



## İnsan Diz Eklemi Morfometri: Manyetik Rezonans Görüntüleme Kullanımı

### Morphometry of the Human Knee Joint: The Use of Magnetic Resonance Imaging

Işık Tuncer<sup>1\*</sup>, Mustafa Yasir Özlü<sup>2</sup>, Mehmet Sedat Durmaz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Konya, Türkiye

<sup>2,3</sup>Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

\*Corresponding author: [ituncer42@gmail.com](mailto:ituncer42@gmail.com)

### ÖZ

Amaç: Femurun distal kısmı, tibianın proksimal kısmı ve patellanın morfolojik boyutlarına ilişkin veriler yetersizdir. Bu çalışma, Türk hastaların dizlerini ölçmeyi ve farklı popülasyonlarla karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Gereç Yöntemleri: Çalışmaya 112 hasta (56 kadın, 56 erkek) dahil edildi. Femur distalinde 6 parametre, tibia proksimalinde 4 parametre, patellada 3 parametre ve ön ve arka çapraz bağlarda 2 parametre olmak üzere toplam 17 parametre ölçüldü. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda MRI cihazı kullanılarak ölçümler yapıldı. Bulgular: Cinsiyete göre elde edilen veriler incelendiğinde femur distalinde, tibia proksimalinde, patellada ve ön, arka çapraz bağlarda anlamlı farklılık bulundu ( $P<0.05$ ). Tüm değerlerin erkeklerde daha yüksek olduğu gözlemlendi. Ancak sağ, sol ve yaşa göre yapılan karşılaştırmalarda genel olarak anlamlı bir fark saptanmazken ( $P>0.05$ ) taraf için yalnızca metafizer genişlik, ACLT, PCLL and PCLT değerleri anlamlı farklılığa sahip; yaş için patellar kalınlık anlamlı farklılığa sahip bulundu. Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları, üreticilerin total diz artroplastisinde kullanılacak bileşenlerin boyutlarını ve en boy oranlarını daha doğru belirlemelerini sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** *Anatomi, Çapraz bağ, Diz, MR*

### ABSTRACT

Background: Data on the morphological dimensions of the distal part of the femur, the proximal part of the tibia, and the patella are insufficient. This study aims to measure the knees of Turkish patients and compare them with those of different populations. Methods: 112 patients were included in the study (56 females, 56 males). A total of 17 parameters were measured, including 6 parameters in the distal part of the femur, 4 in the proximal part of the tibia, 3 in the patella, and 2 in the anterior and posterior cruciate ligaments. Measurements were performed using an MRI device in the Department of Radiology of a university's Faculty of Medicine. Results: When the data obtained by gender were examined, a significant difference was found in the distal part of the femur, the proximal part of the tibia, the patella, and the anterior and posterior cruciate ligaments ( $P<0.05$ ). All values were observed to be higher in males. However, no significant difference was identified in the comparisons by right & left sides except for metaphyseal width, ACLT, PCLL and PCLT; and age ( $P>0.05$ ) except for patellar thickness. Conclusion: The results of this study will enable manufacturers to more accurately determine the dimensions and aspect ratios of components to be used in total knee arthroplasty.

**Keywords:** *Anatomy, Cruciate Ligament, Knee, MRI.*

## GİRİŞ

Tek taraflı eklem bozukluklarında cerrahi tedavileri ve fonksiyonel sonuçları değerlendirirken, insan diz eklemine mimarisi ve fonksiyonunun yan yana karşılaştırılması standart bir uygulama gibi görünmektedir. Bu çalışma, Türk popülasyonunda tek kompartmanlı diz artroplastisi için diz bileşenlerinin morfolojik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışma, Türk hastaların dizlerindeki patella, tibia ile distal arasındaki proksimal kısım ve femurun distal kısmını ölçmek ve sonuçları halihazırda kullanılmakta olan diz implantlarının boyutlarıyla karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır (Anderson ve ark., 1992; Dargel ve ark., 2009; Eckstein ve ark., 2002; Gokeler ve ark., 2003; Jonsson ve ark., 1993).

