



## SPORMETRE

The Journal of Physical Education and Sport Sciences  
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi



DOI: 10.33689/spormetre.1083470

Geliş Tarihi (Received): 06.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 03.08.2022

Online Yayın Tarihi (Published): 30.09.2022

### DÜZENLİ YAPILAN SPOR TIRMANIŞIN ÜST EKSTREMİTE KUVVETİNE ETKİSİ\*

Burak Gürer<sup>1†</sup>, Ahmet Duman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, GAZİANTEP

<sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, GAZİANTEP

**Öz:** Üst ekstremite kuvvetinin varlığı, spor tırmanışta sporcuları fiziksel, psikolojik ve zihinsel olarak olumlu yönde etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı, düzenli yapılan spor tırmanışın, el kavrama, parmak ve kol gibi üst ekstremite kuvvetine olan etkisinin incelenmesidir. Bu çalışmada, kontrol grubu içeren deneysel çalışma şeklinde tasarlanmıştır. Bu kapsamda kontrol grubu sedanter olan 12 kişiden, çalışma grubu ise orta seviyede spor tırmanış becerisine ve en az 2-3 yıllık deneyime sahip 12 spor tırmanış yapan kişiden meydana gelmiştir. Çalışma ve kontrol grubunun araştırma öncesi yaş, boy ve kilo ölçümleri yapılmıştır. Çalışma ve kontrol grubunun üst ekstremite ölçümleri araştırmaya başlamadan önce ve 8 hafta sonunda alınmıştır. Çalışma grubu 8 hafta boyunca düzenli olarak haftada 3 defa ve 2-4 saat aralığında spor tırmanış yapmıştır. Sporcular 17 m yüksekliğe sahip negatif eğimleri de olan tırmanış duvarında uygulama yapmıştır. Tırmanışlar sırasında araştırmacılar kontrol için uygulama alanında hazır bulunmuştur. Parmak kuvveti ölçümü için Jamar marka hidrolik parmak dinamometresi, el kavrama kuvveti için Takei Grip-D marka dijital el dinamometresi kullanılmış ve kol dayanıklılığı için bükülü kol asılma testi yapılmıştır. Verilerin analizinde ve tanımlayıcı bilgilerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Bu çalışmada, sağ ve sol el kavrama kuvveti, sağ ve sol parmak kuvveti ve kol dayanıklılığında artışlar meydana gelmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Çalışma grubu ile kontrol grubu ön test ve son test farkları arasında da anlamlı farklar meydana gelmiştir. Sonuçta, düzenli yapılan spor tırmanışın el kavrama kuvveti, parmak kuvveti ve kol dayanıklılığında pozitif yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Spor tırmanış, kuvvet, üst ekstremite

### THE EFFECT OF REGULAR SPORTS CLIMBING ON UPPER EXTREMITY STRENGTH

**Abstract:** The presence of upper extremity strength can positively affect athletes physically, psychologically and mentally in sports climbing. The aim of this study is to examine the effect of regular sports climbing on upper extremity strength such as handgrip, finger and arm. This thesis was designed as an experimental study involving a control group. Within this scope, the control group consisted of 12 sedentary people, while the study group consisted of 12 sports climbers with medium level sports climbing skills and at least 2-3 years of experience. Age, height and weight measurements of the study and control groups were made before the research. Upper extract of the study and control group measurements were taken before the starting point of the study and at the end of 8 weeks. The study group regularly climbed 3 times a week for 2-4 hours for 8 weeks. Athletes practiced on the 17 m high climbing wall, which has negative slopes, too. During the climbs, the researchers were present at the application area for control. Jamar brand hydraulic finger dynamometer was used for finger strength measurement, Takei Grip-D brand digital hand dynamometer was used for handgrip strength and twisted arm hanging test was performed for arm endurance. SPSS 22.0 package program was used for data analysis and descriptive information. In our thesis study, there were increases in right- and left-hand grip strength, right and left finger strength and arm endurance, and statistically significant differences was found. There were also significant differences between the pre-test and post-test dissimilarities between the study group and the control group. As a result, it was concluded that regular sport climbing had a positive effect on hand grip strength, finger strength and arm endurance.

**Keywords:** Sport climbing, strength, upper extremity

\*Bu çalışma 07-09 Kasım 2020 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen 18. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde sözel sunum olarak sunulmuştur. Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

† Sorumlu Yazar: Burak Gürer, Doç. Dr. e-mail: burakgurer27@gmail.com

## GİRİŞ

Tırmanış hem boş zamanı değerlendirme hem de yarışmaya dayalı bir fiziksel etkinlik olarak gelişmiştir (Draga ve ark., 2020; Stankovic ve ark., 2014). Son 20 yılda oldukça popüler bir duruma gelmiş olan spor tırmanışın üç alt tırmanış disiplini bulunmakta olup (Kısa kaya, Lider ve Hız) bu tırmanış branşlarına göre yarışmalar yapılmaktadır (Olympic Game, 2020). Neredeyse bütün fiziksel etkinlikler kuvvet, çabukluk ve hareket aralığı faktörlerini içermektedir (Bompa, 1999). Fiziksel etkinliklerin ise genel sağlık üzerine olumlu yönden oldukça çok etkisi bulunduğu ve düzenli olarak fiziksel etkinliğin yapılmasında; sosyolojik, psikolojik, fizyolojik ve motorik faydalar meydana getireceği belirtilmiştir (Genç, 2019; Zorba ve Saygın, 2017). Tırmanış sporu hem fiziksel hem de psikolojik olarak zorlu ve estetik bir spordur. Tırmanış esnasında ağırlık taşıma ve zorlanma olduğu için, artmış bir kemik minerali ve yüksek bir kemik kütlesi oluşmaktadır. Seçkin seviyede kaya tırmanışı yapan tırmanıcılar da üst ekstremitelerine aşırı kuvvet uygulamaktadır (Morrison ve Schöffl, 2007; Noe ve ark., 2001). Spor tırmanış esnasında tırmanıcıların üstesinden gelmeleri gereken ana direnç kuvvetinin vücut ağırlıkları olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle tırmanıcıların, maksimum kuvvet ve vücut kütlesi arasındaki oran olarak tanımlanan göreceli yüksek kuvvet değerlerini ortaya koymaları gerekmektedir (Ozimek ve ark., 2016; Quaine ve Vigouroux, 2004). Tırmanıcı olanlar ile tırmanıcı olmayanlar arasında yapılan göreceli bir el kuvveti çalışmasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Ferguson ve Brown, 1997; Laffaye ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise, tırmanıcı olan kişilerin parmak kavrama kuvveti ve el kuvveti, tırmanıcı olmayan kişilere göre daha iyi olduğu ortaya koyulmuştur (Laffaye ve ark., 2015; Macdonald ve Callender, 2011). Bu çalışmaların yanı sıra tırmanış yeteneği ile mutlak el kavrama kuvveti arasında az ilişki bulunduğu bazı araştırmalarda tespit edilmiştir (Giles ve ark., 2006; Mermier ve ark., 2000).

