



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**ALT EKSTREMİTENİN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİNDEN
CİNSİYET TESPİTİ VE BOY UZUNLUĞU TAHMİNİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Muhammed Emin PARLAK

ADLİ TIP ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Osman CELBİŞ**

MALATYA-2022



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**ALT EKSTREMİTENİN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİNDEN
CİNSİYET TESPİTİ VE BOY UZUNLUĞU TAHMİNİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**Dr. Muhammed Emin PARLAK
ORCID: 0000-0002-6614-9903**

ADLİ TIP ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Osman CELBİŞ**

MALATYA-2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kimliklendirme.....	3
2.1.1. Adli Kimlik	3
2.1.2. Tıbbi Kimlik	4
2.1.3. Yaşayan Olgularda Kimlik Tespiti	4
2.1.4. Postmortem Kimlik Tespiti.....	5
2.2. Kimliklendirmede Kullanılan Yöntemler	6
2.2.1. Kimlik Bilgileri.....	6
2.2.2. Kişisel Eşyalar	6
2.2.3. Görsel Değerlendirme.....	6
2.2.4. Fotoğraf Karşılaştırması	7
2.2.5. Fasiyal Rekonstrüksiyon.....	7
2.2.6. DNA İncelemeleri.....	8
2.2.7. Parmak İzi İncelemeleri (Daktiloskopi).....	9
2.2.8. Adli Odontoloji	9
2.2.9. Sinüs Grafileleri.....	10
2.2.10. Adli Antropoloji.....	11
2.3. Kimliklendirmede Antropometri ve Antropolojinin Rolü	11

2.4. Kimliklendirmede Antropoloji ve Antropometrinin Diğer Yöntemlere Katkısı .	12
2.5. Cinsiyet Tayini.....	13
2.6. Boy Uzunluğu Tahmini	15
2.7. Yaş Tayini.....	16
2.8. Irk (Soy) Tayini	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. Boy ve Kilo Ölçümü	20
3.2. Ölçücü Hatası ve Ölçümlerin Güvenilirliği	21
3.3. Ölçülen Alt Ekstremitte Boyutları	22
3.3.1. Trokanterik Yükseklik / Trochanteric Height (TH).....	22
3.3.2. Uyluk Uzunluğu / Tigh Length (TL)	22
3.3.3. Bacak Uzunluğu / Leg Length (LL)	23
3.3.4. Alt Bacak Uzunluğu / Lower Leg Length (LLL)	23
3.3.5. Ayak Yüksekliği / Foot Height (FH)	23
3.3.6. Ayak Uzunluğu / Foot Length (FL).....	23
3.3.7. Ayak Genişliği / Foot Breadth (FB)	23
3.4. İstatistiksel Analiz.....	26
4. BULGULAR.....	27
4.1. Alt Ekstremitte Asimetrisi Açısından Yapılan Analizler.....	30
4.2. Ölçücü Hatası.....	32
4.3. Cinsiyet Tahmini Açısından Yapılan Analizler.....	33
4.3.1. Diskriminant Analizi Sonuçları	33
4.3.2. ROC Analizi Sonuçları	37
4.4. Boy Tahminine Yönelik Regresyon Analizi Sonuçları	41
5. TARTIŞMA	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	53

EKLER.....	63
EK-1. Etik Kurul Onayı.....	63
EK-2. Kurum İzni	64



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince kendisinden çok şey öğrendiğim, teorik ve uygulamalı eğitimlerin yanı sıra akademik anlamda da bilgi ve tecrübelerini paylaşıp bu alanda da yetişmemi sağlayan anabilim dalı başkanımız ve tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Osman CELBİŞ'e;

Bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve tez aşamasındaki kıymetli desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Mucahit ORUÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Nusret AYAZ'a;

Eğitimim ve tez aşamasındaki kıymetli desteklerinden dolayı Adli tıp uzmanları Dr. Osman KULE, Dr. Hasan OKUMUŞ, Dr. Salih GÜVEN, Dr. Hüseyin Mehmet Şengül ve Dr. Duygu Atam GÜLEŞ'e;

Tezin veri toplama aşamasında ve değerlendirme kısmında yardımlarında ötürü Dr. Bengü Berrak ÖZKUL'a;

Tezin istatistiksel analizinde yardımlarından ötürü Arş. Gör. İpek BALIKÇI ÇİÇEK'e;

Anabilim Dalında beraber çalıştığım arkadaşlarım Nusret AYAZ, Osman KULE, Ahmet Sedat DÜNDAR, Ayhan ŞAHİN, Erhan KARTAL, İsmail ALTIN, Savaş DERTSİZ, Abdullah Mert ÜNSAL, Erkal GÜMÜŞBOĞA, Anıl Çağrı KABAL, Hasan DEMİREL, Mesut YILMAZ, Ömer DENGESİK, Ahmet Serdar ALIŞIK, Pınar BOYRAZ, Bengü Berrak ÖZKUL, Mehmet Efdal SAYDAN, Emre BOZ ve Sadık HARAS'a;

Her daim yanımda olan maddi manevi desteklerini hiç eksik etmeyen, uzmanlık eğitimimle beraber tez aşamasında da sabırlarını esirgemeyen aileme ve zorlu asistanlık sürecimde her zaman arkamda duran ve hayatımı kolaylaştıran sevgili eşim ve meslektaşım Dr. Ayşe Rumeysa PARLAK'a en içten saygı, sevgi ve sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Muhammed Emin PARLAK

ÖZET

Alt Ekstremitenin Antropometrik Ölçümlerinden Cinsiyet Tespiti ve Boy Uzunluğu Tahmini

Amaç: Antropologlar tarafından yaygın olarak kullanılan ve tıp bilimciler tarafından benimsenen antropometrik teknik, yüz yılı aşkın bir süredir boy ve cinsiyeti tahmin etmek için kullanılmaktadır. Kitlesel afetlerin sıklığının artması, izole bir alt ekstremitenin ait olduğu kişinin boyunun ve cinsiyetinin belirlenmesinde, bazı mağdurların kimliğinin araştırılmasında sorunlar yaratmıştır. Çalışmamızın amacı, alt ekstremita boyutlarının vücut yüksekliği ve cinsiyet ile arasındaki antropometrik ilişkiyi analiz etmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisi olan 55 erkek ve 58 kadın olmak üzere 113 kişi üzerinde yapılmıştır. Boy ve kilo ölçümü, baş Frankfort Yatay Düzleminde olacak şekilde standart anatomik pozisyonda, 0,1 cm hassasiyetli stadiometre ile yapılmıştır. Trokanterik yükseklik, uyluk uzunluğu, bacak uzunluğu, alt bacak uzunluğu, ayak yüksekliği, ayak uzunluğu ve ayak genişliği, her iki alt ekstremitede ölçülmüştür. Ölçümlerde vernier kumpas, osteometrik tahta ve boy skalası kullanılmıştır. Veriler SPSS 26.00 programında analiz edilmiştir.

Bulgular: Erkeklerde bütün alt ekstremita boyutlarının kadınlara göre anlamlı olarak büyük olduğu görüldü. Cinsiyet tespiti analizinde bütün alt ekstremita ölçümleri istatistiki olarak anlamlı bulundu. Sağ ve sol ayak genişlikleri sırasıyla %91,2-92 oranında, sağ ve sol ayak ölçümleri beraber olarak sırasıyla %94,7-95,6 oranında cinsiyet tespiti sağlamıştır. Boy tahmini analizinde ise %93-94 korelasyon ile ortalama 3,1 cm hata ile trokanterik yükseklikten boy tahmini sağlanmıştır.

Sonuç: Alt ekstremita ölçümlerinden elde edilen formül ve modellerle cinsiyet tespiti %95 oranında doğruluk ve boy tahmini 3,1 cm'lik hata ile sağlanmıştır. Cinsiyet ayrımı yapıldığında trokanterik yükseklikten erkeklerde boy tahmini 2,79 cm, kadınlarda ise 2,7 cm hata ile mümkün olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Alt Ekstremita, Antropometri, Cinsiyet ve Boy

ABSTRACT

Sex Determination and Stature Estimation From Anthropometric Measurements of Lower Extremities

Aim: The anthropometric technique has been used to estimate stature and gender for over a hundred years. With the increasing frequency of mass disasters, determining the stature and gender of an isolated lower extremity has created problems in investigating the identity of some victims. The aim of our study is to analyze the anthropometric relationship between lower extremity dimensions with stature and sex.

Material and Method: Our study was carried out on 113 students, 55 male and 58 female, who were students of İnönü University Faculty of Medicine. Stature and weight were measured in the standard anatomical position with the head in the Frankfort Horizontal Plane, with a 0,1 cm precision stadiometer. Trochanteric height, thigh length, leg length, lower leg length, foot height, foot length, and foot breadth were measured in both lower extremities. Vernier caliper, osteometric board and height scale were used in the measurements. The data were analyzed in SPSS 26.00 program.

Results: It was observed that all lower extremity dimensions in men were significantly larger than in women. In the sex determination analysis, all lower extremity measurements were found to be statistically significant. Right and left foot widths were 91.2-92% respectively, and right and left foot measurements together provided sex determination at a rate of 94.7-95.6% respectively. In the stature estimation analysis from trochanteric height was obtained with a standart error of estimation of 3,1 cm with a correlation of 93-94%.

Conclusion: With formulas obtained from lower extremity measurements, sex determination was achieved with an accuracy of 95% and stature estimation with an error of 3.1 cm. When gender discrimination was made, the estimation of height from the trochanteric stature was possible with an error of 2,79 cm in men and 2,7 cm in women.

Keywords: Lower Extremities, Anthropometry, Gender and Stature

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABFA	: Amerikan Adli Antropoloji Kurulu
DNA	: Deoksi Ribo Nükleik Asit
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
MLP	: Multilayer Perceptron Networks
Y-STR	: Y-Short Tandem Repeats
MRI	: Magnetic Resonance Imaging
TEM	: Teknik Ölçüm Hatası (Technical Error of Measurement)
rTEM	: Göreceli Teknik Ölçüm Hatası (Relative TEM)
RTH/LTH	: Sağ / Sol Trokanterik Yükseklik (Right / Left Trochateric Height)
RTL/LTL	: Sağ / Sol Uyluk Uzunluğu (Right / Left Tigh Length)
RLL/LLL	: Sağ / Sol Bacak Uzunluğu (Right / Left Leg Length)
RLLL/LLLL	: Sağ / Sol Alt Bacak Uzunluğu (Right / Left Lower Leg Lentgh)
RFH/LFH	: Sağ / Sol Ayak Yüksekliği (Right / Left Foot Height)
RFL/LFL	: Sağ / Sol Ayak Uzunluğu (Right / Left Foot Length)
RFB/LFB	: Sağ / Sol Ayak Genişliği (Right / Left Foot Breadth)
min	: Minimum
maks	: Maksimum
ROC	: Alıcı işlem karakteristikleri (Receiver Operating Characteristic)
S.E.E.	: Tahmini Standart Hata (Standart Error of Estimate)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No:
Şekil 3.1. Stadiometre ile Boy Ölçümü:	21
Şekil 3.2. Farklı Uzunluklarda Vernier Kumpaslar	24
Şekil 3.3. Osteometrik Tahta	24
Şekil 3.4. Alt Ekstremitenin Antropometrik Ölçümleri:	25
Şekil 4.1. RTH ve RTL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri	37
Şekil 4.2. RLL ve RLLL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri	38
Şekil 4.3. RFH ve RFL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri.....	38
Şekil 4.4. RFB Değişkenine Yönelik ROC Eğrisi.....	38
Şekil 4.5. LTH ve LTL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri.....	39
Şekil 4.6. LLL ve LLLL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri.....	39
Şekil 4.7. LFH ve LFL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri.....	39
Şekil 4.8. LFB Değişkenine Yönelik ROC Eğrisi	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No:
Tablo 4.1. Nicel Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu	27
Tablo 4.2. Nitel Değişkenlerin Dağılım Tablosu	27
Tablo 4.3. Cinsiyet Açısından Nicel Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu.....	28
Tablo 4.4. Nicel Değişkenlerin Cinsiyet Açısından Analiz Tablosu	28
Tablo 4.5. El Açısından Nicel Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu.....	29
Tablo 4.6. Nicel Değişkenlerin El Açısından Analiz Tablosu	30
Tablo 4.7. Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu.....	30
Tablo 4.8. Cinsiyet Açısından Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu	31
Tablo 4.9. El Açısından Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu	32
Tablo 4.10. Gözlemci İçi (İntraobserver) ve Gözlemciler Arası (İnterobserver) Hata..	33
Tablo 4.11. Tüm Ölçümler ve 3'lü Değişkenler İçin Diskriminant Analizi Sonuçları..	34
Tablo 4.12. Diskriminant Analizleri İçin Özdeğer Analizi.....	35
Tablo 4.13. 3'lü Değerler İçin Diskriminant Analizinde Yapı Matrisi Değerleri.....	35
Tablo 4.14. Tüm Değişkenler İçin Elde Edilen Fisher'in Diskriminant Fonksiyonları.	36
Tablo 4.15. Tüm Ölçümler İçin ROC Analizi Sonuçları	40
Tablo 4.16. Tüm Ölçümlerde Tekli ve 3'lü Değişkenler İçin Lineer Regresyon Analizi Sonuçları	41
Tablo 4.17. Erkeklerde Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri	42
Tablo 4.18. Kadınlarda Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri	42
Tablo 4.19. Cinsiyet Ayrımı Olmadan Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri	43

1. GİRİŞ

Antropoloji bilimi, insanı kültürel, bedensel ve linguistik olarak inceleyen bir bilim dalıdır. İnsanların veya toplumların neden birbirlerine benzediği ya da benzemediği ve nasıl değiştikleri birer sorudur. Bunlar ölçüt alındığında, toplumların farklılaşmalarındaki sebepleri, benzerlikleri, birbirlerinden ayrıldıkları noktaları açıklayan antropolojidir (1). Amerikan Adli Antropoloji Kurulu (ABFA), adli antropolojiyi “*fiziksel veya biyolojik antropoloji biliminin yasal sürece uygulanması*” olarak tanımlar (2). Stewart (1979) ise adli antropolojiyi “... *adli amaçlar için, insan olduğu bilinen veya olduğundan şüphelenilen az çok iskeletleşmiş kalıntıların tanımlanmasıyla ilgilenen fiziksel antropoloji dalı*” olarak tanımlamıştır (3).

Antropologlar tarafından yaygın olarak kullanılan ve tıp bilimciler tarafından benimsenen antropometrik teknik, yüz yılı aşkın bir süredir boy tahmini ve cinsiyet belirlenmesinde kullanılmaktadır. 20. yüzyılın son yarısında, dünyanın birçok yerinde iskelet koleksiyonlarının bir araya gelmesiyle çalışmalar daha da hareketlenmiştir. 1900’lü yılların ilk çeyreğine gelindiğinde Todd ve Terry’nin öncülüğünde, adli antropoloji alanına büyük yenilikler getirecek olan iki adet iskelet koleksiyonu oluşturulmaya başlanmıştır. T. Wintgate Todd 1912-1938 yıllarında Ohio’da 3157 bireyin iskeletini koleksiyonuna katmıştır. Aynı şekilde Robert J. Terry (1871-1966) ve devamında halefi Mildred Trotter (1899-1991) tarafından 1914-1965 yılları arasında 1636 adet kadavradan derlenen koleksiyon oluşturulmuştur. Bu seriler ileriki yıllarda cinsiyet, boy ve yaş gibi adli antropolojinin esas kapsamını oluşturan sorunların cevaplanması konusunda yapılan araştırmalara kaynaklık etmiştir (4). Takip eden dönemde kimliği bilinmeyen insan iskeletlerinde kimlik tespiti ve demografik özelliklerin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalarda belirgin artış gözlemlendi. Alanın gelişmesine katkıda bulunan en önemli isimlerden biri Wilton M. Krogman (1903-1987)’dir.

Adli antropologların en eski ilgi alanlarından biri, biyolojik bir profil oluşturmak veya diğer bir deyişle osteobiyografiyi oluşturmak için yaş, cinsiyet, ırk, boy, patolojiler ve diğer anatomik anormalliklerin belirlenmesidir. Bu özellikler kesin kimliğe ulaştırmasa da olayın incelenmesinde ilk basamak olması bakımından önemlidir (5). Yaşayan ya da ölmüş bireylerin özelliklerinin belirlenmesinde morfolojik ve metrik teknikler en çok göz önünde olanlardır. Metrik teknikler insan vücudunun bölümlerinin

ölçülmesi temeline dayanır. Örneğin yetişkin olmayanlarda uzun kemiklerin uzunluğu ölçülerek yaş tayini ve yetişkinlerde uzun kemiklerin ve ekstremitelerin uzunluklarından boy ve cinsiyet tahmini yapılabilir (6–9). Morfolojik teknikler ise anatomik özelliklerin görsel olarak değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır.

Günümüzde artan kitlesel afetler, patlamalar ve terör saldırılarının görülme sıklığının artmasıyla birlikte, kurbanların kimliklendirilmesi aşamasında sadece vücut parçalarından kimlik tespiti yapılması durumuyla karşı karşıya kalınabilmektedir. Bu sorunu çözmek için Özaslan ve ark. (2003), Türk toplumunda çeşitli vücut parçaları ile boy arasındaki ilişkileri incelemiştir. Kadınlarda ayak yüksekliğinin 0.76 kadar yüksek R^2 değerleri bulunmuş ve bu çeşitli vücut kısımlarından boy tahmin etmek için regresyon denklemleri sağlanmıştır (9). Özden ve ark. (2005) Türk toplumunda boy tahmini ve cinsiyet tespiti için ayak ve ayakkabı ölçümlerini kullanmışlardır (10).

Adli bilimlerde, kimliklendirme aşamasında cinsiyetin belirlenmesi ve boyun tahmini oldukça önemlidir. Kimliklendirilmeye çalışılan mağdur veya şüphelinin kimliğinin belirlenmesinde, antropolojik yöntemlerle eşleştirme yapılacak kişi sayısının azaltıldığı göz önünde bulundurulduğunda insan kaynağı, zaman ve parasal açıdan tasarruf sağladığı kabul edilmektedir. Ölümcül veya zararsız olaylarda kişinin cinsiyetini belirlemek için vücut görünümünün yanı sıra iskeletin bazı kısımları ve kemikler, özel/kişisel giysiler eşyalar ve diğer sayısız verilerden yararlanılabilir (10).

Bu çalışmamızda amacımız, Türk toplumunda yaşayan ve yaşamayan bireylerde alt ekstremitelik uzunluklarının kimliklendirmede önemi büyük olan cinsiyet tespiti ve boy tahmininde kullanılabilirliğini ortaya koymak, yapılabiliyorsa boy tahmininin ne kadar hata payı ile ve cinsiyet tespitinin hangi oranda gerçekleştirilebildiğini saptamak, her iki amaca yönelik toplumumuza uygun formüller oluşturmaktır. Hipotezimiz ise alt ekstremitelik uzunluklarının antropometrik ölçümleriyle düşük hata payı ile boy tahmininin, yüksek oranda ise cinsiyet tespitinin gerçekleştirilebileceğidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kimliklendirme

Bir insanın tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkili olan özelliklerin tümü “kimlik” olarak adlandırılmaktadır. Yaşayanlarda veya ölümlerde bu özelliklerin ortaya konularak belirli bir kişi ile eşleştirilmesine ise “kimliklendirme” (kimlik tespiti) denmektedir (11,12).

Adli tıp bağlamında, ele geçirilen insan kalıntılarının kimliklendirilmesi adli antropoloji analizinin merkezi hedefini teşkil etmektedir. Arama ve kurtarma, tür belirleme, cinsiyet tahmini, ölüm yaşı, boy, ölümden bu yana geçen süre, soy ve kişiye özel anatomik özelliklerin tespiti dahil olmak üzere antropolojik uygulamaların birçok yönü, kayıp kişilerin bulunmasında ve kimliklendirilmesinde araştırma alanını daraltmak için kullanılan bilgileri üretir (13).

Kimliği belirsiz kişilerin kimliklendirilmesi adli soruşturmaların ayrılmaz bir parçasıdır ve toplumda hem yasal hem de insani nedenlerle önemlidir. Mülkiyet, miras, sigorta poliçeleri ve emekli maaşlarının tahsili, hileli ölümlerin tespiti, kazaların yeniden yapılandırılması, yeniden evlenme, ölüm belgesi verilmesi ve ticari etkileşimlerle ilgili diğer konular dahil olmak üzere kimliklendirmenin rolü oldukça büyüktür. Ahlaki olarak kimlik tespiti, savaş ve insan hakları soruşturmaları gibi uluslararası öneme sahip konularda geride kalan yakınlar ve akrabalar için yasalarını yaşayabilmeleri açısından önemlidir (14).

Adli tıp ve hukuk uygulamalarında adli kimlik ve tıbbi kimlik olmak üzere iki tür kimlik tanımı yapılmaktadır.

2.1.1. Adli Kimlik

Bireylerin nüfus kayıtlarındaki bilgilerinden oluşan kimliktir. Cinsiyet, doğum yeri, doğum tarihi, anne, baba ve kardeşlerle ilgili bilgiler başlıca bileşenleridir. Bu tür bilgiler, kişiye ait fotoğrafı da içeren nüfus cüzdanı, sürücü belgesi ve pasaport ile diğer belgeler üzerinde gösterilebilmektedir.

Adli kimlik yaşayanların veya ölümlerin üzerinde bulunan çeşitli resmi belgelerin değerlendirilmesi ile saptanır. Ancak bu tür belgeler her zaman güvenilir değildir. Kimliğin saklanması, haksız kazanç elde etmek ya da gizlenme gibi değişik amaçlarla

değiştirilmiş kimlikler olabilir ya da kişinin üzerinden herhangi bir kimlik belgesi çıkmayabilir. Adli kimliğin tespiti Adli Tıp pratiği ile doğrudan ilişkili olmamakla birlikte daha çok savcılık ile kolluk güçlerinin görev alanı kapsamında bulunmaktadır (12).

2.1.2. Tıbbi Kimlik

Vücut özelliklerinin bütüncül olarak değerlendirilmesiyle ortaya çıkan bilgiler bütünüdür. Tıbbi kimlikte vücut; boy, vücut ağırlığı, cinsiyet, renk (cilt, göz, saç), yüz özellikleri (kulak, burun, ağız, saç, sakal, bıyık, kaş, kirpik), dişler (sayı ve özellikleri), varsa; ameliyat, yara, yanık izleri- skatrisleri, benler, deri lekeleri, dövmeler, erkek ise sünnet, kadın ise kızlık zarı, doğum bulguları, ekstremitte özellikleri (kısıklık, fazlalık, eksiklikler gibi) ve anomaliler gibi fiziki özellikler açısından incelenir.