## GEREÇ ve YÖNTEM

İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 (IBM Corp., ABD) yazılımı kullanılmıştır. Sürekli verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiş ve tüm ölçümlerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Bu nedenle, cinsiyet (erkek, kadın), lateralizasyon ve yaş gibi bağımsız gruplar arasında karşılaştırma yapmak için öğrenci t-testi uygulandı.  $P < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi ve ölçüm verileri ortalama $\pm$ SD olarak gösterildi.

Bu çalışmada, 112 hastaya MRG çekildi ve sağ (56 hasta) ve sol (56 hasta) femurun distal kısmı ile patella, tibianın proksimal kısmı, ön çapraz bağ (ACL) ve arka çapraz bağ (PCL) incelendi. Kurumumuzun etik kurulu, çalışma için etik onay vermiştir (2019/2124).

MRG testi, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. MRG çekilen 112 hastanın yaşları 20 ile 60 arasında değişmektedir. Bununla birlikte, çalışmaya diz implantı olan, yanlış hizalanma veya kemik deformitesi olan 24 kişi dahil edilmemiştir.

1 Şubat 2018 ile 1 Şubat 2020 tarihleri arasında herhangi bir nedenle diz manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapılan hastaların görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Manyetik rezonans görüntüleme, 1,5 T'lik bir cihaz (Aera, Siemens, Erlangen, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Koronal ve sagittal düzlemlerde yağ bastırılmış T1 ağırlıklı görüntüleri ve aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde yağ bastırılmış proton yoğunluğu görüntülerini değerlendirdik. Syngo via (Siemens, Healthcare, Erlangen, Almanya) iş istasyonundaki uzman bir radyolog, önceki görüntülerin anatomisini mümkün olan en yüksek büyütme oranında titizlikle ölçtü. Her ölçüm üç kez yapıldı ve ardından ortalama hesaplandı (Şekil 1).

Ölçüm yapılan bölgelerin isimleri şunlardır:

### Femur Alt Uç Ölçümleri

- A: Metafiz genişlik: Femur shaftının epifiz hattına yakın olan alt kısmındaki genişlik.
- B: Epikondiler genişlik: Femur alt ucunun en geniş (lateral ve medial epikondiller arası) mesafesi.
- C: Bikondiler genişlik: Kondillerin en dış sınırları arasındaki genişlik.
- D: İnterkondiler çentik (notch) genişliği: İki kondil arasındaki boşluğun genişliği.
- E: Medial kondil ön-arka (AP) uzunluğu: İç taraftaki kondilin dikey mesafesi.
- F: Lateral kondil ön-arka (AP) uzunluğu: Dış taraftaki kondilin dikey mesafesi.

### Tibia Üst Uç Ölçümleri

- G: Medial kondil (tibia) AP uzunluğu: İç taraftaki eklem yüzeyinin ön-arka derinliği.
- H: Lateral kondil (tibia) AP uzunluğu: Dış taraftaki eklem yüzeyinin ön-arka derinliği.
- I: İnterkondiler kabartı (eminence) yüksekliği/mesafesi: Tibia platosunun ortasındaki çıkıntının dikey hattı.
- J: Tibial plato genişliği: Tibianın üst eklem yüzeyinin toplam enine genişliği.

### Patella Ölçümleri

- K: Patellar genişlik: Diz kapağının en geniş yatay mesafesi.
- L: Patellar yükseklik: Diz kapağının tepe noktasından (apex) tabanına (base) olan dikey mesafesi.
- M: Patellar kalınlık: Diz kapağının ön ve arka yüzeyleri arasındaki derinlik (faset yüzeyini de kapsayan kalınlık).



