

TALUS VE CALCANEUS'UN MORFOMETRİK ANALİZİ, TALAR VE CALCANEAL EKLEM YÜZÜ TİPLERİ

Morphometric Analysis of Talus and Calcaneus, Talar and Calcaneal Joint Face Types

Eda Duygu İPEK¹  Ceren GÜMÜŞ¹  Ilgaz AKDOĞAN¹ 

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi ABD, AYDIN, TÜRKİYE

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada talus ve calcaneus'un morfometrik analizinin gerçekleştirilmesi, subtalar eklem instabilitesi, ligamentöz laksite ve artritis olguları ile ilişkilendirilen talar ve calcaneal eklem yüzlerinin morfolojik varyasyonlarının sınıflandırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntemler: Morfometrik analiz için 72 calcaneus (40 sağ, 32 sol) ve 69 talus (37 sağ, 32 sol) üzerinde anteroposterior uzunluk, transvers genişlik, sulcus tali ve calcanei uzunluğu, genişliği ve derinliği ölçümleri, calcaneal yük kolu uzunluğu, Bohler açısı, talus'un baş-boyun uzunluğu ve boyun-gövde açısı ile eklem fasetlerin yüzey alanı ölçümü Imagej® görüntü analiz programı ile gerçekleştirildi. Talar ve calcaneal fasetler morfolojik olarak sınıflandırıldı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi, $p<0,05$ anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Calcaneus'un anteroposterior uzunluğu ve yük kolu uzunluğu hariç ölçülen tüm parametreleri sağ ve solda istatistiksel olarak farklı bulundu. Üç eklem yüzünün ayrı olarak bulunduğu A1 tipi calcaneus'ta (%40,3), ön ve orta eklem yüzeylerinin tam olarak kaynaştığı B2 tipi talus'ta (%69,1) en sık tespit edildi. Tüm eklem yüzlerinin kaynaşmış olarak bulunduğu C tipi calcaneus'ta %13,75'te bulunurken, talus örneklerinde saptanmadı. A1 tipi calcaneus örneklerinde, ön, orta ve arka eklem yüzey alanları sırasıyla $82,58\pm5,59$, $83,61\pm7,4$, $377,99\pm20,24$ olarak bulunurken, B2 tipi talus örneklerinde, kaynaşmış ön-orta ve arka eklem yüzey alanları sırasıyla $427,1\pm31,47$ ve $607,07\pm19,97$ olarak bulundu.

Sonuç: Sonuçlarımız radyolojik, cerrahi ve antropolojik açıdan önem arz eden talus ve calcaneus morfometrisi, talocalcaneal artikülasyon morfolojisi ve anatomik varyasyonları hakkında bilgi vermektedir.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to conduct a morphometric analysis of the talus and calcaneus, and to classify the variations in their joint facets related to subtalar joint instability, ligamentous laxity, and arthritis.

Material and Methods: For morphometric analysis anteroposterior length, transverse width, sulcus tali and calcanei length, width and depth measurements, calcaneal load arm length, Bohler angle, head-neck length and head-body angle of the talus, area measurement of the talar and calcaneal joint facets of 72 calcaneus (40 right, 32 left) and 69 talus (37 right, 32 left), were performed with Imagej® image analysis program. Talar and calcaneal joint facet patterns were classified morphologically. Obtained data were evaluated statistically, $p<0.05$ was considered significant.

Results: A statistically significant difference was found between the right and left sides of all parameters except for calcaneal load arm length and anteroposterior length in calcaneus. In calcaneus A1 type facets (40.3%), where all three joint surfaces are found separately, and in talus B2 type facets (69.1%), where the anterior, media joint surfaces are fused, were most frequently detected. Type C; fused all facets was found in 13.75% of calcaneus and not in talus. In A1 type calcaneus, the anterior, media, and posterior articular surface areas were found to be 82.58 ± 5.59 , 83.61 ± 7.4 , 377.99 ± 20.24 , respectively, while in B2 type talus, the fused anterior-media and posterior articular surface area were 427.1 ± 31.47 and 607.07 ± 19.97 .

Conclusion: Our results provide information about the morphometry of calcaneus and talus, talocalcaneal articulation morphology and its anatomical variations which are important radiologically, surgically and anthropologically.

Anahtar Kelimeler: Calcaneus, talus, subtalar eklem, artritis

Keywords: Calcaneus, talus, subtalar joint, arthritis



Yazışma Adresi / Correspondence:

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi ABD, AYDIN, TÜRKİYE

Tel / Phone: +905060519280

Geliş Tarihi / Received: 11.06.2024

Dr. Ceren GÜMÜŞ

E-posta / E-mail: ceren.senturk@adu.edu.tr

Kabul Tarihi / Accepted: 02.10.2024

GİRİŞ

Ayak iskeleti toplam yirmi altı adet kemikten, bacak kemikleri ile birlikte oluşturdukları eklem de dahil edildiğinde otuz üç adet eklemden oluşmaktadır. Talus'un konveks eklem yüzünü oluşturduğu ayak bileği eklemi talokrural eklem ile talus ve calcaneus'un katıldığı subtalar eklem ve talocalcaneonavicular eklem, hareket ve vücut ağırlığını taşımada birlikte rol oynayan ayak bileği eklem kompleksini şekillendirmektedirler. Ayak bileği eklem kompleksi yürüyüş gibi günlük yaşamsal aktiviteler için temel bir gereklilik olan alt ekstremitenin zeminle etkileşime girmesini sağlayan kinetik bağlantıyı oluşturmakta, vücut ağırlığının ayak iskeletini oluşturan diğer kemik ve eklemlere pay edilmesini sağlamaktadır.^{1,2}

