



## Türk toplumunda femur osteometrisi: Femoral komponent tasarımı için 114 kadavra femurunda morfometrik çalışma

### *Osteometry of the femora in Turkish individuals: a morphometric study in 114 cadaveric femora as an anatomic basis of femoral component design*

Bülent ATILLA, Ali ÖZNUR, Ömür ÇAĞLAR, Mazhar TOKGÖZOĞLU, Mümtaz ALPASLAN

*Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı*

**Amaç:** Total kalça artroplastisi konusunda yapılan klinik ve deneysel çalışmalar uzun dönemde implant fiksasyonu için protez ve kemik arasında iyi bir geometrik uyum olması gerektiğini göstermiştir. Total kalça protezlerinin uzun dönemdeki başarısı için proksimal femur anatomisinin iyi bilinmesi ve kritik noktalarda ortalama değerlerinin tanımlanması gerekir. Literatürde protez boylarına ve implantasyonuna ait sayısal bilgiler Batı toplumlarına ait bireylerin femurlarının osteometrik çalışmalarına dayanmaktadır. Bu çalışmada Türk toplumunda femur osteometrisi incelendi ve gelecek çalışmalara veritabanı oluşturulması amaçlandı.

**Çalışma planı:** Bilinen gelişimsel bir kemik hastalığı olmayan 114 kadavra erişkin femurunda konvansiyonel radyografik yöntemlerle proksimal femur anatomisi ve açısal yapısı ile ilgili morfometrik ölçümler yapıldı. Ölçümler Noble ve ark. tarafından geliştirilmiş yöntemlere göre yapıldı. Karşılaştırma için, Noble ve ark.nın Batı toplumu için bildirdikleri morfometrik veriler kullanıldı.

**Sonuçlar:** Türk toplumundaki bireylerin femurlarında bazı özelliklerin farklı olduğu görüldü. Baş büyüklüğü ve offseti karşılaştırılan verilerle benzer olmakla beraber, baş-boyun açısındaki valgus pozisyonuna bağlı olarak Türklerde femur başı daha yüksek yerleşimli bulundu. Proksimal femoral metafiz daha dar idi. Distalde, istmik segmentin daha dar ve daha uzun olduğu dikkat çekti.

**Çıkarımlar:** Türk toplumunda femoral geometri Batı toplumlarına ait değerlerden farklılık göstermektedir. Total kalça protezi tasarım ve uygulamasında bu özelliklerin dikkate alınması gerektiği kanısındayız.

**Anahtar sözcükler:** Antropometri; kadavra; femur/anatomi ve histoloji/radyografi; kalça protezi; protez tasarımı; referans değeri; Türkiye.

**Objectives:** Clinical and experimental studies of total hip arthroplasty have demonstrated that a close geometric fit between the femoral component and supporting bone is essential for durable implant fixation. Long-term success of total hip prostheses depends on appreciation of the proximal femur anatomy and identification of mean reference values of critical landmarks. Current data on dimensions of prostheses and implantation are based on osteometric measurements of the femora in Western populations. This study was designed to evaluate osteometric features of femora in Turkish individuals and to establish a national database for future studies.

**Methods:** We conducted morphometric measurements of proximal femoral anatomy and its angular configuration on conventional radiograms of 114 cadaveric adult femora of Turkish individuals who did not have any developmental bone abnormality. Measurements were made according to the parameters defined by Noble et al. For comparison, we used morphometric data reported on Western populations by the same investigators.

**Results:** Several femoral features were found to be different in Turkish individuals. Although femur head size and offset were similar to Western values, Turkish subjects had a higher femoral head due to valgus position of the femoral head-neck angle, a narrower proximal femoral metaphysis, and a narrower medullary canal with a longer isthmic segment.

**Conclusion:** Our data revealed diverse features of femoral geometry in Turkish individuals compared to Western populations. These differences should be taken into account in the design and development of hip prostheses.

