

## ■ Araştırma Makalesi

# Kuru kemik kalkaneus örneklerinin morfometrik incelenmesi ve açısal değerlendirilmeleri

## *Morphometric examination and angular evaluation of dry bone calcaneus specimens*

👤 Mehmet Yücens\*<sup>1</sup>, 👤 Samed Belenköylü<sup>2</sup>, 👤 İbrahim Er<sup>2</sup>, 👤 Sevin Sönmez<sup>2</sup>, 👤 Ali Kasap<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisi, Denizli, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, kuru kalkaneus kemikleri üzerinde morfometrik ve açısal analizler yaparak bu kemiklerin topografik özelliklerini incelemek ve elde edilen bulguların klinik uygulamalarda kullanılabilecek yeni parametreler sunup sunamayacağını değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışma, toplam 32 kuru kalkaneus kemiği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deformite veya kırık içermeyen kemikler titizlikle seçilmiş ve dijital kumpas ile morfometrik ölçümler yapılmıştır. Ölçüm alanları arasında kalkaneus uzun aksı, posterior ve medial faset uzunlukları gibi parametreler yer almıştır. Açısal ölçümler için Gissane ve Böhler açıları dijital bir açı ölçer yazılımı ile kaydedilmiştir. Elde edilen veriler SPSS yazılımına yüklenmiş ve korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

**Bulgular:** Kalkaneus uzun aksı ortalama 73.76 mm, Gissane açısı ortalama 131.93°, Böhler açısı ise ortalama 35.63° olarak bulunmuştur. Korelasyon analizlerinde, Gissane ve Böhler açıları arasında anlamlı bir ilişki saptanırken, diğer uzunluk ve açıları arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Uzunluklar kendi içinde medial faset uzunlukları haricinde korele bulunmuştur.

**Sonuçlar:** Bu çalışmada, kalkaneus kemiklerinin morfometrik ve açısal özelliklerinin bireyler arasında önemli farklılıklar gösterdiği ve bu yapıların bağımsız değişkenler olduğu görülmüştür. Bu bulgular, özellikle kalkaneus kırıkları ve deformitelerinin tedavisinde daha etkili stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalkaneus, Gissane açısı, Böhler açısı, Posterior faset

Sorumlu Yazar\*: Mehmet Yücens, Adres: Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

E-posta: aflyucens@yahoo.com

Orcid: 0000-0001-6924-6613

Doi: 10.18663/tjcl.1641979

Geliş Tarihi: 18.02.2025 Kabul Tarihi: 20.03.2025

## Abstract

**Aim:** The aim of this study was to investigate the topographic characteristics of dry calcaneal bones using morphometric and angular analyses, and to evaluate whether the results can provide new parameters that can be used in clinical applications.

**Materials and Methods:** The study was performed on a total of 32 dry calcaneal bones. Bones without deformities or fractures were carefully selected and morphometric measurements were performed using digital callipers. Measurements included parameters such as calcaneal long axis, posterior and medial facet lengths. For angle measurements, Gissane and Böhler angles were recorded using digital protractor software. The data obtained were loaded into SPSS software and correlation analyses were performed.

**Results:** The mean long axis of the calcaneus was 73.76 mm, the mean Gissane angle was 131.93°, and the mean Böhler angle was 35.63°. Correlation analyses showed a significant correlation between Gissane and Böhler angles, but no significant correlation between other lengths and angles. Lengths were correlated within themselves, except for the medial facet lengths.

**Conclusion:** In this study, the morphometric and angular characteristics of the calcaneus bones showed significant differences between individuals and these structures were found to be independent variables. These findings may contribute to the development of more effective strategies, particularly in the treatment of calcaneal fractures and deformities.

