişliğinde ($r=0,315$) bulunmuştur. Kadınlar da ise en yüksek korelasyon katsayısı sağ ayak uzunluğunda ($r=0,739$), en düşük korelasyon katsayısı sağ ayak genişliğinde ($r=0,294$) bulunmuştur. Çalışmamızda erkeklerde en yüksek korelasyon katsayısı sağ ayak uzunluğunda ($r= 0,678$), en düşük korelasyon katsayısı sol ayak navikular

yüksekliğinde ($r = 0,233$) bulunmuştur. Kadınlarda ise en yüksek korelasyon katsayısı sağ ayak uzunluğunda ($r = 0,741$), en düşük korelasyon katsayısı ise sol ayak genişliğinde ($r = 0,225$) bulunmuştur. Her iki çalışmada da ayak uzunluğu diğer ölçümlere göre hem kadınlar hem de erkekler için boy ile daha iyi bir ilişkiye sahiptir. Krishan ve Sharma çalışmalarında boy hesaplama formülü oluşturmak için iki farklı yöntem kullanmışlardır. Önce ölçümlerini aldıkları bütün parametreleri ayrı ayrı analiz ederek tek değişkene bağlı formül oluşturmuşlar, sonra bütün parametreleri analizde beraber değerlendirerek çok değişkenli formüller oluşturmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise ölçümlerini aldığımız bütün parametreler beraber değerlendirilerek çok değişkenli boy hesaplama formülü oluşturulmuştur. Hesaplamanın standart hatası, gerçek boydan hesaplanan boyun sapma değerini verdiği için iki çalışmada elde edilen hesaplamanın standart hatası karşılaştırılmıştır. Çalışmalarında tek değişkenli formüllerde erkekler için SAGAU ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 44,4$ olarak, SOLAU ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 43,8$ olarak, SAGAG ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 61,9$ olarak, SOLAG ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 61,7$ olarak bulunmuştur. Kadınlar için SAGAU ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 35,0$ olarak, SOLAU ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 35,3$ olarak, SAGAG ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 49,7$ olarak, SOLAG ile elde edilen formülün standart hatası $\pm 49,2$ olarak bulunmuştur. Çok değişkenli formüllerde; SOLAU ve SOLAG ile elde edilen formülün erkekler için standart hatası $\pm 30,2$ olarak, kadınlar için standart hatası $\pm 29,8$ olarak bulunmuştur. Sol el uzunluğu, sol el genişliği, SOLAU ve SOLAG ile elde edilen formüllerin erkekler için standart hatası $\pm 21,0$ olarak, kadınlar için standart hatası $\pm 20,6$ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre çok değişkenli formüllerin daha az standart hataya sahip olması, boyun hesaplanmasında çok değişkenli formüllerin gerçek boyda daha yakın değerler verdiğini çalışmalarında belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda SOLAU, SOLAG, SOLAMY ve SOLANY ile elde edilen formülün erkekler için standart hatası $\pm 98,708$ olarak, kadınlar için standart hatası $\pm 100,085$ olarak bulunmuştur. İki çalışmada elde edilen standart hatalar arasındaki fark fazladır. Çalışmaların farklı popülasyonlarda yapılması ve farklı parametrelerin değerlendirilerek formüllerin oluşturulması göz önüne alındığında, elde edilen standart hatalar arasındaki farkın bu yüzden fazla olduğunu düşünüyoruz.

Agnihotri ve arkadaşları (34) ayak uzunluğundan boyun hesaplanması üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında yaşları 18–30 olan 125 erkek ve 125 kadından ayak uzunluğu ve boy ölçümü almışlardır ve lineer regresyon analizi ile boy hesaplama formülleri