Şekil 1. Diz morfolojik uzunluk ölçümleri

## BULGULAR

112 hastanın 224 dizleri (56 sağ, 56 sol) çift taraflı olarak ölçüldü ve incelendi. Dizin morfometrisi incelendi. Diz ölçümlerinden elde edilen tüm veriler istatistiksel olarak analiz edildi. Cinsiyet ve lateralizasyon (sağ-sol) parametrelerinin ortalama±SD ve p değerlerini hesaplamak için kullanıldı ve karşılaştırmalı sonuçlar tablolarda gösterildi.

Her diz için değerler cinsiyete göre incelendiğinde, cinsiyetler arasında anlamlı bir fark olduğu görüldü. Sonuçlar lateralizasyona göre incelendiğinde, sağ ve sol dizler arasında dikkate değer bir fark vardı (Tablo 1). Sağ diz, D, E, F, H, K ve PCL uzunluğu (PCLL) ile PCL kalınlığı (PCLT) hariç, önemli ölçüde daha yüksek ( $P<0,05$ ) değerlere sahipti.

**Tablo 1.** Cinsiyete göre femurun distal kısmı, tibianın proksimal kısmı ve patellanın ölçümlerinin karşılaştırılması (mm)

Ölçümler	N	Erkek Ort. ± SS	Kadın Ort. ± SS	P	Sağ Ort. ± SS	Sol Ort. ± SS	P
A	56	57.91±8.97	48.45±4.65	<0.001*	56.94±9.78	49.42±4.82	<0.001*
B	56	83.42±5.18	73.25±3.19	<0.001*	78.88±7.26	77.79±6.02	0.385
C	56	77.50±8.27	68.45±3.03	0.010*	73.76±7.29	72.20±8.06	0.285
D	56	22.41±9.34	19.04±2.58	<0.001*	20.61±2.99	20.84±9.52	0.866
E	56	66.01±4.13	58.67±3.06	<0.001*	61.83±5.30	62.70±5.02	0.382
F	56	63.28±3.84	57.06±2.14	<0.001*	59.75±4.58	60.46±4.20	0.400
G	56	47.65±4.28	40.09±2.39	<0.001*	43.89±5.38	43.85±4.91	0.964
H	56	54.14±3.84	46.98±2.40	<0.001*	50.40±4.90	50.72±4.75	0.728
I	56	78.38±4.37	69.25±3.14	<0.001*	74.03±6.46	73.60±5.43	0.698

Tuncer ve ark..							
J	56	51.15±4.97	42.22±2.72	<0.001*	46.91±6.55	46.46±5.44	0.689
K	56	46.28±4.14	39.80±3.88	<0.001*	42.98±5.20	43.11±5.16	0.895
L	56	40.22±4.12	36.56±3.33	<0.001*	37.88±4.90	38.90±3.96	0.193
M	56	23.10±2.77	19.57±2.17	<0.001*	21.50±2.94	21.17±3.17	0.574
ACCL	56	39.77±4.17	35.94±3.61	<0.001*	37.98±4.90	37.73±3.72	0.759
ACLT	56	6.33±1.55	6.00±1.25	0.223	6.46±1.60	5.86±1.13	0.023*
PCLL	56	44.43±3.90	40.20±3.98	<0.001*	41.27±4.98	43.37±3.63	0.012*
PCLT	56	10.71±1.74	9.74±1.30	<0.001*	10.17±1.81	10.29±1.51	0.708

\*: Student t testine göre 0,05 düzeyinde anlamlı

SS: standart sapma, ACCL: ön çapraz bağ uzunluğu, ACLT: ön çapraz bağ kalınlığı, PCLL: arka çapraz bağ uzunluğu, PCLT: arka çapraz bağ kalınlığı

Her iki tarafta da erkekler, kadınlara göre her ölçütte önemli ölçüde daha yüksek değerlere sahipti (P<0,05).