**Keywords:** Calcaneus, Gissane angle, Böhler angle, Posterior facet

## Giriş

Kalkaneus kemiği, ayak bileği ve ayağın anatomik yapısında kritik bir bileşendir ve vücut ağırlığının büyük bir kısmını taşıyan temel kemiklerden biridir [1]. Bu kemik, ayak biyomekaniğinin yanı sıra yürüyüş ve denge mekanizmasında da önemli bir rol oynar. Kalkaneus, ayak bileği eklemine yük taşıyan ve vücut ağırlığını dağıtan en önemli kemiklerden biri olarak, insan hareket sisteminde kritik bir role sahiptir [2]. Kalkaneus sadece vücut ağırlığını desteklemek ve şoku dağıtmakla kalmaz, aynı zamanda ayağın ana plantar fleksörleri için bir kaldıraç kolu olarak da önemli bir rol oynar [3]. Kalkaneus, talus ve küboid kemik ile eklem yaparak, ayak bileği eklemi ve ayak arkının stabilitesini sağlar. Hem karmaşık morfolojik yapısı hem de çevresel koşullara adaptasyonu, bu kemiğin fonksiyonel verimliliğini doğrudan etkiler. Kalkaneusun morfolojisi, genetik faktörler ve bireyin yaşam tarzına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilirken, topolojisi de fonksiyonel yüklenmelere ve biyomekanik taleplere göre şekillenir [4]. Bu açıdan, kalkaneusun topolojisi ve morfolojik çeşitliliği, ortopedik uygulamalardan biyomekanik araştırmalara kadar birçok disiplinde ilgi çeken bir çalışma alanı oluşturur [5].

Kalkaneusun topografik yapısının incelenmesi, klinik pratiğe önemli katkılar sağlayabilir. Özellikle kırıkların tedavisinde ve ayak deformitelerinin düzeltilmesinde bu kemikle ilgili ayrıntılı anatomik bilgi büyük önem taşır. Kalkaneus kırıkları, ortopedik travmalar arasında sık görülen yaralanmalar olup, yanlış kaynama veya tedavi edilmediğinde ciddi fonksiyonel kayıplara neden olabilir [6].

Kalkaneal kırıklardan sonra kalkaneusun normal anatomik formunu geri kazandırmak, bireyin normal fonksiyonunu ve yürüyüşünü geri kazanması için kritik bir husustur. Bu nedenle, kalkaneusun anatomik yapısının doğru anlaşılması, tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından gereklidir.

Bu çalışmada, kuru kemik kalkaneuslar üzerinde yapılan topografik analizlerle elde edilen açı ve uzunlukların birbiriyle olan ilişkisi incelenmiş ve literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, kalkaneusun klinik değerlendirmesinde kullanılabilecek yeni parametreler sunabilir.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'ndan 6 adet ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'ndan 26 adet olmak üzere toplam 32 adet kuru kalkaneus kemiği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen kemiklerde herhangi bir deformite veya kırık bulunmamasına dikkat edilmiştir. Deforme olduğu tespit edilen, Pamukkale Üniversitesi Anatomi AD'dan 2, Adnan Menderes Üniversitesi AD'dan 6 adet kuru kemik araştırmaya dahil edilmemiştir. Çalışmada kullanılan kalkaneus kemiklerinin topografik özellikleri 1/100 mm duyarlılıkta dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Açı ölçümleri için 1/100 mm hassasiyette Anglemeter 360 yazılımı kullanılmıştır. Elde edilen veriler, (SPSS) versiyon 23, IBM, Chicago yazılımına yüklenmiş ve pearson korelasyon istatistiksel analizleri yapılmıştır.

### Ölçüm bölgeleri ve uzunluk ölçümleri

Kalkaneus uzun aksı (KUA): Posterior ucu ile anterior ucu arasındaki mesafe (şekil 1).



Şekil 1. Kalkaneus uzun aksı (KUA)

Posterior facet elipsoid uzun aksı (PFEUA): Posterior facetin en geniş elips yüzeyi üzerinde en uzak iki nokta arasındaki mesafe (şekil 2).

