

Judo Sporcularında Bacak Kas Sertliği ve Anaerobik Güç Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Tanımlayıcı Araştırma

Examining the Relationship Between Leg Muscle Stiffness and Anaerobic Power Parameters in Judo Athletes: Descriptive Research

^{ID} Seda BAYSAL^a, ^{ID} Selman KAYA^b, ^{ID} Gökhan DELİCEOĞLU^c, ^{ID} Burçak KESKİN^b

^aGençlik ve Spor Bakanlığı Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye

^bYalova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Yalova, Türkiye

^cGazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, judo sporcularında bacak kas sertliği ve anaerobik güç parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırma grubunu 15 kadın 15 erkek olmak üzere toplam 30 judo sporcu gönüllü olarak oluşturmuştur. Ölçümler, sporcunun en az 48 saat ara ile günde tek teste gireceği şekilde organize edilmiştir. 1. test gününde sporcuların anaerobik güç ve anaerobik kapasite ölçümleri, 2. test gününde ise bacak sertliği ölçümleri yapılmıştır. Parametrelerin ilişkisi Pearson korelasyon katsayı ile cinsiyetler arası farklar ise t-testi ile incelenmiştir. Tüm istatistiksel analizler için anlamlılık değeri 0,05 olarak belirlenmiştir. **Bulgular:** Judocuların bacak sertliği ile rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güç değerleri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($p<0,05$), havada kalış süresi ile anaerobik parametreler arasında ise anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p>0,05$). Kadın ve erkek judocuların rölatif zirve güç, rölatif ortalama güç ve bacak sertliği değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülürken ($p<0,05$), havada kalış süresi ve yorgunluk yüzdesi benzerlik göstermektedir ($p>0,05$). **Sonuç:** Bacak sertliği ile sporcuların rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güçleri arasında ilişki olduğu ve bacak sertliği arttıkça rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güç değerlerinde de artış olacağı söylenebilir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study is to examine the relationship between leg stiffness and anaerobic power parameters in judo athletes. **Material and Methods:** The research group consisted of a total of 30 judo athletes, with 15 females and 15 males volunteering to participate. Measurements were organized in a way that athletes would undergo a single test with at least 48 hours of rest between each test day. On the first test day, measurements of anaerobic power and anaerobic capacity were conducted, while leg stiffness measurements were taken on the second test day. The relationship between the parameters was analyzed using Pearson correlation coefficient, and gender differences were examined using t-test. The significance level for all statistical analyses has been determined as 0.05. **Results:** It was observed that there was a moderate, positive, and significant relationship between the athletes' leg stiffness and relative peak power and relative mean power values ($p<0.05$). There was also a moderate, negative, and significant relationship between contact time and relative mean power ($p<0.05$). However, no significant relationship was found between flight time and anaerobic parameters ($p>0.05$). Significant differences were found between female and male judo athletes in terms of relative peak power, relative mean power, and leg stiffness values ($p<0.05$), while contact time, flight time, and fatigue percentage showed similarities between the genders ($p>0.05$). **Conclusion:** Based on the findings, it can be suggested that there is a relationship between leg stiffness and the athletes' relative peak power and relative mean power, indicating that an increase in leg stiffness may lead to an increase in these power values.

Anahtar Kelimeler: Dikey bacak sertliği; judo sporu; anaerobik güç

Keywords: Vertical leg stiffness; judo sport; anaerobic power

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Baysal S, Kaya S, Deliceoğlu G, Keskin B. Judo sporcularında bacak kas sertliği ve anaerobik güç parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi: Tanımlayıcı araştırma. Türkiye Klinikleri J Sports Sci. 2024;16(1):23-30.

Correspondence: Selman KAYA

Yalova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Yalova, Türkiye

E-mail: selman.kaya@yalova.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 05 Jul 2023

Received in revised form: 17 Nov 2023

Accepted: 28 Nov 2023

Available online: 22 Jan 2024

2146-8885 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Judo sporu yüksek yoğunlukta yapılan içerisinde ani ve patlayıcı kuvvet parametrelerini barındıran bir mücadele sporudur.¹ Judo aynı zamanda rakibin saldırılarından kaçınarak sırtına atmaya ve karşı tarafı kontrol etmeye dayalı mücadele gerektiren bir spordur.¹ Ani ve patlayıcı güç gerektiren diğer spor dallarındaki gibi judo sporunda da anaerobik kapasitenin (AK) önemi büyüktür.² Yüksek şiddetli, patlayıcı şekilde ve kısa süreli yapılan uygulamalar, anaerobik performans ölçütü olarak değerlendirilebilir.³ Müsabaka süresi göz önüne alındığında judo branşında enerjinin kullanımının çoğunlukla AK ile karşılanmaktadır.⁴

