

Calcaneus'un Kuru Kemik ve Radyografilerinde Morfometrik Analizi ile Cinsiyet Tahmini

Sex Estimation with Morphometric Analysis on Dry Bone and Radiographies of Calcaneus

Rabia TAŞDEMİR¹ , Rukiye ÇİFTÇİ¹ , Ömer Faruk CİHAN² 

¹Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Gaziantep, TÜRKİYE

²Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Gaziantep, TÜRKİYE

Öz

Amaç: Ölümünden sonra uzun süre bütünlüğünü koruyabilen calcaneus'a ait hem kuru kemik hem de radyografi görüntüleri üzerinde morfometrik ölçümler yaparak klinikte kullanılmak üzere literatüre katkı sağlamak ve cinsiyet tahmini ile adli tıp, antropoloji ve arkeoloji alanlarında Türk popülasyonu için biyolojik referans oluşturmaya katkı sunmak hedeflenmiştir.

Materyal ve metod: Kuru kemik olarak cinsiyeti ve yaşı bilinmeyen 47 calcaneus ile 504 sağ ayağa ait radyografi görüntüleri üzerinde literatüre göre referans ölçüm parametreleri belirlendi. Belirlenen parametreler, radyografi lerde Horos Project açık kaynak yazılımı kullanılarak, kuru kemiklerde ise dijital kumpas kullanılarak ölçüldü. Kuru kemiklerde calcaneus'un talar eklem yüzeyine göre tiplendirilmesi yapıldı. Son olarak radyografi görüntülerinden elde edilen verilere göre ROC analizi ile cinsiyet tahmini gerçekleştirildi.

Bulgular: Elde edilen 504 (254 K, 250 E) radyografi görüntülerinde yaş ortalaması 48.82±19.91 yıl idi. Belirlenen parametreler cinsiyete göre karşılaştırıldığında, tüm parametreler erkeklerde kadınlara göre daha yüksek bulunarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildi ($p<0.05$). Korelasyon analizinde, maksimum uzunluk ile gövde uzunluğu ve maksimum genişlik arasında, maksimum yükseklik ile minimum yükseklik arasında pozitif yönde çok yüksek düzeyde ilişki gözlemlendi ($p<0.005$; $0,8<r<1$). Yaş hariç diğer parametrelerin kendi aralarında orta düzeyde pozitif yönde korelasyonu tespit edildi ($p<0.005$; $0,4<r<0,6$). Kuru kemiklerden 24 tanesi Tip A grubunda, 23 tanesi ise Tip B grubunda idi. Tip C grubunda bir kemiğe rastlanmadı. Maksimum uzunluk (MAXU), gövde uzunluğu (GU) ve maksimum genişlik (MAXG) parametrelerinde cinsiyet belirlemede %90 üzerinde doğruluğu olduğu görüldü. Maksimum yükseklik, minimum yükseklik ve facies articularis cuboidea yüksekliği parametrelerinde cinsiyet belirlemede gücünün %80-90 arasında istatistiksel olarak iyi olduğu belirlendi.

Sonuç: Calcaneus'ta ölçülen parametrelerin ileri tedavi yöntemleri için referans oluşturabileceği ve Türk popülasyonunda cinsiyet tahmininde kullanılabileceği düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler: Calcaneus, Kuru kemik, Radyografi, Morfometri, Cinsiyet tahmini

Abstract

Background: It is aimed to contribute to the literature for clinical use by making morphometric measurements on both dry bone and radiographic images of calcaneus, which can preserve its integrity for a long time after death, and to contribute to creating a biological reference for the Turkish population in the fields of gender estimation, forensic medicine, anthropology and archeology.

Materials and Methods: According to the literature, reference measurement parameters were determined on radiography images of 504 right foot, and 47 calcaneus whose sex and age were unknown as dry bone. Determined parameters were measured using Horos Project open source software in radiographs and digital caliper in dry bones. In dry bones, calcaneus was typified according to the talar joint surface. Finally, gender estimation was performed by ROC analysis according to the data obtained from radiography images.

Results: The mean age of 504 (254 F, 250 M) radiographs was 48.82±19.91 years. When the determined parameters were compared according to sex, all parameters were found to be higher in men than in women, and a statistically significant difference was found ($p<0.05$). In the correlation analysis, a very high positive correlation was observed between maximum length and body length and maximum width, and between maximum height and minimum height ($p<0.005$; $0,8<r<1$). A moderate positive correlation was found among all parameters except age ($p<0.005$; $0,4<r<0,6$). Of the dry bones, 24 were in Type A group and 23 were in Type B group. No bone was found in the type C group. It was observed that the maximum length, body length and maximum width parameters were more than 90% accurate in determining sex. Maximum height, minimum height and facies articularis cuboidea height parameters were found to be statistically good between 80-90% in determining sex.

Conclusions: It can be thought that the parameters measured in the calcaneus can be a reference for advanced treatment methods and can be used in estimating sex in the Turkish population.

Key Words: Calcaneus, Dry bone, Radiography, Morphometry, Sex estimation

Sorumlu Yazar/Corresponding Author

Dr. Rabia TAŞDEMİR

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Gaziantep, TÜRKİYE

E-mail: rabiatsdmr@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 28.07.2023

Kabul tarihi / Accepted: 23.08.2023

DOI: 10.35440/hutfd.1333909

Giriş

Calcaneus morfolojik ve morfometrik özellikleri bakımından ayağın işlevini doğru bir şekilde yerine getirmesinde, plantar arkları desteklemede, ağırlığın yere doğru ve etkili bir şekilde iletilmesinde önemli bir yere sahiptir (1). Calcaneus'un normal anatomik yapısı ve bu yapısındaki farklılıklar ayağın biyomekaniğinde ve ortopedik cerrahi tedavi planlanmasında klinik öneme sahiptir (1). Calcaneus ve diğer tarsal kemiklerle beraber ayağın anatomik bilgisi ergonomik olarak ayağa uygun ayakkabı tasarımı için de gereklidir (2-5).

Kemikler üzerinde yapılan morfometrik ölçümler, kemiğe ait olan bireyin yaş, cinsiyet, boy, ırk, ölümden önceki geçmişi ve ölüm zamanı ile ilgili bilgiler verebilmektedir (6). Adli tıp, antropoloji ve biyoarkeoloji alanlarında farklı ölçümler ve farklı referans popülasyonları ile kemikler üzerinde çok fazla çalışma yapılmıştır (1, 6-13). Cranium ve pelvis iskeleti kemikleri antropoloji için sıklıkla kullanılan kemiklerdendir (6). Ancak cranium kemiklerinin morfolojisindeki karmaşıklık veya pelvis ile cranium iskeleti kemiklerinin kırılmış, kaybolmuş, iyi korunmamış olması gibi durumlar farklı kemiklerde çalışmayı beraberinde getirmiştir (6). Uzun kemikler, irregular kemikler, yassı kemikler üzerinde de antropolojik açıdan morfolojik, morfometrik çalışmalar yapılmıştır (10, 13-18). Ayak iskeletinde en sağlam kemik calcaneus kabul edildiğinden üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır (1, 6-12, 14).