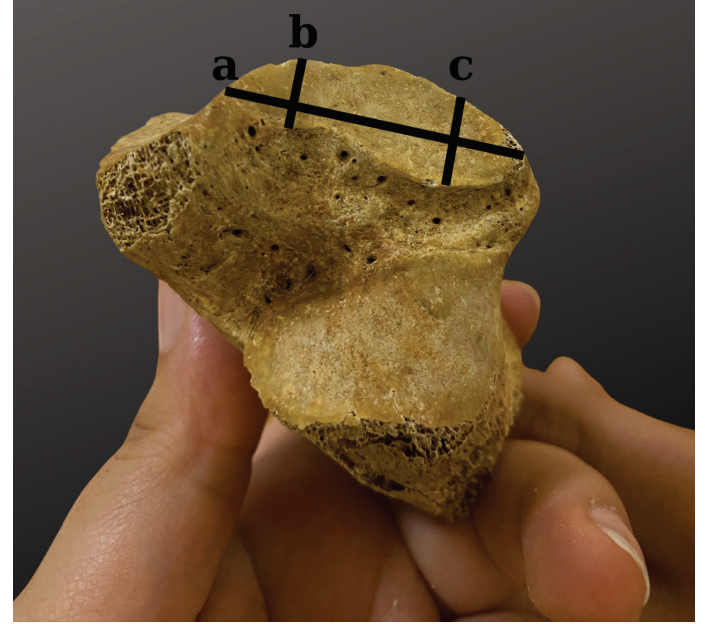


Şekil 2. Posterior facet elipsoid uzun aksı (PFEUA)

Posterior facet medial lateral uzunluk (PFMLU): Posterior facetin medial ve lateral kenarları arasındaki mesafe (şekil 2).

Medial facet uzunluğu (MFU): Sustentaculum tali'nin üzerinde yer alan medial eklem yüzeyinin uzunluğu (şekil 3).

Medial facet Posterior border (MFPB) ve Medial facet anterior border (MFAB): Medial facetin posterior ve anterior kenarları arasındaki mesafe (şekil 3).



Şekil 3. Medial facet uzunluğu (MFU), Medial facet Posterior border (MFPB) ve Medial facet anterior border (MFAB)

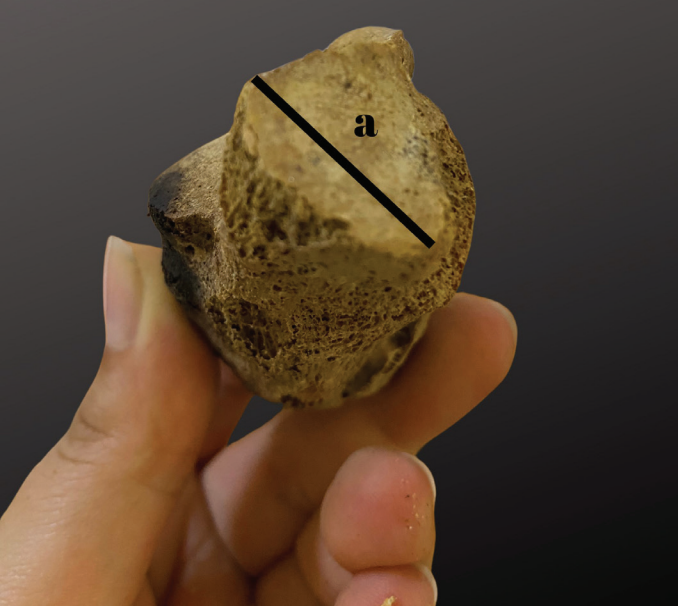
Posterolateral yüzey iki çentik arası uzunluk (PLYU): Posterolateral yüzeydeki iki çentik arasındaki mesafe (şekil 4).



Şekil 4. Posterolateral yüzey iki çentik arası uzunluk (PLYU)

Anterior yüz uzunluğu (AYU): Kalkaneoküboid eklem kalkaneal eklem yüzünün uzun aks mesafesidir (şekil 5).





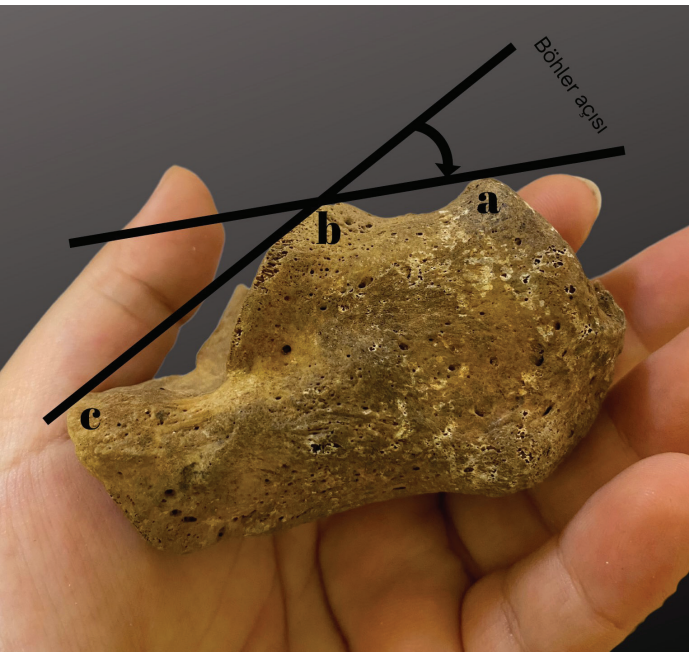
**Şekil 5.** Anterior yüz uzunluğu (AYU)

