



## Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların önkol ve el antropometrik özelliklerinin kavrama kuvvetleri ile ilişkisinin incelenmesi

Asiye Hande BAŞKAN<sup>1</sup>, Nihat SARIALIOĞLU<sup>1</sup>, Murat KALAYCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Giresun, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Giresun, Türkiye

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI: 10.5281/zenodo.10031877

Gönderi Tarihi/ Received:

Kabul Tarihi/ Accepted:

Online Yayın Tarihi/ Published:

14.07.2023

23.10.2023

29.10.2023

### Özet

Bu çalışmanın amacı elit ve rekreasyonel spor tırmanışı yapan sporcuların önkol ve el antropometrik özelliklerinin kavrama kuvvetleri ile ilişkisinin incelenmesidir. Çalışmaya 18-23 yaşları arasında milli takım spor tırmanışçısı, 19,25 yaş, 177,45 cm, 66,28 kg (n=20) ve rekreasyonel spor tırmanışçı 19,45 yaş, 179,10 cm, 70,37 kg (n=20), olmak üzere toplam 40 erkek sporcu katılmıştır. Sporcuların antropometrik ölçümleri; boy, kilo ve VKİ (vücut kitle indeksi), dominant elinden alınan antropometrik ölçümleri (el uzunluğu, palmar uzunluğu, parmak uzunluğu, el bileği çevresi, el genişliği), ön kol antropometrik ölçümleri (ön kol uzunluğu ve çevresi), şekil indeksi, el yüzey alanı, palmar uzunluk/genişlik, el uzunluğu/boy formülleri ile hesaplanarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler SPSS-23 paket programı ile analiz edilerek gruplar arası karşılaştırmalarında bağımsız örnek t-testi ile aralarındaki ilişkinin belirlenmesi için Pearson korelasyon analizleri ( $p<0,05$ ) düzeyinde istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Elit sporcuların rekreasyonel sporculara göre deneyim, el ve parmak kavrama kuvvetlerinde, el uzunluğu, ön kol çevresi anlamlı derecede yüksek bulunurken, VKİ değerleri düşük bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Elit sporcuların el kavrama kuvvetlerinin, parmak kavrama kuvvetleriyle, el uzunluğu ve parmak uzunluklarıyla anlamlı ilişkiler bulunmuşken, rekreasyonel sporcularda ilişki bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Parmak kuvvetlerinin el ve el bileği genişliği ile pozitif yönde ilişkisi bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, özellikle el-antropometrisinin ve kavrama kuvvetlerinin elit seviye spor tırmanışçıların seçiminde katkı sağlayacağını söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** El antropometrisi, kavrama kuvvetleri, spor tırmanışı

### *Investigation of the relationship between forearm and hand anthropometric characteristics and grip strength of elite and recreational sport climbers*

#### Abstract

The emergence of climbing as a competitive discipline has led to research on many subjects. Many of these studies have focused on evaluating the contribution of anthropometric and upper extremity strength characteristics to sport climbing. The aim of this study was to investigate the relationship between forearm and hand anthropometric characteristics and grip strength of elite and recreational sport climbers. Forty male athletes, including national team sport climbers (N=20) and recreational sport climbers (N=20) aged 18-23 years, participated in the study. Anthropometric measurements of the athletes; height, weight and BMI (body mass index), anthropometric measurements of the dominant hand (hand length, palmar length, finger length, wrist circumference, hand width), forearm anthropometric measurements (forearm length, forearm circumference), shape index, hand surface area, palmar length/width, hand length/height formulas were calculated and recorded. For grip strength; hand and finger grip strengths were measured. The data obtained were analyzed with SPSS.23 package program and Pearson correlation analyses were statistically evaluated at  $p<0.05$  level to determine the relationship between the groups by independent sample t-test. Elite athletes had significantly higher experience, hand and finger grip strength, hand length, forearm circumference and lower BMI values than recreational athletes ( $p<0,01$ ). Significant relationships were found between hand grip strengths, finger grip strengths, hand length and finger lengths in elite athletes, but no relationship was found in recreational athletes. Finger grip strengths were positively correlated with hand and wrist width. As a result, it can be said that especially hand anthropometry and grip strengths will contribute to the selection of elite level sport climbers.

**Keywords:** Hand anthropometry, grip strength, sport climbing

**Sorumlu Yazar/ Corresponded Author:** Asiye Hande BAŞKAN, E-posta/ e-mail: [hande.baskan@giresun.edu.tr](mailto:hande.baskan@giresun.edu.tr)

The Extended English Abstract is located the end of the Article.

## GİRİŞ

Sporcuların sahip olduğu kavrama kuvveti birçok spor disiplinine katılım için gerekli bir bileşen olmakla birlikte, özellikle kaya tırmanışı, judo, ağırlık kaldırma, beyzbol, dövüş sanatları ve raket sporları gibi spor dallarında kavrama kuvvetinin çok önemli olduğundan bahsedilmektedir (Chang ve ark., 2010). El kavrama kuvveti vücudun toplam kuvvetinin bir göstergesi olup vücudumuzun sağlığını tanımlar. Bundan dolayı el kavrama kuvveti çoğu spor branşında sporcunun performansını önemli derecede etkiler (Nicolay & Walker, 2005; Pizzigalli ve ark., 2017; Cronin ve ark., 2017). El fonksiyonlarının önemli olduğđu spor branşlarında el antropometrisi sporcunun performansını etkilemektedir ve bu branşlarda başarı için el fonksiyonları önem arz etmektedir (Barut ve ark., 2008; Mendeş & İlhan, 2021).

Bu sporlardan biri olan spor tırmanışı, Tokyo'daki 2020 Olimpiyat Oyunları'nın programına dahil edilmesinden sonra Paris 2024 ve Los Angeles 2028 Olimpiyat Oyunları'nda da yer alacağından rekabet artmıştır. Bu sebeple spor bilimcileri tırmanış performansında başarılı olabilmek için belirli antropometrik özelliklerin sahip olunması gerektiğini (Watts, 2004; Magiera ve ark. 2013; Laffaye ve ark., 2014) el ve parmak kuvvetinin öneminden bahsetmektedir (Mermier, 2000; Mitchell ve ark., 2011; Cronin ve ark., 2017). Başarılı tırmanışçıların antropometrik özelliklerinin düşük yağ yüzdesi, geniş önkol hacmi, el kavrama kuvvetlerinin yüksek olduğđu ve parmak uzunluğunun belirleyici faktörler olduğđu bulunmuştur (Saul ve ark., 2019). Düzenli yapılan spor tırmanışın el kavrama kuvveti ve parmak kuvvetinin pozitif yönde etki ettiğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Laffaye ve ark., 2014; Gürer & Duman, 2022). Tırmanış sırasında bir tutuşu kavrarken ağırlıklı olarak kullanılan parmak kuvveti tipinin izometrik kuvvet olduğđu söylenebilir (Giles ve ark., 2006). Parmak kavrama kuvveti el kavrama kuvveti gibi el fonksiyonlarının değerlendirilmesinde sıklıkla çalışmalarda kullanılmaktadır. Parmak kavrama kuvveti de önkol uzunluğu ve parmak uzunluğu gibi kişinin antropometrik faktörlerle ilişkili olduğđu çalışmalar vardır (Günther ve ark.,2008). Spor tırmanışında rotaları tırmanmanın ekstra beceri, zihinsel keskinlik ve el-parmak kuvveti gerektirdiği vurgulanmıştır (Michael ve ark., 2019). Ayrıca tırmanışta dengeyi sağlamak ve duvarda yer değiştirmek için üst ekstremite kuvveti olarak tanımlanan kollar, önkollar, eller ve parmakların yoğun olarak kullanılması gerektiğinden bahsedilmiştir (Vigouroux ve ark., 2015).