Cinsiyet tahmini çoğunlukla kuru kemikler üzerinde yapılmaktadır ancak röntgen, bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme yöntemleri üzerinden de gerçekleştirilebilmektedir (7, 8, 10, 11, 19, 20). Türkiye'de osteolojik koleksiyonların olmaması, önceki dönemlerde geniş çaplı osteolojik çalışmaların yapılmasını engellemiştir. Tıbbi görüntüleme tekniklerindeki teknolojik ilerleme çok sayıda kişiye ulaşabilmeyi ve kemikler üzerinde de çalışma yapabilmeyi sağlamıştır (19).

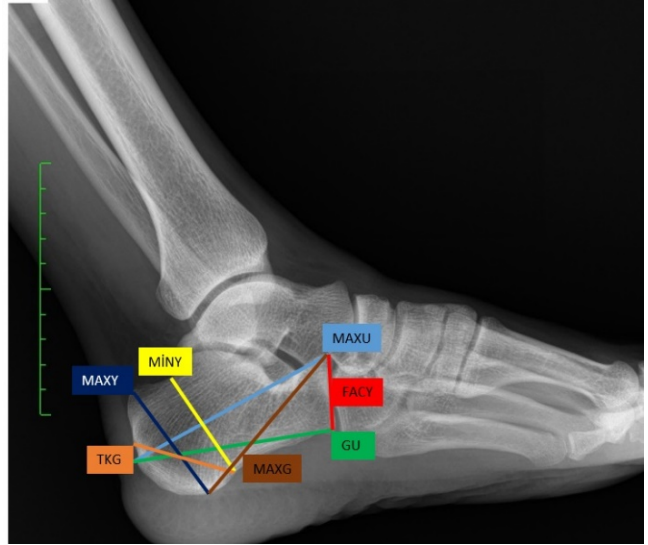
Bu çalışmada, calcaneus'un morfolojik özelliklerini belirleyerek, ortopedik cerrahi, kinesiyojoloji, antropoloji, adli tıp ve anatomi bilimlerinde, teşhis ve tedavi işlemlerine ve Türk popülasyonu olarak literatüre katkı sağlamak hedeflenmiştir. Çalışmada kuru kemiklerin yanı sıra ulaşılması kolay, hızlı ve ucuz olmasından dolayı radyografi görüntüleri de kullanılmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji kliniğine 2018-2020 yılları arasında başvurmuş kişilerin ayak kemiklerinde herhangi bir patolojisi bulunmayan 504 (254 kadın, 250 erkek) röntgen grafisi ve Gaziantep Üniversitesi ile Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Anatomi Laboratuvarında bulunan 47 calcaneus kemiği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Röntgen grafilerinde sol tarafa ait görüntüler çok az olduğundan güvenilir bir istatistik yapılamayacağı için çıkarıldı. Calcaneus kemiklerine ait yaş ve cinsiyet bilgileri bilinmemektedir. Grafilerle uyumlu olması açısından sağ taraf kuru kemikler çalışmaya dahil edildi.

Radyografik görüntüler Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) formatında kaydedilerek kişisel iş istasyonuna (Horos Project, Versiyon 3.0, ABD) aktarıldı. Horos

açık kaynak programında 2 boyutlu görüntüler üzerinde literatürden derlenen 7 parametrenin ölçümleri yapıldı (Şekil 1) (1, 6, 10, 19). Kuru kemikler üzerinde ise aynı parametreler 0,1 mm hassasiyete sahip dijital kumpas ile ölçüldü (Şekil 2).



Şekil 1. Radyografi üzerinde belirlenen ölçümler. MAXU: Maksimum uzunluk, GU: Gövde uzunluğu, MAXY: Maksimum yükseklik, MINY: Minimum yükseklik, FACY: Facies articularis cuboidea yüksekliği, MAXG: Maksimum genişlik, TCG: Tuber calcanei genişliği



Şekil 2. Dijital kumpas ile ölçüm demonstrasyonu

Bu parametreler;

Maksimum uzunluk (MAXU): Tuber calcanei'nin en ön talar noktası ile en arka noktası arasındaki mesafe

Gövde uzunluğu (GU): Facies articularis cuboidea noktası üzerindeki alt nokta ile tuber calcanei'nin arka noktası arasındaki mesafe

Maksimum yükseklik (MAXY): Tuber calcanei üzerindeki en üst ve en alt noktalar arasındaki mesafe

Minimum yükseklik (MINY): Calcaneus'un üst noktası ile corpus calcanei'nin alt noktası arasındaki mesafe

Facies articularis cuboidea yüksekliği (FACY): Facies articularis cuboidea'nın anterior ve inferior noktaları arasındaki mesafe

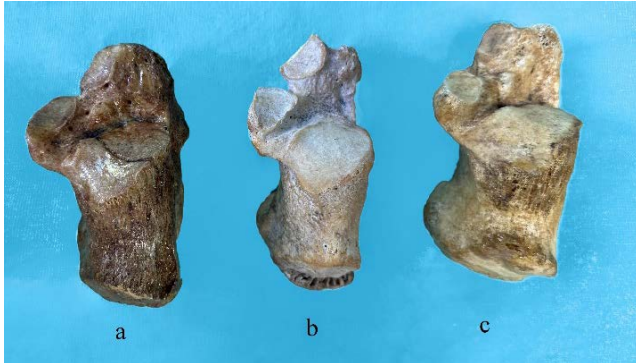
Maksimum genişlik (MAXG): Facies articularis talaris media'nın en üst noktası ile corpus calcanei'nin en alt noktası arasındaki mesafe

Tuber calcanei genişlik (TCG): Corpus calcanei üzerindeki alt

nokta ve tuber calcanei üzerindeki arka nokta arasındaki mesafe

Radyografi görüntülerinin hepsi sağ ayağa aittir. Bu görüntülerde yaş ve cinsiyet bilgileri dahil edilirken, kuru kemikler üzerinde calcaneus tiplendirilmesi gerçekleştirildi. Radyografiler 2 boyutlu olduğu için görüntüler üzerinde tiplendirme yapılamadı. Uygur ve ark.'nın çalışmasında belirttikleri Campos & Pellico'nun parametrelerine göre calcaneus talar eklem yüzlerine göre 3 ana gruba ayrılarak, bunlarda kendi içlerinde farklı sayılarda alt gruplara ayrılmıştır (21).

Type A: Talus başı ile eklem oluşturan facies articularis talaris anterior et medialis gözlenmesi (Şekil 3). Kendi içinde 4 alt gruba ayrılmaktadır.