Medial yüz uzunlukları (MYU): Kalkaneusun medial yüzünde sustentaculum tali yapısından tuber calcaneiye olan mesafe.

Kalkaneus eninin uzunluğu (KEU): Kalkaneusun medial lateral en uzak iki referans noktası arası mesafe.

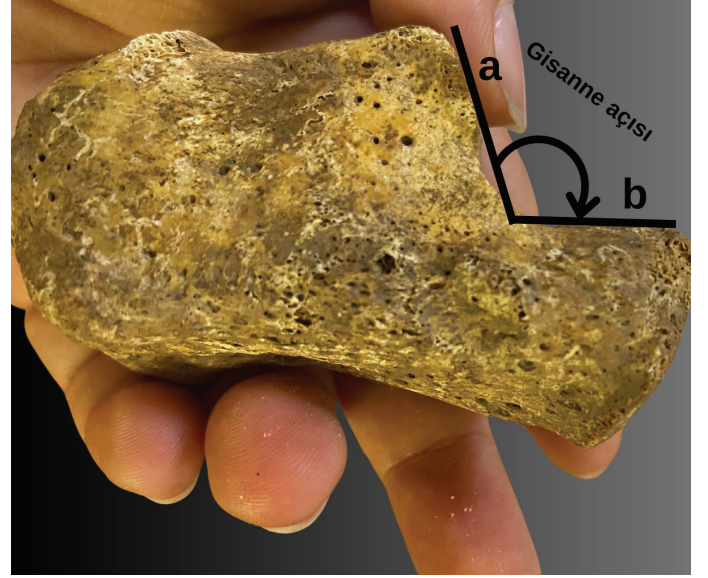
#### Açısal Ölçümler

Böhler Açısı (BA): Kalkaneusun posterior fasetinin en yüksek noktası ile tüber kalkaneinin en yüksek noktası arasında ölçülen açı (şekil 6).



**Şekil 6.** Böhler Açısı

Gissane Açısı (GA); Posterior fasetin lateral kenarından çekilen çizgi ile anterior fasetin lateral kenarından çekilen çizgi arasındaki açı (şekil 7).



**Şekil 7.** Gissane Açısı

Tip açısı (TA): Kalkaneus posterior plantar yüzeyindeki tip açısı (şekil 8).



**Şekil 8.** Tip açısı

#### Bulgular

Uzunluk Ölçümleri Sonuçları (tablo 1)

Kalkaneus uzun aksı (KUA): Ortalama 73.76 mm  $\pm$  5.13 mm.

Posterior facet elipsoid uzun aksı (PFEUA): Ortalama 29.17 mm  $\pm$  2.36 mm.

Posterior facet medial lateral uzunluk (PFMLU): Ortalama 20.28 mm  $\pm$  1.68 mm.

**Tablo 1. Kalkaneus uzunluklarının dağılımı**

Uzunluk	Sayı	En yüksek değer	En düşük değer	Ort.±SS
KUA	24	84.04 mm	60.98 mm	73.76 mm ± 5.13 mm
PFEUA	24	35.61 mm	23.92 mm	29.17 mm ± 2.36 mm
PFMLU	24	23.77 mm	17.58 mm	20.28 mm ± 1.68 mm
MFU	24	42.22 mm	31.80 mm	52.53 mm ± 3.53 mm
MFPBU	24	13.97 mm	10.45 mm	11.71 mm ± 0.92 mm
MFABU	24	12.39 mm	8.04 mm	10.11 mm ± 1.11 mm
PLYU	24	47.77 mm	36.22 mm	42.90 mm ± 3.31 mm
MYU	24	57.20 mm	44.70 mm	52.02 mm± 3.62 mm
KEU	24	41.22 mm	31.16 mm	37.53 mm±2.56 mm
AYU	24	25.75 mm	17.66 mm	22.60 mm ± 2.50 mm

