

## PROKSİMAL ULNA'NIN ANATOMİK MİMARİSİ VE AÇILANMALARI

### ANATOMICAL ARCHITECTURE AND ANGULATIONS OF THE PROXIMAL ULNA

Kenan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Berfu ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Ahmet DURSUN<sup>1</sup>, Yadigar KASTAMONI<sup>1</sup>, Soner ALBAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, ISPARTA

**Cite this article as:** Öztürk K, Özdemir B, Dursun A, Kastamoni Y, Albay S. Anatomical Architecture and Angulations of The Proximal Ulna. Med J SDU 2021; 28(3): 419-426.

#### Öz

#### Amaç

Literatürde az yer alan torsiyon açısı da dahil olmak üzere proksimal ulna'ya ait diğer bazı morfometrik verilerin elde edilmesi amaçlandı.

#### Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada Anatomi Ana Bilim Dalı laboratuvarında bulunan 25 ulna (11 sol, 14 sağ) kullanıldı. Proksimal ulna'ya ait 8 morfometrik parametre ölçüldü. Tüm kuru kemikler bir cetvel eşliğinde fotoğraflandı ve bilgisayara aktarıldı. Daha sonra Image-J analiz programı yardımıyla morfometrik ölçümler yapıldı.

#### Bulgular

Ortalama ulna uzunluğu 251,02±16.23 mm ve ortalama incisura trochlearis hariç ulna uzunluğu 223,49±15.52 mm bulundu. Ortalama incisura radialis genişliği 18,5±3.38 mm, ortalama incisura radialis yüksekliği 12,09±1.70 mm ve ortalama incisura trochlearis derinliği 11,57±1.73 mm bulundu. Ortalama torsiyon açısı, dorsal açılanma ve varus açısı sırasıyla 14,64°±8.36°; 5,94°±2.01°; 12,48°±2.425° olarak hesaplandı. Hiçbir parametrede taraflar arası karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

#### Sonuç

Proksimal ulna'nın anatomik şekli, humeroulnar artroplastide kullanılan implantlar için özel zorluklar oluşturmaktadır. Bu çalışmadaki tüm parametrelerde sağ

ve sol taraflar arasında fark olmaması, uygun protez tasarımında karşı taraf ulna'nın bilgisinden yararlanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları, adli ve antropolojik araştırmalarda ulna boyutlarına ilişkin veriler sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ulna, Morfometri, Torsiyon açılanması, Varus açılanması, Dorsal açılanma

#### Abstract

#### Objective

We aimed to get morphometric data of the proximal ulna, besides torsion angle, which is rarely found in the literature.

#### Materials and Methods

In this study, 25 ulna (11 left, 14 right) found in the Anatomy Department laboratory were used. Eight morphometric parameters of the proximal ulna were measured. All dry bones were photographed using a ruler and transferred to the computer. Then, morphometric measurements were made with the help of Image-J analysis program.

#### Results

In our measurement we noted that the mean ulna length was 251.02 ± 16.23 mm and the mean ulna length except trochlear notch was 223.49 ± 15.52 mm. The mean radial notch width was 18.5 ± 3.38 mm, the mean radial notch height was 12.09 ± 1.70

İletişim kurulacak yazar/Corresponding author: ozdemir.berf@gmail.com

Müracaat tarihi/Application Date: 06.11.2020 • Kabul tarihi/Accepted Date: 09.03.2021

ORCID IDs of the authors: K.Ö: 0000-0002-5552-8684; B.Ö: 0000-0001-5851-0300;

A.D: 0000-0003-4568-8761; Y.K: 0000-0002-3504-5853; S.A: 0000-0001-8438-8628

mm, and the mean trochlear notch depth was  $11.57 \pm 1.73$  mm. Mean torsion angle, dorsal angulation and varus angle were calculated respectively;  $14.64 \pm 8.36^\circ$ ;  $5.94^\circ \pm 2.01^\circ$ ;  $12.48^\circ \pm 2.425^\circ$ . There was no statistically significant difference in any parameter in the comparison between the sides.

### Conclusion

The anatomical shape of the proximal ulna causes specific difficulties for implants used in humeroulnar

arthroplasty. The fact that there is no difference between the right and left sides in all parameters in this study suggests that the knowledge of the opposite side ulna can be used in the appropriate prosthesis design. In addition, the results of this study will provide data on ulna dimensions in forensic and anthropological studies.