Talus ayak bileği kemiklerinin en proksimalde yer alanıdır ve alt yüzünde bulunan eklem yüzleri aracılığıyla calcaneus ile eklenir. Talus aracılığıyla vücut ağırlığı ayağın diğer kemiklerine iletilmekte, subtalar eklem aracılığıyla ayağın medial ve lateral longitudinal arklarına dağıtılmaktadır.³ Müsküler bağlantısı bulunmayan talus ayağın medial longitudinal arkını koruyan pasif unsurlarının kilit taşıdır ve morfolojik varyasyonları düztabanlık ile ilişkilendirilmektedir.^{3,4} Tarsal kemiklerin en büyüğü olan, topuk kısmında vücut ağırlığının büyük bölümünü zemine ileten calcaneus ise en sık kırılan tarsal kemiktir ve kırıklarının %75'inin intraartiküler olduğu belirtilmektedir.^{2,5,6} Calcaneus kırıklarında doğru tanı ve tedavi için sıklıkla Bohler açısı değerlendirilmektedir.^{2,6} Calcaneus'un hemen hemen transvers planda uzanan posteromedial kısmı ile anteromedial kısmı arasında yaklaşık 40°'lik bir açı bulunmaktadır.⁷ Talus'un boynu ve gövdesinin uzun eksenleri arasında bulunan boyun-gövde açısının (BA) ise sağ ve sol ekstremiteye ait talus kemiklerinde yürüyüş alışkanlıkları nedeniyle farklılık gösterdiği bildirilmiştir.⁸ Talus ve calcaneus'un birbirlerine bakan, sırasıyla, alt ve üst yüzlerinde önde, ortada ve arkada olmak üzere, birbirleri ile eklenmelerini sağlayan üçer adet eklem yüzü bulunmaktadır. Ön ve orta eklem yüzleri talocalcaneonavicular eklemi, arka eklem yüzleri ise subtalar eklemi şekillendirir.^{4,6} Ön ve orta eklem yüzleri arka eklem yüzünden her iki kemikte de, talus'ta sulcus tali, calcaneus'da sulcus calcanei adı verilen birer oluk ile birbirlerinden ayrılmıştır.^{2,9,10}

Subtalar ve talocalcaneonavicular eklem biyomekaniği ve stabilitesi talus ve calcaneus'ta bulunan eklem yüzlerinin morfolojik karakterine bağlıdır.^{3,11} Talus ve calcaneus'un eklem yüzlerinin morfolojik varyantlarının subtalar eklem hareket aralığını etkilediği, ligamentöz laksite ve subtalar artrit gelişimi için predispozisyon faktörü olduğu belirtilmiştir.^{3,4,11,12} Ağır düztabanlığın yaygın bir nedeni olarak kemik koalizyonlarının genellikle calcaneus'un orta eklem

yüzünü içerdiği belirtilmiştir.⁶ Talocalcaneal ve/veya subtalar artrit, talocalcaneal koalizyon, eklem içi kırıklar, konjenital dismorfoloji, pes planus, valgus deformiteleri gibi çeşitli patolojilerin cerrahi prosedürlerinin planlanmasında talus ve calcaneus'un boyutu ve şekli hakkında bilgi veren morfolojik değerleri ve eklem yüzlerinin varyasyonları hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.^{5,9} Bunun yanında tarsal kemikler adli araştırmalarda cinsiyet ve yaş tespiti için tercih edilen kemiklerdendir.¹³ Dolayısıyla talus ve calcaneus'un morfolojik değerleri ve eklem yüzlerinin morfolojik karakteristikleri adli tıp, antropometri, kinesiyojoloji, ortopedik cerrahi, fizik tedavi ve rehabilitasyonda öneme sahiptir.^{2,5,6,12}

Bu çalışmada ayak bileği eklem kompleksinin önemli bileşenleri talus ve calcaneus'un morfolojik analizini gerçekleştirerek cerrahi prosedürlere fayda sağlanması, talocalcaneal koalizyon varlığının belirlenmesinde kritik öneme sahip olan eklem yüzeylerindeki yaygın varyantları ve stabilite ile ilişkili eklem yüzeylerinin alan değerlerini belirlemek amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın yapılabilmesi için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2024/99 numaralı etik kurul onayı alınmıştır. Bu çalışmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Kemik Arşivi'nden temin edilen, cinsiyet kayıtları bilinmeyen 72 calcaneus (40 sağ, 32 sol) ve 69 talus (37 sağ, 32 sol) kullanıldı. Yapısal varyasyonu ve deformitesi bulunan, yetişkine ait olmayan kemikler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilen talus ve calcaneus'ların her biri, morfolojik ölçümlerin gerçekleştirilebileceği pozisyonlarda sabit uzaklıktan fotoğraflandı. Fotoğraflar tripod üzerine monte edilmiş ve otomatik çekime ayarlanmış profesyonel fotoğraf makinesi ile (Nikon, Model: D3500) çekildi. Fotoğraf çekimi yaparken her kemik materyalin yanına milimetrik cetvel kondu. Böylece alınan fotoğraflar üzerinde morfolojik ölçümler gerçekleştirilmeden önce metrik kalibrasyon sağlandı. Alınan fotoğraflar üzerinde Imagej® görüntü analiz programı (Sürüm tarihi: 2023, ABD) kullanılarak morfolojik ölçümler gerçekleştirildi. Resim 1'de gösterildiği gibi morfolojik olarak calcaneus'un, anteroposterior uzunluğu (APC); üst yüzden önde ve arkada iki uç nokta arası mesafe, transvers genişliği (TGC); üst yüzden iç ve dışta iki uç nokta arası mesafe, sulcus calcanei'nin uzunluğu (SCu), genişliği (SCg) ve derinliği (SCd); sırasıyla oluğun ön ve arkada kalan uç noktaları arası mesafe, oluğun orta noktasında iç ve dış kenarları arası mesafe, oluğun tabanı ile calcaneus'un üst yüzü arası mesafe, yük kol uzunluğu (YKU); üst yüzden calcaneus'un öndeki en uç noktası ile arka eklem