AK, anaerobik glikoliz ve fosforilasyon sistemlerinden çıkarılan enerjinin toplam miktarı olarak tanımlanır. İyi bir anaerobik güç, ATP-PCr sisteminden gelen enerjinin yoğunluğu ile kısa bir süre için (≤ 10 sn) maksimum güç üretme yeteneğidir.⁵ ATP-PCR sisteminden ölçülen en yüksek enerji girdisi 2 sn sonra gerçekleşir; 10 sn sonra yarıya iner ve ardından glikoliz enerji kaynağının yoğunluğunu devralır. İyi bir AK, uzun süreler boyunca glikolizden enerji üretmek için geçerli bir performans anlamına gelir ($20 \leq x \leq 120$ sn) ve kasın lokal olarak yüksek oranda Tip II liflere ve yeterli tampon kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.^{5,6} Anaerobik egzersiz performansı; cinsiyet, yaş, kas kütlesi, kas tipi, kas kesit alanı, genetik, antrenman geçmişi ve vücut kompozisyonundan güçlü bir şekilde etkilenir.⁷ Vücut ağırlığının taşınarak tekrarlı mücadele hareketlerinin olduğu kısa süreli ani güç çıkışları gerektiren judoda, performansın başarısında bacak gücünün büyük öneme sahip olduğunu vurgulamıştır.⁸

Sertlik, bir cismin deformasyonu ile belirli bir kuvvet arasındaki ilişkiyi tanımlar.⁹ İnsan vücudu açısından ise sertlik, tek bir kas lifi seviyesinden, tüm vücudun bir kütle ve yay olarak modellenmesine kadar tarif edilebilir.¹⁰ Bacak sertliği (BS), performansın belirleyicilerindendir ve yer temasında kas-iskelet sisteminin ortalama sertliğini temsil eden alt ekstremite eklemlerinin bir kompleksidir.¹¹ Bacağın sertliği, vücuttaki dokuların (örneğin kaslar, tendonlar, kemik, bağlar, kıkırdak) bireysel sertlik değerlerinin birleşimidir.¹² Sıçrama esnasında bacaklarımız bir yaya benzer özellikler gösterir.¹³ Hareketin yüklenme kısmı sırasında ortaya çıkan elastik enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasıyla sonuçlanır.¹²

Atletik performansla ilgili olarak, daha sert bir bacak yayının elastik enerji kullanımını artırarak performansı artırması beklenmektedir. Sertliği karakterize etmek için sıçrama, yürüme, kızak ergometrisi ve yön değiştirme görevleri dâhil olmak üzere çeşitli beceriler kullanılabilir. BS, dikey sıçrama becerileri genelinde en güçlü güvenilirliği göstermiştir.¹⁴ Literatür incelendiğinde, BS ile derinlik sıçramaları, dikey sıçramalar ve sprint süreleri ilişkisi üzerinden yapılan çalışmalar mevcutken anaerobik gücü belirlemede kullanılan Wingate Anaerobik testi (WAnt) ile BS arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır.¹⁵⁻¹⁹ Anaerobik güç parametreleri ile dikey sıçrama sırasında ölçülen BS arasındaki ilişkinin varlığını incelemek amacı ile anaerobik gücü belirlemede güvenilirliği yüksek olan ve sıklıkla kullanılan WAnt testi kullanılarak bacak kas sertliği ilişkisi aranmıştır.²⁰⁻²² Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, judo sporcularında bacak kas sertliği ve anaerobik güç parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMANIN DİZAYNI

Tüm ölçümler Gençlik ve Spor Bakanlığı Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığında yapılmıştır. Çalışma için gerekli olan ölçümler, sporcunun en az 48 saat ara ile günde tek teste gireceği şekilde organize edilmiştir. 1. test günü alıştırma evresi olarak belirlenmiş ve burada sporculara ölçümde kullanılacak testler hakkında bilgi verildikten sonra bu testleri ölçüm almadan uygulamaları istenmiştir. 2. test gününde sporcuların anaerobik güç ve AK ölçümleri, 3. test gününde ise BS ölçümleri yapılmıştır. Sporculara alıştırma ve ölçümler öncesinde 15 dk'lık standart ısınma protokolü uygulanmıştır. Ölçümler günün aynı saatlerinde (10:00–13:00) yapılmış ve ölçümlerin standardizasyonu açısından sporcuların tüm ölçümlerde aynı ekipmanı (ayakkabı, kıyafet) kullanmalarını sağlanmıştır.