geliştirmişlerdir. Erkekler için elde ettikleri lineer regresyon analiz sonuçlarına göre boy ile sağ ayak uzunluğu arasında güçlü bir korelasyon($r= 0,720$) olduğunu ve erkeklerde boy ölçümündeki değişimin %51,8'nin sağ ayak ölçümü ile açıklandığını belirtmişlerdir. Kadınlar için elde ettikleri lineer regresyon analiz sonuçlarına göre boy ile sağ ayak uzunluğu arasında güçlü bir korelasyon ($r= 0,608$) olduğunu ve kadınlarda boy ölçümündeki değişimin %37,0'nın sağ ayak ölçümü ile açıklandığını belirtmişlerdir. Kadın ve erkekler için oluşturulan sağ ayak uzunluğunda boy hesaplama formüllerinde boydaki değişimin geriye kalan yüzdeliği başka faktörlerin etkisindedir. Diğer faktörleri açıklayabilmek amacıyla çalışmalarında bütün çalışma grubu için sağ ayak uzunluğu, cinsiyet ve yaş değişkenlerini lineer regresyon analizi içinde beraber değerlendirerek boy hesaplama formülü oluşturmuşlardır. Bu formüle giren tüm değişkenlerin boy ile arasında çok güçlü bir korelasyon($r= 0,877$) olduğunu ve çalışma grubunda boy ölçümündeki değişimin %76,9'nın sağ ayak uzunluğu, yaş ve cinsiyet tarafından açıklanabildiğini belirtmişlerdir. Ancak oluşturulan bu formülle adli durumlarda bireyin boyunun hesaplanabilmesi için yaş tayinin yapılması gereklidir. Bu durum formül kullanılırken güçlük yaratabilir. Çalışmamızda SAGAU, SAGAG, SAGAMY ve SAGANY ölçümlerini lineer regresyon analizinde beraber değerlendirerek boy hesaplama formülleri oluşturduk. Erkekler için elde edilen lineer regresyon analizi sonuçlarına göre boy ile sağ ayak ölçümlerinin tümü arasında güçlü bir korelasyon ($r= 0,696$) vardır ve sağ ayak ölçümleri boy değişiminin %48,4'nü açıklamaktadır. Kadınlarda da boy ile sağ ayak ölçümlerinin tümü arasında çok güçlü bir korelasyon ($r= 0,786$) vardır ve kadınlarda sağ ayak ölçümleri boy değişiminin %61,7'nı açıklamaktadır. Agnihotri ve arkadaşlarının çalışmasıyla karşılaştırdığımızda, çalışmamızda ölçümlerini aldığımız tüm sağ ayak parametreleri boy ile daha iyi korele olmuştur ve boydaki değişim bu ölçümler dışındaki başka faktörlerden daha az etkilenmektedir. Çalışmamızda boy değişimini etkileyen sağ ayak ölçümleri dışındaki etmenleri açıklayabilmek için cinsiyet faktörünü ortadan kaldırmayı düşündük. Bunun için kadın ve erkeklerin tamamından oluşan çalışma grubunda sağ ayak ölçümleri ile lineer regresyon analizini değerlendirdik. Çalışma grubu için elde edilen lineer regresyon analizi sonuçlarına göre boy ile sağ ayak ölçümlerinin tümü arasında çok güçlü bir korelasyon ($r= 0,890$) vardır ve sağ ayak ölçümleri boy değişiminin %79,1'ni açıklamaktadır. Böylece cinsiyet faktörü ortadan kaldırıldığında sağ ayak ölçümleriyle(SAGAU, SAGAG, SAGAMY ve SAGANY) boy değişimi daha fazla açıklanabilmektedir.

Topluma özgü verilerin elde edilmesi amacıyla Türkiye’de ayağın metrik ölçümleri ile cinsiyetler arası farklılıkları belirten çalışmalar yapılmıştır(41–43,45). Kimliklendirme açısından değerlendirilmeyen bu çalışmalar ile çalışmamızın karşılaştırması, geçen zamanda toplum içinde değişen beslenme alışkanlığı, fiziksel aktivite, sosyoekonomik şartlara bağlı olarak ölçümlerdeki değişiklikleri yansıtması açısından yapılmıştır.