**Keywords:** Ulna, Morphometry, Torsion angulation, Varus angulation, Dorsal angulation

### Giriş

Olecranon kırıkları, subkutan yerleşimi nedeniyle dirsek ekleminin en sık görülen yaralanmalarından biridir, tüm proksimal önkol kırıklarının yaklaşık %20'sini kapsar (1). Kırık uçları yer değiştirmemiş ise önkolu hareketsiz hale getiren ve dirsek eklem hareketlerini önleyen basit bir atel kırık rehabilitasyonu için yeterli olabilmektedir. Ancak Monteggia tipi kırıklar ve eklem içi olecranon kırıkları cerrahi olarak açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilebilir (2,3). Kırık veya olecranon osteotomisinden sonra anatominin doğru yapılandırılmaması, eklem subluksasyonuna, erken artrit ve işlev kaybına neden olabilir (4). Kırık ufalanması nedeniyle tam anatomik redüksiyon mümkün olmadığında, kemik parçaları plağa uyacak şekilde ayarlanabilir. Bu gibi durumlarda, parçaların normal ulna ile aynı kontura sahip bir plakaya mükemmel şekilde oturmasının, proksimal ulnanın karmaşık geometrisini eski haline getirmek için ideal olacağı ifade edilmiştir (3). Yoğun günlük aktiviteler, uygun olmayan implant tasarımı ve implantların yanlış hizalanması gibi çeşitli faktörler implant bileşenlerinin gevşemesine neden olabilir (5). Ticari olarak üretilen implantlar çoğunlukla proksimal ulna'nın dorsal yüzeyi ile uyumludur. Ancak implantlar proksimal ulna mimarisine tam olarak uymuyorsa, malzeme bileşikleri nedeniyle bunları kolayca bükme mümkün değildir (3). Bu implantların proksimal ulna anatomisine uygun olarak tasarlanması fonksiyonel iyileşmeyi etkiler (2). Bu nedenle uyumlu implantların tasarımı için ulna proksimalinin morfometrisinin bilinmesi önemlidir.

Ulna uzunluğu bir bireyin boy uzunluğunu tahmin etmede kullanılan alternatif bir parametre olabilir. Bazen sadece kemik parçalarından boy tahmininin yapılması gerekir. Sadece kemik parçalarının ele geçtiği adli ve antropolojik araştırmalarda ulna uzunluğunun bir bireyin boyunu tahmin etmek için alt ekstremitelerin uzun kemiklerinden daha tutarlı ve pratik olduğu gözlenmiştir (6). Ancak toplumlar arasında bu kemik boyutlarında farklılıklar vardır. Örneğin; Afrikalıların nispeten

uzun kol ve bacak kemikleri vardır ve bu popülasyon için boy tahmininde kullanılan bilgilerin, Asya popülasyonunda uygulanmasının doğru olmadığı bildirilmiştir (7). Bu nedenle, proksimal ulna'nın Türk popülasyonundaki boyutlarına ilişkin çalışmamızın literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Bu çalışmada, literatürde az yer alan torsiyon açısı da dahil olmak üzere proksimal ulna'ya ait diğer bazı morfometrik verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

### Gereç ve Yöntem

Çalışmamızda Anatomi Ana Bilim Dalı'nda bulunan ve 1994-2019 yılları arasında toplanan 25 ulna (11 sol, 14 sağ) incelendi. Bireylerin yaşları, cinsiyetleri veya fiziksel koşulları bilinmemektedir. Doğru ölçümleri önleyecek hasar veya kırıklara sahip kemikler çalışma dışı bırakıldı. Öncelikle tüm kemikler bir cetvel eşliğinde fotoğraflandı. Daha sonra bu fotoğraflar bilgisayar ortamına aktarıldı ve Image-J (National Institutes of Health, Bethesda, MD) analiz programı yardımıyla proksimal ulna'ya ait 8 parametrenin morfometrik ölçümü yapıldı.

Ulna uzunluğu (UL): Ulna'nın proksimal üst ucu ile processus styloideus ulnae arası mesafe ölçüldü (Şekil 1a).

Incisura trochlearis hariç ulna uzunluğu (UL-T): Processus coronoideus'un ucu ile processus styloideus ulnae arasındaki mesafe ölçüldü (Şekil 1a).