Literatüre bakıldığında çoğunlukla kavrama kuvvetlerinin ve antropometrik özelliklerin öneminden bahsedilmiş fakat aralarında ki ilişki yetersiz kalmıştır. Özellikle el bileği çevresi ve genişliğinden, el ve avuç içi uzunluğundan, bu değerlerden elde edilen şekil indeksi, el yüzey alanı gibi indekslerden bahsedilmemiştir. Yapılan bu çalışma ile milli takım seviyesinde

sporcuların, rekreasyonel tırmanış yapan sporcularla kuvvet ve el-ön kol antropometrik değerlerinin ilişkisi literatür için önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacında; elit ve rekreasyonel düzeyde spor tırmanışı yapan erkek sporcuların önkol ve el antropometrik özelliklerinin kavrama kuvvetleri ile ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır.

## **YÖNTEM**

### **Katılımcılar**

Araştırmanın evrenini; Spor tırmanışı yapan erkek sporcular oluştururken, örneklemini 19-23 yaşları arasında Türkiye Şampiyonası'nda dereceye giren erkek milli takım sporcularından (elit sporcu) rastgele gönüllü 20 kişi,  $19,25 \pm 1,68$  yaş,  $177,45 \pm 4,26$  cm boy,  $66,28 \pm 5,92$  kg ağırlığa sahip, rekreasyonel spor tırmanışı yapan müsabakalara katılmayan gönüllü 20 erkek spor tırmanışı yapan,  $19,45 \pm 0,88$  yaş,  $179,10 \pm 4,97$  cm boy,  $70,37 \pm 7,24$  kg ağırlığa sahip olan toplam 40 erkek sporcudan oluşturulmuştur. Sporcuların deneyim yılı elit sporcularda  $4,57 \pm 1,98$  yıl, rekreasyonel amaçlı tırmanışçılarda  $1,20 \pm 0,1$  yıldır. Gönüllülerin araştırmaya dahil edilme kriterleri; herhangi bir sakatlık lığının olmaması, elit sporcuların milli takım seviyesinde olması, rekreasyonel sporcuların müsabakalara katılmamasıdır. Gönüllülere olası riskler ve çalışma konusunda bilgilendirilmiş onam formu okutulup, imzalatılmıştır. Bu çalışma Helsinki Bildirgesi'ne göre yerel etik kurul onayı alınarak yürütülmüştür. Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler, Bilim ve Mühendislik Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 07 Haziran 2023 tarih ve 06/03 sayılı 50288587-050.01.04-159887 sayılı karar ile çalışma onayı alınmıştır.

### **Veri toplama araçları**

Milli takım sporcuları (elit sporcu) ve rekreasyonel sporcuların antropometrik ölçümleri; boy (cm), kilo (kg) ve VKİ (vücut kitle indeksi) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), dominant elin antropometrik ölçümleri (el uzunluğu, avuç içi uzunluğu, parmak uzunluğu, el bileği çevresi, el genişliği), ön kol antropometrik ölçümler (ön kol uzunluğu, ön kol çevresi), şekil indeksi, el yüzey alanı, avuç içi (palmar) uzunluk/genişlik, el uzunluğu/boy oranları ölçülmüştür. Kavrama kuvvetleri için el kavrama ve parmak kavrama kuvvetleri (parmak ucu kavrama (2 nokta), palmar kavrama (C3-nokta ped) ve lateral kavrama (anahtar) dinamometreler ile ölçülerek sporcu değerlendirme formuna kaydedilmiştir. Ölçümler gönüllülerin dominant elinden alınmıştır. Test ölçümleri spor salonunda spor uzmanları tarafından müsabakalara başlamadan önce alınmıştır. Değerlendirilen faktörler aşağıdaki gibidir:

**Antropometrik ölçümler:** Araştırmaya katılan sporcuların boy uzunluğu stadiometre (Holtain) ile; kilo (kg), vücut yağ yüzdesi, vücut kitle indeksi değerleri (VKİ) ise bio-elektriksel impedans analizör (Tanita MC 580) ile ölçülmüştür. El ve önkolun antropometrik özelliklerini

belirlemek amacıyla uzunluk ve genişlik ölçümleri bir dijital kumpas ile, çevre ölçümleri için mezura kullanılmıştır. Ölçümler katılımcıların dominant eline yapılmıştır.

#### ***El antropometrik ölçümleri***

***El uzunluğu:*** Distal el bileğinin orta noktası ile orta parmağın uç noktası arasında ki mesafe olup, palmar uzunluğun ve orta parmak uzunluğunun birleşiminden oluşmaktadır (Keçelioğlu & Akçay, 2019). ***Avuç içi (palmar) uzunluğu:*** Distal el bileğinin orta noktası ile orta parmağın kıvrımı arasında ki mesafe olarak tanımlanmaktadır (Kulaksız & Gözil, 2019). ***Parmak uzunluğu:*** Katılımcıların her iki elinin (2., 3. ve 4. parmaklar) işaret, orta ve yüzük parmak uzunlukları (metakarpofalangeal eklem volar yüzündeki proksimal kıvrımdan, parmak ucuna kadar) dijital kumpasla ölçülmüştür (Tatar ve ark., 2017). ***El bileği çevresi:*** El bileğinin radius ve ulna'nın processus styloideus'u arasındaki çevre ölçülecektir (Kabakçı ve ark., 2018). ***El genişliği:*** 2. Parmağın volar yüzeyi ve 5. metakarpalin baş kısmı arasında ki mesafe ölçülmüştür (Keçelioğlu & Akçay, 2019).

#### ***Önkol antropometrik ölçümleri***

***Önkol uzunluğu:*** Önkol uzunluk ölçümü dirsek 90° fleksiyonda olacak şekilde olecranon ile radiusun stiloid çıkıntısı arası mesafesi ölçülmüştür. ***Önkol çevresi:*** Ön kol çevre ölçümü ise dirsek 90° fleksiyonda, ön kol supinasyonda iken olecranonun 12 cm distalinden basınç uygulanmadan mezura ile ölçülerek değerlendirilmiştir (Narin ve ark., 2009).

Yapılan ölçümler sonrası elde edilen veriler belirtilen formüller kullanılarak, şekil indeksi (shape indeks), el yüzey alanı, avuç içi uzunluk/genişlik oranı, değerlerine ulaşılmıştır. ***Şekil indeksi:*** El genişliği x 100 / El uzunluğu, formülü kullanılmıştır (Kulaksız & Gözil, 2002). ***El yüzey alanı:*** El uzunluğu ve el genişliği ölçülerinin inç cinsinden çarpılmasıyla cm<sup>2</sup> cinsinden elde edilmektedir. El Yüzey Alanı (cm<sup>2</sup>) = El Uzunluğu (cm) x El Genişliği (cm) (Agarwal & Sahu, 2010). ***Avuç içi uzunluk/genişlik:*** Avuç içi uzunluğu ve avuç içi genişliği ölçümlerinin birbirlerine oranı ile hesaplanmıştır. ***El uzunluğu/boy:*** Ölçülen el uzunluğu ile boyun oranı hesaplanmıştır (Barut ve ark., 2008).