Yıldırım ve arkadaşları (41) çalışmalarında erkeklerde boy ile ayak ölçümleri arasındaki ilişkiyi çalışmışlardır. Çalışmalarında ortalama boy uzunluğu 1745,8 olarak; ortalama ayak uzunluğu 257,6 olarak; ortalama ayak genişliği 99,7 olarak bulunmuştur. Yıldırım(42) çalışmasında kadın ve erkeklerin ayak ölçülerini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Çalışmasında ortalama ayak uzunluğu kadınlarda 229,7 olarak, erkeklerde 257,6 olarak; ortalama ayak genişliği kadınlarda 88,6 olarak, erkeklerde 99,7 olarak; ortalama medial malleolus yüksekliği kadınlarda 77,3 olarak, erkeklerde 85,9 olarak bulunmuştur. Yıldız ve arkadaşları(43) kadınlarda alt ekstremitte ölçümlerini çalıştıkları çalışmalarında ortalama boy uzunluğunu 1617,9 olarak, ortalama ayak uzunluğunu 238,0 olarak, ortalama ayak genişliğini 93,7 olarak bulmuşlardır. Yıldız ve arkadaşları(45) erkeklerde alt ekstremitte ölçümlerini değerlendirdikleri çalışmalarında ise ortalama boy uzunluğunu 1759,0 olarak, ortalama ayak uzunluğunu 260,8 olarak, ortalama ayak genişliğini 103,3 olarak bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmalarda sağ ve sol ayak ölçümleri belirtilmemiştir. Çalışmamızda boy uzunluğu erkeklerde 1741,91 olarak, kadınlarda 1616,90 olarak bulunmuştur. Erkeklerde SAGAU 256,01 olarak, SOLAU 255,79 olarak; SAGAG 97,72 olarak, SOLAG 95,73 olarak; SAGAMY 79,93 olarak, SOLAMY 81,16 olarak bulunmuştur. Kadınlarda SAGAU 230,46 olarak, SOLAU 230,79 olarak; SAGAG 87,18 olarak, SOLAG 85,57 olarak; SAGAMY 72,61 olarak, SOLAMY 72,38 olarak bulunmuştur.

Karşılaştırmalarını yaptığımız bütün çalışmalar göz önüne alındığında, çalışmamızda kullandığımız navikular yükseklik ölçümü boy uzunluğunun hesaplanmasında ve cinsiyetin belirlenmesinde ilk defa kullanılan bir ölçümdür. Kadın ve erkeklerde boy ile anlamlı bir ilişkiye sahiptir. Kadınlarda sağ ve sol ayak ölçümleri içinde ayak uzunluğundan sonra en iyi korelasyonu gösterirken, sadece erkeklerde sol ayak ölçümleri içerisinde en düşük korelasyonu göstermiştir.

Karşılaştırmalarını yaptığımız çalışmalarda ayak ölçümlerinin cinsiyetler arasında ve toplumlar arasında farklılıklar içerdiği gösterilmiştir. Ayak ölçümlerinin hem cinsiyet belirlenmesinde hem de boy uzunluğunun hesaplanmasında yararlı olacağı görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Adli bilimlerde, kimliklendirme özellikle toplu ölümlerin yaşandığı olaylarda önemini kazandıkça, kimliği bilinmeyen cesetlerin kimliklendirilmesi için alternatif yöntemlerin geliştirilmesi de önem kazanmıştır. Özellikle parçalanmış cesetlerde bir uzuv bulunduğu cesedin cinsiyetinin belirlenmesi ve boy uzunluğunun hesaplanmasında yaşanan zorlukları ortadan kaldırmak için ayağın yapısal özellikleri ve metrik ölçümleri değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda ayağın uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri için regresyon analizi uygulanarak cinsiyetin belirlenmesi ve boy uzunluğunun hesaplanması amacıyla formüller oluşturuldu. Analiz sonucunda, ayak ölçümlerinin gerekli görüldüğü durumlarda cinsiyetin belirlenmesini büyük bir doğrulukla sağladığı ve cinsiyetlere göre boy uzunluğu hesaplanmasının 9–10 cm hata ile hesaplanabildiği görülmektedir. Ayrıca cinsiyet ayrımı yapılmadan ayak ölçümleri ile 4 cm'den küçük standart hata ve büyük bir doğrulukla kimliği bilinmeyen cesedin boyunun hesaplanması da yapılabilmektedir. Bu sonuçlar ayak ölçülerinden cinsiyet belirlenmesi ve boy tahmini için hesaplanan formüllerin örneklemimize benzer topluluklar için kullanılabilir olduğunu ortaya koymaktadır

Ayak ölçümleri kalıtsallığa, iklimsel değişikliklere, fiziksel aktivelere, beslenme koşullarına ve kullanılan ayakkabı çeşidine göre toplumlar arasında farklılıklar gösterdiği gibi toplum içinde de bölgesel farklılıklar gösterir. Çalışmamız Türkiye doğumlu bireylerin küçük bir kesimine aittir. Bu yüzden çalışmamızda sunduğumuz formüller bölgelere göre örnek sayısı arttırılıp uygulandığında daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini düşünüyoruz.