Şekil 3. Kuru kemiklerde Tip A grubuna ait görüntüler. a: Tip A1, b: Tip A2, c: Tip A3

A1: Facies articularis talaris anterior ve medialis arası mesafe 2mm'den az ise,

A2: Facies articularis talaris anterior ve medialis arası mesafe 2-5mm arasında ise,

A3: Facies articularis talaris anterior ve medialis arası mesafe 5mm'den fazla ise,

A4: Facies articularis talaris anterior olarak tek eklem yüzünün olması

Type B: Calcaneus'ta iki eklem yüzü vardır. Talus ile eklem yapacak ortak eklem faseti bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Kuru kemiklerde Tip B grubuna ait görüntüler. a: Tip B1, b: Tip B2

B1: Anteromedial eklem fasetleri tam ayrılmamış, eklem yüzü daralmış

B2: Geniş tek bir eklem yüzü vardır

Type C: Üç eklem faseti arasında bir ayrım yoktur.

Çalışmadan elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma ile kategorik değişkenler için frekans ve yüzde analizi ile verilmiştir. Calcaneus

ölçümlerinin normal dağılım testi Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Bu değişkenlerin cinsiyete ve ölçüm yapılan materyallere göre karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Buna ek olarak sayısal değişkenler arasındaki ilişkiler için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Ayrıca morfometrik değerlerin cinsiyet belirlemedeki etkinliği receiver operating characteristic (ROC) analizi ile incelenmiştir. Cinsiyet tahminine ilişkin calcaneus değişkenlerinin her biri için cut-off değeri belirlendi. Cinsiyet ayrımı açısından ROC eğrisinin altında kalan alan (AUC) 0,90-1 arasında ise "mükemmel", 0,80-0,90 arasında ise "iyi", 0,70-0,80 arasında ise "orta" doğruluk olarak nitelendirildi. Analizler SPSS 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY) programı yardımıyla gerçekleştirildi ve $p < 0,05$ anlamlılık seviyesi seçildi.

Bu çalışma Helsinki bildirgesi ilkelerine bağlı kalınarak yapıldı ve Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 16.06.2023 tarih ve 2023/256 numaralı etik onay alındı.

Bulgular

Demografik ve morfometrik veri sonuçları:

Bu çalışma, 504 (254 K, 250 E) radyografi görüntüleri ve 47 kuru kemik olmak üzere toplamda 551 calcaneus üzerinde gerçekleştirildi (Tablo 1). 504 radyografi görüntülerinde yaş ortalaması 48.82 ± 19.91 yıl idi. Parametreler cinsiyete göre karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p < 0.05$). Erkeklerde değerlerin kadınlara göre daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 2). Calcaneus'a ait ölçüm değerleri kullanılan materyallere göre karşılaştırıldığında bütün parametrelerde anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p < 0.05$). Radyografilerden elde edilen sonuçlar kuru kemiklerden elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğu belirlendi (Tablo 2).

Parametrelerin kendi aralarındaki ilişki incelendiğinde, maksimum uzunluk ile gövde uzunluğu ve maksimum genişlik arasında, maksimum yükseklik ile minimum yükseklik arasında pozitif yönde çok yüksek düzeyde ilişki gözlemlendi ($p < 0.005$; $0,8 < r < 1$). Yaş hariç diğer parametrelerin kendi aralarında orta düzeyde pozitif yönde korelasyonu tespit edildi ($p < 0.005$; $0,4 < r < 0,6$) (Tablo 3).

Calcaneus tiplendirme sonuçları:

Calcaneus'un talus ile yaptığı eklem yüzlerine göre yapılan morfolojik tiplendirme sonucu, bu çalışmada, 47 calcaneus kemiğinden 24 tanesi Tip A grubunda (A1:12, A2:11, A4:1), 23 tanesi ise Tip B grubunda (B1:3, B2:20) idi. Tip C grubunda bir kemiğe rastlanmadı. Kemiklerin bu tipler ve alt gruplarına ait dağılımı şekil 5'de verilmiştir.

Cinsiyet tahmin sonuçları:

Calcaneus'a ait değişkenler için ROC eğrisi şekil 6'da verilmiştir.

MAXU, GU ve MAXG parametrelerinde ROC eğrisi altında kalan değer %90 üzerinde olduğu için bu değişkenlerin cinsiyet belirlemede gücünün istatistiksel olarak mükemmel olduğu söylenebilir.

MAXY, MİNY, FACY parametrelerinde ROC eğrisi altında kalan değer %80-90 arasında olduğu için bu değişkenlerin cinsiyet belirlemede gücünün istatistiksel olarak iyi olduğu söylenebilir.

Sadece TCG parametresinde ROC eğrisi altında kalan değer %70-80 arasında idi. Bu değerinde cinsiyet belirlemede gücünün orta olduğu söylenebilir. Bu değişkenlere ait cut-off değerleri, duyarlılık ve özgüllük değerleri standart hata tahmin-

leri ile ROC eğrilerinin altında kalan alanlar (AUC) ve buna karşılık gelen %95 güven aralıkları, p değerleri ile birlikte tablo 4'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde calcaneus değerleri cinsiyeti belirlemede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.005$).

Tablo 1. Radyografi ve kuru kemik'te calcaneus ölçüm değerleri

Parametreler	Sayı	Ortalama (mm)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
MAXU	551	84.25	9.02	29.10	108.76
GU	551	79.23	8.27	26.20	99.23
MAXY	551	48.80	5.60	16.50	78.90
MİNY	551	40.51	4.76	13.00	72.40
FACY	551	24.43	3.55	10.10	33.64
MAXG	551	63.52	8.30	14.70	83.74
TCG	551	39.64	4.75	20.10	53.44

MAXU: Maksimum uzunluk, GU: Gövde uzunluğu, MAXY: Maximum yükseklik, MİNY: Minimum yükseklik, FACY: Facies articularis cuboidea yüksekliği, MAXG: Maksimum genişlik, TCG: Tuber calcanei genişliği

Tablo 2. Calcaneus'un morfometrik ölçüm değerlerinin cinsiyete ve kullanılan materyallere göre karşılaştırılması

	Kadın	Erkek	Radyografi	Kuru kemik	p
	Ort.±SS (mm)	Ort.±SS (mm)	Ort.±SS (mm)	Ort.±SS (mm)	
MAXU	79.53±4.36	91.53±5.59	85.48±7.813	71.07±10.55	0.000*
GU	75.50±4.50	85.39±5.49	80.41±7.04	66.66±9.99	0.000*
MAXY	47.08±3.76	51.96±4.14	49.50±4.64	41.24±8.65	0.000*
MİNY	38.87±3.04	43.16±3.66	41.00±3.98	35.27±8.19	0.000 [§] 0.044 [‡]
FACY	22.35±2.72	26.78±2.72	24.55±3.51	23.16±3.77	0.000*
MAXG	59.47±4.44	69.61±5.96	64.50±7.30	53.02±10.84	0.000*
TCG	38.48±3.57	42.15±4.01	40.30±4.21	32.62±4.52	0.000*