#### ***El kavrama kuvveti ölçümleri***

Katılımcıların el kavrama kuvveti, 5,0 ile 100,0 kg arasında kuvvet ölçeklenen, 0,1 kg hassasiyetinde, ayarlanabilir kavrama açıklığına sahip bir dijital kavrama kuvveti dinamometresi (TKK 5401 GRIP D; Takei, Japonya) ile ölçülmüştür. Ölçüm uygulamasında, katılımcılardan ayakları kalça genişliğinde açık olacak şekilde dik durmaları ve dirseklerini tam ekstansiyonda ileriye bakmaları istenmiştir. Dinamometre, test eden el tarafından nötr, rahat bir

pozisyonda (ekstansiyon veya fleksiyon durumunda değil), işaret parmağı 90° fleksiyonda tutmaları istenmiştir. Katılımcılara kavramayı en az 3 saniye boyunca tam güçleriyle sıkmaları talimatı verilmiştir. Test sırasında dinamometreyi sallamamaları ve nefeslerini tutmamaları için bilgi verilmiştir. Tırmanışçılardan günlük hayatta hangi elle yemek yedikleri ve yazarken hangi eli kullandığını sorarak dominant eli belirlenmiştir. Katılımcılar her el için dönüşümlü olarak üç deneme gerçekleştirilmiş ve üç denemenin ortalaması kilogram (kg) cinsinden kaydedilmiştir. Her deneme arasında 60 saniyelik süre verilmiştir (Kim ve ark., 2018). *Relatif el kavrama kuvveti*: Ölçülen el kavrama kuvvet değerleri vücut kütlelerine bölünerek relatif el kavrama kuvveti (REKK) değerleri (kg/kg) belirlenmiştir.

#### ***Parmak kavrama kuvveti ölçümleri***

Katılımcıların parmak kavrama kuvvetini değerlendirmek amacıyla pinchmetre (Baseline®) kullanılmıştır. Ölçüm uygulaması, Amerikan El Terapistleri Derneği (AETD) tarafından önerilen standart pozisyon olan oturma pozisyonunda, sırt desteği olan bir sandalyede omuz adduksiyonda ve nötral rotasyonda, dirsek 90° fleksiyonda, ön kol midrotasyonda ve destekli, el bileği nötralde, parmak ucu kavrama (2 nokta), palmar kavrama (C3-nokta ped) ve lateral kavrama (anahtar) tutuş olmak üzere üç tür parmak kavrama kuvveti ölçülmüştür. Tırmanışçılardan günlük hayatta hangi elle yemek yedikleri ve yazarken hangi eli kullandığını sorarak dominant eli belirlenmiştir. Her teste dominant el ile başlanmıştır. Test prosedüründe parmak kavrama kuvvetleri için her ölçüm arasında 60 saniyelik aralar verilerek üç ölçüm alınarak, ortalamalar alınarak kilogram (kg) cinsinden kaydedilmiştir (Halpern ve ark, 1996; Haidar ve ark, 2004; Özen ve ark, 2011). Pinchmetrenin düşmesini engellemek için ölçüm alacak kişi tarafında distal uçtan tutulmuştur. Test prosedüründe parmak kuvvetleri (lateral kavrama (anahtar), palmar kavrama (C3- nokta ped), parmak ucu kavrama (2 nokta) için her ölçüm arasında birer dakikalık aralar verilerek 3 ölçüm yapıp en yüksek değer alınarak kg. cinsinden kaydedilmiştir. *Relatif parmak kavrama kuvveti*: Ölçülen parmak kavrama kuvvet değerleri vücut kütlelerine bölünerek relatif el kavrama kuvveti (RPKK) değerleri (kg/kg) belirlenmiştir.

#### **Verilerin analizi**

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (Ver.23.0) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplardan elde edilen verilere betimsel istatistik yöntemi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığını bulmak için çarpıklık katsayısı hesaplanmıştır. Normal dağılım gösteren verilere Levene's homojenlik testi uygulanmış, bu test sonucuna göre bağımsız örnek t-testi

kullanılmıştır. Araştırmada kuvvet ve antropometrik değerler arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Pearson korelasyon analizi kullanılarak  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel açıdan incelenmiştir.

## BULGULAR

**Tablo 1. Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların tanımlayıcı verilerinin t-Testi değerleri**

Parametreler	Elit tırmanışçı (n=20)		Rekreasyonel tırmanışçı (n=20)		p
	Ort.	s.s.	Ort.	s.s.	
Yaş (yıl)	19,25	1,68	19,45	0,88	0,64
Boy (cm)	177,45	4,26	179,1	4,97	0,26
Kilo (kg)	66,28	5,92	70,37	7,24	0,14
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	19,63	2,40	21,58	1,86	<b>0,00**</b>
Deneyim (yıl)	4,57	1,98	1,20	0,1	<b>0,00**</b>

VKİ: vücut kitle indeksi, Ort: ortalama, ss: standartsapma  $p < 0,1^{**}$ ,  $p < 0,05^{*}$

Tablo 1'e göre elit ve rekreasyonel tırmanışçıların VKİ ve Deneyim parametreleri arasında anlamlı bir farklılık göstermektedir ( $p < 0,01$ ). Elit tırmanışçılar, rekreasyonel tırmanışçılara göre daha fazla deneyime sahipken, rekreasyonel tırmanışçılar elit tırmanışçılara göre VKİ bakımından daha fazladır.

**Tablo 2. Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların dominant el ve parmak kuvvet değerlerinin karşılaştırılması**

Parametreler	Elit tırmanışçı (n=20)		Rekreasyonel tırmanışçı (n=20)		p
	Ort.	s.s.	Ort.	s.s.	
EKK (kg)	52,90	6,77	38,55	4,62	<b>0,00**</b>
REKK (kuvvet/kg)	0,80	0,09	0,56	0,07	<b>0,00**</b>
LK(kg)	11,77	2,03	10,92	1,36	0,13
RLK (kuvvet/kg)	0,17	0,02	0,15	0,01	<b>0,01**</b>
PUK (kg)	8,70	1,88	6,55	1,01	<b>0,00**</b>
RPUK (kuvvet/kg)	0,13	0,02	0,09	0,01	<b>0,00**</b>
PK (kg)	12,47	2,04	8,37	1,55	<b>0,00**</b>
RPK (kuvvet/kg)	0,18	0,03	0,12	0,02	<b>0,00**</b>

EKK: El kavrama kuvveti, REKK: Relatif el kavrama kuvveti, LK: Lateral kavrama, RLK: Relatif lateral kavrama, PUK: Parmak ucu kavrama, RPUK: Relatif parmak ucu kavrama, PK: Palmar kavrama, RPK: Relatifpalmar kavrama,  $p < 0,01^{**}$ ,  $p < 0,05^{*}$

Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların dominant el ve parmak kuvvet değerleri karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir. El kavrama kuvveti (EKK), Relatif el kavrama kuvveti (REKK), Relatif lateral kavrama (RLK), Parmak ucu kavrama (PUK), Relatif parmak ucu kavrama (RPUK), Palmar kavrama (PK), Relatifpalmar kavrama (RPK) değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Elit spor tırmanışçıların, rekreasyonel tırmanışçılara göre el ve parmak kuvvet değerleri daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 3. Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların dominant el ve ön kol antropometrik değerlerinin karşılaştırılması**

Parametreler	Elit tırmanışçı (n=20)		Rekreasyonel tırmanışçı (n=20)		p
	X	s.s.	X	s.s.	
ÖKU (cm)	29,82	1,56	29,57	1,13	0,57
EU (cm)	19,77	1,02	18,95	1,05	<b>0,01**</b>
PU (cm)	11,6	0,55	11,27	0,65	0,09
İPU (cm)	7,62	0,52	7,62	0,62	1,0
OPU (cm)	8,41	0,52	8,32	0,76	0,68
YPU (cm)	7,78	0,58	7,55	0,62	0,22
EBC (cm)	17,36	0,84	16,97	0,69	0,12
ÖKÇ (cm)	27,75	2,28	26,25	1,65	<b>0,02**</b>
EBG (cm)	4,30	0,34	4,27	0,52	0,8
EG (cm)	7,05	0,83	7,03	0,58	0,9
Şekil indeksi	35,65	3,56	37,12	2,81	0,15
El yüzey alanı	139,95	21,17	133,49	16,10	0,28
PU/genişlik	1,66	0,18	1,61	0,14	0,34
EU/boy	0,11	0,00	0,10	0,00	<b>0,00**</b>