ARAŞTIRMA GRUBU

Araştırma grubu 15 kadın ve 15 erkek olmak üzere 30 judo sporcusu oluşturmuştur. Lisanslı judo sporcusu olmak, herhangi bir akut ya da kronik spor ya-

ralanması mevcut olmaması çalışmaya dâhil edilme kriterleridir. Judo branşından olmayan, son 6 ay içerisinde spor yaralanması geçirmiş ya da alt ekstremitede yaralanması devam eden sporcular çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Katılımcılara ve ailelerine çalışma hakkında bilgilendirme yapıldıktan sonra gönüllü onam formları aileleri tarafından imzalanarak, gönüllülük beyanı sağlanmıştır. 18 yaş üstü katılımcılardan kendi imzaları ile onay formları alınmıştır. Çalışmada tüm protokoller ve prosedürler 2008 Helsinki Deklarasyonu prensipleri beyanlarına uygun şekilde yürütülmüş olup; Yalova Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan onay alınmıştır (tarih: 23 Ocak 2023; no: 2023/18). Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler Tablo 1’de sunulmuştur.

VERİLERİN TOPLANMASI

Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Sporcuların doğum tarihi bilgileri sözel olarak, vücut ağırlıkları Tanita MC-980 (Tanita Corp., 1000 kHz, Japonya) marka analiz cihazı kullanılarak, boy uzunlukları ise; stadiometre (SECA 213, Hamburg, Almanya) ayak kabısız, frankfort düzlemde bir anatomik duruşta, ayaklar bitişik ve paralel şekilde durdurularak ölçüm yapılmıştır.

BS Ölçümleri

BS ölçümleri için Optojump (Microgate®, Bolzano, İtalya) dikey sıçrama cihazı kullanılmıştır. Cihaz tarafından verilen sesli komut ile test başlatılmıştır.

Sporcudan elleri belde, ayaklar birbirine paralel ve omuz genişliğinde açık bir şekilde durması istenmiştir. Dizleri mümkün olan en az şekilde fleksiyon yaparak dikey sıçrama yapması istenmiştir. Sıçramalar esnasında yerle temas sürelerinin kısa, havada geçirilen sürenin uzun olması gerektiği sporculara bildirilmiştir. Optojump Next® (Microgate, Bolzano, İtalya) “Stiffness” protokolü uygulanarak sporcular 7 kez durmadan hızlı bir şekilde sıçramıştır. 7 sıçrama kayıt altına alındıktan sonra yine cihaz tarafından verilen ses komutu ile test sonlandırılmıştır. Test 3 kez tekrar edilmiş, her tekrar arasında dinlenme verilmiş ve en iyi sonuç veri formuna kaydedilmiştir. Test tekrarları arsına 5 dk dinlenme verilmiştir. Test sonucunda aşağıda gösterilen Denklem 1 ile tüm sıçramalardan ortalama yere temas, uçuş süreleri ve katılımcının vücut ağırlığı kullanılarak BS hesaplanmıştır.¹⁵

Denklem 1:

$$\text{Bacak sertliği (Kvert)} = M \times \pi \left(T_f + T_c \right) \div T_c^2 \left[\left(T_f + T_c \div \pi \right) - \left(T_c \div 4 \right) \right]$$

(T_f): Uçuş süresi; (T_c): Yerle temas süresi; M: Vücut ağırlığı

Wingate Anaerobik Güç ve Kapasite Testi

Anaerobik güç ve kapasite testi için Wingate Watt Bike alt ekstremitte bisiklet ergometresi (Lode BV, Groningen, Hollanda) kullanılmıştır. Her sporcu için bireyselleştirilmiş koltuk yükseklikleri belirlenmiştir. Testlere başlamadan önce 5 dk’lık standartlaştırılmış bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Bu protokole bağlı kalarak 60-80 pedal çevirme hızı arası bisiklette pedal çevirmesi istenmiştir ve her dk’nın

TABLO 1: Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler.