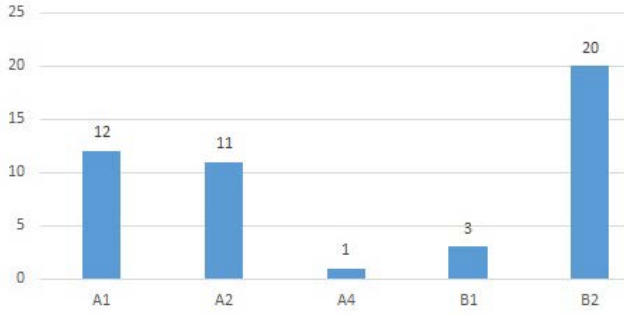
Cinsiyete göre karşılaştırma sadece radyografi görüntülerinden elde edilen sonuçlara göre yapılmıştır, *: hem cinsiyet hem de kullanılan materyallere göre karşılaştırıldığında anlamlı farklılık, §: cinsiyete göre anlamlı farklılık seviyesi, ‡: kullanılan materyallere göre anlamlı farklılık seviyesi, p: istatistiksel anlamlılık

MAXU: Maksimum uzunluk, GU: Gövde uzunluğu, MAXY: Maximum yükseklik, MİNY: Minimum yükseklik, FACY: Facies articularis cuboidea yüksekliği, MAXG: Maksimum genişlik, TCG: Tuber calcanei genişliği, Ort.: ortalama, SS: Standart sapma

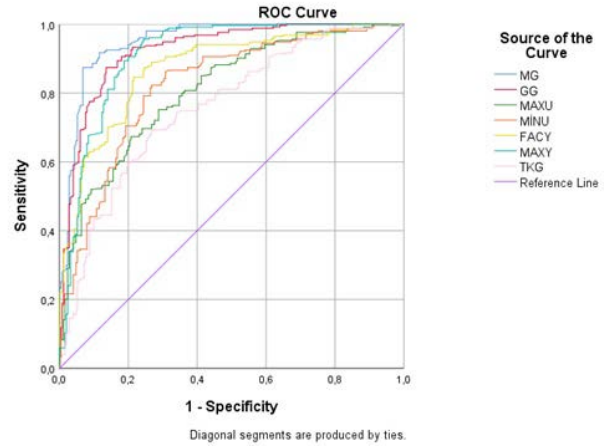
Tablo 3. Calcaneus ölçümlerinin yaş ve kendi aralarındaki korelasyonu

	MAXU	GU	MAXY	MİNY	FACY	MAXG	TCG
YAŞ	r	-.160**	-.153**	-.039	-.100*	-.149**	-.238**
	p	.000	.001	.385	.025	.001	.000
MAXU	r		.933**	.696**	.683**	.617**	.800**
	p		.000	.000	.000	.000	.000
GU	r			.694**	.660**	.577**	.777**
	p			.000	.000	.000	.000
MAXY	r				.816**	.505**	.622**
	p				.000	.000	.000
MİNY	r					.532**	.575**
	p					.000	.000
FACY	r						.644**
	p						.000
MAXG	r						.505**
	p						.000

MAXU: Maksimum uzunluk, GU: Gövde uzunluğu, MAXY: Maximum yükseklik, MİNY: Minimum yükseklik, FACY: Facies articularis cuboidea yüksekliği, MAXG: Maksimum genişlik, TCG: Tuber calcanei genişliği, r: korelasyon katsayısı, p: istatistiksel anlamlılık



Şekil 5. Kemiklerin tiplere ve alt gruplarına ait dağılımını gösteren grafik



Şekil 6. Calcaneus'a ait ölçümlerin ROC eğrisinde gösterimi

Tablo 4. Calcaneus ölçümlerinin ROC analiz değerleri

	Cut-off	Duyarlılık	Özgüllük	AUC(SE)	95% GA		p değeri
					Alt sınır	Üst sınır	
MAXU	8.5355	0.894	0.892	.950 (.009)	.932	.969	.000
GU	8.0095	0.866	0.864	.925 (.012)	.902	.948	.000
MAXY	4.933	0.72	0.724	.808 (.019)	.771	.845	.000
MİNY	4.0915	0.76	0.756	.822 (.019)	.786	.859	.000
FACY	2.4135	0.795	0.792	.872 (.016)	.842	.903	.000
MAXG	6.3545	0.846	0.84	.912 (.013)	.886	.938	.000
TCG	4.02	0.697	0.692	.758 (.021)	.716	.799	.000

MAXU: Maksimum uzunluk, GU: Gövde uzunluğu, MAXY: Maksimum yükseklik, MİNY: Minimum yükseklik, FACY: Facies articularis cuboidea yüksekliği, MAXG: Maksimum genişlik, TCG: Tuber calcanei genişliği, p: istatistiksel anlamlılık, AUC: Roc eğrisi altında kalan alan, GA: Güven aralığı

Tartışma

Bu çalışmada radyografiler üzerinde yapılan ölçümlerde cinsiyetler arası önemli bir farklılık olduğu, değerlerin erkeklerde kadınlardan daha yüksek olduğu görüldü. Kuru kemik ve radyografi ölçümleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu, radyografilerde ölçüm değerlerinin daha yüksek bulunduğu tespit edildi. MAXU, GU ve MAXG parametrelerinde cinsiyet tahmininde gücünün çok yüksek olduğu belirlendi.

Morfometrik parametrelerin karşılaştırılması

Osteotomi veya diğer ayak ortopedik cerrahi girişimler için calcaneus'un morfometrik ölçümleri önemlidir (6).

Ayrıca bu veriler alternatif tedavi yöntemlerine yardımcı olabileceği gibi referans noktaları da oluşturabilir (6, 12). Otağ ve ark. 35 adet sağ calcaneus kemik üzerinde yaptıkları ölçümde maksimum uzunluğu ortalama 76.21±5.68 mm olarak bulmuşlardır (6). İtalyan popülasyonunda 118 kemikte ölçüm yapan Gualdi Russo ve ark. kadınlarda 73.1±3.4 mm, erkeklerde 81.5±4.4 mm, Japon popülasyonunda 143 kemikte ölçüm yapan Sakaue kadınlarda 67.7±3.0 mm, erkeklerde 73.9±3.6 mm, Amuti et al. 68.95±9.85 mm, Nathena et al. 78.17±5.30 mm, Uygur ve ark. 77.5±5.7mm, Koshy ve ark. 73.6±5.7mm, Prasad ve ark. 75.30±6.16 mm olarak rapor etmişlerdir (1, 10, 12, 21-24).

Radyografi görüntüleri üzerinde ölçüm yapan Ekizoğlu ve ark. sol calcaneus üzerindeki ölçümlerinde maksimum uzunluğu kadınlarda 75.95±3.44 mm, erkeklerde 85.74±4.57 mm, Ceranoğlu 83,12±6,96 mm, Riepert ve ark. kadınlarda 82.0±4.6 mm, erkeklerde 89.8±4.7 mm olarak bildirmişlerdir (19, 20, 25).