ÖKU: Ön kol uzunluk, EU: El uzunluğu, PU: Palmar uzunluk, İPU: İşaret parmak uzunluk, OPU: Orta parmak uzunluk, YPU: Yüzük parmak uzunluk, EBC: El bileği çevresi, ÖKÇ: Ön kol çevresi, EBG: El bileği genişliği, EG: El genişliği, Şekil indeksi: El genişliği x 100 /El uzunluğu, El Yüzey Alanı (cm<sup>2</sup>) = El Uzunluğu (cm) x El Genişliği (cm), PU/genişlik: Palmaruzuluk/genişlik, EU/boy: El uzunluk/boy p<0.01\*\*, p<0.05\*

Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların dominant el ve ön kol antropometrik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 3’de verilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada; El uzunluğu (EU), Ön kol çevresi (ÖKÇ), El uzunluk/boy oranında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p<0,01). Elit spor tırmanışçıların el uzunluğu, ön kol çevresi ve el uzunluk/boy oran parametreleri, rekreasyonel tırmanışçılara göre daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 4. Elit spor tırmanışçıların kuvvet ve antropometrik parametrelerle ilişkisi**

Parametre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1-Boy	1																			
2-Kilo	0,380	1																		
3-EKK	0,181	<b>0,456*</b>	1																	
4-LK	0,064	0,334	0,058	1																
5-PUK	0,194	0,420	<b>0,468*</b>	<b>0,499*</b>	1															
6-PK	0,035	0,171	<b>0,652**</b>	0,399	<b>0,512*</b>	1														
7-ÖKU	<b>0,590**</b>	0,279	0,277	-0,061	-0,001	0,262	1													
8-EU	0,326	<b>0,510*</b>	<b>0,593**</b>	0,382	0,370	0,355	0,422	1												
9-PU	0,013	0,247	<b>0,612**</b>	0,267	0,346	0,432	0,278	<b>0,768**</b>	1											
10-İPU	<b>0,605**</b>	0,286	<b>0,513*</b>	0,202	0,345	0,355	0,413	<b>0,682**</b>	0,417	1										
11-OPU	0,441	<b>0,669**</b>	<b>0,709**</b>	0,324	0,440	0,424	0,427	<b>0,784**</b>	<b>0,466*</b>	<b>0,758**</b>	1									
12-YPU	0,235	<b>0,547*</b>	<b>0,753**</b>	0,339	0,413	<b>0,456*</b>	0,272	<b>0,808**</b>	<b>0,575**</b>	<b>0,584**</b>	<b>0,801**</b>	1								
13-EBÇ	0,245	<b>0,570**</b>	0,042	0,387	0,191	-0,036	-0,233	0,212	-0,053	0,309	0,377	0,165	1							
14-ÖKÇ	0,285	0,393	0,203	0,038	-0,168	0,072	<b>0,448*</b>	0,209	0,000	0,329	<b>0,446*</b>	0,345	0,330	1						
15-EBG	0,246	0,434	-0,068	<b>0,532*</b>	0,266	-0,081	-0,310	0,350	0,120	,237	0,212	0,142	<b>0,730**</b>	-0,124	1					
16-EG	0,099	<b>0,714**</b>	0,390	<b>0,536*</b>	<b>0,586**</b>	0,207	-0,194	<b>0,541*</b>	0,353	0,343	<b>0,564**</b>	<b>0,495*</b>	<b>0,637**</b>	-0,088	<b>0,715**</b>	1				
17-Şekil i.	-0,063	<b>0,587**</b>	0,170	0,432	0,507*	0,069	-0,440	0,138	0,034	0,053	0,269	0,185	<b>0,631**</b>	-0,211	<b>0,654**</b>	<b>0,907**</b>	1			
18-El yüzeyi	0,201	<b>0,728**</b>	<b>0,499*</b>	<b>0,550*</b>	<b>0,579**</b>	0,277	-0,009	<b>0,755**</b>	<b>0,531*</b>	<b>0,500*</b>	<b>0,703**</b>	<b>0,653**</b>	<b>0,578**</b>	0,006	<b>0,683**</b>	<b>0,959**</b>	<b>0,751**</b>	1		
19-PU/genş.	-0,100	<b>-0,681**</b>	-0,203	-0,433	<b>-0,483*</b>	-0,061	0,293	-0,266	0,055	-0,225	<b>-0,446*</b>	-0,323	<b>-0,726**</b>	-0,001	<b>-0,658**</b>	<b>-0,904**</b>	<b>-0,934**</b>	<b>-0,790**</b>	1	
20-EU/boy	-0,147	0,345	<b>0,537*</b>	0,368	0,297	0,357	0,152	<b>0,887**</b>	<b>0,801**</b>	0,418	<b>0,605**</b>	<b>0,733**</b>	0,099	0,073	0,243	0,517*	0,174	<b>0,691**</b>	-0,225	1

EKK: El kavrama kuvveti, LK: Lateral kavrama, PUK: Parmak ucu kavrama, PK: Palmar kavrama, ÖKU: Ön kol uzunluk, EU: El uzunluğu, PU: Palmar uzunluk, İPU: İşaret parmak uzunluk, OPU: Orta parmak uzunluk, YPU: Yüzük parmak uzunluk, EBÇ: El bileği çevresi, ÖKÇ: Ön kol çevresi, EBG: El bileği genişliği, EG: El genişliği, El Yüzey Alanı (cm<sup>2</sup>) = El Uzunluğu (cm) x El Genişliği (cm), PU/genişlik: Palmar uzunluk/genişlik, EU/boy: El uzunluk/boy p<0,01\*\*, p<0,05\*



