



ISSN: 2651-4451 • e-ISSN: 2651-446X

Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation

2024 35(3)306-314

Burcu ASLANTEKİN, PhD¹
Zekine PÜNDÜK, Assoc. Prof.²
Ömür KARACA, Assoc. Prof.¹
Emrah ÖZCAN, Asst. Prof.¹
İlter KUŞ, Prof. Dr¹

- 1 Balıkesir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.
- 2 Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.

Correspondence (İletişim):

Ömür KARACA
Balıkesir Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi
Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.
omurkaraca@balikesir.edu.tr
ORCID: 0000-0002-8218-8881

Burcu ASLANTEKİN
E-mail: burcuaslantekin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2212-8748

Zekine PÜNDÜK
E-mail: zkn1938@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3580-942X

Emrah ÖZCAN
E-mail: emrahozcan@balikesir.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6373-4744

İlter KUŞ
E-mail: ilterkus@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-3194-267X

Received: 23.08.2023 (Geliş Tarihi)
Accepted: 24.07.2024 (Kabul Tarihi)



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

CİNSİYETE GÖRE FEMUR UZUNLUĞUNUN QUADRICEPS VE HAMSTRING İZOKİNETİK KUVVET ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, günlük hayatta aktif olan fakat düzenli spor yapmayan bireylerde femur uzunluğu ile quadriceps ve hamstring kuvveti ve dayanıklılığı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapıldı.

Yöntem: Çalışmaya 43 kadın (ortalama yaş: 34,60 yıl) ve 47 erkek (ortalama yaş: 34,95 yıl) gönüllü birey katıldı. Katılımcıların femur uzunluğu ve izokinetik kas kuvvet özellikleri ölçüldü. Ayrıca, fiziksel aktivite düzeyleri Uluslararası Fiziksel Aktivite anketinin kısa formu (IPAQ) ile değerlendirildi.

Sonuçlar: Q ve H pik tork, pik tork/vücut ağırlığı, total iş, total iş/vücut ağırlığı, Hamstring/Quadriceps oranı erkeklerde daha yüksek bulundu ($p<0,01$). Spearman's rho korelasyon analizine göre, kadınlarda femur uzunluğu ile diz ekstansör kas kuvveti, kas dayanıklılığı, pik tork/vücut ağırlığı, total iş/vücut ağırlığı arasında pozitif korelasyon bulundu ($p<0,05$). Erkeklerde ise sadece 60°/sn hızda femur uzunluğu ile total iş arasında pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,05$).

Tartışma: Sonuç olarak, kas kuvveti, kas dayanıklılığı, kilogram başına düşen kas kuvveti açısından erkeklerin kadınlara göre daha avantajlı olduğu görüldü. Ek olarak H/Q oranının artması ile erkeklerde diz eklem stabilitesinin arttığı ve yaralanma riskinin azaldığı sonucuna varıldı. Femur boyu uzun olan kadınların kas kuvveti açısından kısa olanlara göre daha avantajlı ve özellikle diz ekstansör kaslarının daha kuvvetli ve daha dayanıklı olduğu gözlemlendi. Erkeklerde ise femur boyunun uzun olması kas kuvvetinden ziyade kas dayanıklılığı ile ilişkilendirildi. Sonuç olarak femur boyunun uzun olmasının kişiye kas kuvveti ve dayanıklılığı açısından avantaj sağladığı sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Antropometri, Femur Uzunluğu, İzokinetik Kas Kuvveti

EFFECT OF FEMUR LENGTH ON QUADRICEPS AND HAMSTRING ISOKINETIC STRENGTH PROPERTIES ACCORDING TO GENDER

ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

Purpose: This study was carried out to determine the relationship between femur length, quadriceps and hamstring strength and endurance in individuals who are active in daily life but do not do regular sports.

Methods: 43 women (mean age: 34.60 years) and 47 men (mean age: 34.95 years) volunteers participated in the study. The femoral length and isokinetic muscle strength characteristics of the participants were measured. In addition, physical activity levels were evaluated with short form of the International Physical Activity Form (IPAQ).

Results : Q and H peak torque, peak torque/body weight, total work, total work/body weight, Hamstring/Quadriceps ratio were found to be higher in males ($p<0,01$). According to Spearman correlation analysis, a positive correlation was found between femur length and knee extensor muscle strength, muscle endurance, peak torque/body weight, total work/body weight in women ($p<0,05$). On the other hand, a positive correlation was found between femur length and total work at only 60°/sec speed in men ($p<0,05$).

Conclusion: As a result, it was seen that men were more advantageous than women in terms of muscle strength, muscular endurance and muscle strength per kilogram. In addition, it was concluded that with the increase of the H/Q ratio, knee joint stability increased and the risk of injury decreased in men. It was observed that women with longer femur lengths were more advantageous in terms of muscle strength than short ones, and especially their knee extensor muscles were stronger and more durable. In men, longer femur length was associated with muscular endurance rather than muscle strength. As a result, it was concluded that having a long femur length provides an advantage in terms of muscle strength and endurance.

Keywords: Anthropometry, Femur Length, Isokinetic Muscle Strength

GİRİŞ

Kas torku, 'F' kuvveti ile 'r' kaldıraç kolunun uzunluğunun çarpılmasıyla elde edilir. Kaldıraç kolu ise F kuvvetinin yönüne dik, eklemin dönüş eksenine olan mesafesidir. Bu nedenle kasların oluşturduğu torkun yani kuvvetin ekstremite uzunluklarıyla ilişkili olması beklenir (1).

Kas kuvveti, bir kasın maksimum eforla üretebileceği kuvvet veya torku ortaya çıkarma yeteneğidir. Yaş, cinsiyet, kasın enine kesit alanı, kas lifi tipi, kontraksiyon tipi, fiziksel şartlar, Beden Kitle İndeksi (BKİ), fiziksel aktivite düzeyi, beslenme faktörleri kas kuvvetini etkiler. İzokinetik, izotonik veya izokinetik olarak değerlendirilebilir (2-4). Kas kütlesinin ve hızlı kasılan kas liflerinin fazla olmasından dolayı erkeklerde kas kuvveti yüksektir (3,4).