KUA:Kalkaneus uzun aksı, PFEUA:Posterior facet elipsoid uzun aksı, PFMLU:Posterior facet medial lateral uzunluk, MFU:Medial facet uzunluğu, MFPB: Medial facet Posterior border, MFAB: Medial facet anterior border, PLYU: Posterolateral yüzey iki çentik arası uzunluk, MYU:Medial yüz uzunlukları, KEU:Kalkaneus eninin uzunluğu, AYU: Anterior yüz uzunluğu

Medial facet uzunluğu (MFU): Ortalama 52.53 mm ± 3.53 mm.

Medial Faset Posterior border (MFPB):Ortalama 11.71 mm ± 0.92 mm.

Medial Faset Anterior border (MFAB):Ortalama 10.11 mm ± 1.11 mm.

Posterolateral yüzey iki çentik arası uzunluk (PLYU): Ortalama 42.90 mm ± 3.31 mm.

Anterior yüz uzunluğu (AYU): Ortalama 22.60 mm ± 2.5 mm.

Korelasyon analizinde MFU, MFPB, MFAB ile diğer uzunluklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır (p≥0.05). Diğer uzunluklar kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı olarak korele bulunmuştur (tablo 2).

Açısal Ölçüm Sonuçları (tablo 3)

Gissane Açısı: Ortalama 131.93° ± 6.48°.

Böhler Açısı: Ortalama 35.63° ± 7.16°.

Tip açısı: Ortalama 118.84° ± 5.90°.

**Tablo 2. Uzunluklar arası korelasyon analizi sonuçları**

		Korelasyon							
		KUA	PFEUA	PFMLU	MFU	MFPB	MFAB	PLYU	MYU
KUA	Pearson Correlation	1	,622**	,680**	,395	-,167	-,142	,608**	,647**
	Sig. (2-tailed)		,001	,000	,056	,436	,507	,002	,001
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
PFEUA	Pearson Correlation	,622**	1	,561**	,083	-,120	,107	,453*	,719**
	Sig. (2-tailed)	,001		,004	,701	,576	,618	,026	,000
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
PFMLU	Pearson Correlation	,680**	,561**	1	,503*	-,190	,151	,590**	,655**
	Sig. (2-tailed)	,000	,004		,012	,375	,482	,002	,001
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
MFU	Pearson Correlation	,395	,083	,503*	1	-,128	-,010	,353	,314
	Sig. (2-tailed)	,056	,701	,012		,550	,962	,090	,135
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
MFPB	Pearson Correlation	-,167	-,120	-,190	-,128	1	,263	,087	-,006
	Sig. (2-tailed)	,436	,576	,375	,550		,213	,688	,979
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
MFAB	Pearson Correlation	-,142	,107	,151	-,010	,263	1	-,184	,203
	Sig. (2-tailed)	,507	,618	,482	,962	,213		,391	,341
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
PLYU	Pearson Correlation	,608**	,453*	,590**	,353	,087	-,184	1	,287
	Sig. (2-tailed)	,002	,026	,002	,090	,688	,391		,174
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
MYU	Pearson Correlation	,647**	,719**	,655**	,314	-,006	,203	,287	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,001	,135	,979	,341	,174	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24

\*\* . Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

\* . Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Gisanne ve Böhler Açısı açıları ile uzunluklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır ( $p \geq 0.05$ ). Gisanne ve Böhler Açısı kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı korele bulunmuştur (tablo 4).

**Tablo 3.** Kalkaneus açılarının dağılımı

Açılar	Sayı	Ort±SS
Gisanne Açısı	24	131.93° ± 6.48°
Böhler Açısı	24	35.63° ± 7.16°
Tip açısı Açısı	24	118.84° ± 5.90°

**Tablo 4.** Açısal ölçümler ve uzunluklar arası korelasyon analizi sonuçları

		Korelasyon									
		KUA	PFEUA	PFMLU	MFU	MFPB	MFAB	PLYU	MYU	böhler	gisanne
böhler	Pearson Correlation	-,297	-,253	-,324	-,174	,266	-,175	-,381	-,180	1	,679**
	Sig. (2-tailed)	,158	,233	,122	,417	,210	,413	,067	,400		,000
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
gisanne	Pearson Correlation	-,216	-,250	-,397	-,291	,360	-,018	-,437*	-,239	,679**	1
	Sig. (2-tailed)	,311	,239	,054	,168	,084	,935	,033	,261	,000	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