Erkeklerin, her iki tarafta da kadınlara göre bu parametrelerde önemli ölçüde daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlemlendi (P<0,05).

Parametreler 20-40 ve 40-60 yaş grupları ile karşılaştırıldığında, B, D, E, F, H, I, K, L, M, ACL uzunluğu (ACLL), PCLL ve PCLT (P> 0,05) hariç tüm değerlerin 20-40 yaş grubunda daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 2).

**Tablo 2.** Yaş gruplarına göre femurun distal kısmı, tibianın proksimal kısmı ve patellanın karşılaştırılması (mm)

Ölçümler	N	20-40 yaş		40-60 yaş		P
		Ort. ± SS	N	Ort. ± SS	N	
A	58	54.65±9.27	54	51.61±7.48	54	0.058
B	58	78.29±6.92	54	78.39±6.43	54	0.935
C	58	73.44±6.57	54	72.48±8.77	54	0.514
D	58	20.49±2.80	54	20.98±9.74	54	0.720
E	58	62.05±4.84	52	62.52±5.52	52	0.638
F	58	59.77±4.30	52	60.50±4.49	52	0.390
G	58	44.30±5.09	54	43.41±5.17	54	0.360
H	58	50.37±4.73	54	50.77±4.92	54	0.657
I	58	73.80±5.70	54	73.84±6.26	54	0.973
J	58	46.98±5.73	54	46.37±6.32	54	0.592
K	58	42.28±5.44	54	43.86±4.74	54	0.102
L	58	38.27±3.72	54	38.52±4.61	54	0.755
M	58	20.62±2.86	54	22.10±3.08	54	0.010*
ACCL	58	37.83±4.15	54	37.88±4.56	54	0.950
ACLT	58	6.26±1.62	54	6.06±1.15	54	0.442
PCLL	58	42.15±4.15	54	42.50±4.81	54	0.689
PCLT	58	10.12±1.55	54	10.34±1.77	54	0.499

\*: Student t testine göre 0,05 düzeyinde anlamlı

SS: standart sapma, ACLL: ön çapraz bağ uzunluğu, ACLT: ön çapraz bağ kalınlığı, PCLL: arka çapraz bağ uzunluğu, PCLT: arka çapraz bağ kalınlığı

## TARTIŞMA

Tibial bileşenin, total diz artroplastisi (TKA) sonrası komplikasyonlara karşı femoral bileşenden daha hassas olduğu bilinmektedir (Heckman, 2003; Surendran ve ark., 2007). En iyi implant stabilitesi ve dayanıklılığı için tibial protezin proksimal tibianın kesik yüzeyine uygun şekilde boyutlandırılması önemlidir. (Incavo ve ark., 1994; Westrich ve ark., 1995). Asyalı bireylerin proksimal tibyası için çok az antropometrik ölçüm mevcuttur. Kore nüfusunun antropometrisine benzeyen bir tibial bileşen daha iyi sonuçlar sağlayabilir. Makine tomografisi kullanılarak çok sayıda Kore kadavrasından alınan proksimal tibia antropometrik verilerini analiz ettikten sonra, ölçümleri Kore'de kolayca temin edilebilen bir TKA protezinin boyutlarıyla karşılaştırdık. Ayrıca, mevcut protez ve çalışma popülasyonu, anteroposterior boyutlarla bağlantılı mediolateral boyutların değişen terimi ile ilişkili olarak değerlendirildi.