Değişken	Cinsiyet	\bar{X}	SS	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	Erkek	17,20	1,01	15	18
	Kadın	16,53	1,06	15	18
Boy (cm)	Erkek	173,70	4,61	167,00	181,50
	Kadın	161,16	8,28	148,50	175,00
Vücut ağırlığı (kg)	Erkek	73,86	9,12	58,00	94,00
	Kadın	60,76	13,30	43,70	90,00
BKİ (kg/m ²)	Erkek	24,37	2,16	20,65	28,92
	Kadın	23,27	4,28	19,65	34,29
Antrenman deneyimi (yıl)	Erkek	7,87	0,834	7	10
	Kadın	8,00	1,13	6	10

BKİ: Beden kitle indeksi; SS: Standart sapma.

son 5 sn'sinde maksimum hız yüklenmesi yaptırılmıştır (120-160 Rpm arası). Erkek sporcular için vücut ağırlığının %8,0'i, kadın sporcular için %7,7'sine denk gelen yük, sporcuların vücut ağırlığına göre cihaz yazılımı ile otomatik olarak hesaplanmış ve bu yükler test protokolü içerisinde sporculara direnç olarak uygulanmıştır. Uygulama süresince sporcudan bu dirence karşı 30 sn maksimum efor ile pedal çevirmesi istenmiştir. Yazılım tarafından 30 sn sonunda otomatik olarak test sonlandırılmıştır.²³ Sporcularının test verilerinden aşağıdaki performans parametreleri değerlendirmeye alınarak analizler yapılmıştır. Ortalama güç; testin başından sonuna kadar geçen sürede sporcuların ortaya çıkartmış olduğu gücün ortalamasıdır. Sporcunun en düşük güç ürettiği 5 sn'lik zaman dilimindeki güç miktarı ise minimum güç olarak, en yüksek güç çıktısına sağladığı zaman dilimdeki güç ise zirve güç olarak değerlendirilmiştir. Bu parametreler anaerobik performansın en büyük belirleyicileri olarak görülmektedir.²⁰ Zirve güç çıktısı ile en düşük güç çıktısı arasındaki fark değerlendirilerek yüzdesel değerlendirme ile yorgunluk indeksine ulaşılır. Hesaplama yöntemi ise; maksimum güç değerinden minimum güç değerinin çıkarılıp yeniden maksimum güç değerine bölünmesi ve çıkan rakamın 100 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir.^{7,24}

ZG [W/kg] : Sporcunun test boyunca ulaştığı kilogram başına zirve güç.

OG [W/kg] : Sporcunun test boyunca uyguladığı kilogram başına ortalama gücü.

MG [W/kg] : Sporcunun test boyunca ulaştığı kilogram başına en düşük güç.

PD [%] : Sporcunun test boyunca yüzdesel olarak güç kaybı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırmadan elde edilen veri seti elektronik ortamda kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerin analiz bölümünde homojenliği belirlemek için çarpıklık ve baskıklık değerleri ile Kolmogorov-Smirnov değerleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği saptanmıştır. Gruplar arası ortalamaları karşılaştırmak için bağımsız t-testi, değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Tüm analizler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 26.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır.²⁵

BULGULAR

Tablo 2 incelendiğinde, judocuların BS ile rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güç değerleri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Kontak süresi ile rölatif ortalama güç arasında ise orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki görülmektedir ($p < 0,05$). Havada kalış süresi ile anaerobik parametreler arasında ise anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($p < 0,05$).

Tablo 3 incelendiğinde, kadınların BS ile anaerobik parametreler arasında ilişki görülmezken ($p > 0,05$); erkeklerin BS ile rölatif zirve güç değerleri arasında düşük düzeyde ve negatif yönde anlamlı bir ilişki görülmektedir ($r = 0,038$ $p < 0,05$). Kadınların kontak süresi ile rölatif zirve güç değerleri arasında düşük düzeyde ve negatif yönde anlamlı bir ilişki görülürken ($p < 0,05$), erkeklerin kontak süreleri ve havada kalış süreleri ile anaerobik parametreleri arasında ise ilişki görülmemiştir ($p > 0,05$).

TABLO 2: Bacak sertliği ile anaerobik parametreler arasındaki ilişkiye dair korelasyon analizi.