**Key words:** Anthropometry; cadaver; femur/anatomy & histology/radiography; hip prosthesis; prosthesis design; reference values; Turkey.

Antropoloji Ortadoğu ve Batı toplumları arasında morfolojik ve ırksal açıdan açık farklılıklar olduğunu belirtmektedir.<sup>[1,2]</sup> Üst femur morfolojisindeki varyasyonlar total kalça protez tasarımlarında modifikasyonlar gerektirecek kadar belirgin olabilir. Günümüzde doğru protez boyutunun belirlenmesi ve yerleştirilmesinde kullanılan teknik rehberler, çoğunlukla Batı toplumu üzerinde yapılmış olan osteometrik çalışmalara dayanmaktadır.<sup>[3,4]</sup> Bu ölçümlerin Batı toplumundan olmayan bireyler için uygulanabilirliği bilinmemektedir. Ortadoğu ve Batı toplumundaki bireyler arasında kalçanın morfometrik özellikleri açısından farklılıkları da bilinmemektedir.

Bu çalışmada, konvansiyonel radyografiler kullanılarak Türk toplumuna ait kişilerin kadavralarında femur osteometrik ölçümleri yapıldı, Türk ile Batı toplumundaki bireylerin femurları arasında benzerlikler ve farklılıklar incelendi ve gelecek çalışmalar için veritabanı oluşturulması amaçlandı.

## Gereç ve yöntem

Yüz on dört erişkin femur kadavra kemiğine ait konvansiyonel radyografiler üzerinde boyut ve açısal dizilim açısından incelemeler yapıldı. Elde edilen veriler Batı toplumu üzerinde yapılmış çalışmalarla karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıklar ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Herhangi bir kemiksel patolojisi olmadığı bilinen femur kemikleri Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarlarından elde edildi. Tüm femurlar tanınmaları amacıyla işaretlendi. Donörlerin yaş ve cinsiyet verileri tam olmasa da tüm femurlar erişkin bireylere aitti.

Bütün femurlar poliüretan kalıplar içerisinde sabitlendikten sonra, femur boynuna dik ve paralel olacak şekilde, tüp ile kaset mesafesi 1 m tutularak radyografiler çekildi. Ayrıca, röntgenografik açıdan tipik biçimde %3 olarak saptanan magnifikasyon kusuru kompanze edildi.

Kemik genişliğinin boyutlarını güvenilir şekilde ölçebilmek için standart periosteal (ekstrakortikal) ve endosteal (intrakortikal) referans çizgileri belirli seviyelerde radyografi üzerinde işaretlendi. Farklı referans çizgileri arasındaki ölçümler Noble ve ark.<sup>[4]</sup> tarafından geliştirilmiş yönteme göre yapıldı (Şekil 1).

Femurun tüm ölçümleri için ortalama ve standart sapmalar hesaplandı. Noble ve ark.<sup>[4]</sup> verileri Batı toplumu morfometrik özellikleri için örnek olarak alındı. İki toplum arasındaki farklılığı incelemek

için tek örneklemlili t-testi kullanıldı ve *t* değerinin 1.96 üzerinde olması anlamlı olarak kabul edildi.

Kemikler aynı zamanda “kanal-istmus” oranı kullanılarak üst femur şekline göre gruplandırıldı. Kanal-istmus indeksi trokanter minörün 20 mm proksimalindeki femur intrakortikal genişliği ile kanalın istmustaki genişliği arasındaki oran olarak tanımlanabilir. Bunu izleyerek, femurlar subjektif olarak, ‘normal’ (indeks 3.0-4.7 arası); ‘soba borusu’ (göreceli olarak düz, kanal-istmus oranı 3.0’ın altında) veya ‘şampanya bardağı’ (yüksek oranda istmusa doğru incelen proksimal kısım, indeks 4.7-6.5 arası) şekillerine göre ayrıldı.