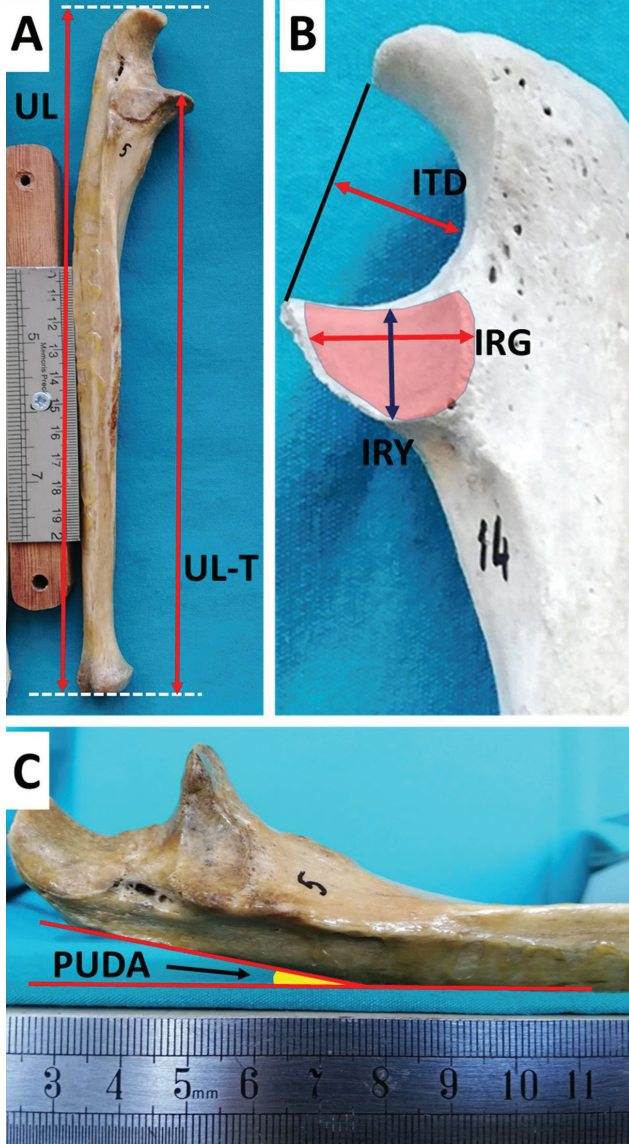
Incisura radialis yüksekliği (IRY): Bu çentiğin üst ve alt sınırları arasındaki mesafe ölçüldü (Şekil 1b).

Incisura radialis genişliği (IRG): Çentiğin ön ve arka sınırları arasındaki mesafe ölçüldü (Şekil 1b).

Incisura trochlearis derinliği (ITD): Incisura trochlearis'in en derin noktasının, incisura trochlearis üst ucu ile processus coronoideus ucu arasından geçen hatta

dik uzaklığı olarak ölçüldü (Şekil 1b).

Proksimal ulna dorsal açılanması (PUDA): Olecranon'un posterioruna yerleştirilen teğet çizgi ile corpus ulnae'nın margo posterioru boyunca uzanan hat arasındaki açı ölçüldü (Şekil 1c).



### Şekil 1

A. UL: ulna uzunluğu, UL-T: incisura trochlearis hariç ulna uzunluğu. B. IRG: incisura radialis genişliği, IRY: incisura radialis yüksekliği, ITD: incisura trochlearis derinliği. C. PUDA: proksimal ulna dorsal açılanması

Varus açısı (VA): Corpus ulnae eksenine ile olecranon'un eksenine arasındaki açı ölçüldü (Şekil 2a).

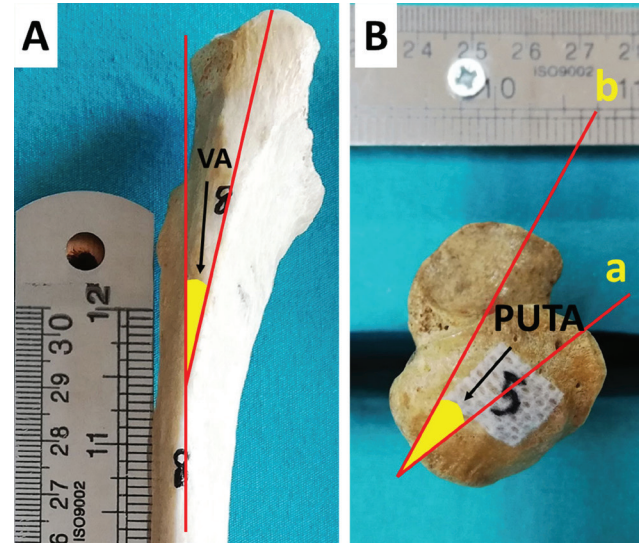
Proksimal ulna torsiyon açısı (PUTA): İki çizgi arasında ölçülmüştür:

(a) incisura trochlearis'in üst ucundaki çıkıntıdan ve olecranonun en arka ucundan geçen çizgi ile

(b) processus coronoideus'un ucu ve incisura trochlearis'in alt parçası üzerinde bulunan çıkıntı boyunca geçen çizgi (Ölçümlerden önce incisura trochlearis'in alt parçası üzerinde bulunan çıkıntı kırmızı kalemle işaretlendi) (Şekil 2b).

Ek olarak incisura trochlearis yüksekliği (ITY)'nin (UL'den UL-T çıkarılarak hesaplanmıştır) UL'ye oranı hesaplandı.

Verilerin analizi SPSS 20.0 programı kullanılarak yapıldı. Tüm parametrelerin minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Verilerimiz normal dağılım gösterdiği için taraf karşılaştırmasında Independent Samples T-Test ve korelasyon analizinde Pearson's korelasyon testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alındı.



### Şekil 2

A. VA: varus açısı. B. PUTA: proksimal ulna torsiyon açısı

### Bulgular

Çalışmamızda kullanılan tüm ulna'lardan elde edilen veriler ve bu verilerin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Sağ-sol taraflar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,005$ ).