Elit tırmanışçıların kuvvet ve antropometrik değişkenler arasında korelasyon analizleri Tablo 4’de gösterilmiştir. Boy değişkeninin, ön kol uzunluğu ( $r=0,590$ ,  $p<0,01$ ) ve işaret parmak uzunluğu ( $r=0,605$ ,  $p<0,01$ ) ile orta düzeyde pozitif korelasyonu bulunmuştur. Kilo değişkeninin, EKK ( $r=0,456$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, El uzunluğu ( $r=0,510$ ,  $p<0,05$ ), orta parmak uzunluğu ( $r=0,669$ ,  $p<0,01$ ), yüzük parmak uzunluğu ( $r=0,547$ ,  $p<0,05$ ), el bileği çevresi ( $r=0,570$ ,  $p<0,01$ ), şekil indeksi ( $r=0,587$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, el genişliği ( $r=0,714$ ,  $p<0,01$ ) ve el yüzeyi ( $r=0,728$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunurken, palmar uzunluk/genişlik oranı ( $r=-0,681$ ,  $p<0,01$ ) ile orta negatif ilişki bulunmuştur. EKK değişkeninin, PUK ( $r=0,468$ ,  $p<0,05$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,499$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, El uzunluk/boy ( $r=0,537$ ,  $p<0,05$ ), PK ( $r=0,652$ ,  $p<0,01$ ), EU ( $r=0,593$ ,  $p<0,01$ ), PU ( $r=0,612$ ,  $p<0,01$ ), İPU ( $r=0,513$ ,  $p<0,05$ ) ile orta, OPU ( $r=0,709$ ,  $p<0,01$ ) ve YPU ( $r=0,753$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. LK değişkeninin, PUK ( $r=0,499$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, EBG ( $r=0,532$ ,  $p<0,05$ ), EG ( $r=0,536$ ,  $p<0,05$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,550$ ,  $p<0,05$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. PUK değişkeninin, PK ( $r=0,512$ ,  $p<0,05$ ), EG ( $r=0,586$ ,  $p<0,01$ ), El yüzeyi ( $r=0,579$ ,  $p<0,01$ ) ile orta pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,483$ ,  $p<0,05$ ) değişkeni ile zayıf negatif ilişki bulunmuştur. PK değişkeninin, YPU ( $r=0,456$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf pozitif korelasyonu bulunmuştur. ÖKU değişkeninin, ÖKÇ ( $r=0,448$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf pozitif ilişki bulunmuştur. EU değişkeninin, EG ( $r=0,541$ ,  $p<0,05$ ) ve İPU ( $r=0,682$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, PU ( $r=0,768$ ,  $p<0,01$ ), OPU ( $r=0,784$ ,  $p<0,01$ ), YPU ( $r=0,808$ ,  $p<0,01$ ), El yüzeyi ( $r=0,755$ ,  $p<0,01$ ), El uzunluk/boy ( $r=0,887$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur. PU değişkeninin, OPU ( $r=0,466$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, YPU ( $r=0,575$ ,  $p<0,01$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,531$ ,  $p<0,05$ ) ile orta, El uzunluk/boy ( $r=0,801$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur. İPU değişkeninin, YPU ( $r=0,584$ ,  $p<0,01$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,500$ ,  $p<0,05$ ) ile orta, OPU ( $r=0,758$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur. OPU değişkeninin, ÖKÇ ( $r=0,446$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, EG ( $r=0,564$ ,  $p<0,01$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,605$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, El yüzeyi ( $r=0,703$ ,  $p<0,01$ ) ve YPU ( $r=0,801$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,446$ ,  $p<0,05$ ) değişkeni ile zayıf negatif ilişki bulunmuştur. YPU değişkeninin, EG ( $r=0,495$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, El yüzeyi ( $r=0,653$ ,  $p<0,01$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,733$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur. EBC değişkeninin, EG ( $r=0,637$ ,  $p<0,01$ ), Şekil indeksi ( $r=0,631$ ,  $p<0,01$ ), El yüzeyi ( $r=0,578$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, EBG ( $r=0,730$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,726$ ,  $p<0,01$ ) değişkeni ile yüksek negatif ilişki bulunmuştur. EBG değişkeninin, Şekil indeksi ( $r=0,654$ ,  $p<0,01$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,683$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, EG ( $r=0,715$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,658$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek negatif ilişki bulunmuştur. EG değişkeninin, Şekil indeksi ( $r=0,907$ ,  $p<0,01$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,959$ ,  $p<0,01$ ) ile çok yüksek pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,904$ ,  $p<0,01$ ) değişkeni ile çok zayıf negatif ilişki bulunmuştur. Şekil indeksi değişkeninin, El yüzeyi ( $r=0,751$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,934$ ,  $p<0,01$ ) değişkeni ile çok yüksek negatif ilişki bulunmuştur. El yüzeyi değişkeni, El uzunluk/boy ( $r=0,691$ ,  $p<0,01$ ) ile orta pozitif ilişki bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,790$ ,  $p<0,01$ ) değişkeni ile yüksek negatif ilişki bulunmuştur.

**Tablo 5. Rekreasyonel spor tırmanışçıların kuvvet ve antropometrik parametrelerle ilişkisi**

Parametre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1-Boy	1																			
2-Kilo	<b>0,581**</b>	1																		
3-EKK	0,291	0,208	1																	
4-LK	<b>0,453*</b>	<b>0,483*</b>	0,384	1																
5-PUK	0,276	0,238	0,384	0,307	1															
6-PK	<b>0,465*</b>	-0,021	0,221	<b>0,459*</b>	<b>0,623**</b>	1														
7-ÖKU	<b>0,454*</b>	-0,031	0,081	0,265	0,156	0,362	1													
8-EU	<b>0,470*</b>	0,065	-0,003	0,134	-0,022	0,286	0,344	1												
9-PU	0,385	0,085	-0,063	0,301	0,097	0,357	<b>0,480*</b>	<b>0,782**</b>	1											
10-İPU	0,351	0,050	0,109	-0,142	0,010	0,274	0,060	<b>0,711**</b>	0,359	1										
11-OPU	0,371	-0,248	0,195	-0,001	-0,056	0,434	0,182	<b>0,741**</b>	0,361	<b>0,707**</b>	1									
12-YPU	<b>0,708**</b>	0,126	0,026	0,112	0,100	<b>0,507*</b>	0,345	<b>0,744**</b>	<b>0,507*</b>	<b>0,756**</b>	<b>0,678**</b>	1								
13-EBÇ	0,289	0,426	0,375	0,439	0,412	0,191	0,002	0,124	-0,042	0,098	0,164	0,003	1							
14-ÖKÇ	0,362	<b>0,768**</b>	0,360	0,405	0,386	0,085	-0,396	-0,030	-0,103	0,070	-0,161	0,025	<b>0,543*</b>	1						
15-EBG	<b>0,594**</b>	<b>0,521*</b>	0,132	0,067	-0,126	-0,181	0,206	0,217	0,188	0,290	0,061	0,316	0,164	0,326	1					
16-EG	0,306	-0,149	0,232	0,264	0,131	0,229	<b>0,500*</b>	<b>0,472*</b>	0,266	0,372	<b>0,650**</b>	0,342	<b>0,508*</b>	-0,137	0,144	1				
17-Şekil i.	0,000	-0,186	0,246	0,206	0,142	0,270	0,293	-0,210	-0,278	-0,117	0,166	-0,172	<b>0,483*</b>	-0,111	0,020	<b>0,762**</b>	1			
18-El yüzeyi	0,438	-0,076	0,171	0,244	0,095	<b>0,456*</b>	<b>0,503*</b>	<b>0,800**</b>	<b>0,552*</b>	<b>0,600**</b>	<b>0,806**</b>	<b>0,594**</b>	0,410	-0,105	0,195	<b>0,906**</b>	0,416	1		
19-PU/genş.	-0,036	0,207	-0,233	-0,055	-0,038	-0,190	-0,178	0,063	0,395	-0,102	-0,375	0,019	<b>-0,493*</b>	0,088	-0,010	<b>-,778**</b>	<b>-0,907**</b>	<b>-0,500*</b>	1	
20-EU/boy	-0,058	-0,270	-0,175	0-,116	-0,189	0,051	0,125	<b>0,854**</b>	<b>0,655**</b>	<b>0,599**</b>	<b>0,620**</b>	0,427	-0,034	-0,249	-0,105	,356	-0,233	<b>0,649**</b>	087	1

EKK: El kavrama kuvveti, LK: Lateral kavrama, PUK: Parmak ucu kavrama, PK: Palmar kavrama, ÖKU: Ön kol uzunluk, EU: El uzunluğu, PU: Palmar uzunluk, İPU: İşaret parmak uzunluk, OPU: Orta parmak uzunluk, YPU: Yüzük parmak uzunluk, EBÇ: El bileği çevresi, ÖKÇ: Ön kol çevresi, EBG: El bileği genişliği, EG: El genişliği, El Yüzey Alanı (cm<sup>2</sup>) = El Uzunluğu (cm) x El Genişliği (cm), PU/genişlik: Palmar uzunluk/genişlik, EU/boy: El uzunluk/boy p<0,01\*\*, p<0,05\*