7. KAYNAKLAR

- 1- Özden H, Balcı Y, Demirüstü C, Turgut A et al. Stature and sex estimate using foot and shoe dimension. *Forensic Sci İnt* 2005; 147(2-3): 181-184.
- 2- Özaslan A, İşcan MY, Özaslan İ, Tuğcu H et al. Estimation of stature from body parts. *Forensic Sci İnt* 2003;132(1):40-5.
- 3- Rich J, Dean DE, Cheung YY. Forensic implications of the foot and ankle. *J Foot Ankle Surg* 2003;42(4):221-5.
- 4- Ashizawa K, Kumakura C, Kusumoto A, Narasaki S. Relative foot size and shape to general body size in javanese, filipinas and japanese with special reference to habitual footwear types. *Ann Hum Biol* 1997;24(2):117-129.
- 5- Sanlı SG, Kızılkant ED, Boyan N, Özşahin ET et al. Stature estimation based on hand length and foot length. *Clin Anat* 2005;18(8):589-596.
- 6- Fessler DMT, Haley KJ, Lal RD. Sexual dimorphism in foot length proportionate to stature. *Ann Hum Biol* 2005; 32(1):44-59.
- 7- Jasuja OP, Harbhajan S, Anupama K. Estimation of stature from stride length while walking fast. *Forensic Sci İnt* 1997; 86: 181-186.
- 8- Fery C. Foot Health and Shoewear for Women. *Clinical orthopaedics and related research* 2000; 372: 32-44.
- 9- Jasuja OP, Singh J, Jain Manjari. Estimation of stature from foot and shoe measurements by multiplication factors: a revised attempt. *Forensic Sci İnt* 1991;50:203-215.
- 10- Gordon CC, Buikstra JE. Linear models for the prediction of stature from foot and boot dimensions. *J Forensic Sci* 1992; 37(3): 771-782.
- 11- Giles E, Vallandigham PH. Height estimation from foot and shoeprint length. *J Forensic Sci* 1991; 36(4): 1134-1151.
- 12- Abdel-Malek AK, Ahmed AM, Saharkawi SA, Hamid NM. Prediction of stature from hand measurements. *Forensic Sci İnt* 1990; 46(3):181-187.
- 13- Martin-de Las Heras S, Valenzuela A, Villanueva E, Marques T et al. Methods for identification of 28 burn victims following a 1996 bus accident in Spain. *J Forensic Science* 1999; 44(2):428-431.
- 14- Robbins LM. Estimating height and weight from size of footprints. *J Forensic Science* 1986; 31(1):143-152.

- 15- Cheng JC, Leung SS, Chiu BS, Tse PW et al. Can we predict body height from segmental bone length measurements? A study of 3647 children. *J Pediatr Orthop* 1998; 18(3):387–393.
- 16- İşcan MY. Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci Int* 2005; 147: 107–112.
- 17- El-Meligy MM, Abdel-Hady RH, Abdel-Maaboud RM, Mohamed ZT. Estimation of human body built in Egyptians. *Forensic Sci Int* 2006; 159(1): 27–31.
- 18- Manna İ, Pradhan D, Ghosh S, Kar SK et al. A comparative study of foot dimension adult male and female and evaluation of foot hazards due to using of footwear. *J Physiol Anthropol* 2001; 20(4):241–246.
- 19- Thomas JL, Kunkel MW, Lopez R, Sparks D. Radiographic values of the adult foot in a standardized population. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 2006; 45(1):3–12.
- 20- Raxter MH, Aurebach BM, Ruff CB. Revision of the fully technique for estimating statures. *American Journal of Physical Anthropology* 2006;130: 374–384.
- 21- Dogan A, Uslu M, Aydinoğlu A, Harman M et al. Morphometric study of the human metatarsals and phalanges. *Clinical Anatomy* 2007; 20(2):209–214.
- 22- Jasuja OP, Singh G. Estimation of stature from hand and phalange length. *JIAFM* 2004; 26(3). ISSN 0971–0973.
- 23- Wunderlich RE, Cavanagh PR. Gender differences in adult foot shape: implication for shoe design. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(4):605–611.
- 24- Nye PJ, Tytle TL, Jarman RN, Eaton BG. The role of radiology in the Oklahoma city bombing. *Radiology* 1996; 200:541–543.
- 25- Rich J. Increasing the identification potential from human foot remains. *J Forensic Sci* 2000; 45(2):505–6.
- 26- Sudimack JR, Lewis BJ, Rich J, Dean DE et al. Identification of decomposed human remains from radiographic comparison of an unusual foot deformity. *J Forensic Sci* 2002; 47(1): 218–220.
- 27- Rich J, Tatarek NE, Powers RH, Brogdon BG et al. Using pre-and post- surgical foot and ankle radiographs for identification. *J Forensic Sci* 2002; 47(6): 1319–1322.
- 28- Jasuja OP, Manjula. Estimation of stature from footprint length. *Forensic Sci Int* 1993; 61(1): 1–5.