yüzünün en uç arka noktası arası mesafe, Bohler açısı (Boh); calcaneus'un arka-üst kısmı ve arka eklem yüzünün en üst noktası arasına çekilen çizgi ile, arka eklem yüzünün en üst noktası ile ön eklem yüzünün en üst noktası arasına çekilen çizgi arasında oluşan açı olarak calcaneus'un dış yüzünden ölçüldü. Talus'un ise anteroposterior uzunluğu (APt); alt yüzden önde ve arkada iki uç nokta arası mesafe, transvers genişliği (TGt); alt yüzden iç ve dışta iki uç nokta arası mesafe, sulcus tali'nin uzunluğu (STu), genişliği (STg) ve derinliği (STD); sırasıyla oluğun iç ve dış uç noktaları arası mesafe, oluğun orta noktasında ön ve arka kenarları arası mesafe, oluğun tabanı ile talus'un alt yüzü arası mesafe, baş-boyun uzunluğu (BBU); üst yüzden, talus'un en uç ön noktasının talokrural eklem konveks eklem yüzüne olan mesafesi ve boyun-gövde açısı (BA); talus boynu uzun eksenini ile talus gövdesi uzun eksenini arasında oluşan açı ölçüldü.

Morfometrik ölçümlerin yanında talar ve calcaneal eklem yüzlerinin alan değerleri ölçüldü. Morfometrik ölçümler mm alan değerleri mm² cinsinden ifade edildi. Talus ve calcaneus eklem yüzlerinin morfolojik varyasyonlarına göre sınıflandırılmasında Boyan ve ark. ile Bunning ve Barnett kriterleri dikkate alındı.^{5,14} Ön, orta ve arka eklem yüzlerinin her birinin ayrı olarak mevcut olduğu A tipi kemikler; ön ve orta eklem yüzleri arası mesafe 2 mm'den küçük ise A1 tipi, 2-5 mm arasında ise A2 tipi, 5 mm'den büyük ise A3 tipi, ön ve orta eklem yüzlerinden yalnız birinin bulunduğu kemikler A4 tipi, ön ve orta eklem yüzlerinin kaynaşmış olarak bulunduğu B tipi kemikler; eklem yüzleri arasında tam olmayan bir kaynaşma var ise diğer bir deyişle iki eklem yüzü arasındaki sınır belirgin ise B1 tipi, eklem yüzleri tam olarak kaynaşmış ise B2 tipi, her üç eklem yüzünün de birbiri ile devamlılık gösterdiği kemikler ise C tipi olarak sınıflandırıldı. Eklem yüzü tiplerine ait örnekler Resim 2'de görülmektedir.

Verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics Version 22 (Chicago, ABD) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin dağılım paterni Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirildi. Kolmogorov Smirnov test sonuçlarına göre ölçümünü gerçekleştirdiğimiz tüm parametreler normal dağılım gösterdiğinden sağ ve sol tarafa ait ölçümlerin karşılaştırılmasında Student-t testi kullanıldı, p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

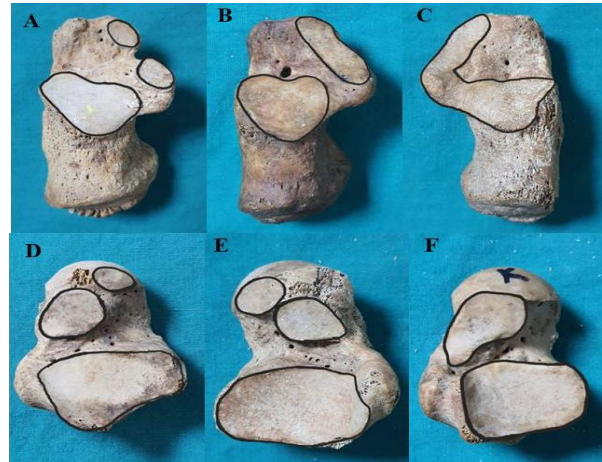
BULGULAR

Kolmogorov Smirnov testi sonuçlarına göre çalışmamızda kaydettiğimiz tüm veriler normal dağılım gösterdiğinden tanımlayıcı istatistikleri ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi calcaneus morfometrik ölçümlerinin, anteroposterior uzunluk ve yük kol uzunluğu hariç, tümü sağ ve sol ekstremiteye ait kemikler arasında istatistiksel olarak farklı bulundu.

Tablo 2'de verilen talus morfometrik ölçümlerinde ise yalnızca baş boyun uzunluğu sol tarafta istatistiksel olarak daha yüksek tespit edildi.