Proksimal ulna'ya ilişkin tüm parametrelerin birbiri ile korelasyonu değerlendirildiğinde en yüksek korelasyonun UL-UL-T arasında ( $r=0,979$ ) olduğu gözlemlendi (Tablo 2).

Ek olarak ITY/UL oranı ulna'ların %12'sinde 1/11, %36'sında 1/10, %24'ünde 1/9 ve %28'inde 1/8 bulundu (Tablo 3).

Tablo 1

Çalışmadaki tüm ulna'lara ait morfometrik değerler ve bu verilerin ortalama ve standart sapma değerleri.

Ulna No	Taraf	UL (mm)	UL-T (mm)	IRG (mm)	IRY (mm)	ITD (mm)	PUTA (°)	PUDA (°)	VA (°)
1	Sol	259,19	232,28	15,37	10,98	11,41	14,29	7,45	17,23
2	Sağ	227,75	201,81	14,07	10,43	9,54	15,87	8,32	12,18
3	Sağ	248,21	220,34	22,79	11,34	13,16	5,43	8,07	13,95
4	Sol	246,56	220,75	15,58	12,08	12,88	5,52	8,08	14,72
5	Sağ	253,39	220,22	21,30	12,43	9,76	8,85	9,43	7,95
6	Sol	271,01	243,02	24,26	14,94	13,31	10,53	4,18	11,87
7	Sol	265,82	232,14	18,82	15,71	12,43	8,24	8,25	13,31
8	Sol	241,65	212,40	15,50	10,65	12,85	26,44	5,77	13,44
9	Sağ	280,85	252,35	18,77	10,99	13,35	28,36	6,18	12,85
10	Sağ	266,40	241,20	22,80	14,47	11,33	21,66	3,45	10,95
11	Sol	251,10	220,50	18,52	13,80	12,07	6,66	6,88	8,48
12	Sağ	268,20	244,20	23,10	13,60	10,65	8,65	2,66	13,33
13	Sağ	239,88	216,86	17,40	10,25	8,48	14,95	9,02	8,95
14	Sol	224,83	199,60	15,09	11,50	12,58	8,81	3,94	11,50
15	Sağ	273,22	248,43	15,56	9,73	11,43	38,28	4,95	16,73
16	Sol	233,19	208,93	16,17	9,32	9,58	11,29	7,02	11,50
17	Sol	267,32	241,35	17,01	11,99	7,29	17,66	1,97	12,35
18	Sağ	250,52	217,84	25,96	10,72	13,12	3,93	5,37	16,42
19	Sağ	254,48	220,81	17,57	12,79	13,41	25,02	5,32	13,76
20	Sağ	224,35	201,57	20,41	11,24	10,20	14,88	7,51	12,27
21	Sağ	253,86	228,07	16,54	13,39	9,91	16,75	4,31	14,06
22	Sağ	249,95	222,98	14,68	14,20	12,95	8,79	4,84	11,18
23	Sağ	242,73	214,79	18,86	12,28	13,35	10,43	4,08	8,66
24	Sol	258,62	226,84	21,35	12,92	13,16	13,19	5,68	11,46
25	Sol	222,50	197,94	14,93	10,54	10,94	21,54	5,70	12,84
<b>Ortalama ± standart sapma</b>		251,02 ± 16,23	223,49 ± 15,52	18,50 ± 3,38	12,09 ± 1,70	11,57 ± 1,73	14,64 ± 8,36	5,94 ± 2,01	12,48 ± 2,42

UL: ulna uzunluğu, UL-T: incisura trochlearis hariç ulna uzunluğu, IRG: incisura radialis genişliği, IRY: incisura radialis yüksekliği, ITD: incisura trochlearis derinliği, PUTA: proksimal ulna torsiyon açısı, PUDA: proksimal ulna dorsal açılanması, VA: varus açısı.



Tablo 2

Tüm parametreler arasındaki korelasyon ilişkisi

		UL	UL-T	IRG	IRY	ITD	PUTA	PUDA	VA
UL	Pearson Correlation	1	,979**	,380*	,444*	,180	,247	-,320	,229
	Sig.		,000	,031	,013	,194	,117	,059	,136
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
UL-T	Pearson Correlation	,979**	1	,328	,384*	,082	,296	-,374*	,246
	Sig.	,000		,055	0,29	,349	,076	,033	,118
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
IRG	Pearson Correlation	,380*	,328	1	,361*	,234	-,348*	-,130	-,070
	Sig.	,031	,055		,038	,130	,044	,268	,369
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
IRY	Pearson Correlation	,444*	,384*	,361*	1	,281	-,334	-,272	-,247
	Sig.	,013	0,29	,038		,087	,051	,095	,116
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
ITD	Pearson Correlation	,180	,082	,234	,281	1	-,091	-,061	,197
	Sig.	,194	,349	,130	,087		,333	,387	,173
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
PUTA	Pearson Correlation	,247	,296	-,348*	-,334	-,091	1	-,211	,267
	Sig.	,117	,076	,044	,051	,333		,156	,099
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
PUDA	Pearson Correlation	-,320	-,374*	-,130	-,272	-,061	-,211	1	-,103
	Sig.	,059	,033	,268	,095	,387	,156		,312
	N	25	25	25	25	25	25	25	25
VA	Pearson Correlation	,229	,246	-,070	-,247	,197	,267	-,103	1
	Sig.	,136	,118	,369	,116	,173	,099	,312	
	N	25	25	25	25	25	25	25	25