- 29- Byers S, Akoshima K, Curran B. Determination of adult stature from metatarsal length. *Am J Phys Anthropol* 1989; 79(3):275–279.
- 30- Saxena SK. A study of correlation and estimation of stature from hand length, hand breadth and sole length. *Anthrop Anz* 1984; 42(4):271–276.
- 31- Singh TS, Phookan MN. Stature and footsize in four thai communities of assam, india. *Anthrop Anz* 1993; 51(4):349–355.
- 32- Robling AG, Ubelaker DH. Sex estimation from metatarsals. *J Forensic Sci* 1997; 42(6): 1062–1069.
- 33- Krishan K, Sharma A. Estimation of stature from dimension of hand and feet in north indian population. *J Clin Forensic Med* 2007 in press.
- 34- Agnihotri AK, Purwar B, GoogoolyeK, Agnihotri S et al. Estimation of stature by foot length. *J Clin Forensic Med* 2007 in press.
- 35- Vernon W. The development and practice of forensic podiatry. *J Clin Forensic Med* 2006; 13: 284–287.
- 36- Narles VL, Miller JS. Making tracks: the forensic analysis of footprints and footwear impressions. *The Anatomical Record(Part B:New Anat.)* 2004; 279B:9–15.
- 37- Kidd RS, Oxnard CE. Patterns of morphological discrimination in selected human tarsal elements. *Am J Phys Anthropol* 2002; 117: 169–181.
- 38- Smith SL. Attribution of foot bones to sex and population groups. *J Forensic Sci* 1997; 42(2): 186–195.
- 39- Özaslan A, İşcan MY, Özaslan İ, Tuğcu H et al. Yaşayan insanda el ölçümünden cinsiyet tespiti. *Adli Bilimler Dergisi* 2002; 1(1): 15–21.
- 40- İris M, Celbis O. Türk toplumunda humerus uzunluğundan boy tahmini. *Adli Bilimler Dergisi* 2003; 2(4): 9–15.
- 41- Yıldırım M, Taşkinalp O, Kahraman G. Yetişkin türk erkeklerinde boyile bazı el ve ayak ölçüleri arasında somatometrik ilişkiler. *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 1988; 5(1): 75–81.
- 42- Yıldırım M. Yetişkin kadın ve erkeklerde ayak (pes) ölçüleri. *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 1983; 3(2): 45–58.
- 43- Yıldız Z, Kahraman G, Müftüoğlu A. Türk kadınlarında alt ekstremitte ölçümlerinin birbirlerine ve diğer vücut ölçümlerine göre oranları. *Cerrahpaşa Tıp Fak Der* 1993; 24: 207–212.