Ölçümlerin güvenilirlik katsayıları iki ay ara ile çalışmaya katılan iki yazar tarafından yapılmış olan ardışık ölçümlere göre belirlendi. Gruplar arası korelasyon katsayıları ( $r_1$ ) iki farklı gözlemci arasındaki güvenilirlik için kullanıldı. Bu değerler ön-arka radyografilerdeki ölçümler için  $r_1=0.84$ ; yan radyografilerdeki ölçümleri için  $r_1=0.98$ , açı ölçümleri için  $r_1=0.83$  bulundu.

## Sonuçlar

İncelediğimiz femurların boyutları ve Noble ve ark.<sup>[4]</sup> çalışmasında bildirilen femoral örneklerle ait değişkenler Tablo 1’de özetlendi.

Her iki grupta kanal-istmus indekslerinin dağılımı Şekil 2’de karşılaştırıldı.

Türk halkına ait femur kemiklerinin Noble ve ark.<sup>[4]</sup> çalışması ile karşılaştırılması hem benzer-



Şekil 1. Ön-arka ve yan radyografilerde femoral ölçümler için kullanılan standart referans çizgileri. (Her bir ölçüm için Tablo 1’e bakınız).

**Tablo 1.** Çalışmamızda ölçülen femoral örneklerle ait değişkenler ile Noble ve ark.nın<sup>[4]</sup> çalışmasında Batı toplumu için bildirilen değerler

Ölçümler	Sayı	Ortalama±SS	Dağılım	Noble ve ark.
(A) Femur başı offseti (mm)	114	42.7±6.54	27–65	43.0±6.8
(B) Femur başı çapı (mm)	114	45.8±4.17	37–55	46.1±4.8
(C) Femur başı pozisyonu (mm)	114	59.1±7.74	42–80	51.6±7.1
(D) Kanal genişliği (trokanter minör +20 mm)	114	33.4±5.43	22–46	45.4±5.3
(E) Kanal genişliği (trokanter minör) (mm)	114	22.6±3.58	13–32	29.4±4.6
(F) Kanal genişliği (trokanter minör –20 mm)	114	16.9±5.1	9–61	20.9±3.5
(G) İstmus genişliği (ön-arka projeksiyon) (mm)	108	10.7±1.84	7–17	12.3±2.3
(H) Ekstrakortikal genişlik (istmus seviyesi-ön-arka projeksiyon) (mm)	113	27.3±3.38	21–36	27.0±3.1
(I) İstmus proksimal sınırı (mm)	108	66.7±18	27–113	86.1±17.8
(J) İstmus distal sınırı (mm)	107	151.5±23.91	78–200	145±19.4
(K) İstmus pozisyonu (mm)	109	104.0±27.9	11–197	113.4±16.4
(L) Ön-arka kanal genişliği (osteotomi seviyesi) (mm)	113	23.2±4.22	13–35	24.1±3.1
(M) Femur boynunun medial çapı (mm)	113	19.9±4.21	10–35	16.5±2.9
(N) İstmus genişliği (lateral projeksiyon) (mm)	108	13.7±2.48	9–25	16.9±3.5
(α) Boyun-cisim açısı (°)	114	128.4±4.75	116–145	124.7±7.4

lik hem de farklılıklar gösterdi. Femur başının offseti (A) ve femur başı çapı (B) her iki grupta da neredeyse aynıydı ( $A_{Türk}$ : 42.7±6.54;  $A_{Noble}$ : 43.0±6.8 ve  $B_{Türk}$ : 45.8±4.17;  $B_{Noble}$ : 46.1±4.8;  $t=0.16$  ve  $t=0.8$ ). Bununla birlikte, femur başı yerleşimi Türk toplumunda artmış olan boyun/cisim açısı ( $t=8.54$ ) ve femur başının valgus pozisyonu nedeniyle daha yüksek bulundu.