Hem kuru kemik hem de radyografi görüntüleri üzerinde MAXU 84,25±9.02 mm bulunarak radyografi üzerinde yapılan çalışmalarla benzer sonuç elde edilse de kemik üzerinde yapılan çalışmalardan yüksek olduğu belirlendi. Bu farklılığın, elde edilen sonuçlarda radyografilerde 85.48±7.81 mm, kuru kemiklerde 71.07±10.55 mm bulunarak kemik ve radyografi görüntüleri gibi farklı materyaller üzerinde ölçüm yapılmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim Kökten ve ark. da mandibula morfometrisini kuru kemik ve radyografilerde karşılaştırdıklarında radyografilerde daha yüksek sonuç elde ettiklerini rapor etmişlerdir (26). Bu farklılığın ışığın yönünden ve cihazdan kaynaklandığını ifade edip kuru kemiklerdeki ölçümlerin daha doğru olduğunu belirtmişlerdir (26).

Otağ ve ark. maksimum yüksekliği 44.05±4.73 mm, Kumar ve ark. 39.48 ± 4.73 mm, Nathena ve ark. 44.64±3.57 mm, Riepert ve ark. kadınlarda 46.7±3.6 mm, erkeklerde 51.8±4 mm, Ekizoğlu ve ark. (sol calcaneus) kadınlarda 42.37±1.99

mm, erkeklerde 49.39±2.96 mm, Japon popülasyonunda kadınlarda 39.0±2.0 mm, erkeklerde 43.4±2.7 mm olarak rapor etmişlerdir (6, 9, 10, 24). Radyografilerde ortalama 49.50±4.64 mm, kuru kemiklerde ortalama 41.24±8.65 mm olarak ölçülen MAXY değerlerinde, literatüre yakın sonuçlar elde edildiği görüldü.

Kuru kemikler üzerinde yapılan çalışmalarda minimum yüksekliği, Otağ ve ark. 25.19±3.08 mm, Güler ve ark. 26.76±3.1 mm, Nathena ve ark. 26.87±2.36 mm, Japon popülasyonunda kadınlarda 34.1±2.4 mm, erkeklerde 38.0±3.3 mm olarak bildirilirken, radyografi çalışmasında Riepert ve ark. kadınlarda 37.8±2.9 mm, erkeklerde 42.3±3.1 mm, Ceranoğlu 39,57±4,27 mm, Uzuner ve ark. yaş gruplarına ayırarak 1971 ve öncesinde doğanlarda 3.62±0.53 cm, 1971-1985 yılları arasında doğanlarda 3.75±0.48 cm, 1986 ve sonrası doğanlarda ise 3.77±0.60 cm olarak bildirmiştir (6, 10, 24, 25, 27, 28). Radyografilerde 41.00±3.98 mm, kuru kemiklerde 35.27±8.19 mm bulunarak Ceranoğlu ile Uzuner ve ark.'nın çalışmalarına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ancak kuru kemik üzerinde ölçüm yapan Sakae'nin çalışmasına benzer diğer çalışmalardan oldukça yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın ırktan veya kuru kemiklerin çok eski olduğu için deforme olabilmelerinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Calcaneus'un üzerinde, facies articularis cuboidea'nın üst ve alt sınırları arasındaki lineer mesafe ölçümüne bakıldığında, kemikler üzerinde yapılan çalışmalarda, Otağ ve ark. 24.48±2.19mm, Amuti ve ark. 18.83±4.71mm, Kumar ve ark. 4.3±2.71mm, Nathena 23.70±2.12 mm, Sakae kadınlarda 21.0±2.1 mm, erkeklerde 22.8±2.2 mm olarak bildirmişlerdir (1, 6, 9, 10, 24). Radyografi üzerinde yapılan çalışmalarda, Ekizoğlu ve ark. 348 sol calcaneus üzerindeki ölçümlerinde kadınlarda 24.05±1.37 mm, erkeklerde 28.43±1.73 mm, Ceranoğlu 25.73±2.7 mm, Uzuner ve ark. ise yaş gruplarına göre sırasıyla 2.3±0.35 cm, 2.49±0.33 cm, 2.31±0.35 cm olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise 24.43±3.55 mm bulunarak literatürle benzer sonuçlar elde edildi.

Kenya popülasyonuna ait 64 kemikte ölçüm yapan Amuti ve ark. calcaneus'un maximum genişliğini 36.10±5.71 mm olarak bildirirken hem kemik hem radyografi üzerinde ölçüm yapan bu çalışmada 63.51±8.29 mm bulundu (1). Çalışma yapılan materyallerin ve popülasyon farkının bu farklılığa yol açabileceği düşünülebilir.

Farklı popülasyonlarda morfometrik ölçümler yapan önceki çalışmalar tablo 5'te verilmiştir.

Calcaneus tiplerinin karşılaştırılması

Campos ve Pelluico 176 kemik üzerinde yaptıkları sınıflandırmada, A1 grubunda %3, A2 grubunda %21, A3 grubunda %16, A4 grubunda %6, B1 grubunda %29, B2 grubunda %25 oranlarında calcaneus tanımlarken C grubunda hiç calcaneus bulunmamaktadır (29). Uygur ve ark. 221 calcaneus kemiğinde yaptıkları sınıflandırmada %38.9 oranında tip A, %58 oranında tip B ve %2.2 oranında tip C calcaneus tanımlamışlardır. Alt gruplara göre incelendiğinde ise A1 grubunda %4, A2 grubunda %13, A3 grubunda %17 ve A4 grubunda ise %4.9 oranlarında, B1 grubunda %25, B2 grubunda %33 oranlarında calcaneus tanımlamışlardır (21). Güney

Hindistan popülasyonunda 49 calcaneus kemiği üzerinde çalışan Prasad ve ark. A1 alt grubunda hiç tanımlamazken, A2'de %4.1, A3'te %10.2, A4'te %4.1, B1'de %42.9, B2'de %36.7, C tipinde ise %2 oranlarında calcaneus tanımlamışlardır (12). Güler ve ark. 30 kemik üzerinde yaptıkları çalışmada A1 grubunda %3.3, A2 grubunda %6.7, A3 grubunda %10, B1 grubunda %43.3, B2 grubunda %3.3, C grubunda da %3.3 oranlarında calcaneus'u tanımlamışlardır (27).

Cinsiyet tahmini karşılaştırılması

Pelvis ve cranium iskeleti cinsiyet tahmininde en sık kullanılan kemikler olsa da, kemik bütünlüğü çok fazla korunmadığı için calcaneus gibi iyi korunan kemikler üzerinde de cinsel dimorfizm çalışmaları yapılmakta ve iyi sonuçlar alınmaktadır (19). Yapılan bu çalışma ile adli tıpta uygulanabilecek cinsiyet tahmini için standart oluşturmaya katkı sağlamak hedeflendi.

Calcaneus üzerinden cinsiyet tahmini farklı popülasyonlarda yapılmış ve güvenilirliği yüksek çıkmıştır (10, 19, 22, 24, 30-35).