Tırmanış, temel insan hareketlerinden birisi olarak görülmüştür (Uluslararası Spor Tırmanış Federasyonu, 2020). Son yıllarda kaya tırmanışı üzerine yapılan fizyolojik, psikolojik, biyomekanik ve antropometrik araştırmalarda bir artış izlenmektedir (Hardy ve Hutchinson, 2007; Sanchez ve ark., 2012). Tırmanışta omuz ve ön kol kasları büyük önem arz etmektedir (Quaine ve Martin, 1999; Saul ve ark., 2019). Spor eğitiminde uzman kişiler ve uygulayıcılar da tırmanıştaki yüksek performansın esas olarak kuvvet ve dayanıklılık olduğunu belirtmişlerdir (España Romero ve ark., 2020; Ozimek ve ark., 2016). Kaya tırmanışı, özellikle parmaklarda ve kollarda büyük bir üst ekstremita kuvveti gerektiren benzersiz bir spordur. Bu spor da hemen hemen bütünüyle ön kol kaslarının sürekli ve aralıklı izometrik kasılmaları gerektirmesi nedeniyle, ön kol kuvveti tırmanırken önemli bir etmen olarak görülmüştür (Billat ve ark., 1995; Macdonald, 2018). Spor tırmanışta ise tırmanıcılar, en zor rotalara tırmanış yapmak için teknik hamlelere daha fazla odaklanmaktadır (Draper ve ark., 2008). Spor tırmanış içerisinde çok sayıdaki özgünlükten birisi de tüm gövdeyi eğimleri olan dikey duvarlardaki çıkıntı parçalarında dengelemek ve yer değiştirmek için üst ekstremitenin (kollar, ön kollar, eller ve parmaklar) yoğun kullanılmasıdır (Vigouroux ve ark., 2015; Watts ve Drobish, 1998). Ayrıca başarılı bir tırmanış yapmanın gizil belirleyicilerinden birisi de üst vücut kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Giles ve ark., 2006; Mermier ve ark., 2000). Spor tırmanış, dinamik tüm vücut hareketleriyle ayrılan ön kolların aralıklı izometrik kasılmalarını gerektirmesi nedeniyle ve spor tırmanış performansındaki aralıklı parmak fleksör dayanıklılığı da önemli bir başarı faktörü olarak kabul edilmektedir (Balas ve ark., 2016; Fryer ve ark., 2015). Tırmanış esnasında bir tutuş yaparken çoğunlukla kullanılan parmak kuvveti tipinin izometrik kuvvet olduğu öne sürülmüş ve bu durumun tendonların ters kaslar ve kolları kilitli bir konumda tuttuğunda oluşacağı belirtilerek, tırmanıcı tarafından gerçekleştirilen kuvvetin, yer çekimi altındaki

negatif kuvvete eşit olduğu vurgulanmıştır (Giles ve ark., 2006; McArdle ve ark., 2001). Üst vücut kuvveti, dayanıklılık ve vücut kompozisyonunu değerlendirmek için kavrama kuvveti, bükülü kol asılması, parmak asılması ve direnç analizi gibi basit testler tırmanış ve tırmanış deneyiminin yoğunluğu ile birlikte tırmanış performansının ön görülebileceği belirtilmiştir (Balas ve ark., 2012).

Diğer sporlardan farklı olarak, spor tırmanışta performans için fiziksel, teknik ve zihinsel unsurlar neredeyse eşit seviyededir. Tırmanışta rol oynayan birçok fiziksel faktör olmakla birlikte en önemlileri kuvvet, kuvvette devamlılık, esneklik, koordinasyon, denge ve antropometrik özelliklerdir (Hörst, 2016). Erken yaşlarda spor tırmanışa başlayan çocuklarda fiziksel ve fizyolojik parametrelerde gelişme olduğu bilinmektedir (Aykora, 2019). Spor tırmanışın, düzenli ve bir program dahilinde yapılmadığı durumlarda üst ekstremitelerde kuvvet kaybına neden olup-olmayacağı araştırmanın temel hipotezini oluşturmaktadır. Bu bilgiler çerçevesinde araştırmanın amacı, düzenli olarak gerçekleştirilen spor tırmanışın üst ekstremitelerde kuvvetine (el kavrama kuvveti, parmak kuvveti, kol dayanıklılığı) nasıl bir etkide bulunacağını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Tırmanış disiplinlerinde kuvvetin yadsınamaz bir gerçeklik olmasının yanı sıra, düzenli tırmanış çalışmaları ile kuvvet oluşumunun belirlenip verimlilik ve çeşitliliğinin artırılarak, tırmanışların geliştirilmesi açısından yapılan bu çalışma gereklilik arz etmektedir.