(n=30)		Anaerobik parametreler		
		Rölatif zirve güç	Rölatif ortalama güç	Yorgunluk yüzdesi
Bacak sertliği	r	0,438	0,454	-0,014
	p	0,015	0,012	0,940
Kontak süresi	r	-0,329	-0,407	0,040
	p	0,076	0,026	0,833
Havada kalış süresi	r	0,305	0,275	0,352
	p	0,101	0,141	0,056

Tablo 4'e göre kadın ve erkek judocuların rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güç değerleri arasında farklılık görülmektedir ($p<0,05$). Yorgunluk yüzdesi ise kadın ve erkeklerde benzerlik göstermektedir ($p>0,05$).

Tablo 5'e göre kadın ve erkek judocuların BS değerleri arasında farklılık görülmektedir ($p<0,05$). Kontak süresi ve havada kalış süresi ise kadınlar ve erkeklerde benzerlik göstermektedir ($p>0,05$).

TABLO 3: Cinsiyetlere göre bacak sertliği ile anaerobik parametreler arasındaki ilişkiye dair korelasyon analizi.				
		Rölatif zirve güç	Anaerobik parametreler	
			Rölatif ortalama güç	Yorgunluk yüzdesi
Erkek (n=15)				
Bacak sertliği	r	-0,540	0,025	-0,442
	p	0,038	0,930	0,099
Kontak süresi	r	0,420	-0,273	0,346
	p	0,119	0,325	0,206
Havada kalış süresi	r	-0,035	-0,013	0,220
	p	0,901	0,963	0,431
Kadın (n=15)				
Bacak sertliği	r	0,257	-0,200	0,100
	p	0,355	0,474	0,724
Kontak süresi	r	-0,534	-0,240	-0,061
	p	0,040	0,388	0,830
Havada kalış süresi	r	0,491	0,247	0,495
	p	0,063	0,374	0,060

TABLO 4: Cinsiyetlere göre anaerobik parametreler arasındaki farklılığa ilişkin t-testi sonuçları.							
Parametre	Cinsiyet	n	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Rölatif zirve güç	Erkek	15	13,31	1,24	28	7,567	0,000
	Kadın	15	9,97	1,17			
Rölatif ortalama güç	Erkek	15	8,86	0,555	28	7,345	0,000
	Kadın	15	6,85	0,907			
Yorgunluk yüzdesi	Erkek	15	57,50	9,53	28	0,990	0,331
	Kadın	15	53,95	10,07			

SS: Standart sapma; Sd: Serbestlik derecesi.

TABLO 5: Cinsiyetlere göre bacak sertliği arasındaki farklılığa ilişkin t-testi sonuçları.							
Parametre	Cinsiyet	n	\bar{X}	SS	Sd	t	p
Bacak sertliği	Erkek	15	26,37	4,90	28	4,197	0,000
	Kadın	15	18,95	4,77			
Kontak süresi	Erkek	15	0,195	0,023	28	-1,861	0,074
	Kadın	15	0,214	0,030			
Havada kalış süresi	Erkek	15	0,396	0,070	28	1,456	0,157
	Kadın	15	0,365	0,044			

SS: Standart sapma; Sd: Serbestlik derecesi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, judo sporcularının bacak kas sertliği ile anaerobik güç parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmanın birinci bulgularına göre BS ile anaerobik güç parametrelerinden rölatif zirve güç ve rölatif ortalama güç değerleri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Literatür incelendiğinde, BS ile anaerobik parametreleri doğrudan ilişkilendiren çalışmalara rastlanılmamıştır. Mevcut çalışmalar BS'nin sprint ve dikey sıçrama değerlerine etkisini incelemiştir.^{13,15-17,19,26} Chelly ve Dennis yapmış oldukları çalışmada, hentbolcuların bacak sertlikleri ile maksimum koşu hızı arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.¹⁵ Paradisis ve ark., 35 m sprint koşusu sırasında hızlı sprinterlerin daha yavaş sprinterlere göre daha fazla BS'ye sahip olduğunu bildirmiştir.²⁶ Araştırmacılar, maksimum bir koşu hızına ulaşmak için iki parametrenin öneminden bahsetmişlerdir. Bunlardan biri yüksek bir maksimal koşu hızına ulaşmak ve bunu sürdürmek için gereken kas gücü, diğeri ise maksimum koşu hızına katkıda bulunabilecek BS'dir. Bu sertlik ve ilk hızlanma arasında istatistiksel bir bağlantı yok gibi görünse de koşu hızı ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise Bret ve ark., dikey sıçrama sırasında BS daha yüksek olan sporcuların 100 m sprint performansı sırasında birinci (0-30 m) ve ikinci (30-60 m) aralıklar arasında daha yüksek hızlanma elde ettiğini, ikinci ve üçüncü (60-100 m) aralıklar arasında ise daha büyük bir yavaşlama sergilediğini bildirmiştir.¹⁹ Judocular ile olan çalışmamız incelendiğinde, BS değeri ile yorgunluk yüzdesi arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4).