Kimliklendirme işlemi, birden fazla karşılık gelen faktör veya birden çok benzerlik noktasıyla birlikte kanıtların üstünlüğü ile de yapılabilir. Bu tanımlama düzeyi, vücut konumu, biyolojik profil, dövmeler, yara izleri, kişisel etkiler, iskelet anomalileri ve mitokondriyal DNA dahil olmak üzere bir dizi unsura dayanmaktadır. Dışlama yoluyla tanımlama, kimliklendirilmesi gerek bireylerin kapalı bir toplulukta bulunması durumlarında kullanılabilir. Bu tür kapalı sistemlere örnek olarak, birden fazla kişinin olduğu araba kazaları, çoğu uçak kazası ve diğer toplu ölümlü kazalar verilebilir. Pozitif kimliklendirme, kişisel, biyolojik veya bilimsel kimliklendirme olarak da bilinir ve bir bireye özel veya benzersiz olan bilgilerin kullanılması yoluyla yapılır (14).

2.1.3. Yaşayan Olgularda Kimlik Tespiti

Adli antropologların yaşayan bireylerin kimliklendirilmesindeki rolleri gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Genellikle video gözetim sistemlerinden alınan iki boyutlu görüntülerin (soygunları, saldırıları vb. gösteren) bir şüpheliyi tanımlamak için mevcut olan tek unsur olduğu durumlarda adli antropologlar devreye girmektedir.

Klasik literatür, iki birey arasındaki benzerliği doğrulamak için yüz karakterlerinden ve geleneksel antropometrik indekslerden yararlanır (15). Bununla birlikte, iki boyutlu görüntülerde yüzleri karşılaştırırken oryantasyonda, yüz ifadesinde hafif, algılanamayan farklılıklar ve ayrıca kranial yer işaretlerini belirlemede gözlemciler arası farklılıklar gibi unsurlar göz önünde bulundurulduğunda büyük dikkat

ve önem gösterilmelidir. Daha yeni yöntemler, yüzdeki antropometrik noktalarının ve konturlarının eşleşmesini kontrol etmek için, muayene edilen kişinin bir lazer tarayıcı veya iki stereoskopik kamera ile üretilen 3 boyutlu bir modelini, tanımlanacak kişinin 2 boyutlu görüntüsüne yansıtmaya çalışır (16,17). Yüz tanıma yöntemlerinin iyileştirilmesiyle birlikte, gözetleme sistemlerinden oluşturulabilecek senaryolar terörist saldırılarının, banka soygunlarının ve diğer suçların kaderi değiştirilebilir.

Reşit olmadığı beyan edilen ve tutuklu olan kişilere suç isnadında bulunulabilmesi için kişinin yaşının belirlenmesi gerekmektedir. Yaş teşhisinde bulunabilmek için antropolojik, radyolojik ve odontolojik değerlendirme gereklidir. Bu konu her ne kadar radyoloji, oksoloji ve pediatriyi ilgilendirse de “yaşlanma” gibi klasik bir antropolojik alanı ele alması nedeniyle antropoloji alanına da girer. Ayrıca, coğrafi köken büyüme oranlarını etkileyebileceğinden, toplumlara özgü verilerin kullanılması gerekmektedir. Örneğin bir Afrikalının yaşının Kuzey Avrupa popülasyonlarında standardize edilmiş yöntemlerle belirlenmesi, yaşın nihai yorumunda başka bir hata kaynağı olabilir.

Bu konudaki en büyük otorite olan Schmeling, son zamanlarda Adli Yaş Teşhis Çalışma Grubu'nun (Study Group on Forensic Age Diagnostics), yaş teşhisi yapılabilmesi için değerlendirmenin fiziksel muayene, el ve bileğin röntgeni, diş muayenesi ve bir ortopantomogram içermesi gerektiğini beyan eden önerilerini vurgulamaktadır. Köprücük kemiklerinin Bilgisayarlı Tomografi (BT) incelemesi için kişinin en az 18 yaşını doldurmuş olması gerekmektedir (18).

2.1.4. Postmortem Kimlik Tespiti

İskeletleşmiş, çürümüş, parçalanmış veya ileri derecede yanmış cesetlerin kimliğini belirlemek kimlik tespitini zorlaştırmaktadır. Bu durumlarda, görsel tanıma kesinlikle söz konusu değildir ve parmak izi kanıtı genellikle elde edilemez. Görsel veya parmak iziyle kimlik belirlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda, antropolojik yöntemler büyük fayda sağlamaktadır. Dişler de dahil olmak üzere iskelet, uzun süre bozulmadan kalmaktadır ve bu nedenle neredeyse her zaman inceleme için kullanılabilir. Bu vakalarda, insan osteolojisindeki uzmanlıkları nedeniyle, adli antropologlardan genellikle kimliklendirme sürecine dahil olmaları istenir.

Adli antropolojik kanıtların kimliklendirmedeki rolü, kimliği belirsiz insan kalıntıları ile kayıp ve muhtemelen ölmüş olan bireyler hakkında bilinen özelliklerin

arasındaki tutarlılığa dayanmaktadır (19). Diş röntgenleri kimliklendirmede kullanılabilir. Yaşamdaki kırık bulgularını içeren iskelet değişiklikleri, vida, plak ve protez gibi cerrahi implantları içeren müdahaleler ve konjenital anomalilerden kesin tanımlamaya bile gidilebilir. Kişinin yaşamı boyunca çekilen röntgenlerde, iskelet kalıntılarının röntgenleri ile karşılaştırılabilecek artritik değişiklikler de tanımlamayı mümkün kılabilir. Eşleşen iskelet özelliklerinin sayısı ne kadar fazlaysa ve özellikler ne kadar olağandışıysa, tanımlamanın doğru olma olasılığı o kadar yüksek olur (20). Çoğu durumda, istatistiksel yöntemler kullanarak osteolojik kimliklendirmenin gücünü ölçmek bile mümkündür (21).

2.2. Kimliklendirmede Kullanılan Yöntemler

2.2.1. Kimlik Bilgileri

Nüfus, pasaport, sürücü belgesi gibi adli kimlik bilgileri ile birlikte çoğu kez kişiye ait fotoğrafı da içeren belgeler kimliklendirmede kullanılabilir. Bunlar kimliği konusunda bilgi veremeyecek durumdaki kişilerde (koma, amnezi, akıl hastalıkları, dil sorunları vb.) ve ölümlerin üzerlerinde bulunduklarında önemlidir. Adli olayların bazılarında bu tür belgelerin sahteleriyle karşılaşmaktadır.

2.2.2. Kişisel Eşyalar

Bu metot kitlesel ölümlerde ölen bireylerin tanınamayacak durumda olduğu, bireyleri diğer insanlardan ayırt edilmesine yardımcı olabilecek ve kişiye özgü olarak kullandığı şahsi eşyaların (Küpe, piercing, hızman, işitme cihazı, gözlük, kolye, kol saati/cep saati, cep telefonu, yüzük, bilezik, değerli takılar veya madeni eşyalar vb.) değerlendirilmesiyle yapılmaktadır. Bu yöntem tek başına kullanılmak yerine, diğer yöntemlere yön vermesi amacıyla kullanılır (22).

2.2.3. Görsel Değerlendirme

Ölüm yakın zamanda gerçekleşmişse ve kalıntılar tazeyse yumuşak doku özelliklerinin görsel olarak incelenmesi, en sık kullanılan kimliklendirme yöntemidir. Genellikle, yüz, fiziksel özellikler, dövme veya ameliyat skarı gibi işaretlerin çürüme veya yaralanma nedeniyle bozulmadığı iyi korunmuş cesetlerde, akrabalar veya diğer yakınlar tarafından cesedin kolayca tanınabildiği, yakın zamanda gerçekleşen ölüm durumlarında kullanılabilir. Yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu kimliklendirme yöntemi bilimsel olarak kabul edilmez; cesedin geç dönem postmortem

değişiklikler (çürüme, mumyalaşma, sabunlaşma, iskeletleşme) veya yangına maruz kalma gibi nedenlerle fiziksel özelliklerinin ayırt edilemediği durumlar yöntemin en önemli kısıtlılığıdır (14).

2.2.4. Fotoğraf Karşılaştırması

Kraniyofasiyal süperimpozisyon (fotoğrafik üst üste bindirme olarak da bilinir), bilinen bir bireyin bir fotoğrafının, videosunun veya başka bir görüntüsünün iskelet kalıntılarıyla fotoğrafik olarak üst üste bindirilerek karşılaştırılmasıdır. Genellikle ölümden önce başka veri yoksa kullanılmaktadır (23). Kraniyofasiyal süperimpozisyon için ideal görüntü, dişlerin de görüldüğü yakın çekim bir yüz görselidir. Kafatası daha sonra orijinal görüntü ile aynı ölçekleme, konumlandırma, aydınlatma, perspektif ve açı kullanılarak görüntülenir. Daha sonra ikisi üst üste bindirilir ve hem antemortem hem de postmortem materyallerde görülebilen yapıları tutarlılık ve tutarsızlıklar açısından incelenir. Kraniyofasiyal süperimpozisyon çoğunlukla diğer kimliklendirme yöntemlerini doğrulamak için veya olası bir kimliklendirmeyi elemek için bir araç olarak kullanılmaktadır. Gözlemlenen ortak özelliklerde güçlü ilişkiler kurulması halinde de pozitif kimliklendirmeye gidilebilmektedir (24). Kraniyofasiyal süperimpozisyon, insan kraniyal anatomisi ve varyasyonları hakkında kapsamlı bilgiye sahip uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Uygulayıcılar karşılaştırmada kullanılan kamera ve yazılımların kullanımı konusunda gerekli eğitime sahip olmalıdır (25).

Ölen bireyleri içeren vakalardan çok daha az sıklıkta olsa da, bazı adli antropologlar, adli görüntü analizi yoluyla yaşayan kişilerin tanımlanmasını veya dışlanmasını sağlamaktadırlar. Adli tahkikat yoluyla şüphelinin olası kimliğinin belirlenmesinin ardından bu tür vakalarda bir antropoloğa danışılabilir. Daha sonra karşılaştırmada, yakalanan görüntüler ve şüphelinin fotoğrafları tutarlılık ve tutarsızlıklar yönünden analiz edilir. Kraniyofasiyal süperimpozisyonunda olduğu gibi bu yaklaşımda, iki görüntüde ölçek, konum ve perspektif açısından benzer olduğunda etkili olmaktadır.

2.2.5. Fasiyal Rekonstrüksiyon

Kraniyofasiyal rekonstrüksiyon, bir bireyin yumuşak doku özelliklerinin sanatsal bir reproduksiyonudur ve yüz kemiklerinden olası yüz özelliklerinin tahminini içerir. Kraniyofasiyal rekonstrüksiyon uygulaması, tüm bilimsel ipuçları tükendiğinde kimliği

belirsiz bir kişiyle ilgili olarak kamuoyunun dikkatini çekmeyi amaçlar, ancak asla bir kişisel tanımlama aracı değildir (14).

Fasiyal rekonstrüksiyon teknikleri, kafatasına veya kafatasının bir kalıbına yerleştirilen kil veya benzeri bir materyal kullanılarak üç boyutlu reproduksiyon ve kafatasının görsel incelemesinden hazırlanmış, bir sanatçının iki boyutlu eskizinden veya bilgisayar destekli yaklaşımlarından oluşabilmektedir (26–29).

2.2.6. DNA İncelemeleri

Adli tıp araştırmalarındaki DNA devrimi, 1984 yılında Multilayer Perceptron Networks (MLP)’lerle saptanabilen aşırı değişken mini uydu lokuslarının keşfiyle başlamıştır. Farklı mini uydu lokusları arasında paylaşılan MLP’lerin aynı anda birçok farklı mini uyduyu algılamasına izin vererek, ‘DNA fingerprint’ olarak bilinen çok bantlı (barkod benzeri) modeller üretildi. Akraba olmayan kişiler arasındaki eşleşme olasılığı oldukça düşük olup (5×10^{-19}) aynı DNA parmak izlerine sahip olan tek bireyler tek yumurta ikizleridir. MLP’ler babalık testi ve göçmenlik davalarında çok başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte, güvenilir DNA parmak izleri elde etmek için birkaç mikrogram kaliteli genomik DNA gereklidir. Adli numuneler genellikle eskidir ve az miktarda bozulmamış DNA verir. Bu nedenle MLP’ler, genetik numunenin taze olduğu durumlarda daha başarılı sonuçlar vermesiyle, genellikle adli örnek analizi için uygun değildir (30).

Cinsiyet kromozomları, adli tıpta biyolojik numunenin erkeğe mi yoksa kadına mı ait olduğunu belirlemede oldukça yararlıdır. Sadece erkek kromozomu üzerinde bulunan Y-Short Tandem Repeats (STR)’ler (Y kromozomu STR) erkeğe özgü bir profil oluşturmak için kullanılır. Y-STR tiplmesi, cinsel saldırı vakalarında, kadın epitel hücreleri ve erkek sperm veya epitel hücreleri karışımlarındaki erkek bileşenini ayırmak için değerlidir. Y kromozomu testi, cinsel saldırı vakalarında, babalık testlerinde, karışık biyolojik örnek vakalarında ve ilave nükleer DNA testlerinden önce bir giysi üzerindeki lekelerin kaç kişiye ait olduğunu belirlemek için bir tarama aracı olarak kullanılır. Y-STR testlerinin birçok faydası olmasına rağmen, mevcut DNA belirteçleri ile erkek spesifik Y-STR popülasyonlarında var olan genetik çeşitlilik nükleer STR testleri kadar büyük değildir; bu nedenle, akraba olmayan bazı erkekler aynı Y-STR tipine sahip olacaktır (31).

Hem nükleer hem de mitokondriyal DNA'nın analizi, insan kalıntılarının tanımlanmasında yaygın olarak kullanılan araçtır. Kimliği belirsiz kalıntılarda genellikle hem antropolojik yaklaşım hem de DNA analizi uygulanmakta ve iki yaklaşım sıklıkla iç içe bulunmaktadır. Ayrıca, adli antropologlar, iskelet kalıntılarında DNA'nın en iyi şekilde nasıl kullanılabileceğini belirlemede, numune toplamada veya DNA analizi için potansiyel olarak yararlı olan iskelet materyalini tanımlamada iyi bir konumdadırlar (22). İskelet biyolojisi bilgisi, özellikle karışık kalıntıları içeren durumlarda, uygun örneklerin seçilmesinde faydalı olabilir. Açıkça farklı bireylere ait mükerrer iskelet unsurlarını tanımlama yeteneği, kimliklendirme sürecini kolaylaştırırken aynı zamanda zamandan ve paradan tasarruf sağlayabilir (25).

2.2.7. Parmak İzi İncelemeleri (Daktiloskopi)

El ve ayak parmaklarının ön (palmar) yüzünde, el ayası ve ayak tabanı derisindeki papillaların oluşturduğu dizilimlerle meydana gelen yüzeysel yapıya “Dermatoglifi”, parmakların teması ile yüzeylerde oluşan izlere “Daktilogram” ve bu yöntemi konu alan bilim dalına da “Daktiloskopi” adı verilmektedir (32).

Parmak izi papillalarının ayrıntılı analizi ve onları çevreleyen ter bezlerinden salgıların bıraktığı izler, mağdurun veya suçun failinin kimliğine dair değerli ipuçları sağlar. Tek yumurta ikizleri de dahil olmak üzere herkes parmak izleriyle benzersiz bir şekilde tanımlanabilir (31). Parmak izi karşılaştırmasının, ölüm öncesi kayıtların bulunduğu ve fiziksel özellikleri ileri evrede çürüme veya yaralanma nedeniyle bozulmamış, yakın zamanda gerçekleşmiş ölümlerde ve iyi korunmuş cesetlerde uygulanabilmesi dezavantajlarıdır (25).

2.2.8. Adli Odontoloji

Adli odontoloji; adaletin tesisi amacıyla dişle ilgili kanıtların uygun şekilde ele alınması ve incelenmesi, ayrıca diş bulgularının uygun şekilde değerlendirilmesi ve sunulması ile ilgilenen bir adli bilim dalıdır. İnsan vücudunun en dayanıklı yapısı olan dişler, aşırı ısı, travma veya çürümeye maruz kalan insan kalıntılarının kimliklendirilmesinde kanıt sağlamaya devam etmektedir.

Adli odontoloji, Interpol tarafından felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde belirlenen üç temel tanımlayıcıdan biridir. Günümüzde adli odontoloji, özellikle toplu

ölüm vakalarında, ölen kişinin kimliğinin belirlenmesinde özelleşmiş ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (33).

Adli odontoloji pratiğinde kullanılan 3 adet kimliklendirme prosedürü şu şekildedir (34):

1) Karşılaştırmalı kimlik tespiti: Ölü bireyin dişlerini, bireyin varsayılan diş kayıtları ile karşılaştırarak kesin tanımlamaya çalışır.

2) Rekonstrüktif postmortem dental kimlik veya diş profili çıkarma: Ölen kişinin etnik kökenini, cinsiyetini, yaşını ve mesleğini ortaya çıkarmaya yönelik uygulamalardan oluşur. Bu yöntem ölen kişinin kimliği hakkında neredeyse hiçbir bilgi olmadığında yapılır.

3) Ağız dokularından DNA profili oluşturma: Bu yöntem, karşılaştırma için diş kaydı bulunmadığında kullanılır. Teknikte ağız dokularına modern adli DNA profillemeye yöntemlerinin uygulanmasıyla kimlik tespitine gidilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2001 Dünya Ticaret Merkezi felaketinde 500'e yakın kurbanın, 1988 Lockerbie hava felaketinde ise 270 kurbanın 209'unun adli odontolojik karşılaştırma yardımıyla kimlik tespiti yapılmıştır (35). 2002'deki Bali bombalamalarından sonra, tüm uluslardan kurbanların %60'ından fazlası diş delilleri kullanılarak teşhis edilmiştir (36). Tayland'da 2004'teki Tsunamide, tespit edilen ilk 1,474 ölünün diş karşılaştırması, vakaların %79'unda birincil tanımlayıcıydı ve vakaların %8'inde ise kimliklendirmeye katkıda bulunan bir unsurdu (37).

Diş kayıtları ile kimliklendirmenin yapılabilmesi için bireylerin kimlik tespiti öncesinde güncel radyolojik kayıtları gerektirmesi ve ülkemizdeki diş kayıtlarının düzenli ve sistematik bir şekilde merkezi bir sistemde muhafaza edilmemesi bu yöntemin uygulanabilirliğini ülkemizde sınırlı hale getirmektedir.

2.2.9. Sinüs Grafileri

İnsan kafatasının birçok özelliği çeşitli morfolojik varyasyonlar göstermekle birlikte, kimliklendirmede kullanılabilir. Supraorbital alanda nasion'un üstünde bulunan frontal sinüsler, minimal prezentasyondan geniş kaviter oluşumlara kadar değişken bir yelpazede dikkate değer bir çeşitlilik gösterirler. Çevresel ve gelişimsel etkilerin bir yansıması olarak, tek yumurta ikizlerinde bile frontal sinüsler morfolojik farklılıklar gösterir (38).

Tipik bir karşılaştırma genellikle şu şekilde yapılır: muhtemel bireye ait uygun bir antemortem radyografi bulunur ve antemortem radyografi ile benzer bir oryantasyon ve büyütmede bir postmortem radyografi alınır. Son olarak, iki radyografi görsel olarak karşılaştırılır ve ortak noktalar veya özellikler aranır (39). Riepert ve arkadaşları, 30 kafatasından alınan BT verilerini kullanarak radyografik görüntüleri karşılaştırdıkları bir çalışmada; frontal sinüslerin sadece farklı bireyler arasında değil, aynı bireylerde bile farklı pozisyonlarda oldukça değişken olduğunu belirtmişlerdir (40). Pozitif kimliklendirmede frontal sinüsleri kullanan vaka çalışmaları, genellikle ölüm öncesi ve sonrası radyografların süperimpozisyon patern uyumunu kullanmaktadır. Literatürde süperimpozisyon yöntemiyle %100'e varan oranlarda pozitif kimliklendirme yapılabildiği kaydedilmiştir (41).

2.2.10. Adli Antropoloji

Amerikan Adli Antropoloji Kurulu (ABFA), adli antropolojiyi “*fiziksel veya biyolojik antropoloji biliminin yasal sürece uygulanması*” olarak tanımlar (2). Stewart (1979) ise adli antropolojiyi “... *adli amaçlar için, insan olduğu bilinen veya olduğundan şüphelenilen az çok iskeletleşmiş kalıntıların tanımlanmasıyla ilgilenen fiziksel antropoloji dalı*” olarak tanımlamıştır (3). Antropologlar, büyüme ve gelişim ile iskelet üzerinden insan biyolojisini çok iyi tanımlayabilmektedirler. Adli bir olayda kimliklendirmenin ilk aşamasını oluşturan cinsiyet, yaş, boy, ölüm sebebi ve olayın gerçekleştiği çevre koşullarını belirlemek için çalışırlar (42).

Adli antropolojinin sistematik bir uzmanlık alanı haline gelmesinin Thomas Dwight'ın (1843-1911) çalışmalarıyla başladığı kabul edilmektedir (3,43). Stewart, Dwight'ı Amerikan adli antropolojisinin babası olarak kabul eder. Dwight, Harvard tıp diplomasını 1867'de aldı ve bu kurumda anatomi profesörü olarak göreve başladı. Anatomik diseksiyonu takiben iskelet kalıntılarını bir araya getirerek yaş, boy uzunluğu ve cinsiyet tahmini için kullanılacak metotların geliştirilmesi için kullanılmasına öncülük etti. Çalışmaları adli antropoloji bilimi ve iskelet biyolojisi alanında önemli bir ön kaynak oluşturmaya yardımcı oldu. Daha önceleri, Avrupalılar çalışmalarında daha çok yaşayanların boy tahminine yönelik çalışmalara odaklanmışlardır (44).

2.3. Kimliklendirmede Antropometri ve Antropolojinin Rolü

Adli antropologlar biyolojik bir profil oluşturarak yaş, cinsiyet, ırk, boy, patolojiler ve diğer anatomik anormallikleri belirlemektedirler. Bu özellikler kesin

kimliğe ulaştırmasa da olayın incelenmesinde ilk basamak olması bakımından önemlidir (5). Böylece inceleme sonucu edinilecek bilgiler araştırmanın belirli bir kişiye yönlendirilmesini kolaylaştırır. Bunların içerisinde sadece cinsiyet, kişinin kadın veya erkek olabilmesi sebebiyle iki ihtimal içerir. Son yıllarda geliştirilen tekniklerle cinsiyet kesinlikle tayin edilmekte, yaş tahmini 5 yıllık bir aralıkta saptanabilmekte ve boy uzunluğu ise yaklaşık 3,5 cm hata payıyla hesaplanabilmektedir (45).