Kas kuvveti, birim zamanda kasın en yüksek efor ile dirence karşı sarf ettiği güç veya kişinin belirli zaman içinde kasta oluşan kuvvet veya torku ortaya koyabilme yeteneği olarak tanımlanabilir ve yaş, cinsiyet, kasın enine kesit alanı, kas lifinin tipi, kontraksiyon tipi, fiziki şartlar, yorgunluk, fiziksel aktivite, beslenme gibi faktörler de kas kuvveti üzerinde etkilidir (2-4). Kas kütlesinin ve hızlı kasılan kas liflerinin fazla olmasından dolayı erkeklerde kas kuvveti yüksektir (3,4).

Büyüme ve gelişmeyle artan kas kuvvetine paralel kemik kütlesi ve geometrisinde de değişimler meydana gelir. Wolff Yasası olarak ifade edilen bu etkileşimde kaslar büyüdükçe ve geliştikçe kemik kütlesi de mekanik bütünlüğü korumak için değişir ve yeniden şekillenir. Bu durum çeşitli sporla uğraşan kişilerdeki kemik geometrisi-kas kuvveti farklılığını açıklar (5). Hentbol oyuncularının uzun el, kol ve bacaklara sahip, geniş omuzlu, daha düşük brakial indeksli olması (6), haltercilerin kısa boy ve kısa uzuv segmentine sahip olmaları (7), yüzücülerin geniş omuzlu, geniş kol açıklığı ve uzun ekstremitelere ve gövdeye sahip olması (8,24) örnek olarak gösterilebilir.

Powerlift sporunu yapan erkek sporcularda kemik geometrisi-kas kuvvet ilişkisini değerlendiren Ferland ve diğ. (2020) ise yapılan spora bağlı gelişen adaptasyona bağlı olarak femur uzunluğunun kas kuvvetine etki ettiğini tespit etmişlerdir. Çalışma sadece erkeklerde yapıldığından kadınlar ile kıyas-

lama yapılmamıştır (9).

Çalışmalar sporcularda segment uzunluğu ile kas kuvveti ilişkisinin var olduğunu gösterdiğinden düzenli spor yapmayan fakat günlük yaşantısında fiziksel olarak aktif kişilerde de bu durumun olabileceğini akla getirmektedir. Kranick (2016), 150 dakika orta yoğunlukta fiziksel aktivite yapan ve yapmayan toplam 13 kişiden oluşan bu iki grupta yaptığı çalışmada örneklem grubunun yetersizliğinden femur boyu ile kas kuvveti arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır (10). Daly ve diğ. (2008) ise 103 prepubertal kız grubunda yaptığı çalışmada femur boyunun kas kuvveti ile pozitif korelasyon gösterdiğini bulmuştur (11). Yani örneklem sayısı, yaş grubu, cinsiyet gibi parametreler uzunluk ve kuvvet ilişkisinde önemlidir.

Değerlendirilen kas kuvvetinin yanında, bu kuvvetlerin birbirine oranı yani H/Q oranı da önemlidir. H/Q oranı, diz eklem stabilizasyonu ve diz eklemi yaralanması yatınlığının bir göstergesidir. Bu değer yüksek olması temas olmadan meydana gelen yaralanmalar da dahil alt ekstremite yaralanmalarını önler.

Yapılan çalışmalarda genellikle sporcular üzerine yoğunlaşmıştır. Düzenli spor yapmayı fiziksel olarak aktif bireylerde yapılan çalışmalarda ya örneklem sayısı yetersiz ya da yaş aralığı küçüktür. Buradan hareketle günlük yaşamında spor yapmayan fakat fiziksel açıdan aktif yetişkin bireylerde femur boyunun kişiye avantaj mı yoksa dezavantaj mı sağlayacağını, bireyin yapacağı herhangi bir kuvvetlendirmede femur boyunun kas kuvvetine pozitif yönde etki edip etmediğini belirlemek için bu çalışmayı planladık.

YÖNTEM

Araştırma grubu

Çalışmamıza günlük yaşamında aktif olan, düzenli spor yapmayan, sağlıklı 47 erkek (35,02±10,11 yaş) ve 43 kadın (34,60±13,37 yaş), toplam 90 kişi gönüllü olarak katıldı. Gerekli kooperasyon ve kognitif becerilere sahip, son 1 yıl içinde herhangi bir sportif yaralanma veya operasyon geçirmemiş, alt ekstremite ve collumna vertebralis'e yönelik travma hikayesi olmayan, herhangi bir nörolojik problemi olmayan, Beden Kitle İndeksi (BKİ) 18-30 arası

olan, ölçüm öncesi ağır egzersiz yapmamış, alkol kullanmamış olan kişiler dahil edildi. Testlerin yapılmasını engelleyecek herhangi bir ortopedik engel taşıyan, en az 6 ay süren herhangi bir yaralanmaya bağlı ağrısı olan, düzenli egzersiz yapan, hamstring kas grubu ve m. gastrocnemius ve m. soleus kaslarında kısıklık olan, yorgun olan kişiler dahil edilmedi. Katılımcılara bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı. Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09/06/2020 tarih ve 2020/90 numaralı etik kurul onayı ile gerçekleştirildi. Helsinki Bildirgesi'ne uygun hareket edildi. Ölçümler Balıkesir Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarında, 2 Ağustos- 20 Ağustos 2021 tarihleri arasında yapıldı.

Araştırma Yöntemi

Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların antropometrik ölçümleri (boy, kilo, femur uzunluğu) 1 mm'ye hassas mezura ile dokular sıkıştırılmadan sol ekstremiteden gerçekleştirildi. Femur uzunluğu ayakta dik duruş pozisyonundayken femur'un trochanter major'u ile tibia'nın condylus medialis'i arasındaki uzaklık ölçülerek hesaplandı (12). Kilo, ayakta dik duruş pozisyonunda, yüz karşıya bakacak şekilde TANITA BC-418 marka vücut analizi ölçüm cihazı ile yapıldı (13).

Fiziksel Aktivite Düzeyinin belirlenmesi

Kişilerin aktiflik düzeyi 2005 yılında Öztürk tarafından Türkçe'ye uyarlanmış Uluslararası Fiziksel Aktivite anketinin kısa formu (IPAQ) kullanılarak Metabolik Eşdeğer (MET) cinsinden hesaplandı (14,15). Çalışmaya 600 MET dk/hafta değerinin üzerinde; 601-3000 MET dk/hafta değerleri arasında orta düzey aktif ve 3001 MET dk/hafta ve üzeri aktif bireyler dahil edildi.

İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümü

Diz fleksör ve ekstansör kas kuvveti IsoMed 2000 (D&R FerstlGmbH, Hemau, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Katılımcılara izokinetik değerlendirme öncesi 5 dk bisiklet ergometresini takiben 5 dk diz ekstansör ve fleksör kaslarına germe egzersizleri yapıldı. Ölçümü yapılacak kişinin cihaza göre uygun koltuk ayarları yapıldı. Kişinin sağ taraf uyluğu, pelvisi ve üst gövdesi bantlarla cihazın koltuğuna sabitlendi. Dinamometrenin pivot noktası femur'un lateral kondiline gelecek şekilde, kol eksenine ise kişinin bacak uzunluğuna paralel olacak şekilde ayarlandı. Ayrıca dinamometrenin uzun veya kısa olan kolları kişinin boyuna uygun olarak seçildi. Kişinin ayak bileğini cihaza sabitlemek amacıyla dinamometrenin aparatı ayak bileğini kavrayacak biçimde bantlandı. Dinamometreye diz eklemine hareket açılığı 5° ile 90° arasında olacak şekilde iki stoper takıldı. Kuvvet yayılımını önlemek amacıyla hareket sırasında, kişiden ellerini çapraz omzuna götürmesi istendi (16). Her kişi için cihaz ayrıca kalibre edildi. İzokinetik kas kuvveti testi tek bacak için 60°/sn hızda 6 maksimal tekrar; 180°/sn hızda 20 maksimal tekrar olarak gerçekleştirildi. İki ölçüm arasında 90 sn dinlenme süresi verildi. Ölçümlerden önce kişiden deneme amaçlı ve cihaza adaptasyonu sağlamak açısından aynı hızlarda ve hareket açıklığında diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapması istendi. Ölçümler sırasında görsel ve işitsel biofeedback verildi (17,18,33).

Test sonucunda diz fleksör ve ekstansörleri için pik tork (PT), total iş (TW), pik tork/vücut ağırlığı (PT/VA), total iş/vücut ağırlığı (TW/VA), H/Q ve PT olduğu eklem hareket açısı değerlendirildi.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analiz

Katılımcılardan elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 16.0 paket programında analiz edildi (19). Verilerin tanımlayıcı istatistik analizleri hesaplandı. Shapiro Wilk Testi ile normallik analizi yapıldı ve verilerin normallik varsayımına uyduğu görüldü. Cinsiyetler arasındaki farklılıklar Bağımsız Örneklem T testi ile karşılaştırıldı. Spearman's rho

Tablo 1. Katılımcıların Antropometrik Özellikleri ve Haftalık Toplam MET Değeri

	Kadın (n=43) Ort ± SS (Min - Maks)	Erkek (n=47) Ort ± SS (Min - Maks)	t	p
Yaş (yıl)	34,60±13,37 (18-60)	34,95±10,04 (20-53)	-0,165	0,869
Vücut ağırlığı (kg)	65,46±10,70 (45-85)	74,44±10,49 (52-92)	-4,018	0,000*
Boy (cm)	162,08±5,66 (152-175)	173,23±7,37 (155-190)	-7,997	0,000*
BKİ (kg/m ²)	24,88±3,37 (18-30)	24,81±3,18 (18,42-30)	0,098	0,922
Femur boyu (cm)	43,93±3,65 (37,5-53)	46,25±3,60 (39-52,5)	-3,036	0,003*
MET (ml/kg/dk)	1574±1098 (616,5-6072)	3040±2749 (622,5-11172)	-3,265	0,001*

*p<0,05, Ort: Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, BKİ: Beden Kitle İndeksi MET: Metabolik Eşdeğer

korelasyon analizi kullanılarak femur boyu ile izo-kinetik test değişkenlerinin arasındaki ilişki değerlendirildi. Veriler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. p değeri 0,05'ten küçük olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Çalışmada örneklem hacmi grup 1 için 36, grup 2 için 36 olmak üzere toplamda 72 olarak hesaplandı. Örneklem hacmi hesaplanırken G*Power 3.1.9.4. paket programından yararlanıldı. Çalışmanın gücü 0,809,

güvenilirliği 0,95, etki büyüklüğü ise 0,6 olarak belirlenmiş olup çalışmada grup 1 için 43, grup 2 için 47 denekten ilgili veriler toplandı (20).

SONUÇLAR

Vücut ağırlığı, günlük hayatta aktifliğin göstergesi olan MET değeri, boy ve femur uzunluğu erkeklerde anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0,01$) (Tablo 1).

Tablo 2. Diz Fleksör ve Ekstansörlerinin PT ve PT/VA Değerleri, TW ve TW/VA Değerleri, H/Q Oranı ve PT Oluşma Açısı