Çalışmanın ikinci bulgularına göre; judocuların kontak süreleri ile rölatif ortalama güçleri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 3). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, 35 m'lik bir sprint koşusunu daha kısa sürede tamamlayan sporcuların yerle temas sürelerinin daha kısa ve daha büyük BS'ye sahip olduklarını belirtilmiştir.²⁶

Literatürde farklı kas gruplarında ve farklı egzersiz koşullarında erkeklerin kadınlara göre daha

yüksek mutlak kas gücüne sahip olduğu ve daha yüksek güç çıkışı ürettiği kabul edilmektedir.^{27,28} Çalışmanın üçüncü bulgularına göre kadın ve erkek judocuların BS değerleri arasında farklılık görülmektedir ($p<0,05$). Kontak süresi ve havada kalış süresi ise kadınlarda ve erkeklerde benzerlik göstermektedir ($p>0,05$). Çalışmamızda, erkek sporcuların BS ile rölatif zirve güç değerleri arasında düşük düzeyde ve negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Duran ve ark. elit erkek tenis oyuncularıyla yaptığı araştırmada; BS'nin hem sıçrama yüksekliği hem de 20 m sürat koşusu ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkili olduğunu belirtmiştir.²⁹ Çalışmamızdaki judocu kadınların kontak ile rölatif zirve güç değerleri süreleri arasında düşük düzeyde ve negatif yönde anlamlı bir ilişki görülürken ($p<0,05$), erkeklerin kontak süreleri ve havada kalış süreleri ile anaerobik parametreleri arasında ise ilişki görülmemiştir ($p>0,05$).

Literatürde BS'yi artırmak için çeşitli antrenman yöntemleri sunulmuştur. Chelly ve Denis yapmış olduğu çalışmada, maksimum koşu hızı, ileri güç ve BS arasındaki ilişkide kas gücünün herhangi bir rolünü kesin olarak reddetmediği bilgisini sunmuştur ve yüksek düzeyde BS'yi koruma yeteneğinin patlayıcı egzersizlerde maksimal performansla ilişkili olabileceği vurgulanmaktadır.¹⁵ Lloyd ve ark., 4 haftalık bir pliometrik antrenman programının hem 12 hem de 15 yaşındaki erkek çocuklarda BS performansını önemli ölçüde geliştirdiğini ortaya koymuştur.¹⁶ Hentbol sporcuları ile yapılan başka bir çalışmada, 3 aylık pliometrik antrenmanın sporcuların dikey sıçrama ve BS değerlerini geliştirdiğini bildirilmiştir.¹⁷ Başka bir çalışmada ise ileri ve geri olarak yapılan sprint koşu antrenmanlarının BS, 10-20 m sprint hızı ve dikey sıçrama performans değerlerini geliştirdiği rapor edilmiştir.¹⁸ Bu sonuçlar doğrultusunda çalışmamızda bulduğumuz kas sertliği ve zirve gücü ilişkisini performans olarak yordadığımızda, BS değerindeki artış ile daha yüksek zirve güç değerinin olacağı ve daha yüksek BS'nin daha iyi bir patlayıcı güç dolayısı ile daha iyi bir spor performansı oluşturduğu şeklinde düşünülebilir. Başka bir bakış açısı ile BS sprint ve benzer patlayıcı güç gerektiren performanslar ile pozitif bir ilişki içerisindedir. Bu sebeple düşük düzeydeki BS fiziksel performansta düşüşe neden olabilir.^{30,31}