Resim 1: Talus ve calcaneus'da ölçümü gerçekleştirilen morfometrik parametreler. Boh: Bohler açısı, APc: Calcaneus anteroposterior uzunluğu, TGc: Calcaneus transvers genişliği, YKc: Calcaneus yük kol uzunluğu, SCg: Sulcus calcanei genişliği, Scu: Sulcus calcanei uzunluğu, APt: Talus anteroposterior uzunluğu, TGt: Talus transvers genişliği, Stu: Sulcus tali uzunluğu, STg: Sulcus tali genişliği, BBU: Talus baş-boyun uzunluğu, BA: Talus boyun-gövde açısı



Resim 2: Farklı morfolojik tiplerde talar ve calcaneal eklem yüzlerine ait örnekler, A; A2 tipi calcaneus, B; B2 tipi calcaneus, C; C tipi calcaneus, D; A1 tipi talus, E; B1 tipi talus, F; B2 tipi talus

Çalışmamızda calcaneus örneklerinde sağ ve solda en sık A1 tipi eklem yüzü morfolojisi saptandı. Tablo 3'te görüleceği üzere A2 tipi eklem yüzü sol calcaneus örneklerinde, B1 tipi eklem yüzü sağ calcaneus örneklerinde ikinci sırada gelmekteydi. A3 ve A4 tipi eklem yüzü hem sağ hem de sol calcaneus örneklerinde tespit edilmedi.

Sağ ve sol talus örneklerinin oldukça yüksek bir yüzde ile B2 tipi eklem yüzü morfolojisi gösterdiği saptandı. İkinci sırada ise yine her iki tarafta da A1 tipi eklem yüzü tespit edildi (Tablo 4). Calcaneus örneklerinin aksine talus örneklerinde A2 tipi ve C tipi eklem yüzü morfolojisi tespit edilmedi.

Tablo 1: Calcaneus morfometrik ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

	Sağ Ort±SS (Min - Max)	Sol Ort±SS (Min - Max)	P
APc	71,92±11,12 (54,66-85,24)	76,41±9,92 (67,24-88,23)	0,005
TGc	36,99±9,51 (31,31-42,55)	35,09±6,7 (30,39-39,20)	0,000
SCu	23,83±5,6 (19,86-26,23)	22,53±1,61(20,09-24,94)	0,000
SCg	4,94±3,32 (1,38-9,85)	6,54±2,8 (4,3-10,52)	0,001
SCd	4,01±1,08 (2,53-4,79)	3,88±9,7 (3,01-4,92)	0,014
Boh	31,94±7,91 (25,64-49,72)	33,44±5,33 (36,57-48,06)	0,001
YKU	20,14±6,03(12,58-35,34)	19,05±5,82 (12,93-25,9)	0,245

Ort±SS: Verilerin ortalama ve standart sapma değerleri, Min: Tespit edilen en küçük morfometrik değer, Max: Tespit edilen en yüksek morfometrik değer, p değeri: Student-t testi istatistiksel anlamlılık değeri. APc: calcaneus anteroposterior uzunluğu, TGc: calcaneus transvers genişliği, Scu: sulcus calcanei uzunluğu, SCg: sulcus calcanei genişliği, SCd: sulcus calcanei derinliği, Boh: Bohler açısı, YKU: yük kol uzunluğu.

Tablo 2: Talus morfometrik ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

	Sağ Ort±ss (Min - Max)	Sol Ort±ss (Min - Max)	P
APt	57,85±6,14 (50,70-64,11)	56,92±9,23 (43,78-64,89)	0,408
TGt	41,3±7,7 (32,05-44,67)	40,9±9,17 (27,67-43,06)	0,267
STu	19,78±3,1 (18,05-20,71)	20,21±5,32 (17,4-22,7)	0,472
STg	4,86±1,1 (3,15-6,98)	5,14±2,24 (3,01-9)	0,356
STd	2,31±1,3 (1,11-3,95)	2,41±1,12 (1,1-3,68)	0,599
BBU	22,27±5,22 (16,44-27,22)	24,44±6,66 (17,64-31,08)	0,012
BA	149,13±11,4 (140,45-162,96)	148,67±12,1 (141,44-163,55)	0,783

Ort±ss: Verilerin ortalama ve standart sapma değerleri, Min: Tespit edilen en küçük morfometrik değer, Max: Tespit edilen en yüksek morfometrik değer, p değeri: Student-t testi istatistiksel anlamlılık değeri. APt: Talus anteroposterior uzunluğu, TGt: Talus transvers genişliği, Stu: sulcus tali uzunluğu, STg: : sulcus tali genişliği, STd: : sulcus tali derinliği, BBU: talus baş-boyun uuznluğu, BA: talus boyun-gövde açısı.

Tablo 3: Calcaneus örneklerinde saptanan eklem yüzü tiplerinin yüzde dağılımı ve alan ölçüm değerleri

Eklem Yüzü	Calcaneus						
Tipleri	Sağ		Sol		AEA	MEA	PEA
	n=40	%	n=32	%			
A1	16	40	13	40,6	82,58±5,59	83,61±7,4	377,99±20,24
A2	7	17,5	10	31,3	81,74±7,88	76,27±6,85	351,2±24,22
A3	0	0	0	0		-	
A4	0	0	0	0		-	
B1	9	22,5	4	12,5	84,54±9,72	78,61±8,96	350,86±32,62
B2	2	5	1	3,1	197,2±26,87		392,28±38,05
C	6	15	4	12,5		512,03±49,25	

AEA: Ön eklem yüzü alanı, MEA: Orta eklem yüzü alanı, PEA: Arka eklem yüzü alanı

Tablo 4: Talus örneklerinde saptanan eklem yüzü tiplerinin yüzde dağılımı ve alan ölçüm değerleri