## YÖNTEM

### Çalışma Dizaynı ve Kapsamı

Bu çalışmada düzenli olarak yapılan spor tırmanışın üst ekstremitelerde kuvvetine etkileri incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada deneysel araştırma yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada kontrol grubu ve araştırma grubu olmak üzere iki grup yer almıştır. Sporculardan tırmanış öncesinde parmak, el kavrama ve bükülü kol asılma ölçümü alınmıştır. Ölçümler sekiz hafta boyunca düzenli olarak yapılan spor tırmanışın öncesinde ve sonrasında hem araştırma grubundan hem de kontrol grubundan alınmıştır. Sekiz hafta boyunca sporcular kendi seviyelerine göre tırmanış çeşitlerinden olan lider tırmanış stilinde tırmanış yapmıştır. Lider tırmanış; emniyetçi ve tırmanışı gerçekleştiren sporcu olmak üzere iki tırmanışçı ile gerçekleştirilir. Tırmanışçı, tırmandıkça elinde bulunan ipi bir sonraki emniyet noktasına noktalarına yerleştirerek ilerler (Michael ve ark., 2019). Lider tırmanışta tırmanışçı, önceden yerleştirilmiş emniyet noktalarına üzerindeki iple bağlanır ve düşme durumunda bu ip tırmanışçıyı koruma görevi görmektedir (Jones ve ark., 2018). Araştırmaya 18 yaşından büyük spor tırmanış yapan, sakatlığı olmayan ve sağlıklı erkek bireyler katılmıştır. Bu araştırma Helsinki Deklarasyonuna uygun olarak yapılmış olup etik kurul onayı alınmıştır. Bu araştırma için Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2019/441 karar numaralı ve 23.10.2019 tarihli onay alınmıştır. Araştırmacılar, tüm çalışma boyunca spor tırmanış yapılan alanda hazır bulunmuş ve tırmanışları takip etmiştir. Çalışma sonunda, düzenli tırmanışın üst ekstremitelerde kuvvetine etkisinin ne olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

### Çalışma Protokolü

Çalışma grubu, orta seviye spor tırmanış becerisine sahip fakat düzenli olarak tırmanış yapmayan sporculardan oluşmuştur. Sporcular en az 2-3 yıllık tırmanış deneyimine sahiptir. Çalışma grubu 8 hafta süre ile haftada 3 defa düzenli olarak spor tırmanış yapmışlardır. Her bir tırmanış süresinin minimum 2-4 saat arasında sürmüştür. Tırmanışlar lider tırmanış stilinde yapılmıştır. Araştırma sırasında, sporcular tırmanış yapacakları zorlukları kendi tırmanış performanslarına göre belirlemiştir. Bütün sporcular, çalışma planı ve amacı hakkında

bilgilendirilmiş ve katılımcılardan çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarını gösterecek yazılı onay belgesi alınmıştır. Çalışma grubumuza, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından koronavirüs (covid – 19) hastalığının halk için kapsamlı tavsiyeleri göz önünde bulundurularak özenle uygulanmıştır (WHO, 2020). Uluslararası Spor Tırmanış Federasyonu tarafından tırmanışların yeniden başlamasına yönelik yaptıkları çalışmalarda; tırmanış topluluklarına spor salonlarındaki önerisi ve yarışmalar sırasındaki yönergeleri dikkate alınarak tırmanışların öncesinde ve sonrasında önlemler alınmış ve tırmanışlar gerçekleştirilmiştir (Uluslararası Spor Tırmanış Federasyonu, 2020).

### Çalışma Grubu

Çalışma grubu, orta seviyede spor tırmanış becerisine sahip sporculardan oluşmuştur. Denekler en az 2-3 yıllık tırmanış deneyimine sahip düzenli tırmanış yapmayan sporcular içerisinden seçilmiştir. Çalışma ve kontrol grubu 12’şer kişiden oluşmuştur. Bu araştırma öncesi çalışma grubunu oluştururken tüm sporculardan tırmanış seviyelerini beyan etmeleri istenmiş ve sonuçta orta düzey spor tırmanış seviyesine sahip 12 erkek sporcu çalışma grubunu oluşturmuştur. Tırmanış yeteneği durumunun belirlenmesi için Draper ve ark., (2011) yılında yapmış olduğu araştırmasındaki kriterler değerlendirilerek araştırma tasarlanmıştır. Tırmanış yeteneği derecelendirme sistemi olarak Uluslararası Dağcılık Federasyonu sistemi kullanılmıştır (Tablo 1). Kontrol grubu tırmanış ve spor yapmayan kişilerden oluşmuştur.

**Tablo 1.** Tırmanış yetenek sınıflaması

Yetenek Grubu	Uluslararası Dağcılık Federasyonu Derecelendirme Sistemi
ERKEKLER ORTA SEVİYE DERECELERİ	VI+
	VII-
	VII
	VII+
	VIII-
	VIII

### Tırmanış Protokolü

Sporcular 17 m yüksekliği ve negatif eğimleri olan spor tırmanış duvarında kendi belirledikleri zorluklara göre tırmanış çalışması yapmıştır. Tırmanış duvarlarında VI+ ile VIII derece arasında çeşitli zorlukların da olduğu rotalar hazır bulunmaktadır. Tırmanışlar öncesinde tüm sporculara 20’ dk ısınma hareketleri yaptırılmıştır. Isınma hareketlerinden sonra sporcular kendi tırmanış seviyelerine göre rotalarda lider tırmanış stilinde çalışma yapmışlardır. Tırmanış uygulaması 8 hafta boyunca, haftada 3 gün en az 2-4 saat olacak şekilde planlanmıştır. Spor tırmanış duvarının altında sakatlıkları önlemek amaçlı minder hazır bulundurulmuştur.

### Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Ölçümler araştırmanın başında ve 8 hafta sonunda alınmıştır. Ölçümler Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi fizyoloji laboratuvarında araştırmacılar tarafından alınmıştır. Ölçümler alınırken sporcular için gereken rahat ortam (temizlik malzemeleri, klima) sağlanmıştır. Ölçümler alınırken el ve parmak dinamometresi kullanılmış, kol dayanıklılığı ise bükülü kol asılma testi şeklinde ölçülmüştür.

### El kavrama kuvveti ölçümü

Araştırma verileri Takei Grip-D marka dijital el dinamometresi ile toplanmıştır. 0–100 kg. arası kuvvet ölçen Takei Grip-D marka el dinamometresi birçok araştırmada kullanılmaktadır. Takei el dinamometresi ele göre ayarlanabilmesi ve hassasiyet aralığı çok iyi olduğu için

araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir (Ateş ve Ateşoğlu, 2007). Sporcu sandalyeye oturur pozisyonda iken, kollar aşağı sarkıtılmış, el dinamometresi vücuda temas etmeyecek şekilde maksimum kuvvet ile sıkılması istenmiştir (El-Gohary ve ark., 2019). Aynı ayı üç defa ölçüm yapılmış, ölçülen değerlerden en iyi değer kilogram cinsinden kayda geçirilmiştir.