Güney İtalya popülasyonunda 118 sağ calcaneus kemiği üzerinde maksimum uzunluk, orta genişlik ve yükseklik parametreleri ile cinsiyet tahmini 87.9% doğruluk oranında bulunmuştur (22). Japon popülasyonunda 143 sağ calcaneus üzerinde maksimum uzunluk, maksimum yükseklik, minimum yükseklik, gövde uzunluğu ve yük kolu uzunluğu parametrelerine göre yapılan cinsiyet tahmininde 88% oranında doğruluk bildirilmiştir (24). Kim ve ark. Kore popülasyonunda 104 calcaneus üzerinde yaptıkları ölçümlere göre maksimum uzunluk, maksimum yükseklik, minimum yükseklik, gövde yüksekliği, orta genişlik, facies articularis dorsalis uzunluğu ve genişliği parametrelerine göre %75-%90 aralığında doğru tahmin edilebildiğini rapor etmişlerdir (32). Colombia popülasyonuna ait 134 iskelet'in calcaneusu üzerinde maksimum uzunluk ve maksimum genişlik parametrelerine göre yapılan cinsiyet tahmininde %75 doğruluk oranı rapor edilmiştir (33). Yunan popülasyonuna ait 198 bireyin calcaneusu üzerinde belirlenen maksimum uzunluk, kuvvet kolu uzunluğu, minimum ve orta genişlik, facies articularis dorsalis uzunluğu ve genişliği, maksimum yükseklik, gövde yüksekliği ve facies articularis cuboidea uzunluğu parametreleri ile %70-%90 arasında değişen oranlarda cinsiyet tahmininin doğruluğu gösterilmiştir (34). Riepert ve ark. radyografiler üzerinde yaptıkları çalışmada, 800 orta Avrupalıya ait calcaneusta maksimum uzunluk parametresi ile %80'e yakın cinsiyet tahmininde doğruluk oranına ulaştıklarını bildirmişlerdir (20). Girit popülasyonuna ait 144 kemik koleksiyonunda sağ calcaneus üzerinde ölçtükleri maksimum uzunluk, kuvvet kolu uzunluğu, minimum ve orta genişlik facies articularis dorsalis uzunluğu ve genişliği, maksimum yükseklik, gövde yüksekliği ve facies articularis cuboidea uzunluğu parametreleri ile %80 üzerinde doğruluk oranı bulduklarını rapor etmişlerdir (10). Güney Afrika beyaz popülasyonunda calcaneus kemiklerinden cinsiyet tayini belirlemek için yapılan araştırmada %82-92 arasında doğruluk oranı saptamışlardır (30).

Tablo 5. Farklı popülasyonlarda calcaneus ölçümlerin karşılaştırılması*

Yazarlar	Popülasyon	Çalışma Yöntemi	Sayı	Yaş (Ort.)	Referans ölçüm	Taraf	Tüm Kişilerde	Erkeklerde	Kadınlarda
Nathena ve ark. 2017	Girit	iskelet materyali	144 (76E,68K)	E 68.9±13.3 K 73.3±16.9	Maximum anteroposterior uzunluk	Sağ Sol	78.17± 5.30 78.15 ±5.29	81.04 ± 4.22 81.13 ± 4.28	74.64 ± 4.23 74.80 ± 4.45
					Maximum anteroposterior yükseklik	Sağ Sol	44.64± 3.57 44.74± 3.67	46.62 ± 3.25 46.74 ± 3.45	42.72 ± 2.64 42.71 ± 2.69
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sağ Sol	23.70 ±2.12 23.75± 2.09	24.71 ± 24.71 24.74 ± 1.73	22.54 ± 1.83 22.53 ± 1.99
					Minimum enine genişlik	Sağ Sol	26.87 ±2.36 26.81 ±2.40	27.99 ± 2.31 27.93 ± 2.27	25.63 ± 1.84 25.47 ± 1.91
					Maksimum enine genişlik	Sağ Sol	48.14± 3.53 48.03 ± 3.51	49.87 ± 3.22 50.14 ± 3.00	46.02 ± 2.72 45.87 ± 2.79
Ekizoğlu ve ark. 2017	Türkiye	BT	408 (218E,210K)	E 38.21±15.9 K 37.02±16.6	Maksimum uzunluk	Sol		85.74 ± 4.57	75.95 ± 3.44
					Maksimum yükseklik	Sol		49.39 ± 2.96	42.37 ± 1.99
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sol		28.43 ± 1.73	24.05 ± 1.37
					Minimum genişlik	Sol		25.53 ± 0.94	22.26 ± 0.71
Moore ve ark. 2016	Kolombiya	iskelet materyali	134 (84E, 50 K)	E 43.2, K 54.4	Calcaneus Maksimum Genişliği	Sol		41.15 ± 3.4	37.9 ± 2,88
					Calcaneus Maksimum Uzunluğu	Sol		75.48 ± 4,98	68.7 ± 5.27
Peckmann ve ark. 2015	Yunanistan	iskelet materyali	198 (103E, 95K)		Maksimum uzunluk	Sol		83.41 ± 4.35	75.14 ± 3,56
					Minimum genişlik	Sol		23.98 ± 2,65	21.22 ± 1.86
					Gövde yüksekliği	Sol		47.73 ± 3.26	42.28 ± 2,59
					Maksimum yükseklik	Sol		48.28 ± 3.68	42.80 ± 3.01
Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sol		25.58 ± 1.85	22.97 ± 1.81					
Riepert ve ark. 1996	Orta Avrupa	Rad-yografi	800	E 34, K 41	Uzunluk			89.8 ± 4.7	82.0 ± 4.6
Otag ve ark. 2017	Türkiye	iskelet materyali	65 (35sağ,30sol)		Anteroposterior maksimum uzunluğu	Sağ Sol	76.21 ± 5.68 76.14 ± 5.53		
					Maksimum yükseklik	Sağ Sol	44.05 ± 4.73 45.83±3.33		
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sağ Sol	24.48±2.19 24.94±3.10		
					Minimum genişlik	Sağ Sol	25.19±3.08 26.22±2.40		
					Maximum genişlik	Sağ Sol	42.97±3.75 43.51±3.34		
Güler ve ark. 2022	Türkiye	iskelet materyali	30 (16sağ,14sol)		Maksimum uzunluk	Sağ Sol	73.86±5.16 75.26±4.16		
					Gövde yüksekliği	Sağ Sol	50.97±4.39 49.22±4.24		
					Minimum genişlik	Sağ Sol	26.76±3,1 25.55±1.85		
Sakaue 2011	Japonya	iskelet	143 (72E, 71K)	38.7	Maximum uzunluk	Sağ Sol		73.9±3.6 73.8± 3.7	67.7±3.0 67.8±3.0