		Kadın (n=43) Ort \pm SS (Min - Maks)	Erkek (n=47) Ort \pm SS (Min - Maks)	t	p
60°/sn diz flex	PT (Nm)	52,51 \pm 11,39 (31-73)	100,68 \pm 20,88 (52-148)	-13,734	0,000*
	PT/VA (Nm/kg)	0,81 \pm 0,19 (0,47-1,38)	1,35 \pm 0,24 (0,92-2,03)	-11,436	0,000*
60°/sn diz ext	PT (Nm)	116,86 \pm 23,04 (73-205)	205,31 \pm 42,13 (115-310)	-12,494	0,000*
	PT/VA (Nm/kg)	1,81 \pm 0,35 (1,20-2,76)	2,77 \pm 0,52 (1,97-4,30)	-10,347	0,000*
180°/sn diz flex	PT (Nm)	39,44 \pm 8,50 (24-47)	78,10 \pm 24,94 (45-202)	-10,008	0,000*
	PT/VA (Nm/kg)	0,61 \pm 0,16 (0,38-1,14)	1,04 \pm 0,28 (0,60-2,24)	-9,063	0,000*
180°/sn diz ext	PT (Nm)	83,62 \pm 16,95 (51-144)	146,04 \pm 32,14 (85-229)	-11,657	0,000*
	PT/VA (Nm/kg)	1,30 \pm 0,29 (0,85-1,86)	1,96 \pm 0,35 (1,42-2,95)	-9,534	0,000*
60°/sn diz flex	TW (J)	296,79 \pm 69,96 (168,00-406,00)	566,63 \pm 124,57 (312,00-865,00)	-12,510	0,000*
	TW/VA (J/kg)	4,63 \pm 1,25 (2,20-7,55)	7,64 \pm 1,55 (5,07-11,43)	-10,053	0,000*
60°/sn diz ext	TW (J)	536,93 \pm 97,28 (366,00-748,00)	898,04 \pm 206,14 (468,00-1527,00)	-10,770	0,000*
	TW/VA (J/kg)	8,32 \pm 1,62 (5,33-12,86)	12,04 \pm 2,13 (7,90-17,15)	-9,229	0,000*
180°/sn diz flex	TW (J)	579,67 \pm 123,01 (291,00-861,00)	1151,06 \pm 326,88 (433,00-1854,00)	-11,151	0,000*
	TW/VA (J/kg)	9,06 \pm 2,40 (4,47-14,59)	15,49 \pm 4,06 (5,14-24,04)	-9,226	0,000*
180°/sn diz ext	TW (J)	1145,27 \pm 231,31 (484,00-1660,00)	2049,04 \pm 720,18 (1062,00-5863,00)	-8,156	0,000*
	TW/VA (J/kg)	17,88 \pm 4,45 (8,34-27,05)	27,33 \pm 7,17 (16,64-63,72)	-7,421	0,000*
60°/sn H/Q (Nm/kg)		0,45 \pm 0,06 (0,33-0,62)	0,49 \pm 0,07 (0,23-0,64)	-3,093	0,003*
180°/sn H/Q (Nm/kg)		0,48 \pm 0,10 (0,30-0,75)	0,53 \pm 0,10 (0,33-0,95)	-2,416	0,018*
60°/sn flex oluşma açısı (°)		38,4 \pm 9,2 (22,0-59,0)	38,0 \pm 8,1 (22,0-56,0)	0,218	0,828
60°/sn ext oluşma açısı (°)		62,6 \pm 4,2 (52,0-75,0)	64,8 \pm 4,3 (54,0-78,0)	-2,385	0,019*
180°/sn flex oluşma açısı (°)		26,1 \pm 12,7 (11,0-50,0)	29,8 \pm 11,6 (11,0-50,0)	-1,448	0,151
180°/sn ext oluşma açısı (°)		70,0 \pm 7,3 (55,0-78,0)	69,2 \pm 8,1 (54,0-77,0)	0,455	0,650

*p<0,05, Ort: Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, PT: Pik Tork, PT/VA: Pik Tork/Vücut Ağırlığı, flex: fleksiyon, ext: ekstansiyon, H/Q: Hamstring kuvveti/ Quadriceps kuvveti, TW: Total Work, TW/VA: Total Work/Vücut Ağırlığı

Hem diz fleksör ve ekstansör kas kuvveti hem de kas kuvvetinin vücut ağırlığına oranı erkeklerde daha yüksek bulundu ($p<0,001$). Kadın ve erkek arasında kuvvet farkının en fazla olduğu yer ise $180^\circ/\text{sn}$ hızda diz fleksörleridir. Ayrıca diz eklemi yaralanmasını ve stabilizasyonunu ifade eden H/Q oranı her iki hızda da erkeklerde yüksek olduğu bulundu ($p<0,01$) (Tablo 2).

Belirlenen açıda eklem hareketi gerçekleşirken fleksör kaslar en fazla kuvveti eklem hareket açısının başında açığa çıkartmışlar, ekstansör kaslar ise eklem hareketinin sonuna doğru oluşturmuşlardır. Ayrıca açılma hızının artmasıyla fleksörlerin PT oluşma açısı azalırken, ekstansörlerin arttığı gözlemlendi. Cinsiyetler arasında ise 60° 'de ekstansör kaslarda, 180° 'de fleksör kaslarda PT oluşma açısında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0,01$) (Tablo 2).

Diz fleksör ve ekstansörlerinin kas dayanıklılığı değeri ve bu değerinin vücut ağırlığına oranının erkeklerde daha yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$) (Tablo 2).

Femur uzunluğunun kadınlarda yaş, vücut ağırlığı, BKİ ile negatif korelasyon, boy ve MET değeri ile pozitif korelasyon olduğu görüldü ($p<0,05$). Erkeklerde ise femur uzunluğu ile boy arasında pozitif korelasyon bulundu ($p<0,01$) (Tablo 3).

Kas dayanıklılığı ve kas dayanıklılığının vücut ağırlığına oranı ile femur uzunluğu arasındaki korelasyon kadınlarda anlamlı düzeyde ilişkili bulunurken, erkeklerde sadece $60^\circ/\text{sn}$ hızda anlamlılık görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4).

Kas kuvveti ve kas kuvvetinin vücut ağırlığına oranı ile femur uzunluğu ilişkisine bakıldığında, kadınlarda hem diz ekstansör kas kuvvetinin hem de bu kuvvetin vücut ağırlığına oranının femur uzunluğu ile