Rekreasyonel tırmanışçıların kuvvet ve antropometrik değişkenler arasındaki ilişkide korelasyon analizleri Tablo 5’de gösterilmiştir Boy değişkeninin, LK ( $r=0,453$ ,  $p<0,05$ ), PK ( $r=0,465$ ,  $p<0,05$ ), ÖKU ( $r=0,454$ ,  $p<0,05$ ), EU ( $r=0,470$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, Kilo ( $r=0,581$ ,  $p<0,01$ ) ve EBG ( $r=0,594$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, YPU ( $r=0,708$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. Kilo değişkeninin, LK ( $r=0,483$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, EBG ( $r=0,521$ ,  $p<0,05$ ) ile orta, ÖKÇ ( $r=0,768$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. LK değişkeninin, PK ( $r=0,459$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf pozitif korelasyonu bulunmuştur. PUK değişkeninin, PK ( $r=0,623$ ,  $p<0,01$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. PK değişkeninin, El yüzeyi ( $r=0,456$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, YPU ( $r=0,507$ ,  $p<0,05$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. ÖKU değişkeninin, PU ( $r=0,480$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, EG ( $r=0,500$ ,  $p<0,05$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,503$ ,  $p<0,05$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. EU değişkeninin, EG ( $r=0,472$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, PU ( $r=0,782$ ,  $p<0,01$ ), İPU ( $r=0,711$ ,  $p<0,01$ ), OPU ( $r=0,741$ ,  $p<0,01$ ), YPU ( $r=0,744$ ,  $p<0,01$ ), El yüzeyi ( $r=0,800$ ,  $p<0,05$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,854$ ,  $p<0,05$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. PU değişkeninin, YPU ( $r=0,507$ ,  $p<0,05$ ), El yüzeyi ( $r=0,552$ ,  $p<0,05$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,655$ ,  $p<0,01$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. İPU değişkeninin, El yüzeyi ( $r=0,600$ ,  $p<0,01$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,599$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, OPU ( $r=0,707$ ,  $p<0,01$ ) ve YPU ( $r=0,756$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. OPU değişkeninin, YPU ( $r=0,678$ ,  $p<0,01$ ), EG ( $r=0,650$ ,  $p<0,01$ ) ve El uzunluk/boy ( $r=0,620$ ,  $p<0,01$ ) ile orta, El yüzeyi ( $r=0,806$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyonu bulunmuştur. YPU değişkeninin, El yüzeyi ( $r=0,594$ ,  $p<0,01$ ) ile orta pozitif korelasyonu bulunmuştur. EBCÇ değişkeninin, Şekil indeksi ( $r=0,483$ ,  $p<0,05$ ) ile zayıf, ÖKÇ ( $r=0,543$ ,  $p<0,05$ ) ve EG ( $r=0,508$ ,  $p<0,05$ ) ile orta pozitif korelasyon bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,493$ ,  $p<0,05$ ) değişkeni ile zayıf negatif ilişki bulunmuştur. EG değişkeninin, Şekil indeksi ( $r=0,762$ ,  $p<0,01$ ) ve El yüzeyi ( $r=0,906$ ,  $p<0,01$ ) ile yüksek pozitif korelasyon bulunurken, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,778$ ,  $p<0,05$ ) değişkeni ile yüksek negatif ilişki bulunmuştur. Şekil indeksi değişkeninin, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,907$ ,  $p<0,01$ ) değişkeni ile yüksek negatif ilişki bulunmuştur. El yüzeyi değişkeninin, El uzunluk/boy ile ( $r=0,649$ ,  $p<0,01$ ) orta pozitif, Palmar uzunluk/genişlik ( $r=-0,500$ ,  $p<0,05$ ) değişkeni ile orta negatif ilişki bulunmuştur.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Spor tırmanışın rekabetçi bir disiplin olarak ortaya çıkması ile birlikte bu branş sporcularında birçok konuda araştırma yapılmasına sebep olmuştur. Tırmanış performansında başarılı olabilmek için belirli antropometrik özelliklerin sahip olunması gerektiğini (Watts,

2004; Magiera ve ark. 2013; Laffaye ve ark., 2014) vücut kompozisyonu ve kassal kuvvetin göstergesi olan el ve parmak kuvveti ile ilgili (Amca ve ark., 2012; McDonald ve ark., 2011) öneminden bahsedilmektedir (Mermier, 2000; Mitchell ve ark., 2011; Cronin ve ark., 2017). Sistematik bir şekilde yapılan çalışmalar incelendiğinde başarılı tırmanışçıların antropometrik özelliklerine bakıldığında düşük yağ yüzdesine ve geniş önkol hacmine sahip oldukları, el kavrama kuvvetlerinin yüksek olduğu ve parmak uzunluğunun belirleyici faktörler olduğu bulunmuştur (Watts ve ark., 2004, Özen ve ark., 2011, Saul ve ark., 2019). Bu çalışmada da literatürü destekler nitelikte sonuçlar bulunmuş olup, elit spor tırmanışçıların rekreasyonel tırmanışçılara göre vücut ağırlıkları düşük bulunmuş olup, ön kol çevreleri yüksek, el uzunlukları fazla bulunmuştur. Literatür araştırmalarına bakıldığında, tırmanışçıların sedanter bireylere göre maksimum izometrik kasılma ile parmak fleksör kuvvetinin, vücut ağırlığına oranlaması (relatif kuvvet) anlamlı olarak farklı çıkmıştır (Vigouroux & Quaine 2006; Macdonald & Callender, 2011; Philippe ve ark., 2012; Fryer ve ark., 2015). Çalışmamızda dominant el ve parmak kuvvetlerinin vücut ağırlığına bölünmesiyle bulunan relatif kuvvet değerlerine bakıldığında literatürü destekler nitelikte olup elit spor tırmanışçıların, rekreasyonel tırmanışçılara göre yüksek çıkmıştır. Spor tırmanışında özellikle ön kol kaslarının ve parmakların sürekli ve aralıklı izometrik kasılmaları gerektiren ve bu kuvvetlerin tırmanırken önemli bir etken olduğundan bahsedilmektedir (Macdonald, 2018). Philippe ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptığı çalışmada 12 elit ve 12 tırmanıcı olmayan katılımcıya ait tırmanmaya özgü parmak fleksör kuvveti araştırmış, tırmanıcı olanların tırmanıcı olmayanlara göre maksimum istemli parmak fleksörlerinin kasılması anlamlı çıkmıştır (Philippe ve ark., 2012). Çalışmamızda da elit spor tırmanışçıların, rekreasyonel tırmanışçılara göre el ve parmak kuvvet değerlerinin yüksek bulunması araştırmalara benzerlik göstermektedir. Elit spor tırmanışçıların parmak kuvvetlerinden özellikle parmak ucu kavrama ve palmar kavrama kuvvet değerleri, rekreasyonel tırmanışçılara göre daha anlamlı çıkması tutamak tutuşlarının sürekli tekrarları ile ilgili olabilir. Özellikle literatürde dengeyi sağlamak ve yer değiştirmek için üst ekstremité kuvveti olarak tanımlanan kollar, ön kollar, eller ve parmakların yoğun kullanılması gerektiğinden bahsedilmiştir (Vigouroux ve ark., 2015). Çalışmamızda elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların antropometrik özellikleri karşılaştırıldığında genel antropometrik özelliklerinde (boy, kilo) fark çıkmazken, el ve ön kol antropometrik özelliklerinde (El uzunluğu, ön kol çevresi ve el uzunluğu/boy oranı) elit sporcular lehinde farklılıklar çıkmıştır. Ayrıca elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların dominant el ve ön kol antropometrik özellikleri ve kavrama kuvvetleri arasında ilişkiler incelendiğinde; elit