### **Parmak kuvveti ölçümü**

Parmak kavrama kuvvetini ölçmek için Jamar marka parmak dinamometresi kullanılmıştır. Sporcu sandalyeye oturur pozisyonda iken, kollar aşağı sarkıtılmış, parmak dinamometresi vücuda temas etmeyecek şekilde maksimum kuvvet ile sıkılması istenmiştir (El-Gohary ve ark., 2019). Sporculara tüm ölçümler 3 defa yapılmış ve en yüksek değerleri alınmıştır.

### **Bükülü kol asılma ölçümü**

El, kol ve omuz kuvvetiyle dayanıklılığını ölçmek için tasarlanmıştır. Katılımcı, mümkün olan en uzun zamanda kollar bükülü pozisyonu devam ettirmek durumundadır. Test için değişik kalınlıklarda çapları olan asılma barı ve yüksekliği katılımcının boyunu geçen, katılımcının ayakta duruş yüksekliğinin üzerinde bar kullanılmıştır. Her sporcuya 1 deneme verilmiş olup, kolları bükülü pozisyondayken sporcunun en uzun süresi sn. cinsi olarak kaydedilmiştir (Adam ve ark., 1993; Winnick ve Short, 1999). Araştırmada, 210 cm yüksekliğinde ve 2,5 cm çapında bir barfiks demiri kullanılmıştır.

### **İstatistiksel Yöntem**

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin farklarının hesaplanmasında ve analizinde SPSS 22.00 paket programı kullanılmıştır. Verilerin normallik dağılımı için basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılmış ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerde, aritmetik ortalama, standart sapma, anlamlılık katsayısı gibi bilgiler yer almıştır. Verilerin analizinde Paired Samples T test ve Independent Samples Testi uygulanmıştır.

**Tablo 2.** Çalışma ve kontrol grubunun tanımlayıcı bilgileri

ÇALIŞMA GRUBU				KONTROL GRUBU		
Boy (m)	Kilo (Kg)	Yaş (Yıl)	Deneyimi (yıl)	Boy (m)	Kilo (Kg)	Yaş (Yıl)
1.80	78	46	20	1.70	62	23
1.80	80	41	3	1.74	69	22
1.73	80	44	10	1.80	79	36
1.75	75	33	3	1.81	78	44
1.83	74	19	3	1.69	69	41
1.70	76	37	15	1.74	85	28
1.75	75	24	5	1.70	69	19
1.72	82	36	15	1.80	90	41
1.69	66	35	5	1.77	75	45
1.80	85	28	7	1.75	72	37
1.75	72	26	6	1.83	80	36
1.78	75	20	3	1.70	65	30

Tablo 2'ye göre çalışma grubunun boy ortalaması 1,75 m, kilo ortalaması 76,5 kg, yaş ortalaması 32,41 yıl ve tırmanış deneyimi ortalanması 7,91 yıl olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunun boy ortalaması 1,75 m, kilo ortalaması 74,41 kg ve yaş ortalaması 33,5 yıl olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre çalışma grubu ile kontrol grubunun tanımlayıcı özelliklerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

## **BULGULAR**

Bu araştırmada dzenli yapılan spor tırmanışın üst ekstremite kuvvetine olan etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda 8 hafta boyunca dzenli yapılan spor tırmanışın el kavrama kuvveti, parmak kuvveti ve kol kuvveti üzerindeki etkileri incelenmiştir.

**Tablo 3.** alışma grubunun ön test ve son test analizi

<b>alışma Grubu</b>	<b>Ort.</b>	<b>N</b>	<b>St. Sapma</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Tırmanış ncesi sağ el kavrama kuvveti	46.7500	12	4.95204	-2.240	<b>.047</b>
Tırmanış sonrası sağ el kavrama kuvveti	47.7333	12	5.82679		
Tırmanış ncesi sol el kavrama kuvveti	45.2917	12	5.34916	-4.166	<b>.002</b>
Tırmanış sonrası sol el kavrama kuvveti	46.7167	12	5.26098		
Tırmanış ncesi sağ el parmak kuvveti	11.9333	12	1.89417	-5.104	<b>.000</b>
Tırmanış sonrası sağ el parmak kuvveti	13.2667	12	1.80823		
Tırmanış ncesi sol el parmak kuvveti	11.6417	12	1.87445	-4.704	<b>.001</b>
Tırmanış sonrası sol el parmak kuvveti	12.7083	12	1.52938		
Tırmanış ncesi kol dayanıklılık süresi	28.4500	12	8.02919	-4.669	<b>.001</b>
Tırmanış sonrası kol dayanıklılık süresi	33.1767	12	7.37399		

Tablo 3'teki sonuçlara göre çalışma grubunun st ekstremite kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Tırmanış ncesi ve sonrası alınan verilere göre sağ el kavrama kuvvetinin istatistiksel olarak anlamlı oranda yükseldiği grlmştir. Sol el kavrama kuvvetinde tırmanış sonrası bir artış görülmüş ve sol el kavrama kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı farka rastlanmıştır. Bu çalışmada parmak kuvvetinde de anlamlı farklar bulunmuştur. Tırmanış ncesi ve sonrasında alınan tablo 3'teki verilere göre sağ parmak kuvveti ve sol parmak kuvvetinde artış tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada kol dayanıklılık süresinde artış meydana gelmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlara göre dzenli yapılan spor tırmanışın st ekstremite kuvvetine pozitif etki ettiği grlmştir.

**Tablo 4.** Kontrol grubunun ön test ve son test analizi

<b>Kontrol Grubu</b>	<b>Ort.</b>	<b>N</b>	<b>St. Sapma</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Tırmanış ncesi sağ el kavrama kuvveti	42.2083	12	5.37172	2.216	<b>.049</b>
Tırmanış sonrası sağ el kavrama kuvveti	41.1667	12	5.16357		
Tırmanış ncesi sol el kavrama kuvveti	40.5750	12	4.05914	3.588	<b>.004</b>
Tırmanış sonrası sol el kavrama kuvveti	39.3667	12	3.97545		
Tırmanış ncesi sağ el parmak kuvveti	11.3333	12	1.61433	2.325	<b>.040</b>
Tırmanış sonrası sağ el parmak kuvveti	10.8000	12	1.62872		
Tırmanış ncesi sol el parmak kuvveti	10.1250	12	1.82315	-.220	.830
Tırmanış sonrası sol el parmak kuvveti	10.1667	12	1.82574		
Tırmanış ncesi kol dayanıklılık süresi	26.1617	12	9.36242	.418	.684
Tırmanış sonrası kol dayanıklılık süresi	26.0058	12	9.13834		