Eklem Yüzü Tipleri	Talus						
	Sağ		Sol		AEA	MEA	PEA
	n=37	%	n=32	%			
A1	5	13,5	7	21,9	98,77±6,7	191,09±20,14	669,97±42,35
A2	0	0	0	0		-	
A3	0	0	0	0		-	
A4	0	0	0	0		-	
B1	4	10,8	5	15,6	100,01±5,6	178,81±15,08	614,92±33,97
B2	28	75,7	20	62,5		427,1±31,47	607,07±19,97
C	0	0	0	0		-	

AEA: Ön eklem yüzü alanı, MEA: Orta eklem yüzü alanı, PEA: Arka eklem yüzü alanı

Tablo 3 ve 4'te benzer morfolojiye sahip eklem yüzlerinin alan ölçüm değerlerine bakıldığında talus'un eklem yüzeyi alan değerlerinin calcaneus'un eklem yüzey alan değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

Eklem patolojilerinin belirlenmesi ve en uygun cerrahi tedavinin planlanması için bölge anatomisinin, ekleme katılan kemiklerin morfolojisinin iyi bilinmesi ve eklem yapısının doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Çalışmamız ayak bileği eklem kompleksine yönelik planlanacak cerrahi prosedürler

için calcaneus ve talus'un morfometrik değerleri ve eklem yüzlerinin morfolojik varyantları hakkında bilgi vermektedir.

Çalışmamızın APc değerleri Boyan ve ark., Laxmi ve ark., Dursun ve ark., Joytsna ve Mamidi'nin, Kolap ve ark.'ın değerlerine yakındır.^{2,5,10,15,16} Singh'in 86 calcaneus'ta sağ ve sol ayrımı yapmadan 78,2±5,6 olarak tespit ettiği total APc değeri bulgularımızdan yüksektir, ancak 46,3±4,2 olarak bildirdikleri TGc değerinin APc değerine kıyasla bulgularımızdan oldukça yüksek olduğu görülmektedir.¹⁷ Benzer şekilde çalışmamızın TGc değerleri Boyan ve ark. sağda

45,84±4,21, solda 43,92±3,97, Garg ve ark. sağda 41,5±2,6, solda 40,1±3,4 ve Jyotsna ve Mamidi'nin 98 calcaneus'ta total 45,94±4,35 olan bulgularından düşüktür.^{5,9,10} Dursun ve ark., Laxmi ve ark.'nın TGc değerleri çalışmamızın bulgularına yakın iken, APC değerlerimiz birbirine yakın olmasına rağmen olmasına rağmen Kolap ve ark.'nın sağda 28,56±2,52, solda 27,76±2,42 olan TGc değerleri ise çalışmamızdan oldukça düşüktür.^{2,15,16} Benzer çalışmaların verileri göz önüne alındığında calcaneus'un transvers genişliğinin anteroposterior uzunluğuna kıyasla oldukça varyasyonel olduğu görülmektedir. Bu durum ırka bağlı olabileceği gibi çalışmalarda kullanılan kemiklerin ait olduğu cinsiyetin ve eklem yüzü varyantlarının farklı oranlarda bulunmasından da kaynaklanmış olabilir. Nitekim Punchago ve ark.'nın APt ve TGt değerleri erkeklerde kadınlardan istatistiksel olarak yüksek tespit etmişlerdir ($p<0,05$).¹³ Erkeklerde ve kadınlarda sırasıyla APt değerini 56,71±0,16, 51,21±0,12 olarak, TGt değerini ise 37,85±0,36, 33,85±0,28 olarak bildirmişlerdir. Aynı zamanda, çalışmamızda calcaneus'un APC ve YKU değerleri hariç tüm morfometrik ölçümleri sağ ve sol örneklerde istatistiksel olarak farklı bulundu ($p<0,05$). Ancak, Dursun ve ark., Kolap ve ark. sağ ve sol APC'nu bulgularımıza benzer şekilde istatistiksel olarak farksız, ancak bulgularımızdan farklı olarak TGc, Scu, SCg ve Boh değerlerinin de istatistiksel olarak farklı olmadığını bildirmişlerdir.^{2,16} Tablo 3 ve 4 incelendiğinde talus örneklerimizin eklem yüzü şeklinin büyük çoğunlukla B2 tipinde olduğu, calcaneus örneklerimizin ise yakın yüzdelere farklı eklem yüzü tiplerini içerdiği görülmektedir. Nitekim benzer çalışmalar incelendiğinde eklem yüzü varyantlarımızın birbirinden farklı olduğu görülmektedir.^{2,5} Dolayısıyla, eklem yüzü varyasyonlarının calcaneus ve talus'un morfometrik değerlerini etkileyebileceği söylenebilir. Calcaneus'un aksine talus'un APt ve TGt değerleri benzer çalışmalarla kıyaslandığında muhtemelen ırksal ve/veya cinsiyete bağlı farklılıklar nedeni ile her iki parametrenin de benzer yönde değiştiği görülmektedir. Boyan ve ark., Dursun ve ark., Ilgaz ve Ülkir sağ ve sol APt ve TGt değerleri çalışmamızın bulgularına benzerdir.^{2,4,5} Garg ve ark. ile Kolap ve ark.'nın sırasıyla sağda 51,1±4,5, 50,85±3,44 solda 50,9±3,5, 51,87±3,86 olan APt değerleri çalışmamızın bulgularından düşüktür.^{8,16} Benzer şekilde Singh ve Singh'in ise Hint popülasyonuna ait 66 talus'ta 52,74±4,39 olan APt değeri bulgularımızdan düşüktür.⁸ Aynı çalışmada, 31,44±2,73 olarak talus genişliğini de oldukça düşük tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, STu ve STg değerlerinin sulcus calcanei kadar varyasyonel olmadığı görülmektedir. Özellikle SCu benzer çalışmalarda oldukça geniş bir aralık değerinde tespit edilmiştir. Dursun ve ark.'nın sağda 23±4,1, solda 21,62±4,56 olan SCu değerleri bulgularımıza benzerdir.² Boyan ve