sporcuların el kavrama kuvvetlerinin, parmak kavrama kuvvetleriyle (parmak ucu ve palmar kavrama), el uzunluğu ve parmak uzunluklarıyla anlamlı ilişkiler bulunmuşken, rekreasyonel sporcularda ilişki bulunmamıştır. Literatürde de el antropometrisinin kavrama kuvvetleri ile ilişkilerine bakıldığında, bizim çalışmamıza benzerlik göstererek kavrama kuvvetlerinin el antropometrik özellikleri ile doğrudan ilişki olduğundan bahsedilmektedir (Hager-ross & Schieber, 2000; Nicolay & Walker, 2005; Visnapuu & Jürimäe, 2007). El antropometrik ölçümlerinden olan parmak uzunluğu ve el çevresi önemli ölçüde kavrama kuvvetiyle ilişkili olduğu, uzun parmaklar ile kavramanın daha etkili ve verimli yapılabilmesini sağlandığı söylenmektedir (Keçelioğlu & Akçay, 2019). Elit sporcularda parmak ucu kavrama kuvvetinin el genişliği ile korelasyonu, rekreasyonel sporculara göre anlamlı çıkmıştır. El genişliğinin, tırmanışta tutamak tutuşunun en çok kullanıldığı parmak ucu kavrama ile ilişkili olması sporcu seçimlerinde önemli bir parametre olarak kullanılabilir. Elit sporcularda anahtar tutuş (lateral kavrama) ile parmak ucu kavrama, el bileği genişliği, el genişliği, el yüzey alanı ile korelasyonu anlamlı çıkarken, rekreasyonel sporcularda anlamlı çıkmamıştır. Böylelikle el bileği genişliği ve el genişliğinin parmak kuvvet parametrelerinden biri olan anahtar tutuş skorunda yüksek bulunması önemli bir parametre olarak değerlendirilmesini gerektirebilir. Sporcularda el-el bileğinin değerlendirilmesinin önemli olacağını belirten çalışmalar yaptığımız çalışmayı desteklemektedir (Visnapuu & Jürimäe, 2007; Keçelioğlu & Akçay, 2019). Çalışmamızda sporcular arasında ön kol uzunluğunda bir fark görülmezken, ön kol çevresinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yapılan sistematik çalışma da tırmanışçıların ön kol hacimlerinin geniş olduğu belirtilerek çalışmamızla benzerdir (Saul ve ark., 2019). Ancak sporcularda ön kol uzunluk-çevrenin kuvvet parametreleri ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Dünyada elit tırmanıcıların özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar olmasına rağmen, ülkemizde ki elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıları kapsayan, sporcuların el ve ön kol antropometrik ve kavrama kuvvetlerinin ilişkilerinin incelenmesi ile ilgili araştırma yapılmamıştır. Bu kapsamda literatüre katkı sağlamak açısından bu çalışma yapılmıştır.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **INTRODUCTION**

In athletes, grip strength is an important component of participation in many sports. The importance of grip strength is mentioned in sports such as rock climbing, judo, weight lifting, baseball and racket sports (Chang et al., 2010). In sports branches where hand functions are important, hand anthropometry affects the performance of the athlete and hand functions are important for success in these branches (Barut, et al., 2008; Mendeş & İlhan, 2021). (Watts, 2004; Magiera et al., 2013; Laffaye

et al., 2014) mentions the importance of hand and finger strength (Mermier, 2000; Mitchell et al., 2011; Cronin et al., 2017). It has been found that the anthropometric characteristics of successful climbers are low fat percentage, large forearm volume, high hand grip strength and finger length are determining factors (Saul et al., 2019). There are studies showing that regular sport climbing has a positive effect on hand grip strength and finger strength (Laffaye et al., 2014; Gürer & Duman, 2022). There are studies that finger grip strength is also related to anthropometric factors such as forearm length and finger length (Günther et al., 2008). When the literature is analyzed, the importance of grip strength and anthropometric properties are mostly mentioned, but the relationship between them is insufficient. In particular, wrist circumference and width, hand and palm length, shape index obtained from these values, and indices such as hand surface area have not been mentioned. The aim of this study was to investigate the relationship between forearm and hand anthropometric characteristics and grip strength of elite and recreational level sport climbers.

## **METHOD**

Forty male athletes between the ages of 18-23 years, including national team sport climbers (n=20) and recreational sport climbers (N=20), participated in the study. The inclusion criteria of the volunteers in the study were that they did not have any injuries, elite athletes were at the national team level, and recreational athletes did not participate in competitions. The anthropometric measurements of the athletes; height (cm), weight (kg) and BMI (body mass index) (kg/m<sup>2</sup>), anthropometric measurements taken from the hand (hand length, palmar length, finger length, wrist circumference, hand width), forearm anthropometric measurements taken from the arm (forearm length, forearm circumference), shape index, hand surface area, palmar length/width, hand length/height formulas were calculated and recorded. In order to determine the anthropometric properties of the hand and forearm, a digital caliper was used for length and width measurements and a tape measure was used for circumference measurements. The measurements were made on the dominant hand of the participants. For grip strength; hand and finger grip (fingertip grip (2 points), palmar grip (C3-point pad) and lateral grip) were measured with dynamometers and recorded in the athlete evaluation form. The data obtained were analyzed with SPSS.23 package program and Pearson correlation analyses were statistically evaluated at p<0.05 level to determine the relationship between the independent sample t-test for intergroup comparisons.

## **RESULTS**

While the values for experience, hand and finger grip strengths, relative hand and finger strengths, hand length, forearm circumference, hand length/height values were significantly higher in elite athletes than in recreational athletes, the values for BMI (body mass index) were lower (p<0.01). When analyzing the relationships between the anthropometric characteristics of the dominant hand and forearm and grip strengths of elite and recreational athletes, significant relationships were found between hand

grip strengths, finger grip strengths (fingertip and palmar grip), hand length and finger lengths of elite athletes ( $p < 0.01$ ), while no relationship was found in recreational athletes ( $p > 0.05$ ). The correlation of fingertip grip strength with hand width was significant in elite athletes compared to recreational athletes. No significant relationship was found between forearm length-circumference and strength parameters.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

When the anthropometric characteristics of successful climbers are examined systematically, it has been found that they have low fat percentage and large forearm volume, high hand grip strength and finger length are determining factors (Watts et al., 2004; Özen et al., 2011; Saul et al., 2019). In our study, results supporting the literature were found and elite sport climbers had lower weights, higher forearm circumferences, and longer hand lengths than recreational climbers. In a study conducted with elite climbers and sedentary people, climbing-specific finger flexor strength was investigated and maximum voluntary finger flexor contraction was found to be significant in climbers compared to non-climbers (Philippe et al., 2012). In our study, the fact that elite sport climbers had higher hand and finger strength values than recreational climbers is similar to the studies. In our study, differences in hand and forearm anthropometric characteristics (hand length, forearm circumference and hand length/height ratio) of elite athletes were found in favor of elite athletes. In the literature, when the relationship between hand anthropometry and grip strength is examined, it is mentioned that grip strength is directly related to hand anthropometric characteristics, which is similar to our study (Nicolay & Walker, 2005; Visnapuu & Jürimäe, 2007). The correlation of fingertip grip strength with hand width was significant in elite athletes compared to recreational athletes. The fact that hand width is related to fingertip grip, which is the most used grip in climbing, can be used as an important parameter in athlete selection. Studies indicating that it would be important to evaluate the hand-wrist in athletes support our study (Visnapuu & Jürimäe, 2007; Keçelioğlu & Akçay, 2019). Although there are studies to determine the characteristics of elite climbers in the world, there has been no research on the examination of the relationship between hand and forearm anthropometric and grip strength of elite and recreational sport climbers in our country. In this context, this study was conducted to contribute to the literature.

## KAYNAKLAR

- Agarwal, P., & Sahu, S. (2010). Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 43(01), 049-053.
- Amca, A. M., Vigouroux, L., Aritan, S. & Berton, E. (2012). Effect of hold depth hand grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 669-677.
- Barut, Ç., Demirel, P., & Kıran, S. (2008). Evaluation of hand anthropometric measurements and grip strength in basketball, volleyball and handball players. *Anatomy*, 2(1), 55-59.
- Büyükoztürk, Ş., Çakmak-Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (13. baskı). Ankara: Pegem Akademi.