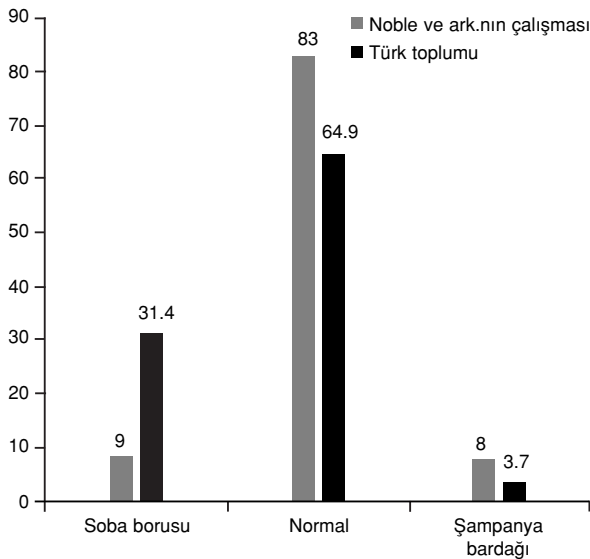
İstmus seviyesinde her iki toplumda dış kortikal çaplarda (H) benzerliğe rağmen, Türk toplumunda

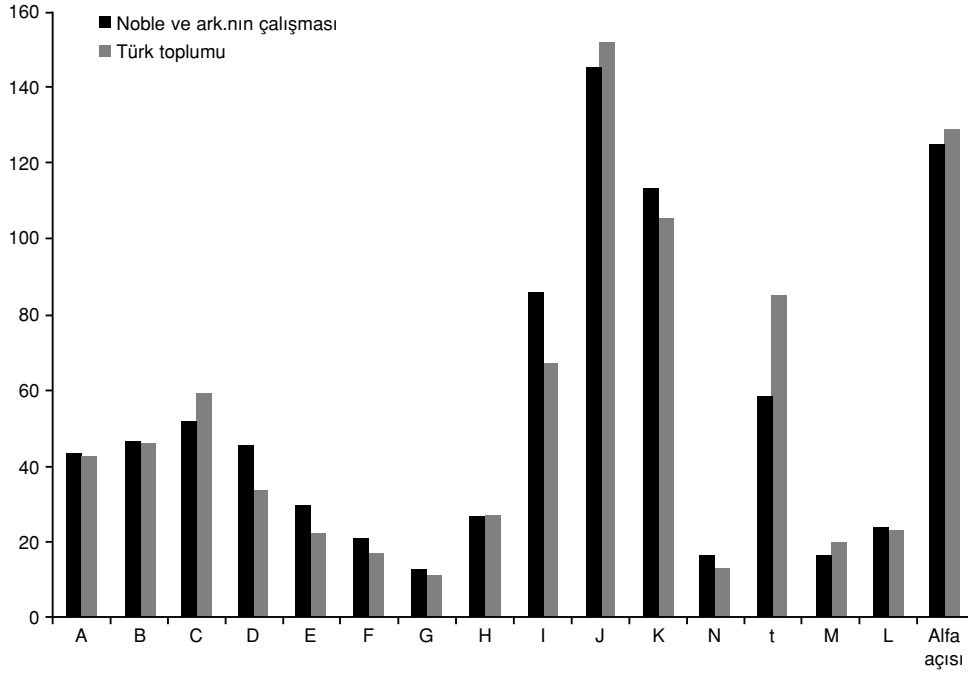
istmus seviyesinde iç çap ölçümünün hem ön-arka (G) hem de yan (N) planda yapılan ölçümlerde göreceli olarak daha dar olduğu bulundu ( $t=7.5$  ve  $t=16.8$ ). Bu, Türk toplumunda istmus bölgesinde kortikal kalınlığın daha fazla olduğunu göstermektedir. Türk toplumunda trokanter minörden istmus derinliğinin daha proksimalde olduğu ve istmik kısmın anlamlı olarak daha uzun olduğu saptandı (En dar diya fizyel segmentin kranial ve kaudal uzanımları 1 mm toleransa sahiptir.) (Şekil 3).