UL: ulna uzunluğu, UL-T: incisura trochlearis hariç ulna uzunluğu, IRG: incisura radialis genişliği, IRY: incisura radialis yüksekliği, ITD: incisura trochlearis derinliği, PUTA: proksimal ulna torsiyon açısı, PUDA: proksimal ulna dorsal açılanması, VA: varus açısı.  
\* Korelasyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu  $p < 0,05$ . \*\* Korelasyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu  $p < 0,01$ .

Tablo 3

Ulna uzunluğu (UL), incisura trochlearis yüksekliği (ITY) ve ITY/UL oranı

Ulna No	UL(mm)	ITY(mm)	ITY/UL
1	259,19	26,90	1/10
2	227,75	25,94	1/9
3	248,21	27,87	1/9
4	246,56	25,81	1/10
5	253,39	33,16	1/8
6	271,01	27,98	1/10
7	265,82	33,68	1/8
8	241,65	29,25	1/8
9	280,85	28,50	1/10
10	266,40	25,20	1/11
11	251,10	30,60	1/8
12	268,20	24,00	1/11
13	239,88	23,01	1/10
14	224,83	25,22	1/9
15	273,22	24,78	1/11
16	233,19	24,26	1/10
17	267,32	25,96	1/10
18	250,52	32,67	1/8
19	254,48	33,66	1/8
20	224,35	22,77	1/10
21	253,86	25,78	1/10
22	249,95	26,97	1/9
23	242,73	27,93	1/9
24	258,62	31,78	1/8
25	222,50	24,56	1/9

## Tartışma

Proksimal ulna'nın şekli, kırıkların stabilizasyonunu ve cerrahi sonrası fonksiyonların rehabilitasyonunu etkiler (8). Olecranon kırıklarının fiksasyonu hakkında birçok çalışma olmasına rağmen (9–11), bunların hiçbirinde redüksiyonun doğru olup olmadığını kontrol etmek için objektif anatomik parametreler rapor edilmemiştir (1). Olecranonun kırıkları doğrudan veya dolaylı travmanın bir sonucu olarak ortaya çıkar ve tedavisi her zaman zor bir durum olmuştur (1,9,10,12). Bu nedenle proksimal ulna morfometrisinin bilinmesi

bu bölgeye yapılacak cerrahi girişimlerde faydalı olacaktır.

Ortalama UL, Wang ve ark. (13) tarafından 26,0 cm (21,7–29,0 cm aralığında), Erdem H. (14) tarafından 25,06 cm ve Grechenig ve ark. (15) tarafından ise 26,2 cm (21,7-29,0 cm aralığında) olarak bildirilmiştir. Çalışmamızdaki ortalama UL son çalışmalarla uyumlu olmakla beraber, görülen küçük farkların, popülasyon, cinsiyet ve ölçüm materyallerinin farklı olmasından ve bizim çalışmamızdaki kemiklerin yaş aralığının bilinmemesinden kaynaklı olabileceğini düşünüyoruz. Beşer ve ark. (1) tarafından ortalama UL-T 22,05 cm (18,70-25,00 cm aralığında) bildirilmiştir. Çalışmamızdaki UL-T verileri Beşer ve ark. (1)'nin sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

Grechenig ve ark. tarafından, yetişkinlerde, Monteggia tipi kırıkların redüksiyonunun ve fiksasyonunun zorunlu olduğu bildirilmiştir (15). Ayrıca, caput radii'nin doğru redüksiyonunu sağlamak için ulna kırığının anatomik olarak yerine oturtulması ve güvenli bir şekilde stabilize edilmesi gerektiği rapor edilmiştir (15). Kırığın klinik muayenesi ve radyografilerinin değerlendirilmesi yaralanmadan önceki incisura radialis anatomisi hakkında bilgi sağlamamaktadır. Bu nedenle, incisura radialis morfometrisi üzerine yapılan çeşitli çalışmalar vardır (1,16). Cowal ve ark. (16) tarafından 223 iskelette ortalama IRY 11,29 mm olarak bildirilmiştir. Beşer ve ark. (1) tarafından 50 kuru kemikte ortalama IRY 9,9 mm (6,5-12,0 mm aralığında) ve IRG 14,8 mm (11,0-19,3 mm aralığında) olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ortalama IRY 12,0 mm (9,3-15,7 mm aralığında) ve IRG 18,50 mm (14,0-25,9 mm aralığında) bulunmuştur. Çalışmamızın IRY ve IRG'ye ilişkin sonuçları diğer çalışmalardan bir miktar fark göstermektedir. Bu farkın bizim çalışmamızdaki kemiklerin cinsiyet, yaş dağılımının bilinmemesinden ve çalışılan örnek sayısının farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünüyoruz.