Çok sayıda yayına göre (Prodromos ve ark., 2007; Wang ve ark., 2019), kadınlar ön çapraz bağ (ACL) yaralanmasına daha yatkındır. Kadın sporcular, spor dalı ve rekabet seviyesi dikkate alındığında bile, erkek sporculara göre ilk kez ACL yaralanması geçirme olasılığı iki kat daha yüksektir (Beynnon ve ark., 2014). Yaralanma riskindeki bu cinsiyet farkı, son 20 yılda yapılan önleyici çabalar rağmen değişmemiştir. Eğitim yoluyla değiştirilebilir oldukları düşünüldüğünden, biyomekanik ve nöromüsküler risk faktörleri bugüne kadar bu çabalarda en çok dikkat çeken unsurlar olmuştur. Ancak, yalnızca bu nedenleri ele almaya yönelik çabalara rağmen, fiziksel olarak aktif kişilerde ACL yaralanma riski önemli ölçüde değişmemiştir (Agel ve ark., 2016). Anatomik risk faktörlerinin değiştirilmesi daha zor olsa da bunların diz eklemi sağlığını nasıl etkilediğini ve bu riski nasıl azaltabileceğimizi ya da ortadan kaldıracabileceğimizi anlamamız gerekir.

Tıbbi bir araştırmada, Fridén ve arkadaşları (Dargel ve arkadaşları, 2011; Fridén ve arkadaşları, 1993), ACL eksikliği olan bir dizdeki fonksiyonel esnekliğin femur kondil düzeninden etkilendiğini ileri sürmüştür. Kronik ACL rüptürü olan 100 ardışık hastada, femur kondillerinin radyografik yüksekliğini ve derinliğini ölçtüler. Daha küresel femur kondil şekillerine sahip kişilerin, daha eliptik distal femur formlarına sahip kişilere göre fonksiyonel tutarsızlık yaşama olasılığının daha yüksek olduğunu buldular. Daha küresel femoral kondillere sahip kişilerde, posterolateral ACL demeti esas olarak femorotibial rotasyonu sağladığından, olası instabiliteyi fonksiyonel olarak telafi etmek için ACL ve posterolateral demetin kesit alanlarının genişlediği varsayılmıştır. Ayrıca, birçok araştırma, yüksek posterior yönlü tibial eğim ve sığ medial tibial platonun, ACL yırtılmasından sonra ACL yaralanması veya instabilitesi için risk faktörleri olduğunu belirlemiştir. (Giffin ve ark., 2004; Hashemi ve ark., 2010). ACL'yi zorlayan artmış anterolateral tibial sublüksasyonun, sığ medial tibial kondil derinliği ve yükseltilmiş tibial eğimden kaynaklandığı gösterilmiştir. Bu nedenle, artmış posterior tibial eğime sahip diz eklemlerinin, yürüme sırasında tibianın femura göre anterior translasyonunu kompanse etmek için daha büyük bir ACL kesit alanına sahip olacağına inanılmıştır. (Liu & Maitland, 2003; Todd ve ark., 2010).

Tek taraflı diz bozukluklarını değerlendirirken, Dargel ve ark. çalışmasının sonuçları, kontralateral etkilenmemiş taraftan alınan morfometrik referans verilerinin kullanımını desteklemektedir. Diz için ölçülen 71 boyuttan üç morfometrik özellik — ACL'nin femoral insersiyon alanının konumu, posterior tibial eğim ve distal femurun anatomik valgus hizalaması — sağ ve sol dizler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Ayrıca, ACL ve PCL'nin kesit alanı dahil olmak üzere 3 ölçüm hariç, denekler arasındaki yan farklar, denekler arası değişkenlikten daha düşüktü. Çalışma katılımcılarının sağ ve sol diz ölçümleri genel olarak pozitif bir ilişki göstermektedir. Femur ve tibianın kemik ölçümleri arasındaki yan fark yüzdesi %17 (posterior tibial eğim) ile %1,3 (toplam femur uzunluğu) arasında değişmektedir. Menisküs ve çapraz bağlar için yüzde yan farkı %36,1 (ACL'nin proksimal çapı) ile %4,7 (tibial ACL ayak izinin konumu) arasında değişmiştir. (Dargel ve ark., 2009).