Yaşayan ya da ölmüş bireylerin özelliklerinin belirlenmesinde morfolojik ve metrik teknikler en çok göz önünde olanlardır. Metrik teknikler insan vücudunun bölümlerinin ölçülmesi temeline dayanır. Örneğin yetişkin olmayanlarda uzun kemiklerin uzunluğu ölçülerek yaş tayini ve yetişkinlerde uzun kemiklerin ve ekstremitelerin uzunluklarından boy ve cinsiyet tahmini yapılabilir (6–9). Morfolojik teknikler ise anatomik özelliklerin görsel olarak değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır. Örneğin erişkinlerde pelvik kemik tüm iskelet yokluğunda morfolojik olarak cinsiyet dimorfizminin ayrımında sıklıkla tercih edilmektedir (42). Titiz bir patolojik araştırma ve kemiklerdeki travma, ölüm nedeni ile ölümün nasıl olduğunun anlaşılmasında legal otoritelere destek verir. Dişlere ait veri bulunmadığında kemiklerden sağlanan veriler (hastalık, anomali) kayıp olarak rapor edilen kişiler ile kalıntıların uyuşup uyuşmadığını gösteren önemli bulgulardır (46). Bu spesifik alandaki araştırmalar geleneksel olarak eski yöntemlerin farklı popülasyonlar üzerinde doğrulanmasına odaklanmış görünmektedir (47).

2.4. Kimliklendirmede Antropoloji ve Antropometrinin Diğer Yöntemlere Katkısı

DNA incelemesi en güvenilir kimliklendirme aracı olarak kabul edilmekle beraber, morfolojik ve metrik antropoloji çalışmalarına artık ihtiyaç duyulup duyulmadığı konusunu gündeme gelmektedir. DNA teknolojisindeki gelişmeler bazı bilim insanlarının pozitif kimliklendirmenin morfolojik olarak değil genetik olarak yapılmasını savunmasına yol açmıştır; ancak bu her zaman kimliğin belirlenmesinde en uygun maliyetli veya güvenilir yöntem değildir (48,49). Bir adli antropolog tipik olarak, kalıntılar parçalanmış, çürümüş, iskeletleşmiş veya başka şekilde tanınmaz olduğunda adli araştırmacılar tarafından çağrılır. Bu durumlarda, DNA'nın çıkarılması kolay olmayabilir veya maliyet engelleyici olabilir. Çoğu yazar iki yöntemin de birbirine paralel olarak yürütülmesi gerektiği kanaatindedir. Yaş, cinsiyet, uzunluk ve beden

morfolojisi gibi kimlik özelliklerinin antropolojik analizle birlikte kimliği bilinmeyen bireyleri tespit etmede daha hızlı bir yöntem olduğu ve adli soruşturmayı daha etkin bir şekilde yürütmeye yardımcı olduğu savunulmaktadır (40).

2.5. Cinsiyet Tayini

Yumuşak dokusu korunmuş vücut parçalarında veya iskeletleşmiş kalıntılarda kimlik tespiti söz konusu olduğunda cinsiyet tayininin doğru bir şekilde yapılması bu bağlamda büyük önem arz etmektedir. Biyolojik profili oluşturan boy uzunluğu ve vücut ağırlığı gibi unsurların tespiti büyük ölçüde cinsiyetin doğru tespitine dayandırılmaktadır (4). Pelvis ve kafatasının cinsiyet ayrımında en iyi unsurlar olduğu fikri savunulmuş ve çoğunlukla bu kemikler üzerinde durulmuştur. Uzun kemiklerde (humerus, radius, ulna, femur, tibia ve fibula) erkek ve kadın arasındaki farklar belirgin olmakla beraber pelvis ve kafatasında olduğu kadar tutarlı değildir (8,50).

Kafatası, cinsiyet tayininde önemli bir kriterdir. Eğer kırılmış ve parçalanmış ise cinsiyeti belirlemek zor olabilir. Erkeklerde kafatası süturlarında kaynaşma yüzeyleri ve kaş kemerleri daha belirgindir. Doğum öncesi ve sonrası hormon seviyelerindeki, büyüme oranlarındaki ve hastalıklardaki farklılıklar da her iki cinsiyette de farklı etkilere sahiptir. İskelet materyalinde, zaman zaman hatalı sonuçlara neden olabilen yaşa bağlı değişiklikler gözlenir. Menopoz sonrası kadınların daha erkeksi kafatası özellikleri geliştirmesi, genç erkeklerin ise daha zarif ve kadınsı kafatası özellikleri geliştirmesi oldukça olasıdır (51). Puberte ile birlikte erkek kafatası bazı yetişkin özellikleri geliştirdikçe erkek ve kadın kafatası arasındaki farklar daha net hale gelir, ancak kadın kafatasları pedomorfik özellikleri koruma eğilimindedir (52). Kaynaşma noktalarının altındaki kemik yüzeylerin, kasların bağlandığı çıkıntılı alanların ve dış boyutlarının, kadınlara oranla daha büyük ve kaba yapılı olması, ayrıca glabellar bölgenin erkeklerde daha belirgin olması gözle görülebilen farklılıklardır (53). Doğru kranial morfoloji bilgisiyle yaklaşık %90 veya 95 doğru cinsiyet ayrımı yapılabilmektedir (42). Yapılan araştırmalar, çene kemiğinin tek başına çocukta bile tam bir pelvis kadar dimorfik olduğunu göstermiştir (54). Ayrıca foramen magnum boyutları da cinsiyetin önemli bir göstergesidir (55).

Esas olarak erkek ve kadın arasındaki farkın en iyi pelviste görülmesine karşın bu kemikte deformasyon ve eksikliğe çok sık rastlanmaktadır. Pelvisin yokluğunda,

eksik kalıntılarda veya pelviste aşırı bozulma durumlarında, morfoloji ve özellikle diğer kemiklerin boyutları önemli bilgiler sağlayabilir.

Cinsiyet belirlenmesinde kemikler üzerinde morfolojik, metrik, moleküler ve radyolojik teknikler uygulanabilir. Bu metotlardan en güvenilir ve tekrarlanabilir olan direkt kemik üzerinde uygulanan ölçümlerdir (51). Ancak kemikler üzerinde direkt ölçümlerin uygulanamayacağı kalıntılarda X-Ray, BT ve MRI gibi radyolojik yöntemlerin etkinliği ve güvenilirliği de birçok çalışmada gösterilmiştir (56,57). Ancak radyolojik değerlendirme ve direkt kemik ölçümleri arasında tutarsızlıklar olduğu da yazarlar tarafından belirtilmiştir (58,59).

Bir diğer yöntem de, geleneksel metotlarla kantitatif olarak değerlendirilemeyen kıvrım ve çıkıntıları değerlendirmekte kullanılan geometrik morfometrik metotlardır (60,61). Bu yöntem, iskeletler arasında farklılıklar gösteren morfolojik özelliklerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesini sağlar. Önemli morfolojik karakterlerin gözden kaçırılması sorunu, x, y koordinatlarını kullanarak yüzey topografyasını oluşturma ile aynı düzeyde önlenabilir (60). Analizde, bir parametre olarak boyutun etkisi ortadan kalkar, hatta küçük farklılıklar doğruluk seviyesine olumlu katkıda bulunur (61). Bu yöntemde, numune fotoğraflanır ve bir bilgisayara konur, daha sonra işaretlenmiş noktaların koordinatları sayısallaştırılır ve analiz edilir. Bir çalışmada Güney Afrikalı beyaz ve siyahilerin siyatik çentikleri değerlendirilmiş; siyatik çentiğinin cinsiyet belirlenmesinde Güney Afrikalı beyazlarda kullanılmasının uygun olmadığı belirtilmiştir (60).

DNA teknolojisindeki gelişmeler bazı bilim insanlarının cinsiyeti morfolojik olarak değil genetik olarak tanımlamasına yol açmıştır; ancak bu her zaman cinsiyeti belirlemede en uygun maliyetli veya güvenilir yöntem değildir (48,49). Bir adli antropolog tipik olarak, kalıntılar parçalanmış, ayrıştırılmış, iskeletleştirilmiş veya başka şekilde tanınmaz olduğunda adli tıp araştırmacıları tarafından çağrılır. Bu durumlarda, DNA'nın çıkarılması kolay olmayabilir veya maliyet engelleyici olabilir. Protokole sıkı bir şekilde uyulmazsa ve sonuçların işlenmesi genellikle uzun zaman alırsa DNA kanıtları da kontamine olabilir. Cinsiyetin morfolojik olarak tanımlanmasının adli antropolog için hala paha biçilmez bir kaynak olduğunu hatırlamak önemlidir (62). Cinsiyet söz konusu olduğunda, örneğin patella, tibia ve

foramen magnum gibi iskelet popölasyonlarının farklı kemiklerinde tespit edilebilen cinsel dimorfizmle ilgili makalelerin hâlâ büyük bir yaygınlığı vardır (47).

2.6. Boy Uzunluğu Tahmini

Adli antropolojide boy uzunluğunun belirlenmesi, “büyük dörtlü”nün (yaş, cinsiyet, boy, ırk/soy) bir parçası olarak pozitif kimliklendirmenin önemli bir elemanıdır (63). Adli tıp literatüründe çeşitli vücut bölümlerinden boy tahminine ilişkin çok sayıda çalışmaya yer verilmiştir (64). Araştırmacılar boy ile baş ve yüz, üst ve alt ekstremite kemikleri, vertebral kolon, eller ve ayaklar gibi çeşitli vücut bölümleri arasında bir ilişki kurmuşlar ve çeşitli vücut kısımlarından ve insan kemiklerinden boy tahmininin başarılı bir şekilde yapılabileceği sonucuna varmışlardır.

Adli antropoloji pratiğinde, antropometrik çalışmalarda standartlaştırılmış araçlar ve teknikler kullanılmaktadır (65). Bu teknikler, farklı toplumlarda boy ile ilgili veri tabanları ve standartlar oluşturmak için kullanılır. Regresyon analiziyle elde edilen veriler topluma özgüdür. Bu nedenle, genetik ve çevresel faktörlere atfedilen çeşitli boyutlardaki doğal popölasyon farklılıkları nedeniyle farklı popölasyon grupları için farklı formüllerin türetilmesi gerekir (66).

Yaşın boy tahmini üzerindeki etkisi iyi bilinmektedir (67). Yetişkin boy yaşla birlikte önemli ölçüde azalır (68). 25 yaşından sonra her 25 yılda bir boy yaklaşık 2,5 cm kısalmaktadır (69). Çalışmaların çoğu, boy kaybının 40 yaşında başladığını ve daha sonra boyda nispeten hızlı bir azalma olduğunu göstermektedir (70). Bu nedenle, deneklerin yaşa göre sınıflandırılması, özellikle boy tahmini ile ilgili bir çalışmaya 30 yaş üstü bireyler dahil edildiğinde yapılmalıdır.

Boy tahminindeki son gelişmeler, üç cephede kaydedilmiştir: 1) hataların tespiti ve boy tahmini için geçmiş formüllerin açıklığa kavuşturulması; 2) yeni adli veri tabanıyla yöntemlerde iyileştirmeler ve 3) yaşayanların “bilinen” boy uzunluklarındaki olası hataların tanınması.

Yaşamdaki boy uzunluğunu kemiklerden tahmin etmenin çeşitli yolları vardır, ancak en kolay ve güvenilir yöntem regresyon analizidir (40). Geçmişte bilim insanları, boy tahmininde femurdan metakarpalara kadar insan iskeletinin her bir kemiğini kullandılar. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi, insan iskeletinin uzaysal çözünürlükle üç boyutlu gösterimini sunmaktadır. Bu teknik ile canlı deneklerin yüksek kalitede

görüntülenmesi ve sonrasında iskeletsel gözlemler mümkün hale gelmiştir. Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans ile sakrum gibi kemikler de boy tahmininde çalışılmıştır (71). Çalışmalarında küçük bir tahmin hatasıyla karşılaşmış olsalar da hepsi, boyun en küçük kemikten bile büyük belirli bir doğrulukla tahmin edilebileceğine dair ortak bir sonuca ulaştılar. Bazı yazarlar uzun kemiklerin üst veya alt uçlarını kullanmışlardır. Ancak çoğu zaman boy uzunluğunun belirlenmesinde uzun kemikler (humerus, radius, ulna, femur, tibia ve fibula) kullanılmıştır; çünkü boy tahmininde nispeten daha iyi doğruluk sağlarlar (8,64). Bir boy tahmin formülü geliştirmedeki en büyük zorluk, bilinen boy uzunluğu verilerine sahip iskelet serilerinin bulunmamasıdır (72). Hamann-Todd, Terry koleksiyonu ve Raymond Dart Pretoria iskelet koleksiyonu bu bağlamda en iyi koleksiyonlardır (73).

2.7. Yaş Tayini

Yenidoğan döneminden erişkinlik dönemine kadar geçen sürede insan vücudu üzerindeki kemiklerde büyümeye ve gelişmeye bağlı değişimler görülmektedir. Erişkinlik döneminde gelişimin tamamlanmasıyla dejeneratif değişimler görülmeye başlar. Bu nedenle bebek, çocuk, genç ve erişkinler için yaş tayininde farklı kriterler esas alınmaktadır. Erişkin olmayanların iskeletleri için diş gelişiminin kapsamı en doğru yaş göstergesini sağlar. Birçok standart mevcut olmasına rağmen, toplumlara özgü diş oluşumunun çeşitli aşamalarını tanımlayan ve kapsamlı, uygun bir çalışma örneğine dayalı olarak yaş bilgisi sağlayan bir sistemi kullanmak gerekir. Dişler parçalanmışsa, yoksa veya başka şekilde tanınması zorsa, kemiklerin (epifizler dahil) veya kemik parçalarının boyutu ve genel morfolojisi faydalı olabilir (74). Epifiz kapanmasının değerlendirilmesinde de cinsiyet ve popülasyon varyasyonu da dikkate alınmalıdır. Ayrıca kemik boyutlarının ölçülmesi de çocuklarda yaş tahmini için önemli bir göstergedir. Beslenme durumu ve ilgili sosyoekonomik faktörler de bu süreçleri etkileyen faktörler arasındadır (75).

Yetişkinler için yaş değerlendirmesi daha zordur; çünkü yaş ilerledikçe çeşitli yaş göstergelerinde potansiyel olarak daha büyük iç farklılıklar gelişmektedir. Bir iskelet, nispeten daha genç görünen bir pubik simfizise ve dördüncü kaburganın sternal ucuna sahip olabilir ve yine de erken artritik deformasyonlar ve aşırı diş kaybı gösterebilir (6,76). Tüm bu yöntemler sistematik olarak farklıdır ve tamamen bağlantılı değildir. Bu nedenlerden dolayı, mevcut tüm verilerin değerlendirilmesi önemlidir (62).

Lovejoy ve ark. iliak kemiğin aurikular yüzünden, İşcan 4. kaburganın sternal ucundan, Lamendin dişlerden, Suchey-Brooks pubik simfizisten ve Kerley uzun kemiklerin histolojik incelenmesinden yaşın belirlenmesi için metotlar geliştirmişlerdir (76,77). Baccino ve ark. bütün tekniklerin kombinasyonunun, metotların tek başına uygulanmasına göre daha üstün olduğunu belirtmiştir (78). Ekstremit eklemlerindeki dejeneratif değişiklikler, habitüel kullanım ve diğer faktörlerin yanı sıra yaş değişikliklerini yansıtır. Bu tür değişiklikler değişken olmakla beraber genel olarak ileri yaşlarla ilişkilidir. Osteoartritik değişikliklere odaklanan bazı çalışmalar, yaşlı yetişkinler için yararlı veriler sunmuştur (79).

Son olarak, amino asit rasemizasyonu üzerine araştırmalar, sadece dişlerde değil, aynı zamanda kemikte de devam etmektedir (80). Bu yöntem, dar hata aralığı nedeniyle en umut verici gibi görünse de, birçok araştırmacı aynı tekniğin laboratuvarlar arası tekrar üretilebilirliğinin zorluğu üzerine durmuşlardır.

2.8. Irk (Soy) Tayini

Irk değerlendirilmesi ve toplum kökeni hakkında iskelet özelliklerine dayalı olarak yorum yapmanın gerçekten mümkün olup olmadığı sorusu, iskelet analizindeki en tartışmalı konulardan biridir (81–83). Neredeyse tüm biyolojik antropologlar, farklı insan ırklarının bulunmadığı ve insanları iskelet özelliklerine göre ayrı ırk gruplarına ayırmanın imkansız olduğu konusunda hemfikir olsalar da çoğu, bir tür coğrafi modelin var olduğu konusunda hemfikirdir. Livingstone'un (1962) belirttiği gibi; ırk yoktur, sadece toplumsal farklar vardır. Ayrıca gözlenen morfolojik varyasyon ile bir bireyin genetik yapısı arasında çok az ilişki veya uyum vardır (84). Irk bu nedenle biyolojik bir yapıdan çok sosyal bir yapıdır, ancak seçici çiftleşme, genetik sürüklenme ve kurumsal ırkçılıkla ilgili yaygın biyolojik sonuçları vardır. Bir konuda fikir birliği oldukça açıktır: Bir bireyin geldiği bölge belirlenmişse, bu ırkla eş anlamlı değildir (81).

Biyolojik profile soy değerlendirilmesini dahil etmenin çoğu savunucusu, değerlendirdiğimiz şeyin “sosyal ırk” olduğunu, yani bir kişinin kendisini tanımlama şekli veya bürokratların bir kişiyi tanımlamak için ne kullanacağını savunmaktadır. Örneğin ABD'de bu, beyaz, siyah (Afrikalı Amerikalı), Asyalı, Yerli Amerikalı ve Hispanik olacaktır (85). FORDISC'in (Ousley & Jantz 1996; Jantz & Ousley 2005) onu nasıl ele aldığına bakılırsa, referans gruplarının terminolojisi klasik olarak “ırklar”, etnik gruplar, bölgesel gruplar, dil grupları vb. olarak adlandırılacak şeylerin bir

karışımıdır (86). Adli antropologlar olarak yapılabilecek en iyi şey, belirli bir coğrafi alanla ilgili morfolojik varyasyonu dikkatli bir ifade seçimi ile tanımlamaktır. Kennedy (1995, s. 799), *“soy tanımlamasının hiçbir zaman, seçilmiş biyolojik karakterlere dayalı olarak daha rafine bir insan sınıflandırması icat etme meselesi olmadığını, ancak klinik, uyumsuz ve bağımsız bir fenotipik gerçekliğe dayanan haklı bir bilimsel çaba olduğunu, coğrafi olarak dağılmış özelliklerin çetelesinin, adli antropolojik bir soruşturmada tanımlamaya çalıştığımız bireylerin gen havuzlarının güçlü göstergeleri olarak hizmet edebileceğini”* belirtmiştir (82). Bu biyolojik çeşitliliğin var olduğu gerçeğinin, dünyadaki farklı popülasyonların başarılı adaptasyonlarının bir kaydı olarak görülmesi gerektiğini savunmuştur.

İskelet üzerinde bulunan kültürel veriler de soyun doğrudan kanıtını sağlayabilir. Dünyanın birçok yerinde kültürel bilgiler, derin geçmişe dair ipuçları sağlayabilir ve kurtarılan kalıntıların modern adli tıp bağlamlarından ziyade arkeolojik bağlamları yansıttığını gösterebilir. Bu tür bilgiler genellikle, kalıntıların tarihlendirilmesinin kültürel ve zamansal olarak belirli mekanizmalarını ortaya çıkaran ilişkili eserler şeklini alır. Bazı kültürel ipuçları doğrudan iskeletin üzerinde bulunabilir. Bu, rutin vaka çalışmalarında sık rastlanan bir bulgu olmasa da, örneğin Afrika ülkelerindeki insanlığa karşı suçlar gibi belirli bağlamlarda çalışırken katma değer olabilir. Klasik örnekler, dişlere ve kafataslarına uygulanan kültürel modifikasyonlarını içerir (63). Antik çağdaki diş modifikasyonları dünyanın birçok yerinde iyi bilinmektedir ve belirli kültürel uygulamaları yansıtmaktadır. Dişlerin özel olarak kesilmesi ve/veya ufalanması, çeşitli geçmiş Amerikan kültürlerini, özellikle Mesoamerica'da yoğunlaşanları karakterize eder (87). Bu değişiklikler, dişlerin kasıtlı olarak törpülenmesinin yanı sıra delme ve kakmaların yerleştirilmesini içerir (88). Bu koşulların tümü, bireylerin eski olduğunu, modern adli tıp dönemleriyle ilgili olmadığını düşündürebilir. Kasıtlı kranial modifikasyon örnekleri (yapay deformasyon olarak da adlandırılır) antik çağa da işaret edebilir. Bu tür değişiklikler birçok eski kültürde (diğerlerinin yanı sıra Maya, İnka) kaydedilmiştir. Bu değişikliklerin çoğu kültürel olarak o kadar özeldir ki, hem zaman periyodu hem de bölge/grup güvenle tanımlanabilir.

İrk/soy belirlenmesinin antropolojik değerlendirmesinde metrik ve non-metrik yöntemler söz konusu olmaktadır. Metrik olmayan yaklaşımlarda, iki tür özellik dikkate alınmalıdır; bunlar şekli değerlendiren morfoskopik özellikler ve “var veya yok” olarak kaydedilen ayırık özelliklerdir. Kafatası için metrik olmayan özelliklerin listesi özellikle

büyüktür; Hauser ve De Stefano 200'den fazla tanımlamaktadır (89). Morfoskopik özellikler arasında sütür şekli ve damak şekli iyi örneklerdir; ayrık özellikler için wormian kemikler ve metopik sütür en bilinenleri arasındadır. Hefner, 2009 yılında, soy değerlendirilmesi için çoğunlukla yüzün orta bölgesini ve burun bölgesinin özelliklerini içeren bir liste önermiştir (90). Burnun alt sınırındaki varyasyonlar, burun açıklığı ve ön burun çıkıntısı skorlama için anahtar özellikler arasındadır. Skorlanacak özelliklerin listesi artık İşcan ve Steyn gibi bazı adli antropoloji kitaplarında verilmektedir; burada her bir özelliğin ifadesi de dahil olmak üzere çok iyi örnekleri bulunabilir (91). L'Abbe ve ark. metrik olmayan özellikleri kullanarak anlamlı bir soy tahminine ulaşmanın mümkün olduğunu doğrulamaktadır (63).