Tablo 3. Femur Uzunluğu ile Antropometrik Ölçümler Arasındaki İlişki

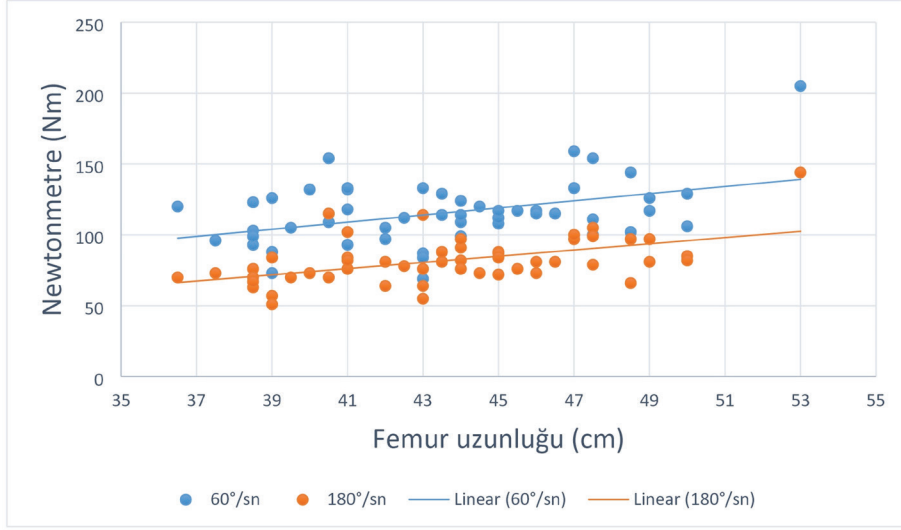
		Femur uzunluğu (cm)	
		Kadın (n=43)	Erkek (n=47)
Yaş (yıl)	p	0,021*	0,202
	r	-0,351	-0,190
Vücut ağırlığı (kg)	p	0,215	0,052
	r	-0,193	0,285
Boy (cm)	p	0,045*	0,000*
	r	0,308	0,675
BKİ (kg/m ²)	p	0,036*	0,703
	r	-0,321	-0,057
Haftalık toplam MET değeri	p	0,141	0,405
	r	0,228	-0,124

* $p<0,05$, r: korelasyon katsayısı, BKİ: Beden Kitle İndeksi, MET: Metabolik Eşdeğer

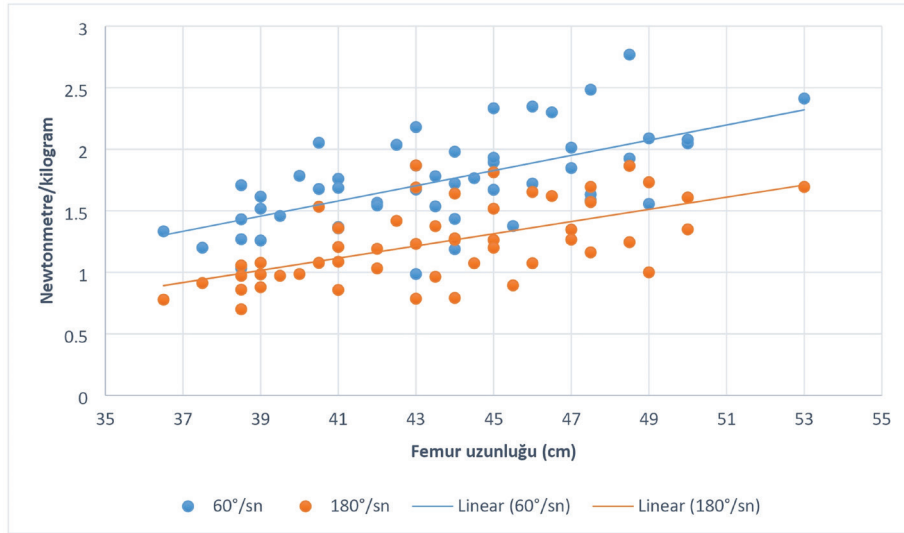
Tablo 4. Kas Dayanıklılığı ve Kas Dayanıklılığının Vücut Ağırlığına Oranı ile Femur Uzunluğu İlişkisi

Kas Dayanıklılığı Ölçümleri		Femur uzunluğu Kadın (n=43)		Femur uzunluğu Erkek (n=47)	
		$60^\circ/\text{sn}$	$180^\circ/\text{sn}$	$60^\circ/\text{sn}$	$180^\circ/\text{sn}$
Diz flex TW (J)	p	0,002*	0,029*	0,037*	0,833
	r	0,467	0,334	0,305	0,032
Diz ext TW (J)	p	0,002*	0,017*	0,018*	0,194
	r	0,457	0,363	0,344	0,193
Diz flex TW/VA (J/kg)	p	0,000*	0,015*	0,320	0,324
	r	0,512	0,368	0,148	-0,147
Diz ext TW/VA (J/kg)	p	0,000*	0,009*	0,026*	0,317
	r	0,602	0,395	0,325	0,149

* $p<0,05$, r: korelasyon katsayısı, flex: fleksiyon, ext: ekstansiyon, TW: Total Work, TW/VA: Total Work/Vücut ağırlığı



Şekil 1. Kadınlarda 60°/sn ve 180°/sn Hızda Diz Ekstansör Kas Kuvveti ile Femur Uzunluğunun Pozitif İlişkisi.



Şekil 2. Kadınlarda 60°/sn ve 180°/sn Hızda Diz Ekstansör PT/VA ile Femur Uzunluğunun Pozitif İlişkisi.

pozitif korelasyon gösterdiği bulundu ($p < 0,05$) (Şekil 1, Şekil 2). Erkeklerde ise anlamlılık bulunmadı ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Çalışmamızda günlük hayatında aktif fakat düzenli spor yapmayan ve spor geçmişi olmayan yetişkin bireylerin diz fleksör ve ekstansör kas kuvveti, dayanıklılığı, H/Q oranı değerlendirildi. Kadınlarda kas dayanıklılığının ve ekstansör kas kuvvetinin femur uzunluğuna bağlı olarak artış gösterdiği bulundu. Erkeklerde ise kas kuvvetinden ziyade kas dayanıklılığı ile femur uzunluğu arasında pozitif ilişki tespit

edildi. Bununla birlikte, kısa femur boyunun kas kuvveti açısından kadınlar için dezavantaj oluşturduğu ortaya konuldu.

Antropometri ve kas kuvvetini kıyaslayan çalışmalara bakıldığında aktif sporcularda (5-7,9), çocuklarda (11,21,8,24), femoral uzatma operasyonu sonrası kişilerde (16,26) karşılaştırmaların yapıldığı görülmektedir. Örneklem grubu yetersiz de olsa günlük yaşamında fiziksel olarak aktif olan ve olmayan bireylerde yapılan çalışmalar da vardır (10,23).