Proksimal tibial yüzeyin asimetrisi Westrich ve meslektaşları tarafından keşfedilmiştir (Westrich ve diğerleri, 1994). Proksimal tibianın medial ve lateral kondillerinin anteroposterior boyutlarını

(MAP; medial anteroposterior, LAP; lateral anteroposterior) rezeke edilmiş proksimal tibial yüzeydeki önceden tanımlanmış noktalarda (CM; medial merkez mesafesi, CL; lateral merkez mesafesi) ve bunların merkez noktadan (C) uzaklıklarını ölçtük. Önceki çalışmalarla uyumlu olarak, medial tibial kondilin lateral kondilden anteroposterior olarak daha uzun olduğu ve proksimal tibia asimetrisini gösterdiği bulunmuştur (Hitt ve diğerleri, 2003; Mensch & Amstutz, 1975). Rezeke edilen proksimal tibianın medial ve lateral kondillerinin (MAP ve LAP) anteroposterior çapı, bir çalışma hariç (Westrich ve ark., 1995), önceki hiçbir çalışmada kesin olarak ölçülemez. Bu durum, öznel yargıların gözlemciler arasında farklılıklara yol açma olasılığını artırmaktadır. Tibial kondillerin AP derinliği, araştırmacının bulabildiği en yüksek AP derinliği olduğundan, bir çalışma (Mensch & Amstutz, 1975) medial ve lateral kondiller arasındaki ortalama mesafeyi göstermeyen tek bir ölçüm sunmuştur. Bununla birlikte, farklı bir çalışmada, tibianın orta hattını kesen ve en büyük mediolateral boyutuna dik olan bir çizgi boyunca AP derinliği ve tüm tibianın anterior posterior derinliği için tek bir ölçüm yapılmıştır (Uehara ve ark., 2002). Farklı bir çalışmada (Hitt ve ark., 2003), medial ve lateral kondillerin ortalama anteroposterior derinliği incelenmiştir; ancak verilerin kaynağı belirtilmemiştir. Ayrıca, MAP'nin LAP'ye göre tibial plato merkezine (C) daha yakın olduğunu gözlemledik, bu da proksimal tibianın asimetrisini doğrulamaktadır. Asimetrik proksimal simetrik tibial yüzey için tibial bileşen oluştururken, belirli bir noktadan (CM&CL) MAP ve LAP'nin konumunu belirlemenin, MAP ve LAP'yi belirlemek kadar önemli olduğunu öneriyoruz. Başka bir in vivo çalışmanın bulguları, Wang ve ark.nın cinsiyetler arasındaki mutlak ACL genişliğini incelediği araştırmanın bulguları ile karşılaştırılabilir. (Anderson ve ark., 2001). Bir kadavra araştırmasına göre (Chandrashekar ve ark., 2005) kadınların ACL hacimleri erkeklerin hacimlerinden %30 ila %35 daha azdı, bu da mutlak ACL hacmi ile ilgili sonuçlarımızla tutarlıdır. Kadınların ACL hacmi ve genişliği erkeklere göre daha düşüktü, ancak bu cinsiyet farklılıklarına hangi değişkenlerin katkıda bulunduğu ve bu bulguların ACL yaralanma riskini doğrudan nasıl etkileyebileceği belirsizdir. ACL hacminin, ACL anatomisinin tamamını tam olarak karakterize etmek için çok sayıda sagittal düzlem resmi kullanan bir 3 boyutlu ölçüm olduğu varsayıldığında, bu ölçüm mantıken ACL morfometrisini dahil etmenin en temsil edici yoludur (Whitney ve ark., 2014). Araştırmaya göre (Galbusera ve ark., 2014), bağın sonlu elemanlar analizini kullanan 3 boyutlu simülasyon modellerinin, 1 veya 2 boyutlu modellerden daha doğru bir şekilde bağ biyomekaniğini tahmin edebildiğini gösteren araştırmaya göre, ACL hacmi bağ fonksiyonunun en iyi göstergesi olabilir. Hangi ACL boyut ölçütlerinin bağ fonksiyon genişliği ile en yakından ilişkili olduğu, gelecekteki araştırmaların konusu olmalıdır.