Metrik yaklaşım daha gelenekseldir ve daha eskilere dayanır. Kraniyometri hem fiziksel hem de adli antropolojide uzun zamandır çalışılmaktadır. Her bir kranial ölçüm, aynı şekilde iyi tanımlanmış kraniyometrik noktalar temelinde iyi tanımlandığından, daha objektif olma avantajına sahiptir. Son zamanlarda, geometrik morfometri teknikleri, üç boyutlu koordinat verileri yoluyla kafatası şeklinin iyi bir analizine olanak sağlamıştır. Portekiz'deki Adli Antropoloji Laboratuvarı'nda Navega ve ark., farklı bir istatistiksel prosedür kullanarak, iskelet kalıntıları temelinde soy değerlendirmek için yeni bir uygulama sundular (92). Şu anda yaklaşık 3.000 kişilik bir veri tabanına sahip olan AncesTrees, insan kafatasını sınıflandırmak için bir makine öğrenme algoritması olarak düşünülebilir. AncesTrees'de kullanılan veri tabanı 23 kranial ölçümden oluşmaktadır (92). Elektronik tabloda, kullanıcı bir kafatasından alınan ölçümleri girer ve hangi ata gruplarının dahil edileceğini seçer. Bilgisayar programına hem <http://lfa.uc.pt/ancestrees/> hem de Osteomics web sitesinde <http://osteomiks.com/AncesTrees> ücretsiz olarak erişilebilir (93). Hem FORDISC hem de AncesTrees, belirli bir bireyin belirli bir ata grubuna ait olma olasılığını ölçer.

Son olarak, ırk/soy değerlendirilmesi biyolojik profile katkıda bulunan yaş, cinsiyet ve boy belirlenmesi için doğru referans popülasyonunun kullanılmasına yardımcı olur. Bu nedenle, bazı yazarlar, diğer üç jenerik tanımlama parametresinde hangi yöntemlerin kullanılması gerektiğini sonuç belirleyeceğinden, bunun değerlendirilecek ilk parametre olması gerektiğini önermektedirler.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

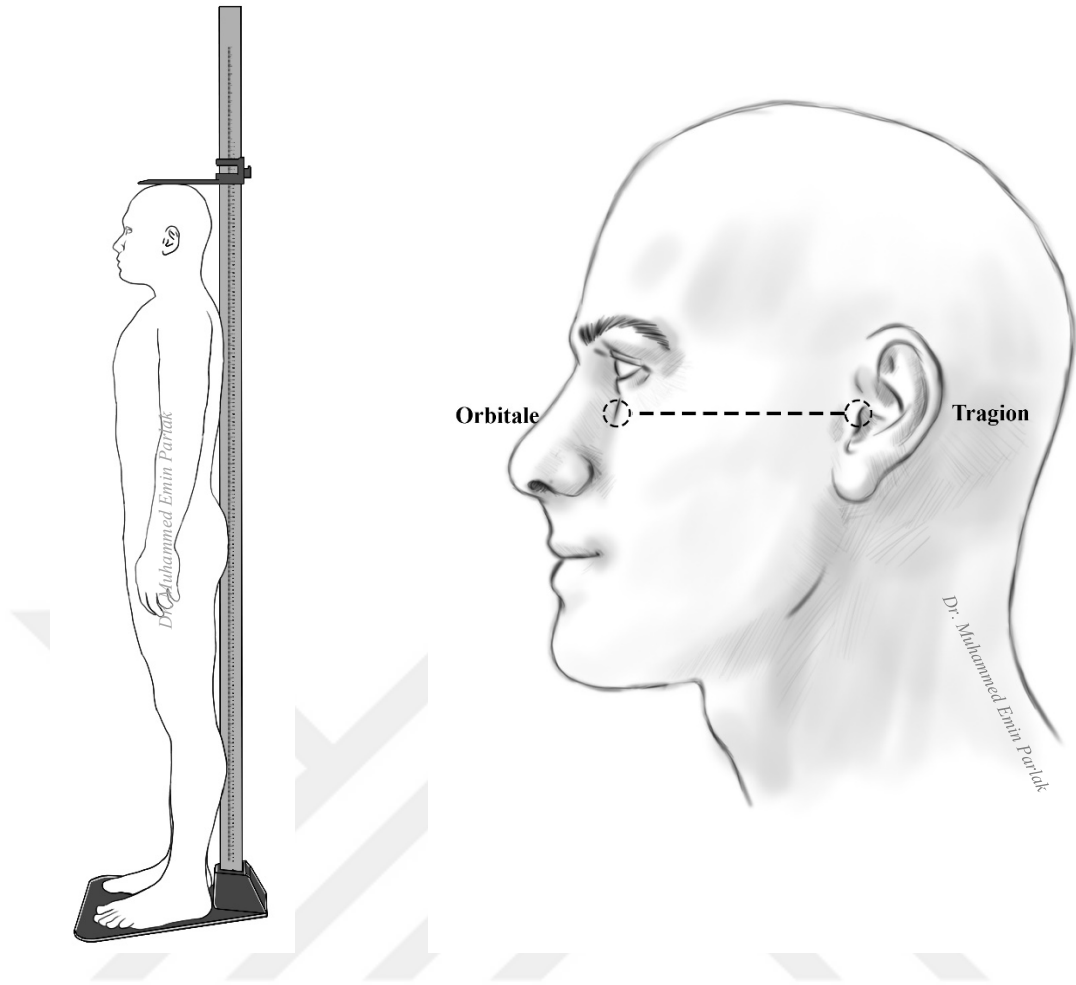
Çalışmamızın etik kurul onayı, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 08.02.2022 tarih ve 2022/3058 sayılı onayı ile alınmıştır.

Çalışmamız metodolojik tipte bir geçerlilik araştırması olup yapılan power analizinde α : 0,05, $1-\beta$ (güç): 0,95 alındığında her bir cinsiyet grubunda belirtilen trokanterik yüksekliğin ortalama farklılığının 5,25 cm olması için her bir gruptan en az 55'er deneğin alınması gerektiği hesaplanmıştır.

Çalışmamızda, ölçümler İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. 55 erkek ve 58 kadın olmak üzere toplam 113 gönüllü öğrenci, aydınlatılmış onamları alındıktan sonra araştırmaya dahil edilmiş; boy ve alt ekstremitte uzunluğunu etkileyebilecek herhangi bir deformitesi (omurga, üst ekstremitte ve alt ekstremitte deformiteleri ile uzun kemik ve omurga hastalıkları olan vakalar, uzun kemikler ve omurgada cerrahi işlem) olan bireyler ile 18 yaş altı veya 65 yaş üstü bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bireylerin yaş, cinsiyet ve el kullanımı ile ilgili bilgileri kaydedilmiştir.

3.1. Boy ve Kilo Ölçümü

Deneklerden iç çamaşırları dışındaki kıyafetlerinin çıkarılması istenmiştir. Boy ve kilo ölçümü, Şekil 3.1.'de gösterildiği gibi baş Frankfort Yatay Düzleminde olacak şekilde dik durumda ve gözler karşıya bakarken, kişi ayakta ve sırt dik yüzeye yaslanmış durumda vücut anatomik pozisyondayken, ayakların temas ettiği yüzey ile başın verteksi arasındaki mesafenin ölçümü yapılarak 0,1 cm hassasiyetli stadiometre ile kaydedilmiştir. Frankfort düzleminde, orbital marjindeki en alt nokta, tragion ile aynı yatay seviyededir. Tragion, kulak kepçesinin tragusunun üstündeki çentiğin en derin noktasıdır. Baş Frankfort Yatay Düzlemindeyken görüş hattı yere yatay ve başın sagittal düzlemine diktir (94). Boy uzunluğundaki diurnal varyasyonlar göz önünde bulundurularak, ölçümler sabah 09:00 ve 10:00 saatleri arasında yapılmıştır (95).



Şekil 3.1. Stadiometre ile Boy Ölçümü:

Alt orbital marjin ve tragion yatay düzlemde olacak şekilde
(Frankfort yatay düzleminde) gerçekleştirilmiştir

3.2. Ölçücü Hatası ve Ölçümlerin Güvenilirliği

Ölçücülerin tümü başlangıçta Osman Celbiş tarafından teknik konusunda eğitilmiştir. Ölçümler Muhammed Emin Parlak ve Bengü Berrak Özkul tarafından alınmıştır. Belirlenen boyutlar her iki alt ekstremité için ayrı ayrı ölçülmüştür. Gözlemci içi ve gözlemciler arası hatayı değerlendirmek için rastgele seçilen 30 denek, ölçümler tamamlandıktan 1 ay sonra tekrar çağrılıp, ölçücüler tarafından ölçümleri alınmıştır.

Teknik ölçüm hatası (TEM), göreceli teknik ölçüm hatası (rTEM, %) ve güvenilirlik katsayısı (R) hesaplanmıştır. Başlangıç seviyesindeki antropometristler için

gözlemci içi ve gözlemciler arası rTEM'in kabul edilebilir düzeyleri sırasıyla <%1,5 ve <%2,0 olarak kabul edilmektedir (96). R değerinin 0,95'ten büyük olması ölçücü hatasının göz ardı edilebilir olduğunu ve tekniğin yeterince kesin olarak kabul edilebileceğini göstermektedir (97).

TEM, ya aynı gözlemci tarafından ya da iki veya daha fazla gözlemci tarafından aynı boyut üzerinde bir dizi tekrarlı ölçüm yapılarak, farklar alınarak ve uygun bir denkleme girilerek elde edilir. “d” ölçümler arası fark, “n” ise ölçüm yapılan kişi sayısıdır. Gözlemci içi TEM ve iki ölçü içeren gözlemciler arası TEM için denklem şu şekildedir:

$$TEM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

VAV, her iki ölçüm setinin toplam ortalama değeridir. Denklemden rTEM, yüzde olarak ifade edilen göreceli teknik ölçüm hatasıdır. rTEM hesaplanması için kullanılan denklem şu şekildedir:

$$rTEM (\%) = \frac{TEM}{VAV} \times 100$$

Güvenilirlik katsayısı (R), 0 ile 1 arasında değişir. SD, ölçüm hatası dahil olmak üzere toplam ölçümler arası standart sapmadır. Bu katsayı, ölçülen bir popülasyondaki denekler arası varyansın ne kadarının ölçüm hatasından kaynaklanmadığını ortaya koymaktadır. Aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir:

$$R = 1 - \frac{(TEM^2)}{SD^2}$$

3.3. Ölçülen Alt Ekstremit Boyutları

3.3.1. Trokanterik Yükseklik / Trochanteric Height (TH)

Trokanter majörün çıkıntısının zeminle arasındaki mesafedir. Kişi bir boy skalası önünde topukları bitişik şekilde dik pozisyondayken trokanter majör seviyesi skalada işaretlenir. Kalça ekleminde yaygın olarak spina iliaca superior kırılması ve parçalanması nedeniyle bu ölçüm anterior iliak çıkıntıya göre tercih edilmiştir (9,98).

3.3.2. Uyluk Uzunluğu / Tigh Length (TL)

Uyluk uzunluğu, trokanterik yükseklik ile alt bacak uzunluğu arasındaki mesafeden hesaplanır.

3.3.3. Bacak Uzunluğu / Leg Length (LL)

Bacak uzunluğu, alt bacak uzunluğu ile lateral malleol (ayak yüksekliği) arasındaki mesafeden hesaplanır.

3.3.4. Alt Bacak Uzunluğu / Lower Leg Length (LLL)

Alt bacak uzunluğu, tibia ekleminden zemine kadar olan mesafedir. Kişi bir boy skalası önünde topukları bitişik şekilde dik pozisyondayken tibia eklem seviyesi skalada işaretlenir.

3.3.5. Ayak Yüksekliği / Foot Height (FH)

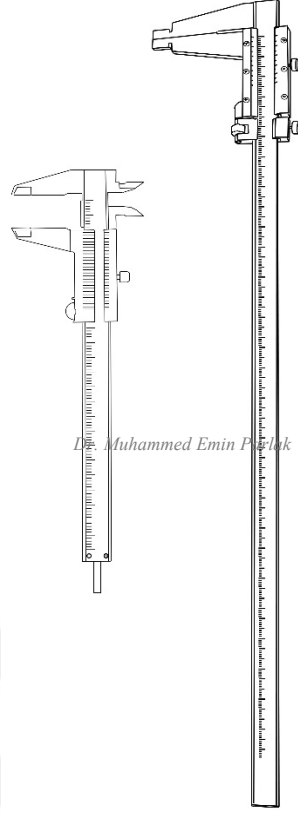
Ayak yüksekliği, lateral malleol alt hizası ile topuk arasındaki mesafedir. Ayak osteometrik tahtaya yerleştirilerek alt ekstremit  serbest haldeyken malleol yüksekliği ölçülür.

3.3.6. Ayak Uzunluğu / Foot Length (FL)

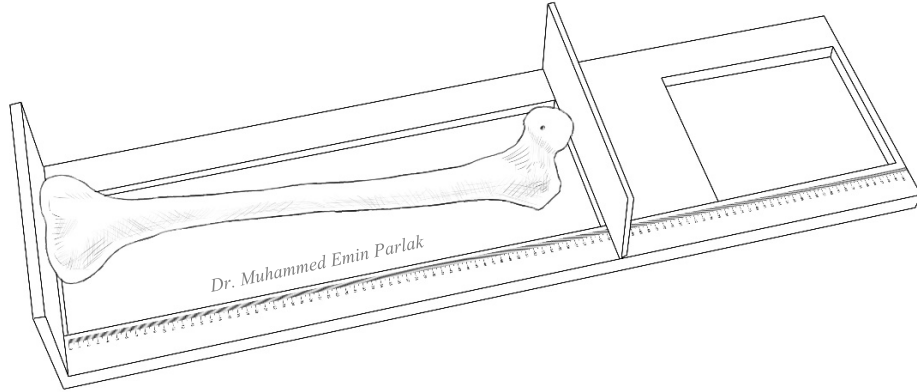
Ayak uzunluğu, ayağın en  n (acropodion) ve en arka topuk kısmı (pternion) arasındaki maksimum mesafedir. Ayak  l  mleri, vücut ağırlığından etkilenmemesi için kişi oturur pozisyondayken ayak havadayken alınmıştır. Vernier kumpas kullanılarak  l  m gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. Ayak Genişliği / Foot Breadth (FB)

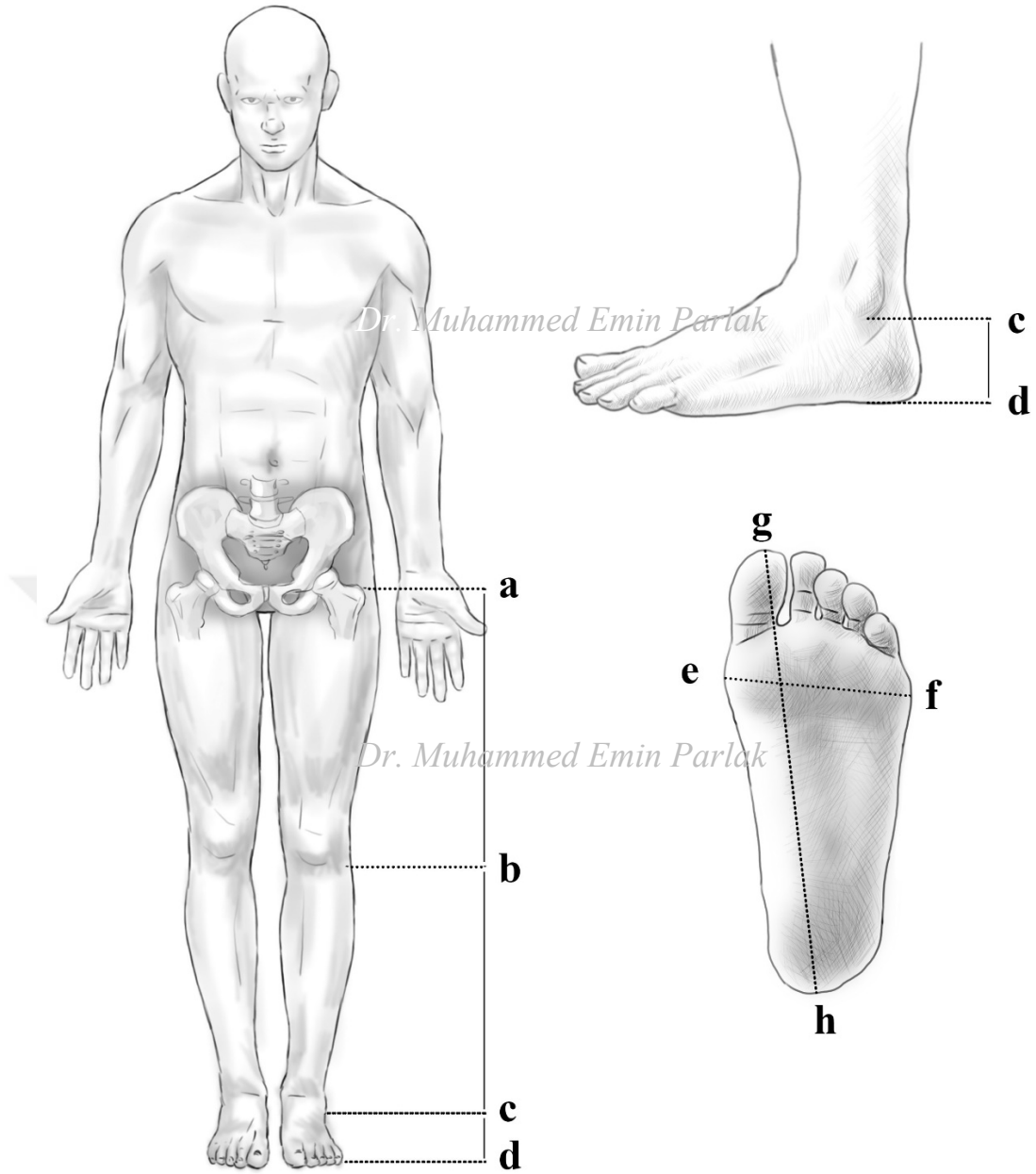
Ayak genişliği, 1. ve 5. metarsların ayağın her iki yanında yaptığı çıkıntıların arasındaki mesafedir. Ayak  l  mleri, vücut ağırlığından etkilenmemesi için kişi oturur pozisyondayken ayak havadayken alınmıştır. Vernier kumpas kullanılarak  l  m gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Farklı Uzunluklarda Vernier Kumpaslar



Şekil 3.3. Osteometrik Tahta



Şekil 3.4. Alt Ekstremitenin Antropometrik Ölçümleri:

- ❖ trokanterik yükseklik (a-d)
- ❖ uyluk uzunluğu (a-b)
- ❖ bacak uzunluğu (b-c)
- ❖ alt bacak uzunluğu (b-d)
- ❖ ayak yüksekliği (c-d)
- ❖ ayak uzunluğu (g-h)
- ❖ ayak genişliği (e-f)

3.4. İstatistiksel Analiz

Nicel veriler medyan (min-maks), ortalama $\pm$ standart sapma ile nitel veriler ise sayı (yüzde) ile verildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ve Kolmogorov-Smirnov testi ile yapıldı. İstatistik analizlerde Mann-Whitney U testi, Bağımsız örneklem t testi, Wilcoxon testi, Bağımlı örneklem t testi, boy tahmini için Tek Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi, Çok değişkenli Doğrusal Regresyon analizi, cinsiyet ayrımında Doğrusal Diskriminant Analizi kullanıldı. Pearson korelasyon katsayısı uygun olan yerlerde kullanıldı. Cinsiyet tespitinde alt ekstremitte ölçümlerinde kesim noktaları ROC (Alıcı işlem karakteristikleri) analizi ile belirlendi. $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Cinsiyet ve boy tahmininde oluşturulan modellerde çoklu değişkenlerin kullanılmasının daha iyi doğruluk oranı sağladığı bilinmektedir. Bu sebeple, olay yerinde ampute bir ayak bulunduğunda çalışmamızda belirtilen mevcut ölçümleri barındıracağı göz önünde bulundurularak, ayak yüksekliği, uzunluğu ve genişliği beraber kullanılarak çoklu diskriminant ve doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. Analizlerde IBM SPSS Statistics 26.0 programı kullanıldı.