		ma- teriyali			Toplam uzunluk	Sağ Sol		69.7±3.3 69.7±3.4	63.6±3.0 63.5±2.9
					Minimum gövde uzunluğu	Sağ Sol		26.3±2.5 26.2±2.5	23.6±2.2 23.4±2.1
					Calcaneus yüksekliği	Sağ Sol		38.0±3.3 37.9±3.4	34.1±2.4 33.9±2.3
					Gövde yüksekliği	Sağ Sol		43.4±2.7 43.5±2.8	39.0±2.0 39.2±2.0
					Minimum gövde yüksekliği	Sağ Sol		35.0±3.4 34.9±3.4	31.0±2.6 30.8±2.4
					Gövde uzunluğu	Sağ Sol		53.2±3.0 53.4±3.1	48.6±2.5 48.8±2.4
					Tuber calcanei genişliği	Sağ Sol		30.3±2.0 30.0±2.0	26.5±2.1 26.2±1.9
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sağ Sol		22.8±2.2 23.0±2.1	21.0±2.1 21.1±1.8
Kim ve ark. 2013	Kore	ka-davra	104	74	Maksimum uzunluk	Sağ	77.0±5.3	80.5±3.8	73.8±4.3
					Maksimum genişlik	Sağ	41.3±3.0	43.1±2.5	39.6±2.4
					Minimum genişlik	Sağ	26.1±2.9	28.0±2.2	24.4±2.4
					Maksimum yükseklik	Sağ	46.8±3.9	49.1±3.2	44.6±3.3
					Gövde yüksekliği	Sağ	39.0±3.3	41.1±2.8	37.1±2.5
					Minimum yükseklik	Sağ	37.5±3.8	39.6±3.8	35.5±2.5
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sağ	26.0±2.4	27.2±1.9	24.9±2.3
Gualdi-Russo 2007	Kuzey İtalya	iskelet materyali	118 (62E, 56K)		Maksimum uzunluk	Sağ Sol		81.5 ± 4.4 81.6 ± 4.4	73.1±3.4 73.5±3.2
					Orta genişlik	Sağ Sol		43.7 ± 2.4 43.7 ± 2.3	38.3± 2.0 38.2 ± 2.0
					Yükseklik	Sağ Sol		43.1± 2.8 43.0± 2.9	38.2±2.4 38.3 ± 2.6
Cera-noğlu 2022	Türkiye	Radyografi	540 (137E,403K)	E 42.29, K 43.81	Maksimum uzunluk	Sağ Sol	83.13±6.96 83.22±5.96	89.94±5.58 89.7±5.6	80.81±5.76 81.02±4.22
					Orta calcaneus uzunluğu	Sağ Sol	76.86±6.16 76.78±5.98	83.26±5.29 83.02±5.05	74.69±4.77 74.66±4.64
					Üst calcaneus uzunluğu	Sağ Sol	72.67±5.92 72.81±5.32	78.44±5.06 78.54±4.86	70.7±4.8 70.87±3.86
					Minimum yükseklik	Sağ Sol	39.57±4.27 39.43±4.06	42.89±3.57 43.21±4.2	38.44±3.88 38.15±3.1
					Maksimum yükseklik	Sağ Sol	46.71±3.93 46.43±3.75	50.58±3.61 50.02±3.72	45.4±3.07 45.22±2.89
					Gövde uzunluğu	Sağ	85.39±5.49	75.50±4.50	
					Maksimum yükseklik	Sağ	51.96±4.14	47.08±3.76	
					Minimum yükseklik	Sağ	43.16±3.66	38.87±3.04	
					Facies articularis cuboidea yüksekliği	Sağ	26.78±2.72	22.35±2.72	
					Maksimum genişlik	Sağ	69.61±5.96	59.47±4.44	
					Tuber calcanei genişliği	Sağ	42.15±4.01	38.48±3.57	

*Sadece bu çalışmada ölçülen parametreler ve bu parametrelere benzerlik gösterenler tabloya alındı. Referans ölçümler makalede geçtiği şekilde tabloya aktarıldı. ** Cinsiyet ayrımı yaparak ortalama değerleri vermek için sadece radyografi ölçümlerinin sonuçları yazıldı.

Bu çalışmada ROC analizi ile cinsiyet tahmini yapmak için calcaneus üzerinde 7 referans ölçüm belirlendi. Bu ölçümlerin içinde %90 üzerinde en yüksek doğruluğu sağlayan parametreler MAXU, GU ve MAXG idi. MAXY, MİNY ve FACY değişkenleri de %80-90 arasında doğruluk oranına sahip bulundu. Elde edilen verilere göre bu parametrelere göre popülasyon farkı gözetmeksizin literatürle uyumlu sonuçlar bulundu. Belirlenen bu parametreler Türk popülasyonu için cinsiyet tahmininde kullanılabileceğini göstermektedir.

Calcaneus vücut biyomekaniğinde önemli bir yere sahip olduğundan ayağa uygulanacak cerrahi işlemler, subtalar implantlar, Xaps ve ayak protezlerinde calcaneus'un ayrıntılı morfometrik ve morfolojik bilgileri ileri tedavi yöntemleri için referans oluşturmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan kuru kemik ve radyografi üzerinde yapılan ölçümlerdeki farklılıklara ortopedistlerin dikkat etmesi gerektiği söylenebilir. Kuru kemik üzerindeki ölçümler doğru sonuç vereceğinden, radyolojik görüntülerden preoperatif değerlendirme yaparken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Calcaneus özellikle pelvis ve cranium iskeletine göre iyi konduğu için adli tıp, antropoloji ve arkeoloji alanlarında Türk popülasyonunda cinsiyet tahmininde kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Uygulanan istatistiksel yöntemlere göre bütün parametrelerin cinsiyeti belirlemede kullanılabileceği görülse de maksimum genişlik ve yükseklik ile gövde uzunluğu daha güvenilir sonuçlar verebilir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılmasındaki yaygın bir sorun, ölçümlerin her zaman tutarlı bir şekilde adlandırılması veya açıklanmamasıdır. Bu nedenle açıklaması net olmayan veya bu çalışma ile uyumlu olmayan parametreler karşılaştırılamaz.

Kuru kemik olarak sınırlı sayıda calcaneus'a ulaşılması, yaş ve cinsiyetlerinin bilinmemesi, radyografların sadece sağ ayağa ait olması, 2 boyutlu görüntüler üzerinde çalışıldığından calcaneus'un her bir yüzeyinden referans ölçümler belirlenememesi diğer sınırlılıklarımız olarak ortaya çıkmaktadır.

Etik onam: İnsan katılımcıları içeren bu retrospektif çalışma, kurumsal araştırma komitesinin etik standartlarına ve 1964 Helsinki Bildirgesi ve sonraki değişiklikleri veya karşılaştırılabilir etik standartlarına uygun olarak yürütülmüştür. Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 16.06.2023 tarih ve 2023/256 sayılı etik onay alınmıştır.

Yazar Katkıları:

Konsept: R.T., R.Ç.

Literatür Tarama: R.T., R.Ç.