Tırmanış ncesi ve sonrasında sağ el ve sol el kavrama kuvveti azalmıştır. Bu azalma ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olarak karşımıza çıkmıştır. Tırmanış ncesi ve tırmanış sonrası yapılan ölçümlerde sağ parmak kuvvetinden istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Kol dayanıklılık süresi yönelik tırmanış öncesi ve sonrası yapılan testlerde çok küçük bir azalma göstermiş olup kol kuvvetinde de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kontrol grubu ile ilgili sonuçlarımıza genel olarak bakıldığında el kavrama

kuvveti, sağ el parmak kuvveti ve kol dayanıklılık süresi azalmalar tespit edilmiş ve bu azalma istatistiksel olarak bir fark oluşturmuştur. Ancak bu fark yapılan bu çalışma açısından bir anlam ifade etmemektedir. Sadece sol el parmak kuvvetinde küçük bir artış olmuş fakat istatistiksel olarak bir fark ortaya çıkmamıştır.

**Tablo 5.** Çalışma ve kontrol grubunun ön test son test farklarının analizi

Ölçüm	Grup	Ort.	N	St. Sapma	t	p
Sağ el kavrama kuvveti	Çalışma	.9833	12	1.52067	3.148	<b>.005</b>
	Kontrol	-1.0417	12	1.62842		
Sol el kavrama kuvveti	Çalışma	1.4250	12	1.18485	5.486	<b>.000</b>
	Kontrol	-1.2083	12	1.16655		
Sağ el parmak kuvveti	Çalışma	1.3333	12	.90487	5.369	<b>.000</b>
	Kontrol	-.5333	12	.79468		
Sol el parmak kuvveti	Çalışma	1.0667	12	.78547	3.470	<b>.002</b>
	Kontrol	.0417	12	.65569		
Kol dayanıklılık süresi	Çalışma	4.7267	12	3.50695	4.237	<b>.001</b>
	Kontrol	.1558	12	1.29133		

Tablo 5'te yüksek düzeyde anlamlılık tespit edilmiştir. Sağ el kavrama kuvvetinde çalışma grubunun skorlarında yükselme görülmüştür. Buna karşılık kontrol grubunun sağ el kavrama kuvvetinde düşüş tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu sonuçlar düzenli yapılan spor tırmanışın sağ el kavrama kuvvetine pozitif etki ettiğini göstermektedir. Çalışma grubunda sol el kavrama kuvvetinde sağ el kavrama kuvvetine göre çok daha fazla bir artış ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunun sol el kavrama kuvveti skorlarında yine düşüş meydana gelmiştir. Sol el kavrama kuvvetinde çalışma grubu lehine istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlılık tespit edilmiştir. Sağ el parmak kuvvetinde çalışma grubunun skorlarında yükseliş tespit edilmiş ve istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlılık tespit edilmiştir. Kontrol grubunun sonuçlarında ise az da olsa bir düşüş ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre düzenli yapılan spor tırmanış sağ el parmak kuvvetine pozitif yönde etki etmiştir. Sol el parmak kuvvetinde çalışma grubu lehine sonuçlara ulaşılmış olup istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Kontrol grubunun sol el parmak kuvvetinde az da olsa bir artış ortaya çıkmıştır. Araştırma sonuçlarımıza göre en ciddi artış çalışma grubunun kol kuvvetinde oluşmuştur. Bununla birlikte kontrol grubunun kol dayanıklılık süresinde çok küçük bir artış da görülmüştür. Bu sonuçlara göre düzenli yapılan spor tırmanış kol dayanıklılık süresi üzerine yüksek oranda pozitif yönde etki etmektedir. Bu araştırmada ortaya çıkan sonuçlara göre düzenli yapılan spor tırmanış el kavrama kuvveti, parmak kuvveti ve kol dayanıklılık süresi olumlu yönde etki etmekte ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmaktadır.

**Tablo 6.** Çalışma grubunun tırmanış sonrası el, parmak ve kol kuvveti arasındaki ilişki analizi

	Sağ el kuvveti	Sol el kuvveti	Sağ el Parmak kuvveti	Sol el Parmak kuvveti	Kol dayanıklılık süresi
Sağ el kuvveti	r	1			
	p				
	N	12			
Sol el kuvveti	r	.904**	1		

	p	,000				
	N	12	12			
<b>Sağ el parmak kuvveti</b>	r	,643*	,622*	1		
	p	,024	,031			
	N	12	12	12		
<b>Sol el parmak kuvveti</b>	r	,789**	,837**	,857**	1	
	p	,002	,001	,000		
	N	12	12	12	12	
<b>Kol dayanıklılık süresi</b>	r	,571	,323	,463	,483	1
	p	,053	,307	,130	,111	
	N	12	12	12	12	12

Tablo 6’da görüldüğü üzere sağ el parmağı ile sol el kuvveti arasında ( $r=.904$ ,  $p<.000$ ) arasında yüksek seviyede pozitif ilişki tespit edilmiştir. Yine sol el parmak kuvveti ile sağ el, sol el ve sağ el parmak kuvveti arasında pozitif yönde güçlü ilişkiler saptanmıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, düzenli yapılan spor tırmanışın, orta seviyede spor tırmanış yeteneğine sahip olan sporcularda üst ekstremite kuvvetine etkisi incelenmiştir. Bu araştırma tırmanış sporuna yeni başlayan ya da seçkin düzeyde spor tırmanış ile uğraşanlar için eğitim programlarının daha verimli, işlevsel ve sağlıklı olmasının yanı sıra tırmanışla ilgili yapılacak olan çalışmalara emsal niteliği oluşturması açısından önemlidir. Bu çalışmada düzenli yapılan spor tırmanışın üst ekstremite kuvvetine etkisi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklara ulaşılmıştır.