ITD'ye ilişkin literatürde yapılmış az sayıda çalışmaya rastladık (17,18). Ndou ve Schepartz (17) tarafından ortalama ITD beyazlarda 11,45±1,47 mm, melezlerde 11,18±1,59 mm, siyahlarda 11,78±1,43 mm olarak bildirilmiştir. Sakaue (18) tarafından ortalama ITD erkeklerde 12,08±1,15 mm, kadınlarda 10,41±1,15 mm olarak rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda ortalama ITD 11,57±1,73 mm bulunmuştur. Çalışmamızdaki ortalama ITD diğer çalışmaların verileriyle benzerdir. ITD'nin bilinmesi, proksimal ulna osteotomilerinin planlanmasında ve ayrıca basit olecranon kırıklarının vida ile düzeltilmesinde yararlı olacaktır. Ayrıca ITD'ye ilişkin sonuçlarımızın proksimal ulna anatomisinin tanımlanmasında literatüre katkıda bulunacağını düşünüyoruz.

Ulna'nın PUDA olarak adlandırılan fizyolojik bir dorsal açılanmaya sahip olduğu saptanmıştır (4,19). Grechenig ve ark. (15) tarafından Monteggia tipi kırığın tedavisinde bu açığı restore etmenin önemi vurgulanmıştır. Bu açılanmanın daha önceki bir çalışmada 50 erişki-ne ait ulna radyografisinin yaklaşık %96'sında mevcut olduğu bulunmuştur (4). Bu açılanma bizim çalışmamızdaki ulna'ların %100'ünde mevcuttu. Bu farkın örnek sayısının farklı olmasından kaynaklandığını düşünürüz. Windisch ve ark. (8) tarafından PUDA'nın büyüklüğü artarsa, maksimum dirsek ekstansiyonunun ve toplam dirsek hareket açıklığının azalacağına işaret edilmiştir. Grechenig ve ark. (15) tarafından proksimal ulna'ya ilişkin 54 kadavra üzerinde kumpas kullanılarak ölçüm yapılan çalışmada PUDA ortalama  $4,5^{\circ}$  ( $1^{\circ}$ - $14^{\circ}$  aralığında) bildirilmiştir. Rouleau ve ark. (4) tarafından ise Image-J analiz programı kullanarak 50 gönüllünün radyografi görüntüleri üzerinde yapılan çalışmada PUDA ortalama  $5,7^{\circ}$  ( $0^{\circ}$  -  $14^{\circ}$  aralığında) olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmalar iki boyutlu koordinatlara sahip ölçüm yöntemleri kullanılarak yürütülmüştür, bu nedenle üç boyutlu açılar veya torsiyonlar değerlendirilememiştir. Bununla birlikte, Rouleau ve ark. (4) tarafından sağ-sol taraflar arasında PUDA'nın güçlü bir korelasyon gösterdiği bulunmuştur ( $r=0,860$ ). Bizim çalışmamızda da taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,939$ ). Bu bilgilere dayanarak proksimal ulna fiksasyonunun sağlanması için dorsal olarak uygulanan plakaların şekillendirilmesinde karşı taraf PUDA değerinin bilinmesi faydalı olabilir. Yong ve ark. (12) tarafından üç boyutlu bilgisayarlı tomografi (3D BT) ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) görüntüleri kullanılarak 20 kadavra üzerinde yapılan çalışmada PUDA ortalama  $4,3^{\circ}$  ( $2,6^{\circ}$  -  $5,9^{\circ}$  aralığında) bildirilmiştir. Beşer ve ark. (1) tarafından dijital gonyometre kullanılarak 50 kuru kemikte yapılan çalışmada PUDA ortalama  $8^{\circ}$  ( $4^{\circ}$ - $12^{\circ}$  aralığında) bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise ortalama PUDA  $5,9^{\circ}$  ( $1,97^{\circ}$ - $9,43^{\circ}$  aralığında) bulundu. Sonuçlarımızın Rouleau ve ark. (4)'nin sonuçlarına benzer olmasının nedeni çalışmamızdakine benzer şekilde Image analiz programı kullanarak ölçüm yapmalarından kaynaklı olabilir. Beşer ve ark. (1)'nin çalışmasından sonuçlarımızın farklı olmasının nedenini ise ölçümlerini digital gonyometre kullanarak yapmalarından kaynaklı olabileceğini düşünürüz.