Edwards ve arkadaşları (Edwards et al., 2007) yaptıkları çalışmada 39 kadavra dizini incelemişlerdir. PCL'nin tibial eklemleri (posterior çapraz bağ) arasındaki dijital fotoğrafları incelemek için bir yazılım uygulaması kullanılmıştır. Elde ettiğimiz ölçümler şöyledi: AL (anterolateral) demet eklemesinin uzunluğu  $8\pm 2$  mm, genişliği  $9\pm 2$  mm iken, PM (posteromedial) demet eklemesinin uzunluğu  $6\pm 1$  mm, genişliği  $10\pm 2$  mm idi (Gali ve ark., 2013).

Tajima ve arkadaşları (Tajima ve ark., 2009) tarafından AL demet eklemesinin ortalama genişliği ve uzunluğu sırasıyla  $9,2\pm 1,6$  mm ve  $7,8\pm 1,5$  mm olarak belirlendi. Ek olarak, PM demet eklemesinin ortalama uzunluğu  $9,4\pm 1,4$  mm ve genişliği  $15,0\pm 2,7$  mm idi.

Gali ve arkadaşlarının çalışmasında, Edwards ve arkadaşlarının yayınladığı değerlerden daha uzun olan tek parametre, AL demeti eklemesinin uzunluğuydu. Kalan değerler Edwards ve arkadaşları ile Tajima ve arkadaşlarının buldukları değerlerden daha düşüktü. Ayrıca, Gali ve arkadaşları çalışmalarında AL demeti yerleştirme alanının ortalama büyüklüğünün ( $46,79\pm 14,10$  mm<sup>2</sup>) PM demeti yerleştirme alanının ortalama büyüklüğünden ( $41,54\pm 9,75$  mm<sup>2</sup>) daha büyük olduğunu bulmuşlardır (Eckstein ve arkadaşları, 2002; Gali ve arkadaşları, 2013).

## SONUÇ

Özetle, bulgularımız, Asya ve Batı popülasyonlarından alınan antropometrik ölçümlere göre diz bileşenlerinin Türk popülasyonunkinden farklı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın bulgularının, farklı popülasyonların ihtiyaçlarını destekleyeceğini ve Türk popülasyonu için daha etkili UKA implantlarının tasarımına yardımcı olacağını düşünüyoruz.