\*\* . Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

\* . Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

## Tartışma

Bu çalışmada elde edilen bulgular, kalkaneus kemiklerinin ölçülen uzunlukları ve açıları arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını ortaya koymuştur. Ancak gisanne ve böhler açısı kendi içinde korele bulunmuştur. Schmutz ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada da genel uzunluklar ve açılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır [7]. Bu çalışmada kalkaneusların middle ve anterior fasetinin %85'i Boyan ve arkadaşlarının sınıflamasına göre tip B olarak bulunmuş ve medial faset olarak adlandırılmıştır [8]. Prasad ve ark. Boyan ve ark. sınıflamasını tip B1 ve tip B2 olarak almışlar ve çalışılan kalkaneusların % 81 inin tip B olduğunu bulmuşlardır [9]. Medial fasetin anteriorunun en geniş yeri ve posteriorunun en geniş yeri ve uzun aks uzunlukları ölçülmüştür. Korelasyon analizinde MFU, MFPB, MFAB ile diğer uzunluklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır ( $p \geq 0.05$ ). Diğer uzunluklar kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı korele bulunmuştur ( $p \leq 0.05$ ). Koshy ve ark. Yapmış olduğu çalışmada da uzun aks uzunlukları kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [10]. Kalkaneusun yük taşıyan ve en geniş eklem yüzü olan posterior faset kalkaneus boyutundan etkilenmektedir ancak rotasyona katılan medial faset kalkaneus boyutundan etkilenmemektedir. Bu sonuç gelişimsel süreçte ayak basma kinematiği ve ayak diziliminin özellikle medial fasetin yapısını ve sonuç olarak da kalkaneus morfolojisini değiştirdiğini göstermektedir [11].

Bu çalışmanın aksine Seyahi ve ark. gisanne ve böhler açısı arasında anlamlı bir korelasyon saptamamışlardır [12]. Ancak

çalışmaları iki boyutlu x-ray ölçümleri üzerinden yapılmıştır.

Bu çalışmada kalkaneus uzun aksı ortalama 73.76 mm bulunmuştur. Koh ve arkadaşlarının güney Asya popülasyonunda yapmış olduğu radyolojik çalışmada bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak ortalama kalkaneusun en uzun aksı 72.1 mm olarak bulunmuştur [13]. Türk toplumunda Dursun ve arkadaşlarının yapmış olduğu kuru kemik çalışmasında kalkaneus uzunluğu 75.49 mm olarak bulunmuştur [14]. Kuru kemik ve radyolojik çalışmalar arasındaki karşılaştırmalı üstünlük arasında genellikle bir tartışma vardır. Kuru kemik grubu nispeten daha yaşlı (homojen olmayan yaş dağılımı) bir popülasyondan oluşma eğilimindedir. Cinsiyet belirlemede zorluk, kemiğin aşınması ve yıpranması ve bilinmeyen öykü nedeniyle patolojik kemiği çalışmaya dahil etme ihtimalinin daha yüksek olduğu kabul edilmektedir [15]. Ancak ölçümler birebir kemik üzerinden yapıldığı için radyolojik olarak açısal duruşlardan ve superpozisyondan etkilenmemektedir. Böylelikle yapılan ölçümlerde ölçümsel hata olmamaktadır. Schmutz ve ark. yapmış olduğu çalışmada iki boyutlu tomograflerde yapılan ölçümler ile üç boyutlu tomograflerde yapılan ölçümler bile farklılıklar olabileceği ortaya konmuştur [7].