## Tartışma

Proksimal femuru betimleyen basit geometrik verilerin bulunması, bugün için kullanımda olan komponent şekilleri ile proksimal femurun karşılaştırılması ve yeni tasarımların geliştirilmesinde yol göstermesi açısından önemlidir. Kalçanın morfometrisini inceleyen daha önceki çalışmalarda, hem kullanılan teknik hem de üzerinde çalışılan toplumlar arasında farklılıklar bulunmaktadır.<sup>[4-6]</sup> Bazı çalışmalarda kadavra kalçalardan direkt ölçümler yapılmasına karşın, bazılarında bilgisayarlı tomografi ölçümleri kullanılmıştır.<sup>[7]</sup> Bu çalışmalarda farklı ırklar arasında ayırım yapılmamıştı ve ölçümler Batı ırklarına dayanıyordu. Bununla beraber tıbbi literatürde farklı ırklarda değişik morfometrik yapıların olduğu belirtilmektedir.<sup>[7,8]</sup>

Kalçanın rotasyon merkezinin orijinal yerine restorasyonu için femur başının vertikal ve frontal plan-

**Şekil 2.** Kanal-isthmus indeksinin dağılımı ve Noble ve ark.nın<sup>[4]</sup> çalışması ile karşılaştırılması.



**Şekil 3.** (A) Femur başı offseti ve (B) femur başı çapı her iki toplumda da neredeyse aynı iken, (C) femur başı Türk toplumunda daha yüksek yerleşimlidir. t: İstmik segment uzunluğu.

daki yerleşimi önemlidir. Femur başı yerleşimi, rekonstrükte edilmiş kalça eklemine stabilitesini de belirlemektedir. Femur başı merkezine orijinal yerleşiminde rekonstrükte edilmesi, aynı zamanda ekstremite uzunluğunun korunması ve abdüktör ve eklem reaksiyon kuvvetinin orijinal dengesinin sağlanması açısından da önemlidir.

Femoral komponent ile proksimal femoral metafiz temasının, mikrohareketin kontrolü ve femoral komponentin çökmesinin (subsidence) önlenmesi açısından önemli olduğu gösterilmiştir.<sup>[5]</sup> Bu açıdan bireylerin femoral ölçümlerinin istatistiksel korelasyonu, ölçüden bağımsız olarak proksimal femur şeklinin tanımlanması amacıyla kullanılabilir. Proksimal femoral metafizin koronal plandaki şeklini gösteren kanal-istmus indeksi üç farklı şekil tanımlanmaktadır. Araştırmamıza göre Türk toplumundaki proksimal femoral metafiz belirgin olarak daralma göstermektedir. Noble ve ark.nın<sup>[4]</sup> çalışmasında, kanal-istmus indeksi benzer, şampanya bardağı ile soba borusu şeklinde femur ortalama %10 oranında bulunmaktadır. Türk toplumunda ise soba borusu şeklinde proksimal femur daha sık gözlenirken (%31.4), şampanya bardağı şeklinde yapı oldukça nadirdir (%3.7) (Şekil 2).

Modern çimentolama tekniklerinde istmusun çapı ve osteotomi hattından olan uzaklığı belirgin öne-

me sahiptir. Bu özellikler intramedüller tıkaçların boyutu ve seviyesi, aynı zamanda da uygun komponent uzunluğu ve distal çap açısından önemlidir. Çok kısa olan çimentolu komponentler beklenmeyen oranlarda gevşemeye aday olacaklardır.<sup>[5]</sup> Buna karşın, çok uzun olan komponentlerde çimento tıkaçının medüller kanal içinde distale deplasmanı olabilir. Her iki toplumda istmik seviyede dış kortikal çap (H) benzerlik göstermesine karşın (t=0), Türk toplumunda istmus seviyesinde intramedüller olarak hem ön-arka (G) hem de yan (N) planlarda yapılan ölçümlerde göreceli olarak daha dar sonuçlar elde edilmiştir (t=7.5 ve t=16.8). Aynı zamanda istmik segment Batı toplumuna göre daha proksimalde başlayarak daha uzun yer almaktadır.