4. BULGULAR

Bu çalışmaya 55'i (% 48,7) erkek ve 58'i (% 51,3) kadın olmak üzere toplam 113 kişi dahil edilmiştir. Erkek katılımcıların yaş ortalaması 22.964 ± 2.143 , kadın katılımcıların yaş ortalaması 21.879 ± 1.911 olarak tespit edilmiştir. Veri setinin sosyodemografik değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Nicel Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Değişkenler	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Ortanca (Minimum-Maksimum)
YAŞ	22,407 $\pm$ 2,09	22(19-30)
BOY	169,052 $\pm$ 8,971	169,4(150,8-186,5)
KİLO	66,655 $\pm$ 15,289	65(43-118)
RTH	85,099 $\pm$ 5,428	85(74-98)
RTL	42,538 $\pm$ 3,085	42,7(36,1-50,2)
RLL	38,4 $\pm$ 2,344	38,42(33,27-43,97)
RLLL	42,561 $\pm$ 2,727	43(36,8-48,2)
RFH	4,161 $\pm$ 0,705	4,2(2,5-5,8)
RFL	24,482 $\pm$ 1,693	24,52(20,65-28,55)
RFB	8,584 $\pm$ 0,722	8,6(7,2-10,9)
LTH	84,833 $\pm$ 5,36	84,7(73,9-97,8)
LTL	42,271 $\pm$ 2,975	42,5(36,2-49,8)
LLL	38,354 $\pm$ 2,386	38,31(33,41-43,79)
LLLL	42,562 $\pm$ 2,735	42,8(37-48)
LFH	4,208 $\pm$ 0,708	4,23(2,71-5,6)
LFL	24,412 $\pm$ 1,71	24,6(21,1-28,7)
LFB	8,633 $\pm$ 0,735	8,63(6,97-10,9)

Tablo 4.2. Nitel Değişkenlerin Dağılım Tablosu

Cinsiyet	El	Sayı	Yüzde (%)
Erkek	Sağ	48	42,5
	Sol	7	6,2
	Toplam	55	48,7
Kadın	Sağ	50	44,2
	Sol	8	7,1
	Toplam	58	51,3

Tablo 4.3. Cinsiyet Açısından Nicel Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Değişkenler	Cinsiyet			
	Erkek		Kadın	
	Ortalama±	Ortanca	Ortalama±	Ortanca
	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)
YAŞ	22,964±2,143	23(20-30)	21,879±1,911	22(19-30)
KİLO	77,709±12,874	75(57-118)	56,172±8,519	56(43-84)
BOY	175,864±5,622	176,5(162,8-186,5)	162,593±6,402	162,1(150,8-177,7)
RTH	88,731±4,061	89(81-98)	81,655±4,179	81,9(74-90)
RTL	44,535±2,332	44,5(39,5-50,2)	40,645±2,462	40,95(36,1-46)
RLL	39,481±1,945	39,52(35,29-43,14)	37,374±2,239	37,015(33,27-43,97)
RLLL	44,196±2,12	44,1(40-48,2)	41,01±2,308	41(36,8-48)
RFH	4,715±0,445	4,71(4,03-5,8)	3,636±0,458	3,685(2,5-4,47)
RFL	25,746±1,171	25,64(23,57-28,55)	23,284±1,153	23,39(20,65-25,64)
RFB	9,173±0,462	9,2(8,2-10,9)	8,026±0,414	8(7,2-9)
LTH	88,482±3,889	89(80,7-97,8)	81,372±4,136	81,1(73,9-89,5)
LTL	44,245±2,127	44,3(40-49,8)	40,398±2,404	40,7(36,2-45,5)
LLL	39,488±1,98	39,77(34,85-43,05)	37,279±2,249	37,1(33,41-43,79)
LLLL	44,236±2,064	44,6(39,8-48)	40,974±2,322	40,85(37-47,9)
LFH	4,749±0,425	4,69(3,86-5,6)	3,696±0,514	3,71(2,71-5)
LFL	25,745±1,105	25,7(23,3-28,7)	23,148±1,118	22,95(21,1-25,4)
LFB	9,204±0,49	9,12(8,14-10,9)	8,091±0,47	8,14(6,97-9,12)

Tablo 4.4. Nicel Değişkenlerin Cinsiyet Açısından Analiz Tablosu

Değişkenler	Cinsiyet				p değeri
	Erkek		Kadın		
	Ortalama±	Ortanca	Ortalama±	Ortanca	
	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)	
YAŞ	-	23 (20-30)	-	22 (19-30)	0,007*
KİLO	-	75(57-118)	-	56(43-84)	<0,001*
BOY	175,864±5,622	-	162,593±6,402	-	<0,001**
RTH	88,731±4,061	-	81,655±4,179	-	<0,001**
RTL	44,535±2,332	-	40,645±2,462	-	<0,001**
RLL	39,481±1,945	-	37,374±2,239	-	<0,001**
RLLL	44,196±2,12	-	41,01±2,308	-	<0,001**
RFH	4,715±0,445	-	3,636±0,458	-	<0,001**
RFL	25,746±1,171	-	23,284±1,153	-	<0,001**
RFB	9,173±0,462	-	8,026±0,414	-	<0,001**

LTH	88,482±3,889	-	81,372±4,136	-	<0,001**
LTL	44,245±2,127	-	40,398±2,404	-	<0,001**
LLL	39,488±1,98	-	37,279±2,249	-	<0,001**
LLLL	44,236±2,064	-	40,974±2,322	-	<0,001**
LFH	4,749±0,425	-	3,696±0,514	-	<0,001**
LFL	25,745±1,105	-	23,148±1,118	-	<0,001**
LFB	9,204±0,49	-	8,091±0,47	-	<0,001**

*: Mann Whitney U testi, **: Bağımsız örneklemelerde t testi

Nicel değişkenlerin cinsiyete göre tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.3.'te verilmiştir. Tablo 4.4.'te yer alan tüm nicel değişkenlerin cinsiyet kategorileri açısından farklılıkları istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 4.5. El Açısından Nicel Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Değişkenler	EL			
	Sağ		Sol	
	Ortalama±	Ortanca	Ortalama±	Ortanca
	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)	Standart Sapma	(Minimum-Maksimum)
YAŞ	22,46±2,17	22(19-30)	22,07±1,44	22(19-25)
BOY	168,78±9,2	168,95(150,8-186,5)	170,8±7,3	170,1(159-183,5)
KİLO	66,83±15,53	65(43-118)	65,53±14,02	62(47-99)
RTH	84,8±5,5	84,4(74-98)	87,08±4,59	86,2(80,2-96)
RTL	42,29±3,13	42,5(36,1-50,2)	44,18±2,26	43,4(41-48)
RLL	38,36±2,34	38,4(33,27-43,97)	38,67±2,46	38,97(34,21-43,14)
RLLL	42,51±2,74	42,9(36,8-48,2)	42,9±2,73	43(38-48)
RFH	4,15±0,72	4,2(2,5-5,8)	4,23±0,6	4,2(3,25-5,42)
RFL	24,48±1,73	24,52(20,65-28,55)	24,48±1,52	24,41(21,25-27,25)
RFB	8,59±0,73	8,65(7,2-10,9)	8,56±0,66	8,6(7,4-9,6)
LTH	84,57±5,46	84,05(73,9-97,8)	86,57±4,44	86,1(79,9-94)
LTL	42,06±3,04	42,25(36,2-49,8)	43,63±2,12	42,9(41-47)
LLL	38,31±2,4	38,23(33,41-43,79)	38,62±2,37	38,94(34,43-42,05)
LLLL	42,5±2,76	42,8(37-48)	42,94±2,63	43(37,9-47)
LFH	4,19±0,72	4,23(2,71-5,6)	4,32±0,65	4,11(3,47-5,6)
LFL	24,4±1,74	24,6(21,1-28,7)	24,49±1,59	24,7(21,4-26,9)
LFB	8,64±0,75	8,63(6,97-10,9)	8,57±0,62	8,63(7,23-9,61)

Nicel değişkenlerin el kullanımına göre tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 4.6.'da yer alan RTL değişkeni açısından sağlak ve solak bireyler arasında bulunan farklılık (42,29 cm - 44,18 cm) istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 4.6. Nicel Değişkenlerin El Açısından Analiz Tablosu

Değişkenler	EL				p değeri
	Sağ		Sol		
	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	
YAŞ	-	22(19-30)	-	22(19-25)	0,747*
BOY	168,78±9,2	-	170,8±7,3	-	0,420**
KİLO	66,83±15,53	-	65,53±14,02	-	0,762**
RTH	84,8±5,5	-	87,08±4,59	-	0,130**
RTL	42,29±3,13	-	44,18±2,26	-	0,026**
RLL	38,36±2,34	-	38,67±2,46	-	0,639**
RLLL	42,51±2,74	-	42,9±2,73	-	0,607**
RFH	4,15±0,72	-	4,23±0,6	-	0,670**
RFL	24,48±1,73	-	24,48±1,52	-	0,994**
RFB	8,59±0,73	-	8,56±0,66	-	0,891**
LTH	84,57±5,46	-	86,57±4,44	-	0,178**
LTL	42,06±3,04	-	43,63±2,12	-	0,056**
LLL	38,31±2,4	-	38,62±2,37	-	0,643**
LLLL	42,5±2,76	-	42,94±2,63	-	0,568**
LFH	4,19±0,72	-	4,32±0,65	-	0,518**
LFL	24,4±1,74	-	24,49±1,59	-	0,845**
LFB	8,64±0,75	-	8,57±0,62	-	0,718**

*: Mann Whitney U testi, **: Bağımsız örneklerde t testi

4.1. Alt Ekstremitte Asimetrisi Açısından Yapılan Analizler

Tablo 4.7. Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu

Değişkenler	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	Değişkenler	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	p değeri
RTH	-	85(74-98)	LTH	-	84,7 (73,9-97,8)	<0,001*
RTL	-	42,7(36,1-50,2)	LTL	-	42,5(36,2-49,8)	<0,001*
RLL	-	38,42(33,27-43,97)	LLL	-	38,31(33,41-43,79)	0,535*
RLLL	-	43(36,8-48,2)	LLLL	-	42,8(37-48)	0,930*
RFH	-	4,2(2,5-5,8)	LFH	-	4,23(2,71-5,6)	0,231*
RFL	24,482±1,693	-	LFL	24,412±1,71	-	0,055**
RFB	8,584±0,722	-	LFB	8,633±0,735	-	0,026**

*: Wilcoxon testi, **: Bağımlı örneklerde t testi

Tablo 4.7.'de alt ekstremitte ölçümlerinin sağ ve sol taraflar arasındaki farklılıkları gösterilmiştir. RTH – LTH (85 cm - 84,7 cm), RTL – LTL (42,7 cm - 42,5 cm) ve RFB – LFB (8,584 cm - 8,633 cm) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 4.8. Cinsiyet Açısından Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu

Değişkenler	Cinsiyet					
	Erkek			Kadın		
	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	p değeri	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	p değeri
RTH	-	89 (81-98)	0,010*		81,9(74-90)	0,002*
LTH	-	89 (80,7-97,8)			81,1(73,9-89,5)	
RTL	-	44,5(39,5-50,2)	0,008*		40,95(36,1-46)	0,011*
LTL	-	44,3(40-49,8)			40,7(36,2-45,5)	
RLL	-	39,52(35,29-43,14)	0,803*		37,015(33,27-43,97)	0,206*
LLL	-	39,77(34,85-43,05)			37,1(33,41-43,79)	
RLLL	-	44,1(40-48,2)	0,459*		41(36,8-48)	0,215*
LLLL	-	44,6(39,8-48)			40,85(37-47,9)	
RFH	-	4,71(4,03-5,8)	0,441*		3,685(2,5-4,47)	0,327*
LFH	-	4,69(3,86-5,6)			3,71(2,71-5)	
RFL	25,746±1,171	-	0,986**	23,284±1,153	-	0,354**
LFL	25,745±1,105	-		23,148±1,118	-	
RFB	9,173±0,462	-	0,006**	8,026±0,414	-	0,021**
LFB	9,204±0,49	-		8,091±0,47	-	

*: Wilcoxon testi, **: Bağımlı örneklerde t testi

Tablo 4.8.'de alt ekstremitte ölçümlerinin sağ ve sol taraflar arasındaki farklılıkları cinsiyet kategorileri açısından gösterilmiştir. Erkekler açısından RTH – LTH (89 cm - 89 cm), RTL – LTL (44,5 cm - 44,3 cm) ve RFB – LFB (9,173 cm - 9,204 cm) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Kadınlar açısından RTH – LTH (81,9 cm - 81 cm), RTL – LTL (40,95 cm - 40,7 cm) ve RFB – LFB (8,026 cm - 8,091 cm) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 4.9. El Açısından Nicel Değişkenlerin Sağ ve Sol Alt Ekstremitte Ölçümlerine Göre Değişimi İçin Analiz Tablosu

Değişkenler	EL					
	Sağ			Sol		
	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	p değeri	Ortalama± Standart Sapma	Ortanca (Minimum- Maksimum)	p değeri
RTH	-	84,4(74-98)	0,001*	-	86,2(80,2-96)	0,005*
LTH	-	84,05(73,9-97,8)		-	86,1(79,9-94)	
RTL	-	42,5(36,1-50,2)	0,003*	-	43,4(41-48)	0,009*
LTL	-	42,25(36,2-49,8)		-	42,9(41-47)	
RLL	-	38,4(33,27-43,97)	0,667*	-	38,97(34,21-43,14)	0,683*
LLL	-	38,23(33,41-43,79)		-	38,94(34,43-42,05)	
RLLL	-	42,9(36,8-48,2)	0,867*	-	43(38-48)	0,858*
LLLL	-	42,8(37-48)		-	43(37,9-47)	
RFH	-	4,2(2,5-5,8)	0,399*	-	4,2(3,25-5,42)	0,306*
LFH	-	4,23(2,71-5,6)		-	4,11(3,47-5,6)	
RFL	24,48±1,73	-	0,031**	24,48±1,52	-	0,904**
LFL	24,4±1,74	-		24,49±1,59	-	
RFB	8,59±0,73	-	0,024**	8,56±0,66	-	0,847**
LFB	8,64±0,75	-		8,57±0,62	-	

*: Wilcoxon testi, **: Bağımlı örneklerde t testi

Tablo 4.9.'da alt ekstremitte ölçümlerinin sağ ve sol taraflar arasındaki farklılıkları el kategorileri açısından gösterilmiştir. Sağlaklar açısından RTH – LTH (84,4-84,05), RTL – LTL (42,5-42,25), RFL – LFL (24,48-24,4) ve RFB – LFB (8,59-8,64) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Solaklar açısından RTH – LTH (86,2-86,1) ve RTL – LTL (43,4-42,9) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$).

4.2. Ölçücü Hatası

Tablo 4.10.'da ölçücü hatası için değerler verilmiştir. Tüm ölçümler için TEM düşük olarak bulunmuştur. Tüm ölçümler için gözlemci içi rTEM %1,5'in altında, gözlemciler arası rTEM %2,5'in altında olarak bulunmuştur. Tüm ölçümler için ölçücü içi ve ölçücüler arası R değeri %95'in üzerinde olarak bulunmuştur. Mevcut veriler ışığında ölçüm metodu tutarlı ve güvenilir olarak değerlendirilebilir.

Tablo 4.10. Gözlemci İçi (İntraobserver) ve Gözlemciler Arası (İnterobserver) Hata

Ölçümler	Gözlemci içi			Gözlemciler arası		
	TEM	rTEM (%)	R	TEM	rTEM (%)	R
RTH	0,276	0,313	0,997	0,276	0,313	0,997
RTL	0,379	0,857	0,981	0,296	0,670	0,989
RLL	0,243	0,620	0,990	0,283	0,724	0,987
RLLL	0,237	0,540	0,993	0,263	0,598	0,991
RFH	0,067	1,378	0,984	0,095	1,943	0,968
RFL	0,126	0,491	0,991	0,184	0,720	0,979
RFB	0,100	1,074	0,971	0,106	1,145	0,967
LTH	0,236	0,268	0,998	0,434	0,493	0,993
LTL	0,265	0,600	0,990	0,454	1,030	0,972
LLL	0,175	0,452	0,995	0,211	0,546	0,992
LLLL	0,173	0,394	0,996	0,204	0,465	0,994
LFH	0,068	1,309	0,988	0,082	1,569	0,982
LFL	0,146	0,571	0,989	0,163	0,636	0,985
LFB	0,065	0,690	0,988	0,114	1,228	0,963

4.3. Cinsiyet Tahmini Açısından Yapılan Analizler

4.3.1. Diskriminant Analizi Sonuçları

Yapılan lineer diskriminant analizi sonuçları Tablo 4.11.'de gösterilmiştir. Tek değişkenli analiz için cinsiyet ayırımında en iyi sonuç veren değişkenlerin sırasıyla LFB (%92) ve RFB (%91,2) olduğu tespit edilmiştir. Çoklu değişkenli analiz için cinsiyet ayırımında en iyi sonuç veren değişkenlerin sırasıyla RFH/RFL/RFB (%95,6) ve LFH/LFL/LFB (%94,7) olduğu tespit edilmiştir. Bu uygulamada Wilks' Lambda değeri fonksiyonun ayırma skorlarındaki açıklanamayan toplam varyans yüzdesini ifade etmektedir. Bu bağlamda yapılan değerlendirmede en düşük Wilks' Lambda değerleri RFB (%36,5) ve RFH (%40,8) değişkenlerinde elde edilmiştir. Çoklu diskriminant analizi sonuçlarına göre en düşük Wilks' Lambda değerlerinin sırasıyla RFH/RFL/RFB (%27,8) ve LFH/LFL/LFB (%29,8) değişkenlerinden elde edildiği tespit edilmiştir

Tablo 4.11. Tüm Ölçümler ve 3'lü Değişkenler İçin Diskriminant Analizi Sonuçları

Değişkenler	Standart olmayan katsayı	Fisher'in lineer diskriminant fonksiyonu		Grup merkezi		Wilk's lambda	Sınıflandırma Sonuçları		
		Erkek	Kadın	Erkek	Kadın		Erkek (%)	Kadın (%)	Toplam (%)
Direkt Analiz									
RTH	0,243	5,222	4,806	0,881	-0,835	0,572	78,2	81,0	79,6
Sabit	-20,645	-232,402	-196,872						
RTL	0,417	7,735	7,059	0,832	-0,789	0,599	80,0	77,6	78,8
Sabit	-17,728	-172,957	-144,131						
RLL	0,476	8,944	8,467	0,515	-0,488	0,796	70,9	70,7	70,8
Sabit	-18,277	-177,280	-158,889						
RLLL	0,451	8,979	8,332	0,737	-0,699	0,656	80,0	75,9	77,9
Sabit	-19,184	-199,151	-171,520						
RFH	2,212	23,068	17,787	1,226	-1,162	0,408	89,1	82,8	85,8
Sabit	-9,204	-55,109	-33,002						
RFL	0,861	19,082	17,257	1,088	-1,032	0,467	85,5	87,9	86,7
Sabit	-21,077	-246,372	-201,577						
RFB	2,282	47,756	41,785	1,343	-1,274	0,365	90,9	91,4	91,2
Sabit	-19,587	-219,747	-168,348						
LTH	0,249	5,483	5,042	0,908	-0,861	0,557	78,2	81,0	79,6
Sabit	-21,117	-243,277	-205,812						
LTL	0,440	8,563	7,818	0,869	-0,824	0,579	81,8	79,3	80,5
Sabit	-18,596	-190,156	-158,592						
LLL	0,471	8,765	8,275	0,534	-0,507	0,784	70,9	74,1	72,6
Sabit	-18,070	-173,783	-154,909						
LLLL	0,454	9,137	8,463	0,761	-0,722	0,641	80,0	75,9	77,9
Sabit	-19,343	-202,807	-174,047						
LFH	2,116	21,260	16,545	1,144	-1,085	0,442	87,3	89,7	88,5
Sabit	-8,904	-51,199	-31,238						
LFL	0,900	20,835	18,733	1,199	-1,137	0,419	89,1	81,0	85,0
Sabit	-21,961	-268,923	18,733						
LFB	2,085	40,022	35,183	1,191	-1,129	0,422	90,9	93,1	92,0
Sabit	-18,002	-184,904	-143,007						
3'lü değişkenler için analizler									
RFH	1,229	5,938	2,013	1,640	-1,555	0,278	94,5	96,6	95,6
RFL	0,111	12,374	12,019						
RFB	1,391	27,497	23,052						
Sabit	-19,772	-300,120	-236,757						
LFH	1,119	7,467	4,061	1,561	-1,481	0,298	96,4	93,1	94,7
LFL	0,369	15,807	14,686						
LFB	0,814	16,992	14,516						
Sabit	-20,735	-300,127	-236,874						

Tablo 4.12. Diskriminant Analizleri İçin Özdeğer Analizi

Özdeğerler				
Değişkenler	Özdeğer	Varyansın Yüzdesi	Kümülatif Yüzde	Doğal Korelasyon
RTH	0,749	100,0	100,0	0,654
RTL	0,668	100,0	100,0	0,633
RLL	0,256	100,0	100,0	0,451
RLLL	0,525	100,0	100,0	0,587
RFH	1,450	100,0	100,0	0,769
RFL	1,143	100,0	100,0	0,730
RFB	1,742	100,0	100,0	0,797
LTH	0,797	100,0	100,0	0,666
LTL	0,728	100,0	100,0	0,649
LLL	0,275	100,0	100,0	0,465
LLLL	0,559	100,0	100,0	0,599
LFH	1,263	100,0	100,0	0,747
LFL	1,388	100,0	100,0	0,762
LFB	1,369	100,0	100,0	0,760
RFH/RFL/RFB	2,596	100,0	100,0	0,850
LFH/LFL/LFB	2,353	100,0	100,0	0,838

Özdeğerler bu analizde sırasıyla en yüksek olarak RFH/RFL/RFB (2,596) ve LFH/LFL/LFB (2,353) olarak tespit edilmiş olup oldukça iyi bir değer elde edilmiştir. Bir başka deyişle bu durumda diskriminant analizi, cinsiyet tespitinde iyi bir ayrım sağlamaktadır.

Tablo 4.13. 3'lü Değerler İçin Diskriminant Analizinde Yapı Matrisi Değerleri

Yapı Matrisi			
Değişkenler	Fonksiyon 1	Değişkenler	Fonksiyon 1
RFB	0,819	LFL	0,768
RFH	0,747	LFB	0,763
RFL	0,663	LFH	0,733

Yapı matrisi her bir değişken ile diskriminant fonksiyonu arasındaki korelasyonu gösterir. Tablo 4.13.'e göre RFH/RFL/RFB için elde edilen diskriminant fonksiyonunda en yüksek korelasyona sahip bağımsız değişken RFB, LFH/LFL/LFB için elde edilen diskriminant fonksiyonunda en yüksek korelasyona sahip bağımsız değişken LFL değişkenidir.

Tablo 4.14. Tüm Değişkenler İçin Elde Edilen Fisher'in Diskriminant Fonksiyonları

Değişkenler	Fisher'in lineer diskriminant fonksiyon formülü	Sınıflandırma sonuçları (toplam %)
Sağ		
RTH	D1= 5,222 <i>RTH</i> - 232,402 D2= 4,806 <i>RTH</i> - 196,872	79,6
RTL	D1= 7,735 <i>RTL</i> - 172,957 D2= 7,059 <i>RTL</i> - 144,131	78,8
RLL	D1= 8,944 <i>RLL</i> - 177,280 D2= 8,467 <i>RLL</i> - 158,889	70,8
RLLL	D1= 8,979 <i>RLL</i> - 199,151 D2= 8,332 <i>RLL</i> - 171,520	77,9
RFH	D1= 23,068 <i>RFH</i> - 55,109 D2= 17,787 <i>RFH</i> - 33,002	85,8
RFL	D1= 19,082 <i>RLL</i> - 246,372 D2= 17,257 <i>RLL</i> - 201,577	86,7
RFB	D1= 47,756 <i>RFB</i> - 219,747 D2= 41,785 <i>RFB</i> - 168,348	91,2
RFH/RFL/RFB	D1=5,938 <i>RFH</i> + 12,374 <i>RFL</i> + 27,497 <i>RFB</i> - 300,120 D2=2,013 <i>RFH</i> + 12,019 <i>RFL</i> + 23,052 <i>RFB</i> - 236,757	95,6
Sol		
LTH	D1= 5,483 <i>LTH</i> - 243,277 D2= 5,042 <i>LTH</i> - 205,812	79,6
LTL	D1= 8,563 <i>LTL</i> - 190,156 D2= 7,818 <i>LTL</i> - 158,592	80,5
LLL	D1= 8,765 <i>LLL</i> - 173,783 D2= 8,275 <i>LLL</i> - 154,909	72,6
LLLL	D1= 9,137 <i>LLLL</i> - 202,807 D2= 8,463 <i>LLLL</i> - 174,047	77,9
LFH	D1= 21,260 <i>LFH</i> - 51,199 D2= 16,545 <i>LFH</i> - 31,238	88,5
LFL	D1= 20,835 <i>LFL</i> - 268,923 D2= 18,733 <i>LFL</i> - 217,487	85,0
LFB	D1= 40,022 <i>LFB</i> - 184,904 D2= 35,183 <i>LFB</i> - 143,007	92,0
LFH/LFL/LFB	D1=7,467 <i>LFH</i> + 15,807 <i>LFL</i> + 16,992 <i>LFB</i> - 300,127 D2=4,061 <i>LFH</i> + 14,686 <i>LFL</i> + 14,516 <i>LFB</i> - 236,874	94,7

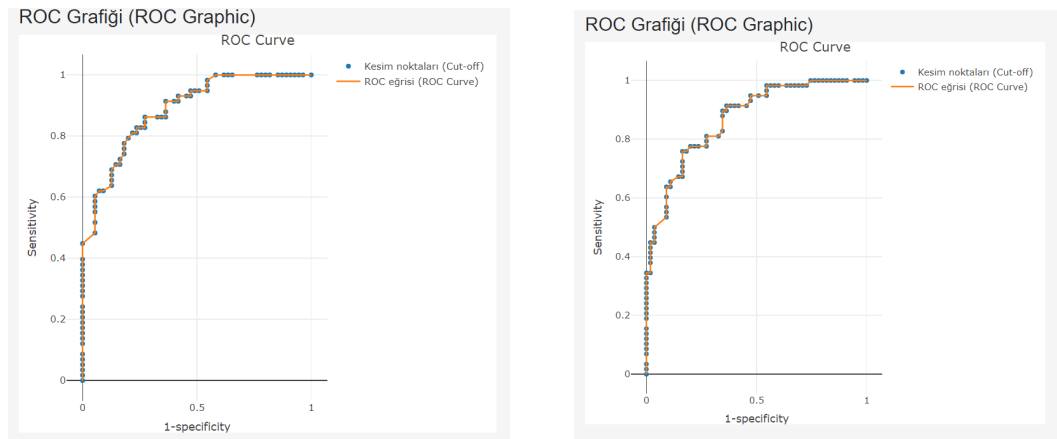
Tüm değişkenler için elde edilen Fisher'in diskriminant analizi fonksiyonları Tablo 4.14.'te gösterilmiştir. Her grup için elde edilen fonksiyonlarda elde edilen diskriminant skoru karşılaştırılır ve daha yüksek sonuç veren fonksiyon grup belirlenmesinde kullanılır. Yapılan analizde D1 erkek grubu için, D2 kadın grubu için elde edilen fonksiyonları belirtmektedir.