Kas kuvveti büyüme ve gelişmeye bağlı değişim göstermektedir. İstemli kas hareketleri sırasında

nöral kontrolün farklılığına bağlı olarak kas kuvveti cinsiyetler arasında ve yaş grupları arasında farklılık oluşturmaktadır. Bu farklılığı ortadan kaldırmak için kas kuvveti vücut ağırlığına bölünmekte yani kuvvetsel açıdan normalleştirilme yapılmaktadır. (22). Çocuklarda yetişkinlerden, kadınlarda ise erkeklerden daha düşük kuvvet üretme yeteneği vardır (4,23,31). Bizim çalışmamızda da erkeklerdeki hem kas kuvvet değeri hem de normalleştirme yapılmış kas kuvvet değeri daha yüksektir.

Herhangi bir egzersiz yapmayan 6-9 yaş arası çocuklarda ve orta derecede aktif veya sedanter 18-25 yaş arası yetişkinlerde çalışma yapan Kanehisa ve diğ. (1994), uyluk kas kuvvetini kas kesit alanı ile uyluk uzunluğunun çarpılmasıyla hesaplayarak antropometrinin kas kuvvetine etkisini ifade etmiştir (23). Bu etki yetişkinlerde daha fazladır. Çünkü yetişkinlerin çocuklara göre kas boyutuyla orantılı olarak kuvvet üretme yeteneği daha yüksektir ve çocukların ergenliğe kadar kas kuvveti ve antropometri uyumu beklenenden fazla artar. Yetişkinlerle yaptığımız bu çalışmada da kas kuvveti ve antropometri arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

Antropometrik özellikler spor performansını etkileyen önemli faktörlerdendir. Özellikle çocuklarda ve adölesanlarda yetenekli sporcuların tespiti için önemlidir. Nevill ve diğ. (2015), 11-16 yaş arası yüzücülerde yaptığı çalışmada femur uzunluğunun yüzme hareketini değiştirerek alt ekstremitenin batmasına neden olup dezavantaj sağladığı, önkol ve ayak uzunluğunun ise daha iyi itiş sağlayıp avantaj oluşturduğunu ortaya koymuşlardır (8). Akşit ve diğ. (2017) ise 11-14 yaş arası yüzücülerde gövde ve ekstremiteler uzunluklarının erkeklerde daha yüksek olmak üzere her iki cinsiyet için de itme kuvveti üzerinde olumlu etkileri bulunduğunu ve yüzme performansını olumlu etkilediğini bulmuşlardır (24). Böylece uzun gövde ve ekstremitelere sahip bireylerin yüzme sporuna yönelmesi performans açısından avantaj sağlar.

Ferland ve diğ. (2020), 18-40 yaş arası, 59 erkek powerlift (squat, bench ve deadlift) sporcusunda antropometrik özellikleri ve performanslarını kıyasladığı çalışmada, uyluk uzunluğunun squat ve deadlift performansına pozitif katkı sağladığı, bench performansına ise etki etmediğini tespit etmişlerdir. Bulgular sonucunda antropometrik özelliklerin sporcunun kuvvetinin tahmin edilebilmesi için iyi

bir gösterge olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte kas kuvvetinde, sadece fizyolojik temelli adaptasyonların değil uyluk boyu gibi biyomekaniksel faktörlerin de önemli olduğunu belirtmişlerdir (9). Sonuç olarak kişiye özel egzersiz programları düzenlenirken biyomekanik faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Femoral uzatma ameliyatı sonrası yapılan bir çalışmada, ameliyat sonrası kas kuvveti değerinde quadricepste %40-50, hamstringte %15-20 kuvvet kaybı ortaya çıkmış fakat sonrasında egzersizle kas kuvvetinin eski haline döndüğü gözlenmiştir (23). Krieg ve diğ. (2018) femoral uzatma ameliyatı öncesi ve sonrası uzun ve kısa ekstremitelerin diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetlerini kıyaslamışlardır. Ameliyat öncesinde iki bacak arasında ekstansörlerde fark %15 iken ameliyat sonrasında bu fark %22'ye yükselmiştir. Diz fleksörlerinde ise belirgin değişiklik görülmemiştir. Bunun nedenini ise hastaların geliştirdikleri diz fleksiyon mekanizması sonucu ekstansörlere daha fazla yük bindirmeleri olarak açıklamışlardır (26). Yani uzatma ameliyatlarında etkilenen kasların morfolojisi ve kuvvetinde önemli değişiklikler oluşur. Antropometrinin değişmesi kas kuvvetine etki eder. Biz de bu çalışmayla antropometrinin kas kuvvetine etkisini ortaya koyduk.

Diz ameliyatı geçiren hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası kas kuvveti değerlerini femur uzunluğuyla kıyaslayan Dean ve diğ. (2022), kuvvetsel açığın femur uzunluğuyla negatif ilişkisi bulunduğunu söylemişlerdir. Yani daha uzun ekstremitelere sahip hastalar ya kuvvet açığını hızla kapatabilmekte ya da ameliyat öncesi kuvvetlerini büyük ölçüde koruyabilmektedirler. Ayrıca ameliyat edilmeyen ekstremitenin de kas kuvvetinin femur uzunluğuyla anlamlı ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlardan hareketle spesifik kemik morfolojik özelliklerinin kuvvet değişkenini etkileyebileceğini ve verilen egzersiz reçetelerinin bireyselleştirilmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır (16).

Alt ekstremiteler uzunluk ile kuvvet arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmaların yanı sıra üst ekstremiteler uzunluğu ile el fleksör-ekstansör kas kuvveti ve el kavrama kuvvetini ilişkilendiren çalışmalar da mevcuttur. Pizzigalli ve ark. (2016) İtalyan basketbolcularda yaptığı çalışmada ön kol uzunluğu ile kavrama kuvvetinin pozitif korele olduğunu göstermişlerdir (26). Alahmari ve diğ. (2017) ise Araplarda yaptığı

çalışmada el uzunluğunun kavrama kuvvetini olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir (28). Elit ve rekreatyone spor tırmanışçılarındaki yer değiştirmek ve dengeyi sağlamak için üst ekstremitenin yanında eller ve parmaklar da oldukça fazla kullanılmaktadır ve bu nedenle kavrama kuvveti tırmanmada önemlidir. Uzun parmaklar ve eller kavrama kuvvetini pozitif etkilemekte ve daha verimli ve etkili kavrama yapılabilmesini sağlamaktadır. Yani başarılı tırmanma performansı için belirli antropometrik özellikler olmalıdır (29). Parmak uzunluğu, el uzunluğu, ön kol uzunluğu gibi pratik ölçülebilen antropometrik özellikler ile kas kuvveti ve tırmanma başarısı tahmin edilebilir. Aynı durumun alt ekstremitenin için de geçerli olduğunu yaptığımız çalışma ile ortaya koyduk.