Bu çalışmanın metodolojisinde olası sakıncalardan biri, direkt radyografik ölçümlerin kurutma işlemi sırasında boyutları değişebilecek olan kemiklerde yapılmış olmasıdır. Bu özellikle uzunluk ölçümlerinde sayısal veriler üzerinde etkili olmuş olabilir. Bununla birlikte, ölçümlerin birbirine oranı ve açısal değerler göz önüne alındığında, boyutsal analizde bu etkinin ihmal edilebilecek düzeyde olduğunu düşünüyoruz.

Bazı yazarlar, standart grafilerde olabilecek rotasyonel uygunsuz pozisyonların ikiboyutlu ölçümler için bir sınırlama oluşturduğunu belirtmişlerdir. Hasta bireylerde ağrı veya eklem kontraktürleri ne-

deniyle doğru pozisyonun elde edilmesi sorun olabilir ve rotasyondaki küçük varyasyonlar doğru sonuç elde etmeyi güçleştirebilir.<sup>[9,10]</sup> Çalışmamızda ise femoral kadavra kemikleri uygun pozisyona olarak sağlamıştır.

Sonuç olarak bu çalışma, femur proksimal morfolojisinde Ortadoğu ve Batı toplumları arasında belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Tipik olarak Türk toplumunda femur kemiği daha düz, başı valgus pozisyonundadır. Distale doğru daha dar ve uzun istmik segment Batı toplumundan belirgin farklılık olarak göze çarpmaktadır. Total kalça protez tasarımlarında bu farklılıkların dikkate alınması gerektiğini düşünüyoruz.

### Kaynaklar

1. Birdsell JB. Human evolution: an introduction to the new physical anthropology. Chicago: Rand-McNally; 1972.
2. Ferembach D. Formetion et évolution de la brachycéphalic au Proche-Orient. Homo 1966;17:160-72.
3. Rubin PJ, Leyvraz PF, Aubaniac JM, Argenson JN, Esteve P, de Roguin B. The morphology of the proximal femur. A three-dimensional radiographic analysis. J Bone Joint Surg [Br] 1992;74:28-32.
4. Noble PC, Alexander JW, Lindahl LJ, Yew DT, Granberry WM, Tullos HS. The anatomic basis of femoral component design. Clin Orthop Relat Res 1988;(235):148-65.
5. Crowninshield RD, Brand RA, Johnston RC, Milroy JC. An analysis of femoral component stem design in total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 1980;62:68-78.
6. Skirving AP. The centre-edge angle of Wiberg in adult Africans and Caucasians. A radiographic comparison. J Bone Joint Surg [Br] 1981;63:567-8.
7. Fang D, Cheung KM, Ruan D, Chan FL. Computed tomographic osteometry of the Asian lumbar spine. J Spinal Disord 1994;7:307-16.
8. Takaoka K, Sakamaki T, Yanagimoto S, Matsumoto T, Sugano N, Saito S, et al. The Asian hip. In: Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE, editors. The adult hip. Philadelphia: Lippincott Raven; 1998. p. 1105-24.
9. Iguchi H, Hua J, Walker PS. Accuracy of using radiographs for custom hip stem design. J Arthroplasty 1996;11:312-21.
10. Kelley SS, Fitzgerald RH Jr, Rand JA, Ilstrup DM. A prospective randomized study of a collar versus a collarless femoral prosthesis. Clin Orthop Relat Res 1993;(294):114-22.