Sağ taraf ölçümlerinde en iyi ayrımı RFH/RFL/RFB (%95,6) fonksiyonu belirlemektedir. Sağ taraf için elde edilen tek değişkenli fonksiyonlarda en iyi ayrımı RFB (%91,2), en az ayrımı RLL (%70,8) sağlamaktadır.

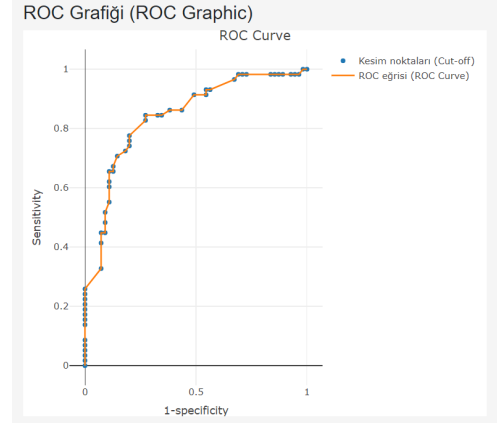
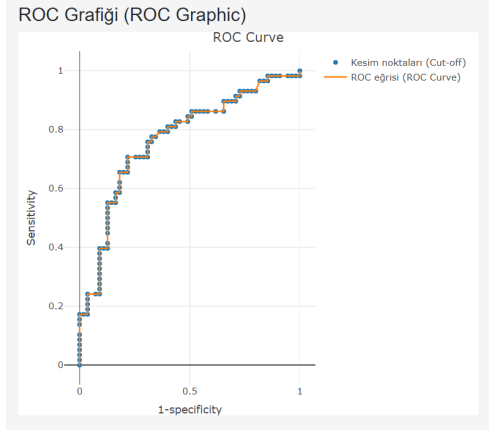
Sol taraf ölçümlerinde en iyi ayrımı LFH/LFL/LFB (%94,7) fonksiyonu belirlemektedir. Sol taraf için elde edilen tek değişkenli fonksiyonlarda en iyi ayrımı LFB (%92), en az ayrımı LLL (%72,6) sağlamaktadır.

4.3.2. ROC Analizi Sonuçları

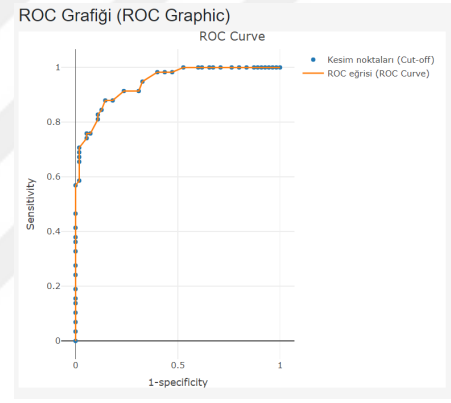
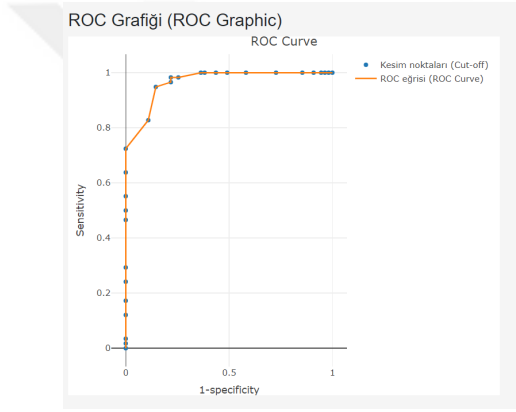
Cinsiyet tahmininde kullanılmak üzere ROC analizleri de uygulanmış olup alt ekstremitedeki bağımsız değişkenlerle cinsiyet tahmini, grafiklerde eğri altında kalan alanlarla gösterilmiştir (Şekil 4.1. - 4.8.).



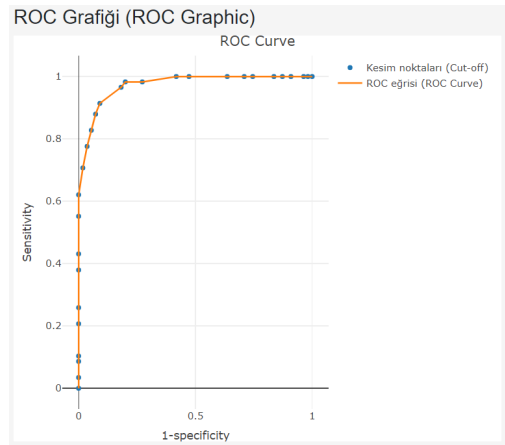
Şekil 4.1. RTH ve RTL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



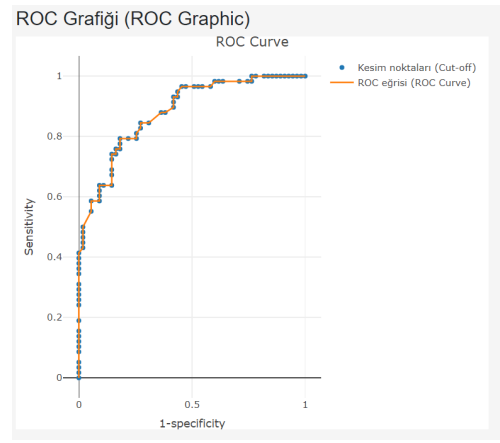
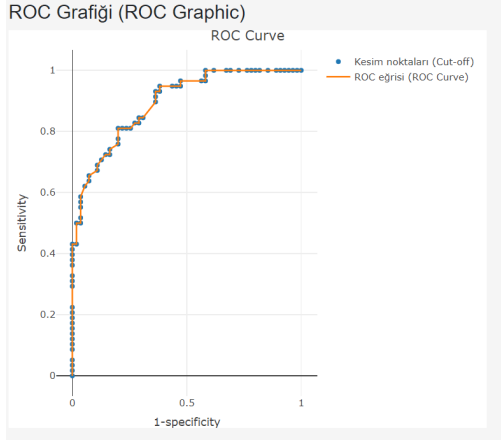
Şekil 4.2. RLL ve RLLL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



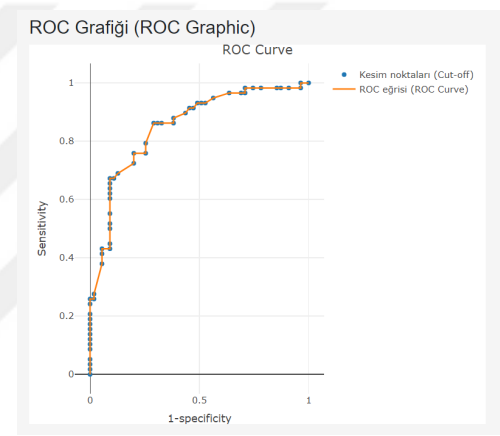
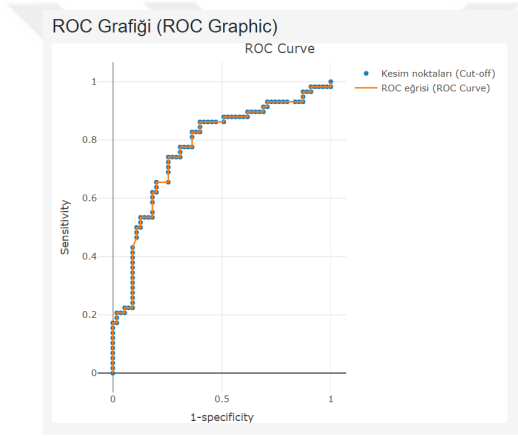
Şekil 4.3. RFH ve RFL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



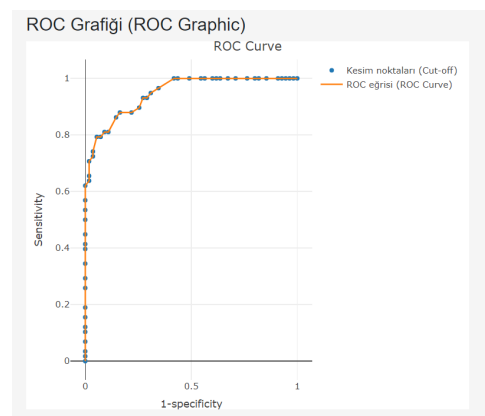
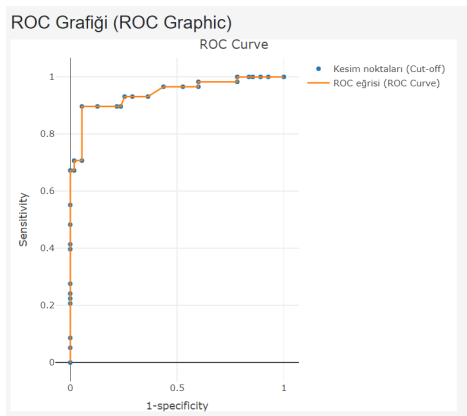
Şekil 4.4. RFB Değişkenine Yönelik ROC Eğrisi



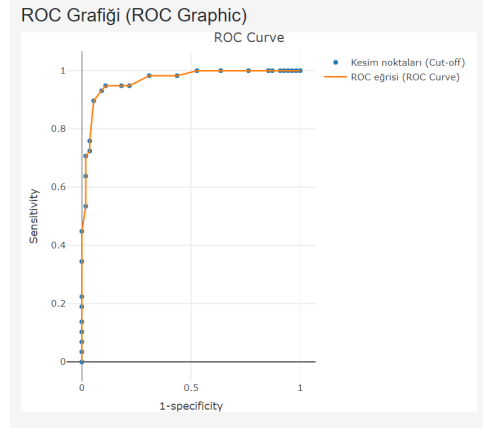
Şekil 4.5. LTH ve LTL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



Şekil 4.6. LLL ve LLLL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



Şekil 4.7. LFH ve LFL Değişkenlerine Yönelik ROC Eğrileri



Şekil 4.8. LFB Değişkenine Yönelik ROC Eğrisi

Değişkenlere ilişkin ROC eğrisi altında kalan alanlar ve ilgili p değerleri Tablo 4.15.'te verilmiştir. Alt ekstremitedeki bütün değişkenlerin ROC eğrisi altında kalan alanları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). ROC eğrisi altında kalan eğri alanlarına bakıldığında en yüksek değer RFB (0,973) değerine ait bulunmuştur. ROC analizi kullanılarak bulunan kesim noktaları (cut-off) tabloda verilmiştir. Kesim noktasının üstündeki ölçümler erkek, altında kalan ölçümler kadın olarak sınıflandırılmıştır. ROC analizinin kesim noktasında duyarlılık ve seçicilik yüzdeleri Tablo 4.15.'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Tüm Ölçümler İçin ROC Analizi Sonuçları

Değişkenler	ROC Eğrisi Altında Kalan Alan (AUC)	Cut-off değerleri (cm)	Duyarlılık (Sensitivity) (%)	Seçicilik (Specificity) (%)	p
RTH	0,885	84,95	0,776	0,818	<0,001
RTL	0,870	42,4	0,759	0,836	<0,001
RLL	0,768	38,13	0,707	0,782	<0,001
RLLL	0,841	42,90	0,776	0,800	<0,001
RFH	0,967	4,255	0,948	0,855	<0,001
RFL	0,943	24,57	0,879	0,855	<0,001
RFB	0,973	8,65	0,914	0,909	<0,001
LTH	0,893	84,85	0,810	0,800	<0,001
LTL	0,881	42,4	0,793	0,818	<0,001
LLL	0,774	38,315	0,741	0,745	<0,001
LLLL	0,851	41,75	0,672	0,909	<0,001
LFH	0,943	4,17	0,897	0,945	<0,001
LFL	0,947	23,95	0,793	0,945	<0,001
LFB	0,966	8,575	0,897	0,945	<0,001

4.4. Boy Tahminine Yönelik Regresyon Analizi Sonuçları

Tablo 4.16. Tüm Ölçümlerde Tekli ve 3'lü Değişkenler İçin Lineer Regresyon Analizi Sonuçları

Değişkenler	Erkekler			Kadınlar			Toplam		
	R	R ²	S.E.E, (cm)	R	R ²	S.E.E, (cm)	R	R ²	S.E.E, (cm)
RTH	0,870	0,758 *	2,7932	0,900	0,810 *	2,8136	0,935	0,873 *	3,2070
RTL	0,737	0,544 *	3,8329	0,702	0,492 *	4,6016	0,842	0,709 *	4,8648
RLL	0,837	0,701 *	3,1030	0,843	0,711 *	3,4717	0,838	0,701 *	4,9237
RLLL	0,856	0,733 *	2,9296	0,881	0,777 *	3,0528	0,824	0,822 *	3,7829
RFH	0,422	0,178 *	5,1441	0,317	0,101 **	6,1261	0,727	0,528 *	6,18915
RFL	0,657	0,432 *	4,2776	0,765	0,585 *	4,1591	0,869	0,755 *	4,4609
RFB	0,325	0,106 *	5,3658	0,394	0,155 *	5,9377	0,737	0,543 *	6,0935
RFH/RFL/RFB	0,704	0,495 *	4,1093	0,768	0,590 *	4,2102	0,883	0,780 *	4,2646
LTH	0,870	0,757 *	2,7961	0,914	0,836 *	2,6162	0,941	0,886 *	3,0401
LTL	0,765	0,585 *	3,6574	0,713	0,509 *	4,5265	0,857	0,734 *	4,6506
LLL	0,822	0,675 *	3,2324	0,864	0,747 *	3,2507	0,847	0,717 *	4,7911
LLLL	0,852	0,726 *	2,9729	0,890	0,792 *	2,9486	0,913	0,834 *	3,6715
LFH	0,308	0,095 **	5,3989	0,238	0,057 ***	6,2730	0,673	0,454 *	6,6616
LFL	0,697	0,486 *	4,0689	0,812	0,659 *	3,7697	0,895	0,801 *	4,0195
LFB	0,316	0,100 **	5,3835	0,455	0,207 *	5,7522	0,734	0,539 *	6,1219
LFH/LFL/LFB	0,724	0,524 *	3,9910	0,813	0,661 *	3,8326	0,900	0,810 *	3,9611

*, p<0,01, **, p<0,05, ***, p>0,05

Alt ekstremitte ölçümlerine ait veriler normal dağılıma uygun olduğu görülmüş ve Pearson korelasyon (R) analizi akabinde lineer regresyon modelleri uygulanmış, boy uzunluğu bağımlı değer olarak alınmıştır. R² değerleri bağımlı değişkenin ne kadarının bağımsız değişken tarafından açıklandığını göstermektedir. S.E.E. (tahmini standart hata) ise regresyon eşitliklerindeki olası hata miktarını göstermektedir.

Cinsiyetlere göre lineer regresyon analizlerine bakıldığında en yüksek R değerlerinin erkeklerde RTH ve LTH (0,870) ve kadınlarda LTH (0,914) değişkenlerinde elde edildiği, en düşük tahmini standart hata değerlerinin ise benzer biçimde LTH değişkenlerinde elde edildiği (erkek: 2.7961 cm; kadında: 2.6162 cm) tespit edilmiştir. Cinsiyet ayrımı yapılmadan uygulanan lineer regresyon modelinde, en yüksek R değerlerinin LTH (0,941) değişkeninde elde edildiği, en düşük tahmini standart hata değerinin ise aynı şekilde LTH (3,0401 cm) değişkeninde elde edildiği tespit edilmiştir (Tablo 4.16.).

Lineer regresyon analizi sonuçlarına göre; cinsiyet ayrımı yapılmaksızın oluşturulan bütün modeller istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Erkekler için oluşturulan bütün modeller de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Kadınlar için LFH değişkeni baz alınarak oluşturulan model hariç olmak üzere bütün modeller istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.16.). Elde edilen regresyon analizi sonuçlarına göre elde edilen modellerin boy tahmininde güvenilir ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.17. Erkeklerde Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri

Değişkenler	Boy formülü	R	R ²	S,E,E, (cm)
RTH	$68,954 + 1,205 RTH$	0,870	0,758 *	2,7932
RTL	$96,683 + 1,778 RTL$	0,737	0,544 *	3,8329
RLL	$80,302 + 2,420 RLL$	0,837	0,701 *	3,1030
RLLL	$75,516 + 2,270 RLLL$	0,856	0,733 *	2,9296
RFH	$150,735 + 5,329 RFH$	0,422	0,178 *	5,1441
RFL	$94,623 + 3,155 RFH$	0,657	0,432 *	4,2776
RFB	$139,594 + 3,954 RFB$	0,325	0,106 *	5,3658
RFH/RFL/RFB	$93,730 + 3,279 RFH + 3,099 RFL - 1,429 RFB$	0,704	0,495 *	4,1093
LTH	$64,555 + 1,258 LTH$	0,870	0,757 *	2,7961
LTL	$86,435 + 2,021 LTL$	0,765	0,585 *	3,6574
LLL	$83,707 + 2,334 LLL$	0,822	0,675 *	3,2324
LLLL	$73,225 + 2,320 LLLL$	0,852	0,726 *	2,9729
LFH	$156,513 + 4,075 LFH$	0,308	0,095 **	5,3989
LFL	$84,598 + 3,545 LFL$	0,697	0,486 *	4,0689
LFB	$142,457 + 3,629 LFB$	0,316	0,100 **	5,3835
LFH/LFL/LFB	$82,011 + 2,336 LFH + 3,700 LFL - 1,357 LFB$	0,724	0,524 *	3,9910

*, $p<0,01$, **, $p<0,05$

Tablo 4.17. - 4.18. ve 4.19.'da boy tahmini için elde edilen eşitlikler gösterilmektedir.

Tablo 4.18. Kadınlarda Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri

Değişkenler	Boy formülü	R	R ²	S,E,E, (cm)
RTH	$49,980 + 1,379 RTH$	0,900	0,810 *	2,8136
RTL	$88,422 + 1,825 RTL$	0,702	0,492 *	4,6016
RLL	$72,478 + 2,411 RLL$	0,843	0,711 *	3,4717

RLLL	62,322 + 2,445 <i>RLLL</i>	0,881	0,777 *	3,0528
RFH	146,497 + 4,427 <i>RFH</i>	0,317	0,101**	6,1261
RFL	63,666 + 4,249 <i>RFL</i>	0,765	0,585 *	4,1591
RFB	113,737 + 6,087 <i>RFB</i>	0,394	0,155 *	5,9377
RFH/RFL/RFB	66,897 + 0,627 <i>RFH</i> + 4,376 <i>RFL</i> - 1,057 <i>RFB</i>	0,768	0,590 *	4,2102
LTH	47,412 + 1,415 <i>LTH</i>	0,914	0,836 *	2,6162
LTL	85,833 + 1,900 <i>LTL</i>	0,713	0,509 *	4,5265
LLL	70,902 + 2,460 <i>LLL</i>	0,864	0,747 *	3,2507
LLLL	62,091 + 2,453 <i>LLLL</i>	0,890	0,792 *	2,9486
LFH	151,616 + 2,970 <i>LFH</i>	0,238	0,057 ***	6,2730
LFL	54,902 + 4,652 <i>LFL</i>	0,812	0,659 *	3,7697
LFB	112,439 + 6,199 <i>LFB</i>	0,455	0,207 *	5,7522
LFH/LFL/LFB	56,165 + 0,139 <i>LFH</i> + 4,777 <i>LFL</i> - 0,578 <i>LFB</i>	0,813	0,661 *	3,8326

*, p<0,01, **, p<0,05, ***, p>0,05

Tablo 4.19. Cinsiyet Ayrımı Olmadan Boy (cm) Tahmini İçin Lineer ve Çoklu Regresyon Denklemleri

Değişkenler	Boy formülü	R	R ²	S,E,E, (cm)
RTH	37,598 + 1,545 <i>RTH</i>	0,935	0,873 *	3,2070
RTL	64,935 + 2,448 <i>RTL</i>	0,842	0,709 *	4,8648
RLL	45,943 + 3,206 <i>RLL</i>	0,838	0,701 *	4,9237
RLLL	41,966 + 2,986 <i>RLLL</i>	0,824	0,822 *	3,7829
RFH	130,536 + 9,256 <i>RFH</i>	0,727	0,528 *	6,18915
RFL	56,311 + 4,605 <i>RFH</i>	0,869	0,755 *	4,4609
RFB	90,513 + 9,149 <i>RFB</i>	0,737	0,543 *	6,0935
RFH/RFL/RFB	65,122 + 2,888 <i>RFH</i> + 3,797 <i>RFL</i> - 0,121 <i>RFB</i>	0,883	0,780 *	4,2646
LTH	35,395 + 1,576 <i>LTH</i>	0,941	0,886 *	3,0401
LTL	59,871 + 2,583 <i>LTL</i>	0,857	0,734 *	4,6506
LLL	46,928 + 3,184 <i>LLL</i>	0,847	0,717 *	4,7911
LLLL	41,556 + 2,996 <i>LLLL</i>	0,913	0,834 *	3,6715
LFH	133,129 + 8,536 <i>LFH</i>	0,673	0,454 *	6,6616
LFL	54,434 + 4,695 <i>LFL</i>	0,895	0,801 *	4,0195
LFB	91,712 + 8,959 <i>LFB</i>	0,734	0,539 *	6,1219
LFH/LFL/LFB	59,007 + 1,730 <i>LFH</i> + 4,457 <i>LFL</i> - 0,700 <i>LFB</i>	0,900	0,810 *	3,9611

*, p<0,01

5. TARTIŞMA

Türk toplumunda alt ekstremite boyutlarından ve kimliklendirmenin dört önemli unsurundan ikisi olan cinsiyet tespiti ve boy tahminine yönelik değerlendirme yapıp yapılamayacağını araştırdığımız çalışmamızda; tüm alt ekstremite ölçümlerinin hem cinsiyet tespiti hem de boy tahmini için kullanılabilir olduğu; yapılan analizler neticesinde bulunan bu değerlerin cinsiyet tahminindeki doğruluk oranlarının sol ayak genişliği için %92, sağ ayak genişliği için %91,2, sağ ayak uzunluğu için %86,7, sol ayak uzunluğu için %85 olduğu, ayak yüksekliği, genişliği ve uzunluğu beraber kullanılarak sağ taraf için %95,6, sol taraf için %94,7 olduğu, boy tahmininde en iyi değişkenin trokanterik yükseklik olduğu, erkekler ve kadınlarda sırasıyla %87 ve %94 korelasyon ve 2,75 cm hata ile boy tahmini yapılabildiği, ikinci olarak alt bacak uzunluğu ile erkeklerde %85 korelasyon ve 2,9 cm hata, kadınlarda %88 korelasyon ve 2,9 cm hata ile boy tahmini yapılabildiği, en düşük tahmin değerinin %32 korelasyon ve 5,5 cm ile ayak genişliğinde olduğu tespit edilmiştir.