- 44- Eşiyok B, Eke M, Hancı H. Yaşlılarda kimliklendirme. *Turkish Journal of Geriatrics* 2005; 8(3): 148–152.
- 45- Yıldız Z, Kahraman G, Müftüoğlu A. türk toplumundaki erkek bireylerin alt ekstremitte ölçümlerinin birbirlerine ve diğer vücut ölçümlerine göre oranları. *Cerrahpaşa Tıp Fak Der* 1993; 24: 213–218.
- 46- Bidmos M, Asala S. Calcaneal measurement in estimation of stature of South african blacks. *Am J Phys Anthropol* 2005; 126: 335–342.
- 47- Murphy AMC. The articular surfaces of the hindfoot: sex assessment of prehistoric new zealand polnesian skeletal remains. *Forensic Sci İnt* 2005; 151: 19–22.
- 48- Bidmos M. Metrical and non-metrical assessment of population affinity from the calcaneus. *Forensic Sci İnt* 2006; 159: 6–13.
- 49- Özer MA, Govsa F, Bilge O. Anatomic study of the deep plantar arch. *Clinical Anatomy* 2005; 18: 434–442.
- 50- Macchi V, Tiengo C, Porzionato A, Stecco C et al. Correlation between the course of the medial plantar artery and the morphology of the abductor hallucis muscle. *Clinical Anatomy* 2005; 18(8): 580–588.
- 51- Gabrielli C, Olave E, Mandiola E, Rodrigues CFS et al. the deep plantar arch in humans constitution and topography. *Surg Radiol Anat* 2001; 23(4): 253–258.
- 52- Orbay H, Kerem M, Unlu RE, Esmer AF et al. Vascular anatomy of plantar muscles. *Ann Plast Surg* 2007; 58(4): 420–426.
- 53- Brenner E. İsertion of the abductor hallucis muscle in feet with and without hallux vagus. *Anat Rec* 1999; 254: 429–434.
- 54- Krogman WR, Iscan MY. *The human skeleton in forensic medicine*. Second edition. Springfield, Charles C Thomas, 1986; 50–372.
- 55- Gökmen FG, Ertürk M. Hareket Sistemi/Kemikler, In: Gökmen FG, editors. *Sistemantik Anatomi*, İzmir, İzmir Güven kitapevi, 2003; 85–89.
- 56- Davies MS. Pelvic Girdle and Lower Limb. In: Standring S, chief editor. *Gary's Anatomy*, Thirty Ninth edition, London: Churcill Livingstone 2005; 1507–1547.
- 57- Snell RS. *Clinical Anatomy For Medical Students*. Fifth Edition, Boston: Little, Brown and Company, 1995; 566–587.
- 58- Mesut R, Yıldırım M. *Disseksiyona Yönelik Topografik Anatomi Cilt-2*, 1.Basım, İstanbul, Beta, 1995; 110–118.

- 59- Bilge O. Hareket sistemi/eklemler, In: Gökmen FG, editors. Sistematik Anatomi, İzmir, İzmir Güven kitapevi, 2003; 126–131.
- 60- Arıncı K, Elhan A. Anatomi Cilt–1. Ankara, Güneş Kitapevi, 1995; 275–280.
- 61- Arıncı K, Elhan A. Anatomi Cilt–2. Ankara, Güneş Kitapevi, 1995; 95–100.
- 62- Hancı H, Zeyfeoglu Y. İnsanlarda Kimlik Tespiti, In: Hancı H, Editors. Adli Tıp ve Adli Bilimler, 1.Baskı, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2002; 499–507.
- 63- Aktaş EÖ. Kostaların Sternal Uç Morfolojisinde Yaşa İlişkindeğişikliklerin Kişinin Öldüğü Zamanki Yaşının Saptanmasında Kullanılabilirliği, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İzmir, 1997.
- 64- Çöloğlu AS, İscan MY. Adli Osteoloji, 1.Baskı, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, 1998.
- 65- Vazquez T, Rodriguez-Niedenfuhr M, Parkin I, Viejo F et al. Anatomic study of blood supply of dorsum of the foot and ankle. *Arthroscopy* 2006; 22(3): 287–90.
- 66- Lee JH, Dauber W. Anatomic study of dorsalis pedis-first dorsal metatarsal artery. *Ann Plast Surg* 1997; 38(1): 50–55.
- 67- Dilandro AC, Lilja EC, Lepore FL, Viscovich JB et al. The prevalence of the arcuate artery: a cadaveric study of 72 feet. *J Am Podiatr Med Assoc* 2001; 91(6): 300–305.
- 68- Steyn M, İscan MY. Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African whites. *Forensic Sci Int* 1998; 98: 9–16.
- 69- Kemkes-Grottenthaler A. The reliability of forensic osteology-a case in point case study. *Forensic Sci Int* 2001; 117: 65–72.
- 70- Frutos LR. Metric determination of sex from the humerus in a Guatemalan forensic sample. *Forensic Sci Int* 2005; 147: 153–157.
- 71- Steyn M, İscan MY. Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans. *Forensic Sci Int* 1999; 106: 77–85.
- 72- Malla G, Hubig M, Büttner A, Kuznika J et al. Sex determination and estimation of stature from the longbones of the arm. *Forensic Sci Int* 2001; 117: 23–30.
- 73- Bidmos MA, Dayal MR. Sex determination from the talus of south african whites by discriminant function analysis. *Am J Forensic Med Pathol* 2003; 24: 322–328.
- 74- Steyn M, İscan MY. Sex determination from the femur and tibia in South African whites. *Forensic Sci Int* 1997; 90: 111–119.

75- Iscan MY, Loth SR, King CA, Shihai D et al. Sexual dimorphism in the humerus: A comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Forensic Sci Int* 1998; 98: 17–29.