## KAYNAKÇA

1. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL injury rates across 15 sports: national collegiate athletic association injury surveillance system data update (2004–2005 through 2012–2013). *Clin J Sport Med.* 2016;26(6):518-23.
2. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennirt GW. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):58-66.
3. Anderson AF, Snyder RB, Federspiel CF, Lipscomb AB. Instrumented evaluation of knee laxity: a comparison of five arthrometers. *Am J Sports Med.* 1992;20(2):135-40.
4. Beynnon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2014;42(8):1806-12.
5. Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2005;33(10):1492-8.
6. Dargel J, Feiser J, Gotter M, Pennig D, Koebke J. Side differences in the anatomy of human knee joints. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:1368-76.
7. Dargel J, Schmidt-Wiethoff R, Feiser J, Koebke J, Schlüter-Brust K, Eysel P, et al. Relationship between human femorotibial joint configuration and the morphometry of the anterior cruciate ligament. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131:1095-105.
8. Eckstein F, Müller S, Faber SC, Englmeier KH, Reiser M, Putz R. Side differences of knee joint cartilage volume, thickness, and surface area, and correlation with lower limb dominance—an MRI-based study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2002;10(12):914-21.
9. Edwards A, Bull AMJ, Amis AA. The attachments of the fiber bundles of the posterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007;23(3):284-90.
10. Fridén T, Jonsson A, Erlandsson T, Jonsson K, Lindstrand A. Effect of femoral condyle configuration on disability after an anterior cruciate ligament rupture: 100 patients followed for 5 years. *Acta Orthop Scand.* 1993;64(5):571-4.
11. Galbusera F, Freutel M, Dürselen L, D’Aiuto M, Croce D, Villa T, et al. Material models and properties in the finite element analysis of knee ligaments: a literature review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2014;2:54.
12. Gali JC, de Sousa Oliveira HC, Lisboa BCB, Dias BD, de Godoy Casimiro F, Caetano EB. Tibial insertions of the posterior cruciate ligament: topographic anatomy and morphometric study. *Rev Bras Ortop.* 2013;48(3):263-7.
13. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SLY, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):376-82.
14. Gokeler A, Schmalz T, Knopf E, Freiwald J, Blumentritt S. The relationship between isokinetic quadriceps strength and laxity on gait analysis parameters in anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:372-8.
15. Hashemi J, Chandrashekar N, Mansouri H, Gill B, Slauterbeck JR, Schutt RC Jr, et al. Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial slopes: new risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2010;38(1):54-62.
16. Heckman JD. Campbell’s operative orthopaedics. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
17. Hitt K, Shurman JR, Greene K, McCarthy J, Moskal J, Hoeman T, et al. Anthropometric measurements of the human knee: correlation to the sizing of current knee arthroplasty systems. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85 Suppl 4:115-22.
18. Incavo SJ, Ronchetti PJ, Howe JG, Tranowski JP. Tibial plateau coverage in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(299):81-5.
19. Jonsson H, Kärrholm J, Elmqvist LG. Laxity after cruciate ligament injury in 94 knees: the KT-1000 arthrometer versus roentgen stereophotogrammetry. *Acta Orthop Scand.* 1993;64(5):567-70.
20. Liu W, Maitland ME. Influence of anthropometric and mechanical variations on functional instability in the ACL-deficient knee. *Ann Biomed Eng.* 2003;31:1153-61.
21. Mensch JS, Amstutz HC. Knee morphology as a guide to knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1975;(112):231-41.
22. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy.* 2007;23(12):1320-5.
23. Surendran S, Pengatteeeri YH, Park SE, Choi KN, Gopinathan P, Han SH, et al. Morphometry of the proximal tibia to design the tibial component of total knee arthroplasty for the Korean population. *Knee.* 2007;14(4):295-300.
24. Tajima G, Nozaki M, Iriuchishima T, Ingham SJM, Shen W, Smolinski P, et al. Morphology of the tibial insertion of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(4):859-66.
25. Todd MS, Lalliss S, Garcia E, DeBerardino TM, Cameron KL. The relationship between posterior tibial slope and anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2010;38(1):63-7.

26. Uehara K, Kadoya Y, Kobayashi A, Ohashi H, Yamano Y. Anthropometry of the proximal tibia to design a total knee prosthesis for the Japanese population. *J Arthroplasty*. 2002;17(8):1028-32.
27. Wang HM, Shultz SJ, Ross SE, Henson RA, Perrin DH, Kraft RA, et al. Sex comparisons of in vivo anterior cruciate ligament morphometry. *J Athl Train*. 2019;54(5):513-8.
28. Westrich GH, Haas SB, Insall JN, Frachie A. Resection specimen analysis of proximal tibial anatomy based on 100 total knee arthroplasty specimens. *J Arthroplasty*. 1995;10(1):47-51.
29. Westrich GH, Laskin RS, Haas SB, Sculco TP. Resection specimen analysis of tibial coverage in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(309):163-75.
30. Whitney DC, Sturnick DR, Vacek PM, DeSarno MJ, Gardner-Morse M, Tourville TW, et al. Relationship between the risk of suffering a first-time noncontact ACL injury and geometry of the femoral notch and ACL: a prospective cohort study with a nested case-control analysis. *Am J Sports Med*. 2014;42(8):1796-805.