Tablo 2’de çalışma ve kontrol grubunun tanımlayıcı bilgilerine bakıldığında boy, kilo ve yaş ortalama değerlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Bu yakınlık araştırma sonuçlarımızın geçerliğini arttırmaktadır. Spor tırmanış disiplini ile ilgili elde edilen bilgilerden yola çıkarak kaya tırmanışı için ideal atletik profil ise kısa beden yapısı, kısa boy, düşük vücut yağ oranı, vücut kütle oranı ve üst ekstremite kuvvetinin yüksek olması, yüksek dinamik ve izometrik kas kuvveti, orta veya yüksek aerobik fitness olarak belirtilmiştir (Giles ve ark., 2006; Watts, 2004). Espana Romero ve ark., (2020) ile Giles ve ark., (2006)’da yaptıkları çalışmalarda spor tırmanıcılarda kavrama kuvveti, mutlak olarak ifade edildiğinde normal insanlardan daha fazla olmadığı ancak, vücut kütlesi baz alındığında spor tırmanıcıların kavrama kuvveti, normal insanlara göre anlamlı bir biçimde yüksek çıktığı ifade edilmiştir. Tablo 3 ve 5’ten yola çıkarak, düzenli yapılan spor tırmanışın parmak, bükülü kol asılma ve el kavrama kuvvetlerine olumlu yönde etki ederek kuvvet artışlarını sağladığı görülmüştür. Sporcu performanslarının bazı temel özellikleri değiştirilemezken (genetik), mutlak ve göreceli kuvvet gibi motorik özellikler spor bilimcileri ve antrenörler tarafından uygulanan düzenli kuvvet antrenmanları ile değiştirebilmektedir. Suchomel ve ark., (2016) yılında yaptıkları çalışmada; kas kuvvetinin artırılacağı, kuvvet süresinin (dışsal mekanik kuvvet) geliştirilebileceği ve bunun daha sonra sportif performansa dönüştürülebileceği belirtilmiştir. Gürer ve ark., (2020)’da el kavrama kuvvetinin tırmanış için önemli olduğuna yer vermiştir. Bu bilgiler ışığında spor tırmanışa ilişkin becerilerin ve performansın planlı ve düzenli antrenmanlarla geliştirilebileceği söylenebilir.

Tablo 5’te orta düzey spor tırmanışçılar üzerinde yapılan bu araştırmanın verileri kapsamında, tırmanıcıların el kavrama kuvvetinde tırmanış yapmayanlara göre artış gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Sol el kavrama kuvvetine ilişkin sonuçlar ele alındığında ( $p<.001$ ) sağ el kavrama kuvvetine ilişkin sonuçlara göre ( $p<.05$ ) daha yüksek bir değer elde edildiği görülmektedir. Başarılı tırmanıcılar ile tırmanış yapmayan fakat aerobik olarak eğitilmiş kontrol grubu üzerinde yapılan bir çalışmada el kavrama kuvveti ve parmak kuvveti tırmanış yapanlarda



tırmanış yapmayanlara oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir (Macdonald ve Callender, 2011). Yapılan bu çalışmadan ve diğer araştırmalardan yola çıkarak el kuvvetlerindeki artış ve sol elin daha fazla gelişim göstermesi, sporcuların günlük yaşamlarında sol ellerini daha fazla kullanmalarından veya tırmanış esnasında vücut yükünü sol ellerine daha fazla vermelerinden kaynaklanabilir. Tırmanıcıların tutamaklara temas ettikleri anlarda aldıkları pozisyon veya bir sonraki hamlede alacakları pozisyona geçiş için tutamak üzerinde geçirdikleri süre dalgalanmaları ve tutamakları kavrayış biçimlerinin ekonomikliği el kavrama kuvvetinin gelişimine neden olabilir.

Tablo 5’te bulunan çalışma ve kontrol gruplarının verileri karşılaştırıldığında, orta seviyede spor tırmanışını düzenli olarak yapan çalışma grubunun parmak kuvvetinde artış gerçekleşmiştir. Sağ el parmak kuvvetine ilişkin sonuçlar ele alındığında ( $p < .001$ ) sol el parmak kuvvetine ilişkin sonuçlara göre ( $p < .002$ ) anlamlılık düzeyi daha yüksek bir değer elde edildiği tespit edilmiştir. Tırmanıcıların dengeli, karmaşık, dikey – yanal hareketler ve pozisyon tutma ile çeşitli izometrik parmak tutuşları kullanarak vücutlarını destekleyip kaldırmaları gerektiği için, göreceli olarak kavrama kuvvetleri yüksektir (Kuepper ve ark., 2009; Quaine ve ark., 2003). Watts (2004)’te ise, kavrama dinamometresi ile el kuvveti ölçümünün, gerçek kaya tırmanışı sırasında gerekli olan çoğu el pozisyonlarındaki özgüllükten yoksun olabileceğini öne sürmüştür. Bu bilgilerden yola çıkarak, anlamlılık düzeyi en yüksek olan sağ parmak kuvvetinin sol parmak kuvvetine göre kuvvet artışı, tırmanış rotasının sürekli tekrar edilmesinden veya tırmanış esnasındaki sağ parmakla tutulan tutamak yapısının derinliğinden ya da yüzey yönünden kaynaklı olabilir. Tırmanıcıların tırmanış esnasında bütün vücutlarını yukarıya sadece parmaklarını kullanarak taşımaları gerektiği veya zorunda kaldıkları bu zorlu ve farklı durumlar parmak kuvvetlerini geliştirmiş olabilir. Tırmanış öncesi ve sonrası ölçümlerini aldığımız çalışma grubunu ve kontrol grubunu karşılaştırdığımızda en ciddi artışın düzenli spor tırmanış yapan çalışma grubunun kol dayanıklılık süresinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $p < .001$ ). Kuvvet üzerine farklı tırmanış disiplinlerine ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde, tırmanış disiplinleri arasında bir fark olmamasına karşın, yapılan aralıklı ön kol dayanıklılık testleri tırmanıcı olanların tırmanıcı olmayanlara kıyasla daha fazla dayanıklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır (Fryer ve ark., 2017; Stien ve ark., 2019). Aynı şekilde Gürer ve Yıldız (2015) benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Bulduğumuz sonuçlara bakıldığında bu araştırmanın bizim sonuçlarımızla örtüştüğü görülmektedir.

Verilerden elde ettiğimiz sonuçlara göre, kol dayanıklılık süresi düzeyinin artışı, tutamak yeri ve tutamak mesafelerinin birbirlerine olan uzaklıklarından kaynaklanabileceği gibi sporcunun tırmanırken bükülü kol şeklinde ya da rotanın dikey ve yatay kol pozisyonlarına izin vererek tırmanıcının vücudunu hareket ettirmesinden veya tırmanış hamlesini kol uzunluğuna göre yapmasından kaynaklı kuvvet artışına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tırmanıcılar yer çekimine de karşı sürekli yükselme eylemi içerisinde oldukları için kolları havada asılı kalmasıyla kan akışının üst ekstremitedeki uzuvlara normalden daha yavaş oranda ilerlemesi ve dinlenme aralıklarının kısa olmasından dolayı kol kuvvetinin gelişimini mümkün kılabilir.