ark.'nın sağda 32,42±3,23, solda 31,85±2,76, Singh total 33,4±3,8, Kolap ve ark.'nın sağda 34,62±2,59, solda 34,8±3,3 olan SCu değerleri birbirine benzer ancak bulgularımızdan yüksektir.^{5,16,17} Garg ve ark. ise SCu'nu sağda 45,9±3,2, solda 46,5±3,4 olarak oldukça yüksek bildirmişlerdir.⁹ Sulcus calcanei genişlik değerleri ise Garg ve ark., Dursun ve ark., Boyan ve ark., Singh, Jyotsna ve Mamidi bulguları birbirine ve çalışmamızın bulgularına yakın iken Kolap ve ark. sağda 10,85±2,12, solda 10,69±2,07 olarak oldukça yüksek bildirmişlerdir.^{2,5,9,10,16,17} Buna karşın Kolap ve ark.'nın sağda 2,67±0,77 solda 2,93±0,83 olan SCd değerleri çalışmamızın bulguları ile de benzer olan Boyan ve ark.'nın sağda 4,43±1,05, solda 3,99±0,81, Garg ve ark.'nın sağda 3,2±0,8, solda 3,8±0,7 değerlerinden düşüktür.^{5,9,16} Sulcus calcanei'nin derinlik ve genişlik değerlerinden bağımsız olarak özellikle uzunluğunun oldukça varyasyonel olduğu görülmektedir. STg ve STu değerlerimiz Dursun ve ark., Boyan ve ark., Garg ve ark., Ilgaz ve Ülkir'in bulgularına benzerdir.^{2,4,5,9} Ancak Kolap ve ark.'nın sağda 31,44±2,82, solda 32,01±2,78 olan STu ve sağda 10,08±3,47, solda 10,9±3,45 olan STg değerleri bulgularımızdan oldukça yüksek, STD değerleri ise çalışmamızın bulguları gibi Dursun ve ark., Boyan ve ark., Garg ve ark., Ilgaz ve Ülkir'in STD değerlerine benzerdir.^{2,4,5,9,16} Çalışmamızda BA sağ ve sol tarafa ait örneklerimizde farklı bulunmaz iken BBU sol tarafta daha yüksek tespit edildi. Singh ve Singh BA değeri sağda 154,94±3,84, solda 152,81±5,15 olarak bulgularımıza benzerdir.⁸ Ancak sağda 16,12±2,31, solda 15,34±3,07 olan BBU değerleri, öncesinde bahsedildiği üzere çalışmamızdan düşük APt değerlerinin de muhtemel etkisi nedeniyle, bulgularımızdan düşüktür.

Çalışmamızda hem sağ hem de sol calcaneus örneklerinde en fazla A1 tipi (%40,3), talus örneklerinde ise B2 tipi (%69,1) eklem yüzü morfolojisi tespit edildi. A tipi calcaneus eklem yüzünün subtalar artriti gelişiminde diğer eklem yüzü tiplerine kıyasla daha düşük bir predispozisyon faktörü olduğu bildirilmiştir.¹¹ Tablo 5'de farklı araştırmalarda tespit edilen eklem yüzü varyantlarının yüzde değerleri ve farklı popülasyonlarda eklem yüzü varyantlarının sıklığının önemli ölçüde değiştiği hatta aynı popülasyon içerisinde dahi farklılıkların bulunduğu görülmektedir. Nitekim, çalışmamızın örnekleme benzer Türkiye popülasyonunda talus ve calcaneus eklem yüzü morfolojisini değerlendirmiş olan çalışmalar incelendiğinde bulgularımızın farklılaştığı görülmektedir. Boyan ve ark. A1 tipi calcaneus'u %8,7 oranında, A4 tipinden (%3,5) sonra en düşük, çalışmamızda tespit etmediğimiz A3 tipi calcaneus'u ise %21,9 olarak oldukça yüksek tespit etmişlerdir (5). Dursun ve ark.'da çalışmamıza benzer A4 tipi calcaneus