Literatürde Böhler açısının 25-40° arasında olması Gissane açısının ise 100-130° arasında olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada Böhler açısı ortalama 35.63 derece 26-47° ve Gissane açısı ortalama 131.93 derece 120-144° bulunmuştur. Gissane ve Böhler açılarının bireyler arasında farklılıklar göstermesi, klinik uygulamalarda bu açıların dikkatle ele alınması



gerektiğini ortaya koymaktadır. Kalkaneusun topografik yapısının bireyler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ve bu yapıların birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kalkaneus kırıkları ve deformiteleri tedavi edilirken, bu kemiklerin anatomik yapısının ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, daha etkili tedavi stratejileri geliştirilmesine katkı sağlayabilir [16]. Özellikle cerrahi müdahalelerde, kalkaneus açıları ve uzunluklarının doğru hesaplanması, tedavi başarısını artırabilir [17]. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan örneklerin sınırlı sayıda olması, daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak ek çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

### Sonuç

Bu çalışmada kuru kemik kalkaneusların topografik özellikleri ve açıları incelenmiş, elde edilen bulgular klinik uygulamalarda kullanılabilecek yeni bilgiler sağlamıştır. Kalkaneus kemiklerinin açılarının ve uzunluklarının bağımsız değişkenler olduğu sonucuna varılmıştır. Gelecekte, daha geniş örneklem grupları ve farklı metodolojik yaklaşımlarla yapılacak çalışmalar, bu kemik yapısının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

### Maddi destek ve çıkar ilişkisi

Yazarlar herhangi bir maddi destek almadıklarını ve çıkar ilişkisi içinde olmadıklarını beyan ederler.

### Teşekkür

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim dalı öğretim üyesi Prof. Dr.Esat Adıgüzel ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Ilgaz Akdoğan'a destekleri için teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

1. Keener BJ, Sizensky JA. The anatomy of the calcaneus and surrounding structures. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(3):413-424.
2. Cekdemir YE, Mutlu U, Karaman G, Balci A. Evaluation of computed tomography images of calcaneus for estimation of sex. *Radiol Med.* 2021;126(8):1064-1073. doi:10.xxxxx.
3. David V, Stephens TJ, Kindl R, Ang A, Tay WH, Asaid R, McCullough K. Calcaneotalar ratio: a new concept in the estimation of the length of the calcaneus. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(3):370-372.
4. Tümer N, Arbabi V, Gielis WP, de Jong PA, Weinans H, Tuijthof GJ, Zadpoor AA. Three-dimensional analysis of shape variations and symmetry of the fibula, tibia, calcaneus and talus. *J Anat.* 2019;234(1):132-144.
5. Rammelt S, Marx C. Managing severely malunited calcaneal fractures and fracture-dislocations. *Foot Ankle Clin.* 2020;25(2):239-256.
6. Schmutz B, Lüthi M, Schmutz-Leong YK, Shulman R, Platt S. Morphological analysis of Gissane's angle utilising a statistical shape model of the calcaneus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;141:937-945.
7. Boyan N, Ozsahin E, Kızılkant E, Soames R, Oğuz Ö. Morphometric measurement and types of articular facets on the talus and calcaneus in an Anatolian population. *Int J Morphol.* 2016;34(4):xxx-xxx .
8. Prasad SA, Rajasekhar SSSN. Morphometric analysis of talus and calcaneus. *Surg Radiol Anat.* 2019;41:9-24.
9. Koshy S, Vettivel S, Selvaraj KG. Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. *Forensic Sci Int.* 2002;129(3):200-204.
10. Cho HJ, Kwak DS, Kim IB. Analysis of movement axes of the ankle and subtalar joints: relationship with the articular surfaces of the talus. *Proc Inst Mech Eng H.* 2014;228(10):1053-1058.
11. Seyahi A, Uludag S, Koyuncu L, Atalar A, Demirhan M. The calcaneal angles in the Turkish population. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009;43(5):406-411.
12. Koh D, Tan B, Mehta K, Loh J, King CK. Morphometric Analysis of the Calcaneus in a Southeast Asian Population. *Cureus.* 2024;16(4):xxx-xxx .
13. Dursun A, Yılmaz V, Kastamoni Y, Öztürk K, Albay S. Anadolu Popülasyonunda Talus ile Calcaneus'un Morfometrik Özellikleri ve Ortak Eklem Yüzlerinin Tiplendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniv Sağlık Bilim Derg.* 2021;12(3):351-363.
14. Mishra PK, Nagar M, Gaur SC, Gupta A. Morphometry of distal end radius in the Indian population: A radiological study. *Indian J Orthop.* 2016;50:610-615.
15. 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;13:156-162.
16. Muñoz FLO, Forriol F. Current management of intra-articular calcaneal fractures. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2011;55(6):476-484.