Tablo 5’te ortaya çıkan bulgular üzerine, düzenli yapılan tırmanışın üst ekstremitte kuvvetinde (el kavrama; sağ el ( $p < .05$ ), sol el ( $p < .001$ ), parmak; sağ el parmağı ( $p < .001$ ), sol el parmak ( $p < .002$ ) ve kol dayanıklılık süresi; ( $p < .001$ )) istatistiksel ve pozitif yönde artış tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalardan ve bulgularımızdan yola çıkarak, üst ekstremitte kuvvetindeki bu artışlara düzenli spor tırmanış yapmanın yanında, sporcuların kas tipleri ve geçmiş antrenman yöntemleri de etki etmiş olabilir. Tırmanıcıların spor tırmanışta rotayı en kısa sürede tamamlamaya çalışmaları ve bu esnada hıza da bağlı olarak tırmanış iş yükünün üst ekstremitte

tarafından karşılanması kuvvet gelişimini sağladığı düşünülmektedir. Başarılı bir tırmanış performansı için üst ekstremite kuvvetinin kilit bir önemi olduğu görülmektedir. Özellikle üst ekstremite sistemindeki kas içi ve kaslar arası eş güdümün etkili olabileceği ve üst ekstremite kaslarının düzenli yapılan tırmanışlarla daha çok geliştirilebileceği yapılan bu çalışma ile ortaya koyulmuştur. Tırmanıcıların performanslarını artırarak rakiplerinden ayrışacakları noktalar; rotada karşılaştıkları güçlükleri hızlı, etkili, güvenli ve başarılı bir şekilde tamamlamaları olacaktır. Böyle bir farklılaşmanın da üst ekstremite kuvvetinin geliştirilmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Çalışma grubunun spor tırmanış sonrası el ve parmak (Tablo 6) kuvvetleri arasında güçlü pozitif ilişkiler saptanmıştır. Üst ekstremite kuvveti açısından spor tırmanış performansında el ve parmak kuvvetlerinin önemli etkileşimi olduğu söylenebilir. Parmak gücünün en sınırlayıcı faktörlerden biri olduğu tırmanışçılar tarafından yaygın olarak bilinmektedir (Mermier ve ark., 2000; Grand ve ark., 2001). Bununla birlikte mutlak maksimum kuvvet ile tırmanış performansı arasında bir ilişki bulmayan araştırmalarda mevcuttur (Schweizer ve Furrer, 2007). MacKenzie ve ark., (2020) omuz gücü ve dayanıklılığında sonra parmak, el ve kol dayanıklılık süresi tırmanış için önemli ikincil belirleyici olduğunu belirtmiştir. Tüm bu çalışmalar el, parmak ve kol kuvvetinin spor tırmanış için etkili öğeler olduğunu desteklemektedir.

Sonuç olarak bu araştırmada, orta seviyede spor tırmanış yeteneğine sahip olan spor tırmanıcılarının düzenli yapılan spor tırmanış ile üst ekstremite kuvvetine (el kavrama kuvveti, parmak kuvveti ve kol dayanıklılığı gibi) pozitif yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. El kavrama kuvveti, parmak kuvveti ve kol dayanıklılık süresinde istatistiksel olarak anlamlı seviyede artışlar olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlar itibari ile tırmanış performansını fiziksel olarak etkileyebilecek en önemli etkenlerden birinin üst ekstremite kuvveti olabileceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: BSY.YLT.19.01) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

Adam., C, Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R., Tuxworth, W., Kemper, H.C.G., Levarlet-Joye, H. (1993). Eurofit-European test of physical fitness. Council of Europe. *Committee for the development of sport*.

Ateş, M., Ateşoğlu, U. (2007). Pliometrik antrenmanın 16-18 yaş grubu erkek futbolcuların üst ve alt ekstremite kuvvet parametreleri üzerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 5, 21-28.

Aykora, E. (2019). An Analysis over Physical and Physiological Parameters of Elementary School Children Taking Part in a Sport Climbing Exercise. *Universal Journal of Educational Research*, 7(2), 624-628.

Balas, J., Michailov, M., Giles, D., Kodejska, J., Panackova, M., Fryer, S. (2016). Active recovery of the finger flexors enhances intermittent handgrip performance in rock climbers. *European Journal of Sport Science*, 16, 764-772.

Balas, J., Pecha, O., Martin, A.J., Cochrane, D. (2012). Hand–arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12, 16-25.

Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P., Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 20-24.

Bompa, T.O. (1999). Periodization training for sport. *Human Kinetics*. America, p.1-3.

Draga, P., Ozimek, M., Krawczyk, M., Rokowski, R., Nowakowska, M., Ochwat, P., Jurczak, A., Stanula, A. (2020). Importance and diagnosis of flexibility preparation of male sport climbers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 2512.

Draper, N., Canalejo, J.C., Fryer, S., Dickson, T., Winter, D., Ellis, G., North, C. (2011). Reporting climbing grades and grouping categories for rock climbing. *Isokinetics and Exercise Science*, 19, 273-280.

Draper, N., Jones, G. A., Fryer, S., Hodgson, C., Blackwell, G. (2008). Effect of an on-sight lead on the physiological and psychological responses to rock climbing. *Journal of sports science & medicine*, 7(4), 492.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (2020). Koronavirüs (Covid-19) ve Fiziksel Etkinlik için web sitesi; <https://www.who.int/>. Erişim tarihi: 09 Ekim 2020.

El-Gohary, T. M., Abd Elkader, S. M., Al-Shenqiti, A. M., & Ibrahim, M. I. (2019). Assessment of hand-grip and key-pinch strength at three arm positions among healthy college students: Dominant versus non-dominant hand. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 14(6), 566-571.

España-Romero, V., Ortega Porcel, F. B., Artero, E. G., Jiménez-Pavón, D., Gutiérrez Sainz, Á., Castillo Garzón, M. J., Ruiz, J. R. (2009). Climbing time to exhaustion is a determinant of climbing performance in high-level sport climbers. *European journal of applied physiology*, 107(5), 517-525.