tespit etmemişlerdir ancak çalışmamızın aksine, Boyan ve ark.'na benzer calcaneus örneklerinde en fazla A2 tipi (%16,6), en az A1 (%5,5) ve A3 tipi (%5,5) tespit etmişlerdir.^{2,5} Uygur ve ark.'da calcaneus örneklerinde C tipinden (%2,2) sonra en az A1 tipi (%4) tespit etmişlerdir.¹⁸ Boyan ve ark. %12,4, Uygur ve ark. %13 olarak A2 tipi calcaneus'u çalışmamızdan düşük bulmuşlardır.⁵ Bunun yanında Dursun ve ark., Boyan ve ark. çalışmamızın aksine C tipi calcaneus tespit etmemişlerdir.^{2,5} Dursun ve ark., Boyan ve ark., Uygur ve ark. sırasıyla %44,4, %35,4, %33 olarak en fazla B2 tipi calcaneus tespit etmişlerdir.^{2,5,18} Çalışmamızda ise sağ ve sol örneklerimizin toplamında %4,05 olarak en düşük B2 tipi calcaneus tespit ettik. Çalışmamızda B2 tipi (%69,1) eklem yüzü morfolojisi gösteren talus tipleri ise oldukça yüksek tespit edildi. Çalışmamıza benzer şekilde Dursun ve ark.'da talus örneklerinde oldukça yüksek bir sıklıkta B2 tipi (%73,9) tespit etmişler, C tipi eklem yüzü morfolojisine sahip talus ise saptamamışlardır.² Boyan ve ark. ise en fazla B1 tipi (%55,9), sonrasında B2 tipi (%42,4) talus örneği bildirmişler, C tipi talus saptamamışlardır.⁵ İlgez ve Ülker'de Boyan ve ark.'na benzer şekilde toplam 87 talus'un %65,5'inde B1 tipi, %29,9 oranda B2 tipi talus tespit etmişlerdir.^{4,5} Dursun ve ark., İlgez ve Ülker çalışmamıza benzer şekilde A3, A4 ve C tipi eklem yüzü morfolojisi gösteren talus tespit etmemişlerdir.^{2,4} Türkiye popülasyonunda yapılan bahsedilen çalışmalar ile bulgularımız arasında calcaneus eklem yüzü

morfolojisinin talus'dan varyasyonel olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, benzer çalışmalarla kıyasladığımızda calcaneus örneklerimizin morfometrik özelliklerinin daha varyasyonel olmasının büyük ölçüde farklı eklem yüzü varyantlarına bağlı olduğu söylenebilir.

Klasifikasyon kriterleri çalışmamızdan farklı olsa da benzer morfolojiler karşılaştırıldığında, Vucinic ve ark. Sırp popülasyonuna ait calcaneus örneklerinde total eklem yüzü alanını A tipinde 1,856 mm², B tipinde 862 mm² olarak, Yang ve ark. Çin popülasyonunda A tipinde 8,13±1,64 cm², B1 tipinde 7,71±1,68 cm², B2 tipinde 8,38±1,76 cm², C tipinde ise 9,31±3,96 cm² olarak çalışmamızın bulgularından yüksek bildirmişlerdir.^{11,19} Kullar ve ark.'nın Hintli popülasyona ait 200 calcaneus'ta ön, orta ve arka eklem yüzey alan değerleri sağ ve sol tarafa ait örneklerde sırasıyla 73,25±22,66 ve 72±20,48 mm², 130,8±30,87 ve 130,5±43,29 mm², 515,78±82,64 ve 484,46±98,41 mm² olarak çalışmamızın bulgularına oldukça yakındır.²⁰ Çalışmamızın eklem yüzü alan değerleri Tablo 3 ve 4'te görülmektedir. Talus'ta özellikle orta ve arka eklem yüzü alan değerlerinin calcaneus örneklerinden oldukça yüksek olması dikkat çekicidir. Eklem yüzü alanının küçük değerlerde olması eklem instabilitesi ile ilişkilendirilmektedir.¹¹ Dolayısıyla subtalar ve talocalcaneal eklem stabilitesinde talus'un daha fonksiyonel olduğu söylenebilir.

Tablo 5: Talus ve calcaneus eklem yüzü varyantlarının literatürde yer alan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılması

Yazarlar / Popülasyon	Tip A (%) T/C	A1 (%) T/C	A2 (%) T/C	A3 (%) T/C	A4 (%) T/	Tip B (%) T/C	B1 (%) T/C	B2 (%) T/C	Tip C (%) T/C
Dursun ve ark. (2) / Türkiye	8,6/27,7	0/5,5	8,6/16,6	0/5,5	0/0	91,3/72,2	17,3/27,7	73,9/44,4	0/0
Prasad ve ark. (3) / Hindistan	2,2/16,4	1,1/0	1,1/4,1	0/10,2	0/2,1	96,8/81,6	58,7/69,4	38,1/12,2	0/2,1
İlgez ve Ülker (4) / Türkiye	4,5/-	1,1/-	3,4/-	0/-	0/-	95,5/-	65,5/-	29,9/-	0/-
Boyan ve ark. (5) / Türkiye	1,7/-	0/8,7	1,7/12,4	0/13,9	0/3,5	98,3/-	55,9/26,1	42,4/35,4	0/0
Dhakal ve ark. (6) / Nepal	-/42,25	-/-	-/-	-/-	-/0	-/56,34	-/-	-/-	-/1,41
Ukoha ve ark. (7) / Nijerya	-/36,8	-/-	-/-	-/-	-/-	-/63,2	-/7,7	-/55,5	-/0
Garg (11) / Hindistan	-/25,8	-/-	-/-	-/-	-/-	-/72,3	-/-	-/-	-/1,6
Phunchago ve ark. (12) / Tayland	2,94/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	67,21/-	2,96/-	0,54/-
Bunning ve Barnett (13) / İngiltere	-/67	-/-	-/-	-/-	-/-	-/33	-/-	-/-	-/0
Kullar ve ark. (20) / Hindistan	-/27	-/15	-/0	-/10,5	-/1,5	-/72,5	-/30	-/42,5	-/0,5
Çalışmamız /Türkiye	17,4/63,9	17,7/40,3	0/24,4	0/0	0/0	82,6/36,1	13,2/17,5	69,1/4,05	0/13,75

T/C: Talus/Calcaneus

Talus ve calcaneus'un eklem yüzlerinin tiplendirilmesi, eklem yüzü alan değerlerinin bilinmesi eklem yapısının doğru bir şekilde analiz edilmesinde dolayısıyla ilgili

bölge patolojilerinin çözülmesinde önem arz etmektedir. Cerrahi müdahaleler esnasında bölgenin anatomik yapısının iyi bilinmesi, operatörün cerrahi

ve/veya tedavi prosedürünü planlamasında önemlidir. Bulgularımızın ayak bileği eklem kompleksinin biyomekanik ve anatomik özelliklerini birleştirerek, talar ve calcaneal eklem yüzü varyantlarının da morfometrik parametrelere olan etkisinin dikkate alındığı daha ayrıntılı araştırmalara rehber olacağını düşünmekteyiz.