Bhat ve diğ. (2021), 18-35 yaş arası, 7 farklı ırk üzerinde yaptığı çalışmada kol, ön kol, el uzunluğu ve tüm parmak uzunluklarıyla el kavrama kuvvetinin pozitif ilişki gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca antropometrik özelliklerin ve el kavrama kuvvetlerinin her ırkta farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Hatta belli bir nüfusta siviller, askeri personel, öğrenciler, işçiler arasında bile farklılıklar vardır ve birçok ülke bu farklılıklar ile bir veritabanı oluşturmayı amaçlamışlardır (30). Biz de çalışmamızla Türk popülasyonunda düzenli spor yapmayan fakat aktif olan kişilerin kas kuvvetinin referans değerlerine katkı sağlamayı amaçladık.

Erkek ve kadınlarda ergenlik sonrasında quadriceps ve hamstring güç profilleri farklılık gösterir. Olgunlaşmayla birlikte erkeklerde hamstring kas kuvvetinde artış görülürken kadınlarda nöromusküler dengesizliklerden dolayı erkekler kadar artış görülmez ve yaralanma riski artar. (4,31). Quadriceps göre azalan hamstring kuvveti (H/Q), alt ekstremitenin yaralanmalarının yüksek insidansı ile ilişkilidir (32). Kuvvet farkından meydana gelen yaralanmaları önlemek için diz ekleminin biyomekaniğini anlamak önemlidir. Hareket sırasında kasların maksimum kuvveti ürettiği açı burada önem kazanmaktadır. Bu açı, açısal hıza göre değişkenlik gösterir, kadın ile erkek arasında kuvvetsel farkların oluşmasına neden olabilir. Çalışmamızda cinsiyetler arasında 60°/sn hızda diz ekstansörlerinde pik torkun ortaya çıktığı açıdaki anlamlı farklılık, kuvvetsel anlamda da belirgin farklılığın ortaya çıkmasını sağlamıştır (33).

Kas kuvvetiyle paralellik gösteren dayanıklılık da

yine günlük yaşamda aktif kullanılan ekstansörlerde daha yüksektir. Rüst ve diğ. (2012) dayanıklılığı yüksek sporcular olan triatletlerde ve bisikletçilerde yaptığı antropometrik ölçümlerde daha az iskelet kasına sahip triatletlerde alt ekstremitenin uzunluğunun daha kısa olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat bu kısalığın triatletler için dezavantaj oluşturmadığını bulmuşlardır (34). Ayrıca Ogueta-Alday ve diğ. (2018) yarı maraton koşan sporcularda, uyluk uzunluğunun koşu performansını üzerinde etkisinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır (35). Biz çalışmamızda femur boyunun kas dayanıklılığına etkisini bulduk. Sonuçlarımızın diğer çalışmalar ile farklılık göstermesinin nedeni profesyonel sporcular yerine fiziksel olarak aktif bireyler üzerinde ölçümlerin yapılmasından kaynaklanabilir.

Örneklem sayısının az olması, sporcu grup ile sonuçların kıyaslanamaması, iki ekstremitenin birlikte değerlendirilememesi çalışmanın kısıtlılıklarıdır.

Çalışmamızda diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetinin femur boyu ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Femur boyunun kişiye kuvvet ve dayanıklılık açısından avantaj sağladığı görülmektedir. Bu nedenle kişinin ekstremitenin antropometrik ölçümlerine bakılarak kas kuvveti ve dayanıklılığı değerlendirilebilir ve bununla birlikte kişiye özel egzersiz programında femur boyunun göz önüne alınmasının faydalı olabileceği kanaatine varılmıştır.

Destekleyen Kuruluş: Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi 2020/092 proje numaralı BAP ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Yazar Katkıları: Fikir/Kavram-BA; Tasarım-ÖK, ZP; Denetleme/Danışmanlık- ÖK, ZP, EÖ; Kaynaklar ve Fon Sağlama- BA, ZP, ÖK, EÖ; Materyaller- BA, ZP, ÖK, EÖ; Veri Toplama ve/veya İşleme-BA, ZP; Analiz ve/veya Yorumlama-BA, ZP, ÖK, EÖ, İK; Literatür Taraması- BA, ZP, ÖK, EÖ; Makale Yazımı- BA, ZP, ÖK, EÖ; Eleştirel İnceleme- ÖK, ZP, EÖ, İK.