Proksimal ulna'nın olecranon ile processus coronoideus ucu arasında belirli bir torsiyon açısına sahip olduğu, bu açının da dirsek ekleminin fleksiyon-ekstansiyon hareketinin hafif bir spiral harekete sahip olmasını sağladığı ifade edilmiştir (12). Ayrıca, bu açının femoral anteversiyon açısına ve humerus retroversiyon açısına benzediği bildirilmiştir (1). Proksimal ulna'nın rotasyonunu belirleyen bu açı, literatürde "proksimal

ulna torsiyon açısı (PUTA)" olarak bildirilmiştir (1). Bu açı, proksimal ulna'da superiordan ve dorsalden gözlemlenebilen bir torsiyon derecesine sahiptir (1). Literatürde PUTA'yı araştıran çalışmalar nadirdir (1,12). Beşer ve ark. (1) PUTA'yı ortalama  $11,1^{\circ}$  ( $2^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  aralığında) ve Yong ve ark. (12) ise ortalama  $22,5^{\circ}$  ( $16,6^{\circ}$  -  $30,5^{\circ}$  aralığında) rapor etmişlerdir. Sonuçlarımızın Beşer ve ark. (1)'nin sonuçlarına benzer olmasının nedeni onların çalışmasındaki örneklerin çalışmamızdaki gibi kuru kemikler olması ve referans çizgilerinin çalışmamızdaki referans çizgiler ile benzer olmasından kaynaklı olabilir. Yong ve ark. (12)'nin sonuçlarından farklı olmasının nedeninin onların farklı referans çizgilerini ve farklı ölçüm tekniklerini kullanmalarından ve ölçümlerini 3D-BT görüntüleri ve bilgisayar yardımıyla tasarım (CAD) yazılımı kullanarak yapmalarından kaynaklı olduğunu düşünürüz.

Anatomik bir olecranon plağı, normal bir ulna'nın ortalama varus açılanmasına yakın bir açığa sahip olması gerektiği ifade edilmiştir (1). Bu açının geniş bir aralıkta değişmesi nedeniyle implantların ve protezlerin uygun tasarımı için cerrahlar tarafından bireysel farklılıkların bilinmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle VA'yı inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ortalama VA, Windisch ve ark. (8) tarafından  $17,70^{\circ}$  ( $11^{\circ}$  -  $28^{\circ}$  aralığında), Grechenig ve ark. (15) tarafından  $17,5^{\circ}$  ( $11^{\circ}$  -  $23^{\circ}$ ) ve Beşer ve ark. (1) tarafından ise  $9,3^{\circ}$  ( $4^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  aralığında) bildirilmiştir. Çalışmamızda ise VA'yı ortalama  $12,48^{\circ}$  ( $7,95^{\circ}$  -  $17,23^{\circ}$  aralığında) olarak tespit ettik. Çalışmamızın sonuçları, Beşer ve ark. (1)'nin çalışmasına benzerdir. Bu benzerliğin nedeni, çalışmamızdakine benzer şekilde referans olarak ulna'nın posterior kenarı yerine corpus ulna eksenini kullanmış olmaları olabilir. Windisch ve ark. (8) ve Grechenig ve ark. (15)'nin çalışmasından sonuçlarımızın farklı olması ise onların referans olarak corpus ulna eksenini yerine ulna'nın posterior kenarını kullanmalarından kaynaklı olabilir.

Analizlerimizden incisura trochlearis'in ulna'nın yaklaşık proksimal 1/10'unda yer aldığını gözlemledik. Ulna uzunluğunun boy tahmininde kullanılmasından dolayı (6), sadece proksimal ulna'nın ele geçtiği adli ve antropolojik araştırmalarda, incisura trochlearis yüksekliğinin ulna uzunluğuna oranının bilinmesinin bireyin boyunun tahmin edilmesine katkıda bulunabileceğini düşünürüz.

Bu çalışmada bazı önemli sınırlamalar vardır, temel olarak incelenen örnek sayısının az olması ve genel olarak proksimal ulna'nın incelenmesinden dolayı, ulna'nın tamamına ilişkin protez (plaka) tasarımında sınırlı bilgiye sahiptir. Ayrıca, çalışmamızda cinsiyet ve yaş karşılaştırması yapılamamıştır.

## Sonuç

Proksimal ulna'ya ilişkin sunulan veriler, dirsek eklemindeki kırıkların onarımında önemlidir. Bulgularımızın, cerrahlara ameliyat sırasında parçalı olecranon kırıklarının daha güvenilir bir anatomik restorasyonunu elde etmeleri için rehberlik edeceğini ve proksimal ulna rekonstrüksiyonu için ideal veri setleri oluşturacağını düşünüyoruz.