Tasarım: R.T., R.Ç., Ö.F.C.

Veri toplama: R.Ç., Ö.F.C.

Analiz ve yorum: R.T., R.Ç., Ö.F.C.

Makale yazımı: R.T., Ö.F.C.

Eleştirel inceleme: R.T., R.Ç., Ö.F.C.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir

Finansal Destek: Bu araştırma, kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerdeki herhangi bir fon kuruluşundan özel bir hibe almamıştır.

Kaynaklar

1. Amuti T, Muuthuri N, Nichome L, Ouko I, Misiani M, Olabu B, et al. Morphometric Dimensions of the Calcaneus. J Foot Ankle Surg. 2020;59(5):949-52.
2. Frey C. Foot health and footwear for women. Clin Orthop Relat Res. 2000(372):32-44.
3. Manna I, Pradhan D, Ghosh S, Kar SK, Dhara P. A comparative study of foot dimension between adult male and female and evaluation of foot hazards due to using of footwear. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2001;20(4):241-6.
4. Wunderlich RE, Cavanagh PR. Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(4):605-11.
5. Yıldırım M. Yetişkin Türk Kadın ve Erkeklerinde Ayak (Pes) Ölçüleri. Balcan Medical Journal. 1986;2.
6. Otag I, Tetiker H, Tastemur Y, Sabanciogullari V, Kosar MI, Cimen M. Morphometric Measurements of Calcaneus;Boehler'sangle and bone length estimation. Cumhuriyet University Faculty of Science Science Journal (CSJ). 2017;38(2):256-63.
7. Inamori-Kawamoto O, Ishikawa T, Michiue T, Mustafa AM, Sogawa N, Kanou T, et al. Possible application of CT morphometry of the calcaneus and talus in forensic anthropological identification. Int J Legal Med. 2016;130(2):575-85.
8. Keener BJ, Sizensky JA. The anatomy of the calcaneus and surrounding structures. Foot Ankle Clin. 2005;10(3):413-24.
9. Kumar A, Rastogi S, Haider Y, Kumar S, Chauhan S, Passey J. Morphometric variations of the lateral surface of calcaneus: Can standard plate sizes fit all? J Clin Orthop Trauma. 2021;13:156-62.
10. Nathana D, Michopoulou E, Kranioti EF. Sexual dimorphism of the calcaneus in contemporary Cretans. Forensic Sci Int. 2017;277:260.e1-e8.
11. Nozaki S, Watanabe K, Katayose M, Yamatsu K, Teramoto A, Ogihara N. Three-dimensional morphological variations in the calcaneus and talus in relation to the hallux valgus angle. Ann Anat. 2023;247:152053.
12. Prasad SA, Rajasekhar S. Morphometric analysis of talus and calcaneus. Surg Radiol Anat. 2019;41(1):9-24.
13. Rogers TL. A visual method of determining the sex of skeletal remains using the distal humerus. J Forensic Sci. 1999;44(1):57-60.
14. Acar A. Yoncatepe toplumunda Calcaneus ve Talus kemiklerinden cinsiyet ve boy tahmini. Antropoloji. 2014;28:109-22.
15. Gülec E, Sağır M, Ozer I. İnsan iskeletlerinde Foramen Magnum'dan Cinsiyet Tayini. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi. 2003;43(1):1-9.
16. Gülhan Ö. Pelvis'ten Radyolojik Yöntemler ile Cinsiyet Tayini: Türkiye Örnekleme. Antropoloji. 2018;36:53-69.

17. Meyvaci SS, Bulut DG, Oztürk AT, Ankaralı H. Gender estimation from angular parameters of mandible in Turkish adults. *Med J West Black Sea*. 2021;5(2):240-7.
18. Yasar B, Sagir M. Kafatasındaki iki üçgenden cinsiyet tahmini. *Antropoloji*. 2022;43:1-9.
19. Ekizoglu O, Inci E, Palabiyik FB, Can IO, Er A, Bozdog M, et al. Sex estimation in a contemporary Turkish population based on CT scans of the calcaneus. *Forensic Sci Int*. 2017;279:310.e1-.e6.
20. Riepert T, Drechsler T, Schild H, Nafe B, Mattern R. Estimation of sex on the basis of radiographs of the calcaneus. *Forensic Sci Int*. 1996;77(3):133-40.
21. Uygur M, Atamaz F, Celik S, Pinar Y. The types of talar articular facets and morphometric measurements of the human calcaneus bone on Turkish race. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(7):909-14.
22. Gualdi-Russo E. Sex determination from the talus and calcaneus measurements. *Forensic Sci Int*. 2007;171(2-3):151-6.
23. Koshy S, Vettivel S, Selvaraj KG. Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. *Forensic Sci Int*. 2002;129(3):200-4.
24. Sakaue K. Sex Assessment from the Talus and Calcaneus of Japanese. 2011.
25. Ceranoğlu FG. Morphometric measurements of calcaneus on radiological images. MSc thesis. Konya: Necmettin Erbakan University; 2022.
26. Kökten G, Büyükertan M, Balcıoğlu H. Foramen mentale'nin çap ve lokalizasyonunun kuru kemik ve panoramik radiografide karşılaştırılması/ comparison of the diameter and the location of mental foramen in dry mandibles and panoramic. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2004;38(3-4):57-63.
27. Güler H, Ucar S, Güclü İkinci HK, Al O. Calcaneus'un antropometrik ölçümünün klinik önemi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2022;31(1):45-50.
28. Uzuner MB, Geneci F, Ocak M, Bayram P, Sancak İT, Dolgun A, et al. Sex determination from the radiographic measurements of calcaneus. *Anatomy*. 2016;10(3):200-4.
29. Forriol Campos F, Gomez Pellico L. Talar articular facets (facies articulares talaris) in human calcanei. *Acta Anat (Basel)*. 1989;134(2):124-7.
30. Bidmos MA, Asala SA. Discriminant function sexing of the calcaneus of the South African whites. *J Forensic Sci*. 2003;48(6):1213-8.
31. Introna F, Jr., Di Vella G, Campobasso CP, Dragone M. Sex determination by discriminant analysis of calcanei measurements. *J Forensic Sci*. 1997;42(4):725-8.
32. Kim D-I, Kim Y-S, Lee UY, Han S-H. Sex determination from calcaneus in Korean using discriminant analysis. *Forensic Science International*. 2013;228(1):177.e1-.e7.
33. Moore MK, DiGangi EA, Niño Ruíz FP, Hidalgo Davila OJ, Sanabria Medina C. Metric sex estimation from the postcranial skeleton for the Colombian population. *Forensic Sci Int*. 2016;262:286.e1-8.
34. Peckmann TR, Orr K, Meek S, Manolis SK. Sex determination from the calcaneus in a 20th century Greek population using discriminant function analysis. *Sci Justice*. 2015;55(6):377-82.
35. Steele DG. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *Am J Phys Anthropol*. 1976;45(3 pt. 2):581-8.