Teşekkür : Yazarlar, katılımcılara çalışma sırasında gösterdikleri çaba, zaman ayırma ve işbirliği için teşekkür eder. Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi (Proje Numarası: 2020/092) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Pietraszewska J, Struzik A, Burdukiewicz A, Stachoń A, Pietraszewski B. Relationships between body build and knee joint flexor and extensor torque of polish first-division soccer players. *Applied Sciences*. 2020;10(3):783.
- Taşdemir FC. Periferik kas kuvvetinin değerlendirilmesi. *Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi*. 2019;7(1):39-49.
- Okwudili JD, Onuorah OC, Agha MM, Mong EU, Dim PA, Ahanonu O, John JN. Relationship of quadriceps femoris muscle strength and endurance with selected anthropometric indices. *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*. 2019;4(4):193-196
- Çevik Saldıran T, Atıcı E, Öztürk Ö, Azim Rezae D. Cinsiyet Farklılığının Alt Ekstremitte Kas Kuvveti ve Kas Mekanik Özelliklerinde Oluşturduğu Değişiklikler-Bir Pilot Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*. 2020;5(3):530-537.
- Puthuchery Z, Kordi M, Rawal J, Eleftheriou KI, Payne J, Montgomery HE. The relationship between lower limb bone and muscle in military recruits, response to physical training, and influence of smoking status. *Scientific Reports*. 2015;20(5):9323.
- Lijewski M, Burdukiewicz A, Stachoń A, Pietraszewska J. Differences in anthropometric variables and muscle strength in relation to competitive level in male handball players. *PLoS One*. 2021;9;16(12):1-13.
- Vidal Pérez D, Martínez-Sanz JM, Ferriz-Valero A, Gómez-Vicente V, Ausó E. Relationship of Limb Lengths and Body Composition to Lifting in Weightlifting. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;17;18(2):756.
- Nevill AM, Oxford SW, Duncan MJ. Optimal Body Size and Limb Length Ratios Associated with 100-m Personal-Best Swim Speeds. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(8):1714-8.
- Ferland PM, Laurier A, Comtois AS. Relationships between anthropometry and maximal strength in male classic powerlifters. *International Journal of Exercise Science*. 2020;13(4):1512-1531.
- Kranick M. The effect of limb length or total body height on maximal muscle strength. *Logos: A Journal of Undergraduate Research*. 2016;9:44-54.
- Daly RM, Lundgren SS, Linden C, Karlsson MK. Muscle determinants of bone mass, geometry and strength in prepubertal girls. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. 2008;40(6):1135-1141.
- Eliöz M, Atan T, Saç A, Yamak B. Sporcu ve sedanterlerde Q açısı ile bazı fiziksel özellikler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*. 2015;6(1):58-65.
- Akyüz Ö. (2017). Müsabaka dönemindeki futbolcularda sekiz haftalık antrenmanın bazı fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 2017; 2(1): 85-95.
- Yalız Solmaz D, Aydın G. Spor Bilimleri Fakültesinde Eğitim Gören Öğrencilerin Fiziksel Aktivite Düzeyleri. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2016;3(1):34-46.
- Öztürk M. Üniversitede eğitim-öğretim gören öğrencilerde uluslararası fiziksel aktivite anketinin geçerliliği ve güvenilirliği ve fiziksel aktivite düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi. Ankara. 2005.
- Dean RS, DePhillippi NN, Kiely MT, Schwery NA, Monson JK, LaPrade RF. Femur Length is Correlated with Isometric Quadriceps Strength in Post-Operative Patients. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;2;17(4):628-635.
- Bahşi A, Altındağ Ö, Akaltun MS, Aydeniz A, Avcı EE, Gür A. Comparison of the Effects of Isokinetic, Isometric, and Isotonic Exercises on Knee Osteoarthritis Using Ultrasound. *Cureus*. 2022;23;14(8):e28324.
- Gürol B, Yılmaz İ. İzokinetik kuvvet antrenmanı. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2013;11(1): 1-11.
- SPSS Inc. SPSS for windows, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc. 2007. http://www.unimuenster.de/imperia/md/content/ziv/service/software/spss/handbuecher/englisch/spss_brief_guide_16.0.pdf.
- Kalaycıoğlu O, Akhanlı SE. Sağlık araştırmalarında güç analizinin önemi ve temel prensipleri: Tıbbi çalışmalar üzerinde uygulamalı örnekler. *Turkish Journal of Public Health*. 2020;18(1):103-112.
- Nefesoğlu İ, Bas O. The Effect of the Kinanthropometric Profile on Leg Strength and Hand Grip Strength in Young Female Swimmers. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*. 2021;5(1):18-32.
- Nimphius S, McBride JM, Rice PE, Goodman-Capps CL, Capps CR. Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Activity during an Isometric Squat between Strength-Matched Men and Women. *J Sports Sci Med*. 2019;11;18(1):101-108.
- Kanehisa H, Ikegawa S, Tsunoda N, Fukunaga T. Strength and cross-sectional area of knee extensor muscles in children. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1994;68(5):402-5.
- Akşit T, Ozkol MZ, Vural F, Pekünlü E, Aydınoglu R, Varol R. Contribution of Anthropometric Characteristics to Critical Swimming Velocity and Estimated Propulsive Force. *Journal of physical education and sport*. 2017;17(1):212-218.
- Bhave A, Shabtai L, Woelber E, Apelyan A, Paley D, Herzenberg JE. Muscle strength and knee range of motion after femoral lengthening. *Acta orthopaedica*. 2017;88(2):179-184.
- Krieg AH, Gehmert S, Neeser OL, Kaelin X, Speth BM. Gain of length-loss of strength? Alteration in muscle strength after femoral leg lengthening in young patients: a prospective longitudinal observational study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2018;27(5):399-403.
- Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Torre Antonio L, Rainoldi A, Roberto B. Hand grip strength and anthropometric characteristics in Italian female national basketball teams. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2016;57(5):521-528.
- Alahmari KA, Silvian SP, Reddy RS, Kakaraparthi VN, Ahmad I, Alam MM. Hand grip strength determination for healthy males in Saudi Arabia: A study of the relationship with age, body mass index, hand length and forearm circumference using a handheld dynamometer. *Journal of International Medical Research*. 2017;45(2):540-548.
- Baskan AH, Sarialioglu N, Kalayci M. Elit ve rekreasyonel spor tırmanışçıların önkol ve el antropometrik özelliklerinin kavrama kuvvetleri ile ilişkisinin incelenmesi. *Journal of ROL Sport Sciences*. 2023;617-634.
- Bhat AK, Jindal R, Acharya AM. The influence of ethnic differences based on upper limb anthropometry on grip and pinch strength. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2021;21:101504.
- Smith S, Rush J, Glaviano NR, Murray A, Bazett-Jones D, Bouillon L, Blackburn T, Norte G. Sex influences the relationship between hamstrings-to-quadriceps strength imbalance and co-activation during walking gait. *Gait & Posture*. 2021;88:138-145.
- Harpur G, Tunay VB, Ithurburn MP. Quadriceps and hamstring strength symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2020;30(1):1-8.
- Grbic V, Djuric S, Knezevic OM, Mirkov DM, Nedeljkovic A, Jaric S. A novel two-velocity method for elaborate isokinetic testing of knee extensors. *International Journal of Sports Medicine*. 2017;38(10):741-746.
- Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Wirth A, Rosemann T. A comparison of anthropometric and training characteristics among recreational male Ironman triathletes and ultra-endurance cyclists. *Chin J Physiol*. 2012;55(2):114-24.
- Ogueta-Alday A, Morante JC, Gómez-Molina J, García-López J. Similarities and differences among half-marathon runners according to their performance level. *PLoS One*. 2018;24;13(1):e0191688.