- Chang, H. Y., Chou, K. Y., Lin, J. J., Lin, C. F., & Wang, C. H. (2010). Immediate effect of forearm Kinesiotaping on maximal grip strengt hand force sense in healthy collegiat athletes. *Physical Therapy in Sport, 11(4)*, 122-127.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., McMaster, D. T., & Research C. (2017). A brief review of handgrip strength and sport performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(11)*, 3187-217.
- Fryer, S., Stoner, L., Scarrott, C., Lucero, A., Witter, T., Love, R., ... et al. (2015). Forearm oxygenation and blood flow kinetics during a sustained contraction in multiple ability groups of rock climbers. *Journal of Sports Sciences, 33(5)*, 518–526.
- Giles, L.V, Rhodes, E. C., & Taunton, J. E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine, 36(6)*, 529–545.
- Günther, C. M., Bürger, A., Rickert, M., & Schulz, C. U. (2008). Key pinch in healthy adults: normative values. *Journal of Hand Surgery (European Volume), 33(2)*, 144-148.
- Gürer, B., & Duman, A. (2022). Düzenli yapılan spor tırmanışın üst ekstremitte kuvvetine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 20(3)*, 92-104.
- Hager-Ross, C., & Schieber, M. H. (2000). Quantifying the independence of human finger movements: comparisons of digits, hands and movement frequencies, *Journal of Neuroscience, 20(22)*: 8542-8550.
- Haidar, S. G., Kumar, D., Bassi, R. S., & Deshmukh, S. C. (2004). Average versus maximum grip strength: which is moreconsistent? *Journal of Hand Surgery, 29(1)*, 82-84.
- Halpern, C. A., & Fernandez, J. E. (1996). The effect of wrist and arm postures on peak pinch strength. *Journal of Human Ergology, 25(2)*, 115-130.
- Kabakcı, A. G., Narin, H., & Yücel, A. H. (2018). Özel yetenek sınavına giren adayların çizim başarısı ile el anatomisi arasındaki ilişki. *Cukurova Medical Journal, 43(1)*, 199-206.
- Keçelioglu, Ş., & Akçay, B. (2019). Sportif performansta el-el bileğinin değerlendirilmesine çok yönlü yaklaşım. *Izmir Democracy University Health Sciences Journal, 2(2)*, 118-134.
- Kim, C. R., Jeon, Y. J., Kim, M. C., Jeong, T., & Koo, W. R. (2018). Reference values for hand grip strength in the south korean population. *Plos One, 13(4)*, e0195485.
- Kulaksiz, G., & Gözil, R. (2002). The effect of hand preference on hand anthropometric measurements in healthy individuals. *Annals of Anatomy-AnatomischerAnzeiger, 184(3)*, 257-265.
- Laffaye, G., Collin, J.-M., Levernier, G., & Padulo, J. (2014). Upper-limb power test in rock-climbing. *International Journal of Sports Medicine, 35(08)*, 670–675.
- Macdonald, J.H. & Callender, N. (2011). Athletic profile of highly accomplished boulderers. *Wilderness and Environmental Medicine, 22(2)*, 140–143.
- Magiera, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Czuba, M., Kantyka, J., & Kurek, P. (2013). The structure of performance of a sport rock climber. *Journal of Human Kinetics, 36(1)*, 107–117.
- Mendeş, B., & İlhan, M.T. (2021). Bazı spor branşlarında el kavrama kuvveti ile el becerisi ilişkisi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 5(1)*, 2667-5437.
- Mermier, C. M. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine, 34(5)*, 359–365.



- Michael, M. K., Witard, O. C. & Joubert, L. (2019). Physiological demands and nutritional considerations for Olympic-style competitive rock climbing. *Cogent Medicine*, 6(1), 166-199.
- Mitchell, A.C., Bowhay, A., & Pitts, J. (2011). Relationship between anthropometric characteristics of indoor rock climbers and top roped climbing performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (25), 94-95.
- Narin, S., Demirbüken, İ., Özyürek, S., & Eraslan, U. (2009). Dominant el kavrama ve parmak kavrama kuvvetinin önkol antropometrik ölçümlerle ilişkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 23(2), 81-85.
- Nicolay, C.W. & Walker, A.L. (2005). Grip strength hand endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(7), 605-618
- Özen, S. V., Sonmez, G. T., & Özen, G. (2011). Elit ve elit olmayan spor tırmanıcılarda antropometrik, kuvvet ve solunumsal özellikler. *Sport Sciences*, 6(2), 103-113.
- Philippe, M., Wegst, D., Müller, T., Raschner, C. & Burtscher, M. (2012). Climbing specific finger flexor performance and forearm muscle oxygenation in elite male and female sport climbers. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2839–2847.
- Pizzigalli, L., Micheletti-Cremasco, M., TorreAntonio, L., Rainoldi, A., & Roberto, B. (2016). Hand grip strength and anthropometric characteristics in Italian female national basketball teams. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 521-528.
- Saul, D., Steinmetz, G., Lehmann, W., & Schilling, A. F. (2019). Determinants for success in climbing: A systematic review. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 17(3), 91-100.
- Tatar, A., Özmen, H. E., & Aksu, F. (2017). Genç kadınlarda eldeki 2./4. parmak uzunluk oranına göre kişilik özellikleri profilinin incelenmesi. *Nobel Medicus Journal*, 13(1).
- Vigouroux, L. & Quaine, F. (2006). Finger tip force and electromyography of finger flexor muscles during a prolonged intermittent exercise in elite climbers and sedentary individuals. *Journal of Sports Sciences*, 24(2), 181–186.
- Vigouroux, L., Goislard de Monsabert, B. & Berton, E. (2015). Estimation of hand and wrist muscle capacities in rock climbers. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 947–957.
- Visnapuu M. & Jurimae T. (2007). Hand grip strength and hand dimensions in young hand ball and basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 923-9.
- Watts, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *In European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 361–372.

<b>KATKI ORANI</b> <b>CONTRIBUTION RATE</b>	<b>AÇIKLAMA</b> <b>EXPLANATION</b>	<b>KATKIDA BULUNANLAR</b> <b>CONTRIBUTORS</b>
Fikir ve Kavramsal Örgü <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Asiye Hande BAŞKAN
Tasarım <i>Design</i>	Yöntem ve araştırma desenini tasarlamak <i>To design the method and research design.</i>	Asiye Hande BAŞKAN Nihat SARIALIOĞLU Murat KALAYCI
Literatür Tarama <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak <i>Review the literature required for the study</i>	Asiye Hande BAŞKAN Nihat SARIALIOĞLU Murat KALAYCI
Veri Toplama ve İşleme <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlemek ve raporlaştırmak <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Asiye Hande BAŞKAN Nihat SARIALIOĞLU Murat KALAYCI
Tartışma ve Yorum <i>Discussion and Commentary</i>	Elde edilen bulguların değerlendirilmesi <i>Evaluation of the obtained finding</i>	Asiye Hande BAŞKAN Nihat SARIALIOĞLU Murat KALAYCI
<b>Destek ve Teşekkür Beyanı/ Statement of Support and Acknowledgment</b>		
Bu çalışmanın yazım sürecinde katkı ve/veya destek alınmamıştır. <i>No contribution and/or support was received during the writing process of this study.</i>		
<b>Çatışma Beyanı/ Statement of Conflict</b>		
Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur. <i>Researchers do not have any personal or financial conflicts of interest with other people and institutions related to the research.</i>		
<b>Etik Kurul Beyanı/ Statement of Ethics Committee</b>		
Bu araştırma, Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler, Bilim ve Mühendislik Araştırmaları Etik Kurulunun E-50288587-050.01.04-159887 sayılı kararı ile yürütülmüştür. <i>This research was conducted with the decision of Giresun University Social Sciences, Science and Engineering Research Ethics Committee numbered E-50288587-050.01.04-159887.</i>		



Bu eser [Creative Commons Atf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile lisanslanmıştır.