Ferguson, R.A., Brown, M.D. (1997). Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76, 174-180.

Fryer, S., Stone, K. J., Sveen, J., Dickson, T., España-Romero, V., Giles, D., ... Draper, N. (2017). Differences in forearm strength, endurance, and hemodynamic kinetics between male boulderers and lead rock climbers. *European journal of sport science*, 17(9), 1177-1183.

Fryer, S., Stoner, L., Lucero, A., Witter, T., Scarrott, C., Dickson, T., ..., Draper, N. (2015). Haemodynamic kinetics and intermittent finger flexor performance in rock climbers. *International journal of sports medicine*, 36(02), 137-142.

Genç, H. (2019). Fiziksel Uygunluk ve Fiziksel Uygunluk Unsurları. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Kitabı-2. Cilt içinde (ss. 135-152). Konya, Çizgi Kitabevi Yayınları.*

Giles, L.V., Rhodes, E.C., Taunton, J.E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 6, 529-545.

Grant, S., Hasler, T., Davies, C., Aitchison, T. C., Wilson, J., Whittaker, A. (2001). A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of sports sciences*, 19(7), 499-505.

Gürer, B., Yıldız, M. E. (2015). Investigation of sport rock climbers' handgrip strength. *Biology of Exercise*, 11(2), 55-71.

Gürer, B., Aksoy, Y., Gonulates, S., Bicer, M., Ozdal, M. (2020). Acute response of handgrip strength, oxygen saturation, heart rate, and tactile discrimination after rock and ice climbing. *Acta Medica Mediterranea*, 36(3), 1895-1899.

Hardy, L., Hutchinson, A. (2007). Effects of performance anxiety on effort and performance in rock climbing: A test of processing efficiency theory. *Anxiety, Stress and Coping*, 20, 147-161.

Hörst, E. (2016). *Training for Climbing: The Definitive Guide to Improving Your Performance (How To Climb Series)*. Rowman & Littlefield.

Jones, G., Schöffl, V., Johnson, M. I. (2018). Incidence, diagnosis, and management of injury in sport climbing and bouldering: a critical review. *Current sports medicine reports*, 17(11), 396-401.

- Kuepper, T., Morrison, A., Gieseler, U., Schoeffl, V. (2009). Sport climbing with pre-existing cardio-pulmonary medical conditions. *International journal of sports medicine*, 30(06), 395-402.
- Laffaye, G., Levernier, G., Collin, J. M. (2016). Determinant factors in climbing ability: Influence of strength, anthropometry, and neuromuscular fatigue. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(10), 1151-1159.
- MacDonald, G. A. (2018). *Handgrip Fatigue and Forearm Girth in Intermediate Sport Rock Climbers* (Doctoral dissertation, University of Nevada, Las Vegas).
- Macdonald, J. H., Callender, N. (2011). Athletic profile of highly accomplished boulderers. *Wilderness and Environmental Medicine*, 22(2), 140-143.
- MacKenzie, R., Monaghan, L., Masson, R. A., Werner, A. K., Caprez, T. S., Johnston, L., Kemi, O. J. (2020). Physical and physiological determinants of rock climbing. *International journal of sports physiology and performance*, 15(2), 168-179.
- McArdle, W., Katch, F., Katch, V. (2001). *Exercise physiology: energy, nutrition and human performance*. 5th ed. Baltimore (MD): Lippincott Williams and Wilkins.
- Mermier, C. M., Janot, J. M., Parker, D. L., Swan, J. G. (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), 1-13.
- Morrison, A. B., Schöffl, V. R. (2007). Physiological responses to rock climbing in young climbers. *British journal of sports medicine*, 41(12), 852-861.
- Noé, F., Quaine, F., Martin, L. (2001). Influence of steep gradient supporting walls in rock climbing: biomechanical analysis. *Gait and posture*, 13(2), 86-94.
- Olympic Games web sitesi (2020). <https://www.olympic.org/>. Erişim tarihi: 09 Ekim 2020.
- Ozimek, M., Staszkiwicz, R., Rokowski, R., Stanula, A. (2016). Analysis of tests evaluating sport climbers' strength and isometric endurance. *Journal of human kinetics*, 53, 249-260.
- Quaine, F., Martin, L. (1999). A biomechanical study of equilibrium in sport rock climbing. *Gait & Posture*, 10(3), 233-239.
- Quaine, F., Vigouroux, L., Martin, L. (2003). Effect of simulated rock climbing finger postures on force sharing among the fingers. *Clinical Biomechanics*, 18(5), 385-388.
- Quaine, F., Vigouroux, L. (2004). Maximal resultant four fingertip force and fatigue of the extrinsic muscles of the hand in different sport climbing finger grips. *International journal of sports medicine*, 25(08), 634-637.
- Sanchez, X., Lambert, P., Jones, G., Llewellyn, D. J. (2012). Efficacy of pre-ascent climbing route visual inspection in indoor sport climbing. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(1), 67-72.
- Saul, D., Steinmetz, G., Lehmann, W., Schilling, A. F. (2019). Determinants for success in climbing: A systematic review. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 17(3), 91-100.
- Schweizer, A., Furrer, M. (2007). Correlation of forearm strength and sport climbing performance. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(3), 211-216.
- Stanković, D., Ignjatović, M., Raković, A., Puletić, M., Hodžić, S. (2014). The strength structure of sport climbers. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 12(1), 11-18.

Stien, N., Saeterbakken, A. H., Hermans, E., Vereide, V. A., Olsen, E., Andersen, V. (2019). Comparison of climbing-specific strength and endurance between lead and boulder climbers. *PLoS one*, 14(9), e0222529.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449.

Uluslararası Spor Tırmanış Federasyonu (IFSC) web sitesi (2020). <https://www.ifsc-climbing.org/>. Erişim tarihi: 11 Ekim 2020.

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.

Zorba, E., Saygın, Ö. (2017). *Fiziksel Aktivite ve Fiziksel Uygunluk*. Perspektif Matbaacılık Tasarım Tic. Ltd. Şti. Ankara.

Watts, P. B., Drobish, K.M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(7), 1118-1122.

Watts, P.B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal Of Applied Physiology*. 91, 361-372.

Winnick, J. P., Short, F. X. (1999). *The Brockport physical fitness test manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1-117.