Çıkar çatışması: Tüm yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazarlık Katkı beyanı: Hipotez: EDİ, IA, Tasarım: EDİ, IA, Veri toplama ve işleme: CG, Veri Analizi: EDİ, Makale yazımı: EDİ

Teşekkür: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı Kemik Arşivi'nin kurulmasına olan katkıları nedeni ile Prof. Dr. Hulki Başaloğlu'na teşekkür ederiz.

Finansal destek: Yazarlar bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması için herhangi bir mali destek almamıştır.

Etik kurul onayı: Bu çalışmanın yapılabilmesi için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun etik onayı alınmıştır (Karar no: 2024/99 numaralı, Tarih: 16.05.2024).

KAYNAKLAR

1. Brockett CL, Chapman GJ. Biomechanics of the ankle. *Orthop Trauma*. 2016;30(3):232-238.
2. Dursun A, Yılmaz V, Kastamoni Y, Öztürk K, Albay S. Anadolu popülasyonunda talus ile calcaneusun morfometrik özellikleri ve ortak eklem yüzlerinin tiplendirilmesi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2021;12(3):351-363.
3. Prasad SA, Rajasekhar SSSN. Morphometric analysis of talus and calcaneus. *Surg Radiol Anat*. 2019;41(1):9-24.
4. Ilgaz HB, Ülkir M. Talus kemiğinin bazı morfolojik ve morfometrik özelliklerinin değerlendirilmesi. *KOU Sağ Bil Derg*. 2022;8(2):134-138.
5. Boyan N, Ozsahin E, Kizilkanat E, Soames R, Oguz O. Morphometric measurement and types of articular facets on the talus and calcaneus in an Anatolian population. *Int J Morphol*. 2016;34(4):1378-1385.
6. Dhakal A, Adhikari P, Khan AG, Gautam A. Patterns of superior articular facet and morphometric study of nepalese dry calcanei. *Sanamed*. 2018;13(1):17-22.
7. Ukoha UU, Feechukwu OI, Onuoha C. Study of the morphologic and morphometric patterns of talar articular facets on dry adult calcaneal bones in South-Eastern Nigerian population. *Año*. 2017;8(1):29-39.
8. Singh A, Singh A. A morphological and morphometric study of talus in relation to ankle implant. *Nati J Clin Anat*. 2022;11(4):211-216.
9. Garg S, Verma U, Suri A, Aulakh KK, Aneja PS, Kaur N. Morphometric analysis and types of articular facets on human dry tali and calcanei of north Indian origin. *Biomedicine*. 2022;42(1):28-32.
10. Jyotsna G, Mamidi A. The morphometric analysis of calcaneus and its articular facets. *Indian J Clin Anat Physiol*. 2022;9(1):22-24.
11. Vučinić N, Teofilovski-Parapid G, Erić M, Tubbs RS, Radošević D, Jovančević B. Morphometric analysis of the patterns of calcaneal facets for the talus in Serbian population. *Plos One*. 2020;15(10):e0240818.
12. Garg R, Dagal N, Kumar S, Shekhawat S. Study of patterns of talar articular facets of human calcanei and their clinical implications in population of Rajasthan. *IJBAMR*. 2013;2(7):643-650.
13. Phunchago N, Uabundit N, Chaisiwamongkol K, Chaichun A, Iamsaard S. Types and morphometric study of calcaneal articular facets on human tali of Thai population. *Int J Morphol*. 2018;36(3):975-978.
14. Bunning PS, Barnett CHA. Comparison of adult and foetal talocalcaneal articulations. *J Anat*. 1965;99:71-76.
15. Laxmi V, Ritu M, Ravikant S. A morphological and morphometric study of human calcanei and their articular facets. *AGMR*. 2018;5(1):28-32.
16. Kolap SM, Prabhu SP, Kudalkar UN. Morphometric study of sulcus tali and calcanei and its clinical significance: A-cross sectional analytical study. *IJARS*. 2023;12(5):AO24-AO27.
17. Singh DV. Assesment of morphometric study of calcaneus and its articular facets. *JAPM*. 2023;5(1):801-803.
18. 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 Traum Su*. 2009;129(7):909-914.
19. Yang Y, Cheng HW, Xiong ZR, Liu N, Liu Y, Wang Y, Zeng Y, Fu SJ, Zhang L. Classification and morphological parameters of the calcaneal Talar facet: Which type is more likely to cause osteoarthritis in Chinese population. *BioMed Res Int*. 2019;1-6.
20. Kullar JS, Arora AK, Kapoor NS, Randhawa GK, Kullar KK. Morphology of talar articular facets of calcaneus and its clinical implications. *Kashmir J Med Sci*. 2015;1(1):10-14.