Krishan ve ark. (2011) yaptığı bir çalışmada el ve ayak ölçümlerinin cinsiyet ayrımındaki gücü araştırılmıştır. Yürütülen çalışma sonucunda el ayak genişlik ve uzunluklarının cinsiyet ayrımında istatistiki olarak anlamlı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Ayak genişliğinden %86-88,5 doğruluk ve ayak uzunluğundan %82-83,5 doğruluk oranıyla cinsiyet ayrımı yapılmıştır. Bizim çalışmamızda ise ayak genişliğinden %91,2-92 doğruluk, ayak uzunluğundan %86,7-85 doğrulukla yapılan cinsiyet tespiti oranları benzer olmakla beraber toplumsal farklardan dolayı kısmi farklılıklar gözlenmiştir. Ayak genişliği ise ayak uzunluğundan daha iyi cinsiyet ayrımı yapabilmektedir (99).

Sen ve ark. (2011) yürüttüğü çalışmada ayak ölçümlerinin cinsiyet ayrımında %84 doğrulukla cinsiyet tespitinde kullanılabilir olduğunu bulmuştur (100). Zeybek ve ark. (2008) ayak ölçümlerinin %94-97 oranında cinsiyet ayrımı yapılabildiğini bulmuştur. Tarafımızca yürütülen çalışmada ayak ölçümlerinden %95,6-94,7 doğrulukla yapılan cinsiyet ayrımı oldukça benzer olarak bulunmuştur.

Smith (1997) cinsiyet ayrımında metatarsal kemiklerle distal ve proksimal falanksların kullanılabilirliği için elde edilen modeller yardımıyla cinsiyetin belirlenmesinin %86-98 doğruluk oranıyla yapılabileceğini ortaya koymuştur (101). Biz bu çalışmamızda kuru kemikler yerine üzerinde cilt, kas ve deri olan alt ekstremite

ölçümlemlerini kullandık. Ayak ölçümlemlerinde elde edilen sonuçlar (%91,2-95,6) oldukça benzer olarak bulunmuştur.

Bosare ve Zambare'nin (2013) kuru kemikler üzerinde yaptığı bir çalışmada, femur uzunluğunun cinsiyet ayrımında iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Dibennardo ve Taylor'un (1982) Terry Koleksiyonu üzerinde yürüttüğü çalışmada femur uzunluğu, şaft genişliği ve çevresi cinsiyet ayrımında değerlendirilmiştir. Femur uzunluğu ve femur şaft genişliği kullanılan modelde, %77,7 doğruluk oranıyla cinsiyet ayrımı yapılmıştır. İşcan ve Miller'ın (1984) Terry koleksiyonunda kuru kemiklerdeki tibia ölçümlemlerinde yürüttüğü çalışmada; tibia uzunluğunun beyaz Amerikalılarda cinsiyet ayrımında %65,8 oranında, siyah Amerikalılarda %81,3 oranında doğrulukla kullanılabilirliği gösterilmiştir (102). Çalışmamızda tibia eklemi ve lateral malleol arasındaki yükseklik farkından yumuşak doku üzerinden yapılan ölçümlemler gözetildiğinde, %70-72 oranında yapılan cinsiyet ayrımı benzer sonuçlar vermektedir. Ayrıca uyluk uzunluğunda bulunan %78-80 doğru ayırma oranı da benzer bulunmuştur.

Nanayakkara ve ark. (2019) Sri Lanka toplumunda kuru kemiklerde yaptığı ölçümlemlerde, tibia boyutlarının cinsiyet ayrımına katkısı incelenmiştir. Tibia uzunluğunun cinsiyet ayrımında %73,8 oranla en iyi ayrımı sağladığı görülmüştür (103). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yürüttüğümüz çalışmamızda bulunan %70,8-72,6 doğruluk oranıyla oldukça benzer sonuçlar vermiş olup tibia yüksekliğinin cinsiyet ayrımında iyi bir ayrım sağladığını ortaya koymaktadır.

Slaus ve ark. (2013) Hırvatistan Bağımsızlık Savaşı (1991-95) kurbanlarından oluşan kemik koleksiyonu üzerinde yürüttüğü bir çalışmada, tibianın uzunluğu, proksimal ve distal epifiz genişliği ile nutrient foramendeki çapı beraber değerlendirildiğinde cinsiyet ayrımında oldukça iyi sonuçlar verdiğini (%90 doğruluk) tespit etmişlerdir (104). İlginç bir şekilde, oluşturulan modelden tibia uzunluğu çıkarıldığında bu oran %91,1'e yükselmiştir. Bu sonuçlar, ekstremitte genişlik ölçümlemlerinin, uzunluk ölçümlemlerine göre cinsiyet ayrımında daha iyi ayrım sağladığını gösteren diğer çalışmalarla uyumlu bulunmaktadır (102,105,106). Bunun nedeni olarak, ergenlik döneminde, erkeklerde kadınlara göre daha fazla kortikal kemik gelişimine yol açan kemik remodelling mekanizmaları ile açıklanabilir (98). Bu farklı kortikal kemik gelişimi öncelikle genişlik ve çevre ölçümlemlerini etkilemektedir. Birçok çalışma, epifiz ölçümlemlerinin ve orta şaft çevresinin cinsiyetin daha güvenilir göstergeleri olduğunu öne

sürmektedir. Çünkü ağırlık ve kas yapısının fonksiyonel etkileri, uzun kemiklerin evvelce bahsedilen özellikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Mevcut literatür ışığında, alt ekstremitelerde kuru kemik ve yumuşak doku üzerinden yapılan ölçümler cinsiyet ayrımında iyi sonuçlar vermektedir. Ayak boyutları özelinde, maksimum ayak genişliğinin metatarsların kortikal kemik genişlikleri ile korelasyonu göz önünde bulundurulduğunda, tek başına ayak ölçümlerinin cinsiyet ayrımında %90'a varan doğruluk oranıyla iyi bir gösterge olduğu söylenebilir. Mevcut literatürle uyumlu olarak, çalışmamızda elde edilen sonuçlar cinsiyet ayrımında alt ekstremitenin yumuşak doku üzerinde yapılan ölçümleri, kuru kemiklerden elde edilen modellerle dahi uyumluluk göstermektedir.

Zeybek ve ark. (2008) Türk toplumu üzerinde yürüttüğü bir başka çalışmada, ayak boyutlarının boy tahmini üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ayak uzunluğunun boy ile korelasyonu %74-68 olarak tespit edilmiş ve 3,8 cm hata ile ayak boyutları içerisinde boyun en iyi göstergesi olduğu gösterilmiştir (107). Bizim çalışmamızda da ayak uzunluğunun boy ile korelasyonu %76-66 ve tahmini hatası 4,2 cm olarak bulunmuştur ve benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Özaslan ve ark. (2003) yürüttüğü bir çalışmada, Türk toplumunda alt ekstremité ölçümlerinin boy tahminindeki kullanılabilirliği araştırılmıştır (9). Elde edilen bulgulara göre en iyi boy göstergesi, %76 korelasyon ve 4,3 cm'lik standart hata ile trokanterik yükseklik olarak bulunmuştur. Ardından gelen en iyi gösterge ise proksimal tibia eklemleri ile ayak tabanı arasındaki mesafe olarak bulunmuştur (%75 korelasyon, 4,3 cm standart hata). Ayak yüksekliği ve ayak uzunluğunun beraber kullanıldığı modelde ise boy ile %70 korelasyon ve 4,7 cm'lik standart hata ile boy tahmini mümkün olmuştur. Özaslan ve ark. (2012) tarafından yürütülen bir başka çalışmada, el ve ayak boyutlarının boy tahmini üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir (108). Önceki çalışmayla uyumlu olarak ayak uzunluğunun boy ile korelasyonu %69 olarak değerlendirilmiş ve 4,9 cm standart hata ile boy tahmini elde edilmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz veriler incelendiğinde, trokanterik yükseklik ile boy korelasyonu erkeklerde %87 ve kadınlarda %90, tahmin hatası ise 2,8 cm olarak bulunmuştur. Tahmindeki hata ve korelasyon yüzdelerindeki bu farklılıklar, büyümeyi etkileyen beslenme, fiziksel aktiviteler ve iklim faktörleri gibi çevresel etkenler ile çalışmaların yürütüldüğü tarihler arasındaki geçen zaman ve çalışmaların yürütüldüğü toplulukların etnik köken ve bölge farklılıkları ile açıklanabilir. Özaslan'ın yürüttüğü çalışmalar İstanbul gibi kozmopolit ve hızlı göç alan

bir şehirde yürütülmüşken, çalışmamıza ağırlıkla Malatya ve çevresinden gelen bireyler dahil olmuştur.

Abu Bakar ve ark. (2017) Malezya toplumu üzerinde yürüttüğü bir çalışmada ise bacak yüksekliği (ayak yüksekliği ile beraber) %81 korelasyon ve 4,2 cm standart hata en iyi sonuçları vermiştir. Ayak yüksekliği boy ile en az korelasyona sahip olarak bulunmuştur (109). Malezya toplumu üzerinde Nor ve ark. (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada, benzer şekilde boy ile en korele alt ekstremitte boyutunun tibia ekleminde ayak topuğuna kadar olan uzunluk olduğu, ancak tahmin hatasının 5,5 cm olarak bulunduğu görülmüştür (110). Ayak uzunluğu ile boy korelasyonu %69 olarak tespit edilmiştir ve aynı toplumda dahi farklılıklar gözlenmiştir. Mohanty (1998) tarafından Hindistan'da yaşayan Oriya toplumu üzerinde yapılan çalışmada, perkutan tibia ölçümlerinin boy ile %93-95 oranında korelasyon gösterdiği ve 3 cm'lik standart hata ile boy tahminine olanak sağladığı gösterilmiştir (111). Bir etnik popülasyondan geliştirilen boy tahmini modellerinin daha iyi doğruluk için benzer bir popülasyonda kullanılması gerektiği literatürde iyi bilinen bir gerçektir (112). Türkiye'de yapılan çalışmalar ile mevcut çalışmamız karşılaştırıldığında, alt ekstremitte ölçümlerinin boy ile korelasyonu ve tahmindeki standart hataları farklılıklar göstermektedir (9,10,107). Söz konusu çalışmalar, mevcut çalışmamız da dahil olmak üzere Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülmüştür. Daha dar bir coğrafyada belli etnik kökenler üzerinde yürütülen çalışmalar boy ve cinsiyet tahmininde daha iyi sonuçlar sunmaktadır (111,112).

Boy, sabit bir olgu değildir ve bilim insanlarının, yeniden inşa etmeye çalışılan şeyin gerçekte ne olduğu konusunda dikkatli bir değerlendirme yapmaları gerekmektedir. Büyüme periyodu boyunca boy artar ve tüm büyüme plakları kapandıktan sonra durur. Bu nedenle, bu konudaki genel tartışma, tüm epifizler kapandıktan sonra yetişkin dönemdeki boy ile ilgilidir. Alt ekstremitte boyutları, adli bilimlerde, özellikle boy tahmini için önemli bir değere sahiptir. Önceki çalışmalarda, alt ekstremitte kemiklerinin, üst ekstremitte kemiklerine göre boy tahmininde daha yüksek geçerliliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur (42,91,111,113). Ayağın anatomik yapısı, doğuştan gelen koşullar, iklim faktörleri, fiziksel aktiviteler, beslenme koşulları ve giyilen ayakkabı tipinden kaynaklanan etnik ve bölgesel farklılıklar göstermektedir (10,107). Boy hesaplamasında, mümkün olan her yerde birden fazla uzun kemiğin kullanılması tavsiye edilmektedir (8,113–116). Alt ekstremitte kemik uzunlukları (tibia

ve femur), üst ekstremitte kemik uzunluklarından (radius ve humerus) daha iyi tahminler vermektedir. Yayınlanmış verileri kullanırken, zamansal değişiklikleri (en güncel), cinsiyet farklılıklarını, toplumlara ait farklılıkları ve yaş farklılıklarını (yaşlılıkta boy kaybı için düzeltme) dikkate almaya özen gösterilmelidir. Mevcut çalışmamız da göz önünde bulundurularak Dünya’da ve ülkemizde yürütülen çalışmalar değerlendirildiğinde, aynı toplumda bile olsa bölgesel farklılıklar, boy ve cinsiyet tahmini için yürütülen çalışmalarda dikkate alınmalı ve belirli aralıklarla çalışmalar yapılarak veriler güncellenmelidir.

Özaslan ve ark. (2003) tarafından Türk toplumu üzerinde yürütülen çalışmada sol alt ekstremitte ölçümleri yapılmıştır. Erkekler için ortalama boy 172 cm, ayak uzunluğu 25 cm, ayak genişliği 9,3 cm; kadınlar için ortalama boy 161,7 cm, ayak uzunluğu 22,6 cm, ayak genişliği 8,6 cm olarak bulunmuştur (9). Özaslan ve ark. (2012) tarafından Türk toplumu üzerinde yürütülen bir başka çalışmada ise sağ el ve ayak ölçümleri yapılmıştır. Erkekler için ortalama boy 172,4 cm, ayak uzunluğu 25 cm, ayak genişliği 9,4 cm; kadınlar için ortalama boy 162 cm, ayak uzunluğu 23 cm, ayak genişliği 8,6 cm olarak bulunmuş olup önceki çalışmayla oldukça benzerdir (108). Özden ve ark. (2005) tarafından Türk toplumu üzerinde yürütülen çalışmada erkekler için ortalama boy 174,4 cm, sağ ve sol ayak uzunluğu sırasıyla 26-26,04 cm, sağ ve sol ayak genişliği sırasıyla 9,41-9,47 cm; kadınlar için ortalama boy 153 cm, sağ ve sol ayak uzunluğu sırasıyla 22,5-23 cm, sağ ve sol ayak genişliği sırasıyla 6-6 cm olarak bulunmuştur (10). Zeybek ve ark. (2008) tarafından Türk toplumu üzerinde yürütülen bir başka çalışmada erkekler için ortalama boy 174,1 cm, sağ ve sol ayak uzunluğu sırasıyla 25,6-25,5 cm, sağ ve sol ayak genişliği sırasıyla 9,8-9,6 cm; kadınlar için ortalama boy 161,6 cm, sağ ve sol ayak uzunluğu sırasıyla 23-23 cm, sağ ve sol ayak genişliği sırasıyla 8,7-8,5 cm olarak bulunmuştur (107). Çalışmamızda ise erkekler için ortalama boy 175,9 cm, sağ ve sol ayak uzunlukları 25,7 cm, sağ ve sol ayak genişliği sırasıyla 9,1-9,2 cm; kadınlar için ortalama boy 162,5 cm, sağ ve sol ayak uzunluğu 23,2-23,1 cm, sağ ve sol ayak genişliği 8,02-8,09 cm olarak bulunmuştur. Görüldüğü üzere Türkiye’de yapılan çalışmalarda cinsiyetlere göre ortalama boy, alt ekstremitte boyutları ve ayak baskınlığı farklılıklar göstermektedir. İklim faktörleri, rakım, fiziksel aktiviteler, beslenme koşulları ile etnik ve bölgesel farklılıklar, bu koşulları etkileyen faktörler arasındadır.

Singh ve ark. (2019) tarafından Kuzey Hint toplumunda erkekler üzerinde yürütülen çalışmada ortalama boy 175,3 cm, ortalama sağ ve sol ayak uzunlukları sırasıyla 26,824-26,821 cm, ortalama sağ ve sol ayak genişlikleri sırasıyla 10,497-10,447 cm olarak bulunmuştur (117). Sen ve ark. (2011) tarafından Hint toplumu üzerinde yürütülen bir başka çalışmada ise erkekler için ortalama sağ ve sol ayak uzunlukları sırasıyla 23,95-24,01 cm, ortalama sağ ve sol ayak genişlikleri sırasıyla 9,89-9,90 cm; kadınlar için ortalama sağ ve sol ayak uzunlukları sırasıyla 22,23-22,26 cm, ortalama sağ ve sol ayak genişlikleri sırasıyla 8,99-9,01 cm olarak bulunmuştur (100). Ayak boyutlarında sağ ve sol taraf baskınlığı üzerine mevcut çalışmalar tutarsızdır. Literatürde kadın ve erkeklerde sağ ve sol taraf ayak boyutlarında ayrı ayrı baskınlıklar bildirilmiştir (10,100,107,117).

Mevcut çalışmamızda alt ekstremitte asimetrisi yönünden yapılan değerlendirmede; trokanter yüksekliği ve uyluk yüksekliği sağ taraf baskınlığı yönünden, ayak genişliği ise sol taraf baskınlığı yönünden her iki cinsiyet grubunda da istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Üst ve alt ekstremitte kemiklerdeki iki taraflı varyasyonlar, büyüme sürecinde farklı kemikler üzerindeki mekanik stres ve gerilmedeki farklılığa atfedilebilir ve yönlü asimetri olarak adlandırılır. Üst ekstremitenin bir tarafı, tipik olarak daha gelişmiş veya baskın iken, baskın üst ekstremitenin karşısındaki alt ekstremitte, diğer alt ekstremitte ile karşılaştırıldığında daha büyüktür. Üst ekstremitede baskın tarafla ilgili bu asimetri paterni, kemiklerin uzunluğunda ve ağırlığında gözlemlenmektedir. Alt ekstremitelerde bu etki, muhtemelen kemik büyümesini etkileyen destekleyici kontra lateral kas kasılmalarından kaynaklanmaktadır. Üst ve alt ekstremitelerdeki bu kontra lateral baskınlık, çapraz simetri paterni olarak bilinir. Üst ve alt ekstremitelerdeki bu çapraz simetri modeli, karakteristik olarak el uzunluğu, kas kütlesi, kemik uzunlukları, kortikal boyutlar, kemik ağırlıkları ve eklem yüzeylerinde bulunur (118). Üst ve alt ekstremiteler, üst ekstremitenin asimetrik kullanımından kaynaklanan çapraz asimetri sergiler, bu da alt uzuvların üst uzuvların tersi yönde asimetrisine katkıda bulunur (119). Çalışmamızda da tespit edildiği üzere sağ alt ekstremitte boyutları, sol taraf ölçümlerine kıyasla daha uzun olarak bulunmuştur. Bu farklılık yukarıda belirtilen nedenlerle açıklanabilir.

İskelet kalıntılarının incelenmesi sırasında, özellikle toplu afet durumlarında, kalıntıların ait olduğu kişi sayısı hakkında görüş alınması, yapılması gereken önemli bir ön araştırmadır. Baskın elin belirlenmesi bu gibi durumlarda bireylerin pozitif

kimliklendirilmesinde oldukça önem arz etmektedir. Çalışmamızda özellikler sağlıklı bireylerde sol ayak genişliğinin anlamlı olarak baskın bulunması daha önce açıklanan çapraz asimetri ile açıklanabilir. Ayrıca cinsiyet tahmini için oluşturulan modellerde sağ ayak genişliği ile sol ayak uzunluğu daha yüksek korelasyon göstermiştir. Bu bağlamda, alt ekstremité asimetrisinde el kullanımının etkisinin araştırılması, bireylerin el kullanımının alt ekstremité ve özellikle ayak ölçümlerinden belirlenmesi için adli bilimler kapsamında araştırmalar yapıp daha ileri çalışmalar önerilmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre; erkek ve kadınların bütün alt ekstremite ölçümleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Böylece erkeklerin bütün alt ekstremite boyutlarının ortalama olarak kadınlara oranla daha yüksek değerlere sahip olduğu söylenebilir.

Alt ekstremitenin asimetrisi yönünden yapılan değerlendirmede; sol alt ekstremitenin yüksekliğinin sağ alt ekstremiteye kıyasla daha kısa olduğu istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı şekilde sol uyluk yüksekliği de sağ tarafa kıyasla daha kısadır. Ayak genişliği değerlendirildiğinde ise sağ ayak genişliğinin sol ayağa göre daha dar olduğu görülmüştür. Çapraz asimetri göz önünde bulundurulduğunda elde edilen sonuçlar tutarlı olarak değerlendirilebilir.

Cinsiyet tespiti açısından yapılan analizler sonucunda; tek başına ayak genişliklerinin %91,2-92 oranında doğrulukla cinsiyeti doğru tespit edebildiği, ayak yüksekliği, uzunluğu ve genişliği beraber kullanıldığında ise bu oranın %94,7-95,6 seviyelerine kadar yükseldiği görülmüştür. Çalışmada kullanılan diğer ölçümler açısından yapılan değerlendirmede ise cinsiyet tespitinin trokanterik yükseklikten %79,6, uyluk uzunluğundan %78,8-80,5, alt bacak yüksekliğinden ise %77,9 doğrulukla yapılabildiği gösterilmiştir. Sonuç olarak ayak boyutlarının cinsiyet açısından daha dimorfik olduğu ve cinsiyet tespitinde daha güvenilir olduğu söylenebilir.