Literatürde çok az çalışma tarafından tanımlanmış olan PUTA; proksimal ulna'nın dönüşünü belirler ve dirsek eklemi işlevleri ile ilişkilidir. Bu nedenle cerrahlar, protez ile kırık fiksasyon operasyonları sırasında eklemün uygun fonksiyonlarının korunması için bu açının farkında olmalıdır. Proksimal ulna açılanmalarının ortalama değerlerini bilmek implantların ve protezlerin uygun tasarımına yönelik veri sağlarken, cerrahlar için de ameliyat sırasında dirsek ekleminin radyografilerini karşılaştırmada önem arz edecektir. Bu sebeple, dirseğin normal anatomisine uygun onarımı ve kırıkların uygun şekilde sabitlenmesi için bu veriler yardım sağlayabilir. Bu çalışmadaki tüm parametrelerde sağ ve sol taraflar arasında fark olmaması, uygun protez tasarımında karşı taraf ulna'nın bilgisinden yararlanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, incisura trochlearis yüksekliğinin bilinmesinin bireyin boyunun tahmin edilmesine katkıda bulunabileceğini düşünüyoruz. Sonuç olarak, çalışmamızdaki veriler radyologların, cerrahların, antropologların ve anatomistlerin bilgi birikimine katkıda bulunabilir.

## Çıkar Çatışması

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

1. Beşer CG, Demiryürek D, Özsoy H, Erçakmak B, Hayran M, Kızılay O, et al. Redefining the proximal ulna anatomy. *Surg Radiol Anat.* 2014;36(10):1023–31.
2. Brownhill JR, Mozzon JB, Ferreira LM, Johnson JA, King GJW. Morphologic analysis of the proximal ulna with special interest in elbow implant sizing and alignment. *J Shoulder Elb Surg.* 2009;18(1):27–32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2008.03.008>
3. Totlis T, Anastasopoulos N, Apostolidis S, Paraskevas G, Terzidis I, Natsis K. Proximal ulna morphometry: which are the "true" anatomical preshaped olecranon plates? *Surg Radiol Anat.* 2014;36(10):1015–22.
4. Rouleau DM, Faber KJ, Athwal GS. The proximal ulna dorsal angulation: A radiographic study. *J Shoulder Elb Surg.* 2010;19(1):26–30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2009.07.005>
5. Jaehon K, Mudgal C, Konopka J, Jup J. Complications of total elbow arthroplasty *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(6):328–39.
6. Gul H, Nizami SM, Khan MA. Estimation of Body Stature Using the Percutaneous Length of Ulna of an Individual. 2020;12(1):8–13.
7. Ilayperuma I, Nanayakkara G, Palahepitiya N. A Model for the Estimation of Personal Stature from the Length of Forearm. 2010;28(4):1081–6.
8. Windisch G, Clement H, Grechenig W, Tesch NP, Pichler W. The anatomy of the proximal ulna. *J Shoulder Elb Surg.* 2007 Sep;16(5):661–6. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1058274607002388>
9. Bailey CS, MacDermid J, Patterson SD, King GJW. Outcome of plate fixation of olecranon fractures. *J Orthop Trauma.* 2001;15(8):542–8.
10. Lavigne G, Baratz M. Fractures of the olecranon. *J Am Soc Surg Hand.* 2004;4(2):94–102.
11. Nowinski RJ, Nork SE, Segina DN, Benirschke SK. Comminuted fracture-dislocations of the elbow treated with an AO wrist fusion plate. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(378):238–44.
12. Yong WJ, Tan J, Adikrishna A, Lee HJ, Jung JW, Cho DW, et al. Morphometric analysis of the proximal ulna using three-dimensional computed tomography and computer-aided design: varus, dorsal, and torsion angulation. *Surg Radiol Anat.* 2014;36(8):763–8.
13. Wang AA, Mara M, Hutchinson DT. The proximal ulna: An anatomic study with relevance to olecranon osteotomy and fracture fixation. *J Shoulder Elb Surg.* 2003;12(3):293–6.
14. Erdem H. Surgical importance of radiographically aided morphometry of the proximal ulna. *Int J Morphol.* 2020;38(2):299–304.
15. Grechenig W, Clement H, Pichler W, Tesch NP, Windisch G. The influence of lateral and anterior angulation of the proximal ulna on the treatment of a Monteggia fracture. *J Bone Jt Surg - Ser B.* 2007;89(6):836–8.
16. Cowal LS, Pastor RF. Dimensional Variation in the Proximal Ulna : Evaluation of a Metric Method for Sex Assessment. *Am J Phys Anthropol Off Publ Am Assoc Phys Anthropol.* 2008;135(4):469–78.
17. Ndou R, Schepartz LA. Morphometric Characteristics of the Humerus and Ulna in Limbs Bearing the Supratrochlear Aperture (STA). *Anat Rec.* 2016;299(2):220–33.
18. Sakaue K. Sexual determination of long bones in recent Japanese. *Anthropol Sci.* 2004;112(1):75–81.
19. Rouleau DM, Canet F, Chapleau J, Petit Y, Sandman E, Faber KJ, et al. The influence of proximal ulnar morphology on elbow range of motion. *J Shoulder Elb Surg.* 2012;21(3):384–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.10.008>