Boy tahmini yönünden yapılan analizler sonucunda; boy ile en iyi korelasyonun trokanterik yükseklik ile olduğu, erkeklerde %87 korelasyon gösterdiği ve 2,8 cm hata ile boyu tahmin edebildiği, kadınlarda %90-91 korelasyon gösterdiği ve ortalama 2,7 cm hata ile boyu tahmin edebildiği gösterilmiştir. Cinsiyet ayrımı yapılmadığında ise %93-94 korelasyon ile ortalama 3,1 cm hata ile boy tahmini yapılabilmektedir. Alt bacak uzunluğu ile yapılan değerlendirmede erkeklerde %85 korelasyon gösterdiği ve ortalama 2,9 cm hata ile boyu tahmin edebildiği, kadınlarda %89 korelasyon gösterdiği ve ortalama 3,0 cm hata ile boyu tahmin edebildiği gösterilmiştir. Cinsiyet ayrımı yapılmadığında ise %82-91 korelasyon ile ortalama 3,7 cm hata ile boy tahmini yapılabilmektedir. Ayak ölçümlerinde ise en iyi korelasyonun ayak uzunluğunda sağlandığı, erkeklerde %66-70 korelasyon ve ortalama 4,0 cm hata ile, kadınlarda ise %77-81 korelasyon ve 3,8 cm hata ile boy tahmini yapılabildiği; ayak ölçümleri beraber kullanıldığında ise daha iyi sonuçlar sağlandığı bulunmuştur.

Sonuç olarak, alt ekstremite ölçümlerinin değerlendirilmesi neticesinde oluşturulan formüllerle cinsiyet tespiti %95'e yakın doğrulukla, boy tahmini ise 2,5 cm'lik tahmin hatası ile yapılabilmektedir. El kullanımı ve alt ekstremite asimetrisi ileri araştırmalara açık bir konudur. Dünya'da ve ülkemizde yürütülen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, aynı toplumda bile bölgesel farklılıklar, toplu göçler, sosyoekonomik durum, beslenme ve diğer çevresel faktörler vücut gelişimini doğrudan etkilemekte olup boy tahmini ve cinsiyet tespiti için yürütülen çalışmalarda dikkate alınmalı ve belirli aralıklarla yeniden çalışmalar yapılarak veriler güncellenmelidir. Nüfusu yüksek olan ülkelerde toplumun homojen özellikte olmayıp (iklim, rakım, göçler, etnik farklılıklar vb.) farklılıklar gösterdiğinden, cinsiyet tespiti ve boy tahminine yönelik bölgesel formüller geliştirilmesi yararlı olacaktır. Adli antropoloji hala güncel önemini korumakta olan bir konudur ve günümüzde yaşayanların ve ölülerin gerçek yaşlarının belirlenmesi ve kimliklendirilmesi, toplu kazalar ve afetlerde kimlik tespiti gibi adli açıdan önemli ve hassas konularda vazgeçilmezdir. Hızlı, maliyeti düşük ve doğru sonuçlar alınabildiği için adli antropolojinin gelecekte de önemini koruyacağı açıktır.

KAYNAKLAR

1. Kottak CP. Anthropology: The exploration of human diversity. NewYork: Mcgraw-Hill Companie; 2000.
2. The American Board of Forensic Anthropology [Internet]. 2018 [kaynak 28 Mayıs 2021]. Available at: <http://theabfa.org>
3. Stewart TD. Essentials of forensic anthropology: especially as developed in the United States. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1979.
4. Byers SN. Introduction to forensic anthropology: A textbook. Boston: Allyn & Bacon; 2002.
5. Işcan MY. Kimliklendirme ve Antropoloji. I. Adli Bilimler Kongresi, Kongre Kitabı. Adana; 1994. 96-102. s.
6. Işcan MY. Age markers in the human skeleton. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1989.
7. Işcan MY, Kennedy KA. Reconstruction of life from the skeleton. Işcan MY, Kennedy KA, editörler. New York : Liss; 1989.
8. Celbis O, Agritmis H. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. Forensic Sci Int. 2006;158(2–3):135–9.
9. Özaslan A, Işcan MY, Özaslan I, Tuğcu H, Koç S. Estimation of stature from body parts. Forensic Sci Int. 2003;132(1):40–5.
10. Ozden H, Balci Y, Demirüstü C, Turgut A, Ertugrul M. Stature and sex estimate using foot and shoe dimensions. Forensic Sci Int. 2005;147(2-3 SPEC.ISS.):181–4.
11. Celbiş O, İscan MY. Adli Bilimler: Kimlik, Yeniden Yapılandırma ve Ölüm. ANKARA: Akademisyen Tıp Kitabevi; 2016.
12. Zeyfeoğlu Y, Hancı İH. İnsanlarda Kimlik Tespiti. Sted. 2001;10(10):375–7.
13. Ubelaker DH, Shamlou A, Kunkle A. Contributions of forensic anthropology to positive scientific identification: a critical Review. Forensic Sci Res.

2019;4(1):45–50.

14. Christensen AM, Anderson BE. Methods of Personal Identification. İçinde: Langley NR, Tersigni TMTA, editörler. *Forensic Anthropology: A Comprehensive Introduction*. 2. baskı Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group; 2017. s. 313–33.
15. Halberstein RA. The application of anthropometric indices in forensic photography: three case studies. *J Forensic Sci*. 2001;46(6):1438–41.
16. Yoshino M, Matsuda H, Kubota S, Imaizumi K. Computer-Assisted Facial Image Identification System. *Forensic Sci Commun*. 2001;3(1):53–9.
17. Fraser NL, Yoshino M, Imaizumi K, Blackwell SA, Thomas CDL, Clement JG. A Japanese computer-assisted facial identification system successfully identifies non-Japanese faces. *Forensic Sci Int*. 2003;135(2):122–8.
18. Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *Forensic Sci Int*. 2006;159(1):61–4.
19. Kerley E. Forensic anthropology. İçinde: Tedeschi C, Eckert W, Tedeschi L, editörler. *Forensic Medicine*, Vol 2. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company; 1977.
20. Dutra F. Identification of person and determination of cause of death from skeletal remains. *Arch Pathol*. 1944;38:339–349.
21. Steadman D, Adams B, Konigsberg L. Statistical basis for positive identification in forensic anthropology. *Am J Phys Anthr*. 2006;131(1):15–26.
22. Christensen AM, Anderson BE. Personal identification. İçinde: Tersigni-Tarrant MT, Shirley N, editörler. *Forensic Anthropology: An Introduction*. Boca Raton: CRC Press; 2013. s. 397–420.
23. Ubelaker DH, Bubniak E, O'Donnell G. Computer-Assisted Photographic Superimposition. *J Forensic Sci*. 1992;37(3):750–62.
24. Ubelaker DH. A history of Smithsonian-FBI collaboration in forensic anthropology, especially in regard to facial imagery. *Forensic Sci Commun*.

2000;2(4).

25. Christensen AM, Passalacqua N V., Bartelink EJ. Forensic Anthropology Current Methods and Practice. Oxford: Academic Press; 2014.
26. Clement J, Ranson D, editörler. Craniofacial Identification in Forensic Medicine. London: Arnold; 1998.
27. Taylor K. Forensic Art and Illustration. Boca Raton, FL: CRC Press; 2001.
28. Ubelaker DH. Facial reproduction. İçinde: Wecht C, editör. Forensic Sciences. New York: Matthew Bender and Co., Inc; 1993.
29. Wilkinson C. Forensic Facial Reconstruction. Cambridge: Cambridge University Press; 2004.
30. Tamaki K, Jeffreys AJ. Human tandem repeat sequences in forensic DNA typing. Leg Med. 2005;7(4):244–50.
31. Fitzgerald DG, Bachman D. The Use of Forensic Anthropology. second edi. The Use of Forensic Anthropology. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, LLC; 2009.
32. Aşirdizer M, Yavuz MS, Zeyfeğlu Y. Adli Tıp Stajı Ders Notları. Manisa; 2005.
33. Berketa JW, James H, Lake AW. Forensic odontology involvement in disaster victim identification. Forensic Sci Med Pathol. 2012;8(2):148–56.
34. Sweet D. Forensic odontology. Dent Clin North Am. 2001;15:237–51.
35. Moody G, Busuttil A. Identification in the lockerbie air disaster. Am J Forensic Med Pathol. 1994;15(1):63–9.
36. Lain R, Griffiths C, Hilton JMN. Forensic dental and medical response to the Bali Bombing: A personal perspective. Med J Aust. 2003;179(7):362–5.
37. James H. Thai tsunami victim identification - Overview to date. J Forensic Odontostomatol. 2005;23(1):1–18.
38. Ubelaker D. Positive identification from the radiographic comparison of frontal sinus patterns. İçinde: Rathbun T, Buikstra J, editörler. Human identification; case studies in forensic anthropology. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1984.

s. 399–411.

39. Christensen AM. Testing the reliability of frontal sinuses in positive identification. *J Forensic Sci.* 2005;50(1):18–22.
40. Iscan MY. Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Sci Int.* 2001;117:1–6.
41. Besana JL, Rogers TL. Personal identification using the frontal sinus. *J Forensic Sci.* 2010;55(3):584–9.
42. Krogman WM, Isçan MY. *The human skeleton in forensic medicine.* Second edi. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1986.
43. Stewart TD. A tribute to the French Forensic anthropologist georges fully (1926–1973). *J Forensic Sci.* 1979;24:916–924.
44. Ubelaker DH. A history of forensic anthropology. *Am J Phys Anthropol.* 2018;165(4):915–23.
45. Loth S, İşcan M. Morphological age estimation. İçinde: Siegel J, Saukko P, Knupfer G, editörler. *Encyclopedia of Forensic Sciences.* London: Academic Press; 2000. s. 242–52.
46. Isçan MY. The emergency of dental anthropology. *Am J Phys Anthr.* 1989;78:1.
47. Cattaneo C. Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Sci Int.* 2007;165(2–3):185–93.
48. Schmidt D, Hummel S, Herrmann B. Brief communication: Multiplex X/Y-PCR improves sex identification in aDNA analysis. *Am J Phys Anthropol.* 2003;121(4):337–41.
49. Sivagami A V., Rao AR, Varshney U. A simple and cost-effective method for preparing DNA from the hard tooth tissue, and its use in polymerase chain reaction amplification of amelogenin gene segment for sex determination in an Indian population. *Forensic Sci Int.* 2000;110(2):107–15.
50. Steele F. The sexing of long bones, with reference to the St. Bride's series of identified skeletons. *J R Anthr Inst Gt Britain Irel.* 1972;92:212–21.
51. Krishan K, Chatterjee PM, Kanchan T, Kaur S, Baryah N, Singh RK. A review

of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Sci Int*. 2016;261:165.e1-165.e8.

52. Scheuer L, Black S. Osteology. İçinde: Thompson T, Black S, editörler. *Forensic Human identification- An Introduction* 2007:199-220. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group; 2007. s. 199–220.
53. Celbiş O, Işcan MY, Soysal Z, Çağdır S. Sexual diagnosis of the glabellar region. *Leg Med*. 2001;3(3):162–70.
54. Loth SR, Henneberg M. Mandibular ramus flexure: A new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol*. 1996;99(3):473–85.
55. CH S, SLoKANADHAM SI. Morphometric Study on Foramen Magnum of Human Skulls. *Med Sci | Int Med J*. 2013;2(4):792.
56. Black S. Forensic osteology in the United Kingdom. İçinde: Cox M, Mays S, editörler. *Human Osteology in Archaeology and Forensic Sciences*. London: GMM; 2000. s. 491–504.
57. Ismail NA, Abdullah N, Mohamad Noor MH, Lai PS, Shafie MS, Nor FM. Accuracy and reliability of virtual femur measurement from CT scan. *J Forensic Leg Med*. 2019;63(September 2018):11–7.
58. Anderson N, Humphries N, Wells JE. Measurement error in computed tomography pelvimetry. *Australas Radiol*. 2005;49(2):104–7.
59. Richard AH, Parks CL, Monson KL. Accuracy of standard craniometric measurements using multiple data formats. C. 242, *Forensic Science International*. Elsevier Ireland Ltd; 2014. 177–185 s.
60. Steyn M, Pretorius E, Hutten L. Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *HOMO- J Comp Hum Biol*. 2004;54(3):197–206.
61. Oettlé AC, Pretorius E, Steyn M. Geometric morphometric analysis of mandibular ramus flexure. *Am J Phys Anthropol*. 2005;128(3):623–9.
62. Ubelaker DH. *Forensic Anthropology: Methodology and Diversity of Applications*. Biol Anthropol Hum Skelet Second Ed. 2007;41–69.

63. Cunha E, Ubelaker DH. Evaluation of ancestry from human skeletal remains: a concise review. *Forensic Sci Res.* 2020;5(2):89–97.
64. Trotter M, Gleser GC. Estimation of Stature From Long Bones. *Am J Phys Anthropol.* 1944;10:463–514.
65. Ubelaker DH. Issues in the global applications of methodology in forensic anthropology. *J Forensic Sci.* 2008;53(3):606–7.
66. Krishan K, Sharma A. Estimation of stature from dimensions of hands and feet in a North Indian population. *J Forensic Leg Med.* 2007;14(6):327–32.
67. Trotter M, Gleser G. A re-evaluation of the estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *Am J Phys Anthropol.* 1958;47:355–356.
68. Rogers SL. *The ageing skeleton.* Springfield: Charles C. Thomas; 1982.
69. Vij K. *Text book of forensic medicine and toxicology-principles and practice* (4th ed). New Delhi: Reed Elsevier India Private Limited-A Division of Elsevier; 2008.
70. van Leer EM, van Noord PA, Seidell JC. Components of adult height and height loss. Secular trend and effects of aging in women in the DOM project. *Ann Epidemiol.* 1992;2(5):611–5.
71. Karakas HM, Celbis O, Harma A, Alicioglu B. Total body height estimation using sacrum height in Anatolian Caucasians: Multidetector computed tomography-based virtual anthropometry. *Skeletal Radiol.* 2011;40(5):623–30.
72. Işcan MY. Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci Int.* 2005;147(2-3 SPEC.ISS.):107–12.
73. Işcan MY. A comparison of techniques on the determination of race, sex and stature from the Terry and Harmann-Todd collections. İçinde: Gill G, Rhine J, editörler. *Skeletal Attribution of Race: Methods for Forensic Anthropology* Maxwell Museum of Anthropology, Paper No 4. Albuquerque, NM: University of New Mexico; 1990. s. 73–81.
74. Saunders S. Subadult skeletons and growth related studies. İçinde: Saunders S,

- Katzenberg M, editörler. *Skeletal Biology of Past Peoples*. Chichester: Wiley-Liss; 1992. s. 1–20.
75. Ubelaker DH, Khosrowshahi H. Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sci Res*. 2019;4(1):1–9.
 76. İşcan MY, Loth SR, Wright RK. Metamorphosis at the sternal rib end: A new method to estimate age at death in white males. *Am J Phys Anthropol*. 1984;65(2):147–56.
 77. Lovejoy CO, Meindl RS, Mensforth RP, Barton TJ. Multifactorial determination of skeletal age at death: *Am J Phys Anthropol*. 1985;68(1):1–14.
 78. Baccino E, Ubelaker DH, Hayek LA, Zerilli A. Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains. *J Forensic Sci*. 1999;44(5):931–6.
 79. Alves-Cardoso F, Assis S. Can osteophytes be used as age at death estimators? Testing correlations in skeletonized human remains with known age-at-death. *Forensic Sci Int*. 2018;288:59–66.
 80. Ohtani S, Yamada Y, Yamamoto T, Arany S, Gonmori K, Yoshioka N. Comparison of age estimated from degree of racemization of aspartic acid, glutamic acid and alanine in the femur. *J Forensic Sci*. 2004;49(3):441–5.
 81. Brace CL. Region does not mean “race”--reality versus convention in forensic anthropology. *J Forensic Sci*. 1995;40(2):171–5.
 82. Kennedy KA. But Professor, Why Teach Race Identification if Races Don't Exist? *J Forensic Sci*. 1995;40:797–800.
 83. Armelagos G, Goodman A. Race, racism and anthropology. İçinde: Goodman A, Leatherman T, editörler. *Building a new bio-cultural synthesis: Political-economic perspectives on human biology*. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1998. s. 359–378.
 84. Livingstone FB, Dobzhansky T. Discussion and Criticism - On the Non-Existence of Human Races. *Curr Anthropol*. 1962;3(3):279–81.

85. Byers S. Introduction to Forensic Anthropology. 4. baskı. Boston: Prentice Hall; 2011.
86. Ousley S, Jantz R. FORDISC 2.0: Personal Computer Forensic Discriminant Functions. Knoxville: The University of Tennessee; 1996.
87. Romero J. Dental mutilation, trephination, and cranial deformation. İçinde: Stewart T, editör. Physical anthropology. Austin (TX): University of Texas Press; 1970. s. 50–67.
88. Ubelaker D. Dental alteration in prehistoric Ecuador: a new example from Jama-caoque. J Wash Acad Sci. 1987;77:76–80.
89. Hauser G, de Stefano G. Epigenetic variation of the human skull. Stuttgart (Germany): Schweizerbart; 1989.
90. Hefner J. Cranial nonmetric variation and estimating ancestry. J Forensic Sci. 2009;54:985–995.
91. İşcan MY, Steyn M. The Human Skeleton In Forensic Medicine. 3. baskı. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 2013.
92. Navega D, Coelho C, Vicente R, Ferreira MT, Wasterlain S, Cunha E. AncesTrees: ancestry estimation with randomized decision trees. Int J Legal Med. 2015;129(5):1145–53.
93. Osteomics website [Internet]. [kaynak 27 Mayıs 2021]. Available at: <https://osteomics.com>
94. Hrdlicka A. Practical Anthropometry. Philadelphia: Wistar Institute of Anatomy and Biology; 1939.
95. Krishan K, Vij K. Diurnal Variation of Stature in Three Adults and One Child. Anthropol. 2007;9(2):113–7.
96. Geeta A, Jamaiah H, Safiza MN, Khor GL, Kee CC, Ahmad AZ, vd. Reliability, technical error of measurements and validity of instruments for nutritional status assessment of adults in Malaysia. Singapore Med J. 2009;50(10):1013–8.
97. Arroyo M, Freire M, Ansotegui L, Rocandio AM. Intraobserver error associated with anthropometric measurements made by dietitians. Nutr Hosp.

2010;25(6):1053–6.

98. Black III TK. A new method for assessing sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *Am J Phys Anthropol.* 1978;48:227–32.
99. Krishan K, Kanchan T, Sharma A. Sex determination from hand and foot dimensions in a North Indian population. *J Forensic Sci.* 2011;56(2):453–9.
100. Sen J, Kanchan T, Ghosh S. Sex Estimation from Foot Dimensions in an Indigenous Indian Population. *J Forensic Sci.* 2011;56(SUPPL. 1):148–53.
101. Smith SL. Attribution of foot bones to sex and population groups. *J Forensic Sci.* 1997;42:186–195.
102. İşcan MY, Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the tibia. *Am J Phys Anthropol.* 1984;64:53–7.
103. Nanayakkara D, Vadysinghe A, Nawarathna L, Sampath H. Determination of sex from the tibia in a contemporary Sri Lankan population. *J Forensic Sci Med.* 2019;5(1):24–8.
104. Šlaus M, Bedić Ž, Strinović D, Petrovečki V. Sex determination by discriminant function analysis of the tibia for contemporary Croats. *Forensic Sci Int.* 2013;226(1–3):302.e1-302.e4.
105. Šlaus M, Tomićić Ž. Discriminant function sexing of fragmentary and complete tibiae from medieval Croatian sites. *Forensic Sci Int.* 2005;147(2-3 SPEC.ISS.):147–52.
106. Khan MA, Gul H, Mansor Nizami S. Determination of Gender from Various Measurements of the Humerus. *Cureus.* 2020;12(1):8–12.
107. Zeybek G, Ergur I, Demiroglu Z. Stature and gender estimation using foot measurements. *Forensic Sci Int.* 2008;181(1–3):54.e1-54.e5.
108. Ozaslan A, Karadayi B, Kolusayin MO, Kaya A, Afsin H. Predictive role of hand and foot dimensions in stature estimation. *Rom J Leg Med.* 2012;20(1):41–6.
109. Abu Bakar SN, Alias A, Ibrahim AN, Abdullah N, Judi HM, Swarhib M, vd. Stature estimation from lower limb anthropometry using linear regression analysis: A study on the Malaysian population. *Clin Ter.* 2017;168(2):84–7.

110. Nor FM, Abdullah N, Mustapa AM, Qi Wen L, Faisal NA, Ahmad Nazari DAA. Estimation of stature by using lower limb dimensions in the Malaysian population. *J Forensic Leg Med.* 2013;20(8):947–52.
111. Mohanty NK. Prediction of height from percutaneous tibial length amongst Oriya population. *Forensic Sci Int.* 1998;98(3):137–41.
112. Hemy N, Flavel A, Ishak NI, Franklin D. Estimation of stature using anthropometry of feet and footprints in a Western Australian population. *J Forensic Leg Med.* 2013;20(5):435–41.
113. Hasegawa I, Uenishi K, Fukunaga T, Kimura R, Osawa M. Stature estimation formulae from radiographically determined limb bone length in a modern Japanese population. *Leg Med.* 2009;11(6):260–6.
114. Ahmed AA. Estimation of stature using lower limb measurements in Sudanese Arabs. *J Forensic Leg Med.* 2013;20(5):483–8.
115. Üzüñ I, Işcan MY, Celbiş O. Forearm bones and sexual variation in Turkish population. *Am J Forensic Med Pathol.* 2011;32(4):355–8.
116. Boldsen JL, Milner GR, Boldsen SK. Brief communication: Sex estimation from modern American humeri and femora, accounting for sample variance structure. *Am J Phys Anthropol.* 2015;158(4):745–50.
117. Singh B, Krishan K, Kaur K, Kanchan T. Stature estimation from different combinations of foot measurements using linear and multiple regression analysis in a North Indian male population. *J Forensic Leg Med.* 2019;62:25–33.
118. Kanchan T, Mohan Kumar TS, Pradeep Kumar G, Yoganarasimha K. Skeletal asymmetry. *J Forensic Leg Med.* 2008;15(3):177–9.
119. Lijewski M, Burdukiewicz A, Pietraszewska J, Andrzejewska J, Stachoñ A. Asymmetry of muscle mass distribution and grip strength in professional handball players. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1–12.