SONUÇ

BS'nin patlayıcı güç ile ilişkisi çalışmamızda bulunan veriler ışığında, literatürdeki ilgili çalışmaları destekler durumdadır. Literatürdeki birçok çalışma gibi erkeklerin rölatif zirve güç, rölatif ortalama güç ve BS değerleri daha yüksek bulunmuştur. BS parametrelerinde benzerlik göstermekle beraber dikkat çeken nokta ise; kadınların anaerobik parametreler ile BS parametrelerinin karşılaştırılmasında rölatif zirve güç ile yerle temas süresindeki negatif yöndeki anlamlılık değeridir. Bu noktada kadınların gerekli sertlik değerini sağlamada koordinasyon yeteneğini kullanarak hız ile erkeklerin ise daha büyük güç üretimi ile kompanse ettiği fikrini kanıtlanamamakla beraber düşündürmektedir. Bu ilişkiler neticesinde BS'nin artırılması ile anaerobik parametrelerinde olumlu yönde etkileneceği düşünülebilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğru-

dan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Seda Baysal, Gökhan Deliceoğlu, Burçak Keskin; **Tasarım:** Seda Baysal, Selman Kaya, Gökhan Deliceoğlu, Burçak Keskin; **Denetleme/Danışmanlık:** Burçak Keskin, Gökhan Deliceoğlu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Seda Baysal, Selman Kaya; **Analiz ve/veya Yorum:** Selman Kaya, Gökhan Deliceoğlu, Burçak Keskin; **Kaynak Taraması:** Seda Baysal, Selman Kaya; **Makalenin Yazımı:** Selman Kaya, Seda Baysal, Burçak Keskin; **Eleştirel İnceleme:** Burçak Keskin, Gökhan Deliceoğlu; **Malzemeler:** Seda Baysal, Gökhan Deliceoğlu.

KAYNAKLAR

- Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol.* 2007;26(2):59-67. [Crossref] [PubMed]
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr.* 2005;146(6):732-7. [Crossref] [PubMed]
- Özkan A, Mitat K, Ersöz G. Wingate anaerobik güç testinde optimal yükün belirlenmesi [Determination of the optimal load for the wingate anaerobic power test]. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2011;9(1):1-5. [Crossref]
- İmamoğlu O, Çebi M, Kishali NF, Tunç T. Bayan judo milli takım sporcularında bazı antropometrik ve fizyolojik parametrelerin incelenmesi [Measurements of some anthropometric and physiological parameters in national female judo team]. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2010;1(1):34-40. [Link]
- Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise.* 8th ed. Champaign, IL, : Human Kinetics; 2021.
- Bompa TO, Haff GG. *Periodization: Theory and Methodology of Training.* 5th ed. Champaign, IL, USA: Human Kinetics; 2009.
- Özkan A, Köklü Y, Ersöz G. Wingate anaerobik güç testi [Wingate anaerobic power test]. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi.* 2010;7(1):209-11. [Link]
- Ağaoğlu Y, Eker E, İmamoğlu O. Diz kuvveti ve beden kitle indeksinin 30 metre ve 1500 metre koşu performansına etkisinin araştırılması [Effect of knee strength and body mass index on 30 m and 1500 m running performance]. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 2009;6(11):401-19. [Link]
- Roberts TJ. Contribution of elastic tissues to the mechanics and energetics of muscle function during movement. *J Exp Biol.* 2016;219(Pt 2):266-75. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Butler RJ, Crowell HP 3rd, Davis IM. Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003;18(6):511-7. [Crossref] [PubMed]
- Farley CT, Houdijk HH, Van Strien C, Louie M. Mechanism of leg stiffness adjustment for hopping on surfaces of different stiffnesses. *J Appl Physiol (1985).* 1998;85(3):1044-55. [Crossref] [PubMed]
- Latash ML, Zatsiorsky VM. Joint stiffness: myth or reality? *Human Movement Science.* 1993;12(6):653-92. [Crossref]
- Ferris DP, Louie M, Farley CT. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proc Biol Sci.* 1998;265(1400):989-94. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Maloney SJ, Fletcher IM. Lower limb stiffness testing in athletic performance: a critical review. *Sports Biomech.* 2021;20(1):109-30. [Crossref] [PubMed]
- Chelly SM, Denis C. Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(2):326-33. [Crossref] [PubMed]
- Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, Williams CA. The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *J Strength Cond Res.* 2012;26(10):2812-9. [Crossref] [PubMed]
- Guiard Q, Durand S. Jumping Performances In National 2 Women Handball Players: Effect of A 3-Month Plyometric Training Program. *ISBS-Conference Proceedings Archive.* 2015. [Link]
- Uthoff A, Oliver J, Cronin J, Harrison C, Winwood P. Sprint-specific training in youth: backward running vs. forward running training on speed and power measures in adolescent male athletes. *J Strength Cond Res.* 2020;34(4):1113-22. [Crossref] [PubMed]

19. Bret C, Rahmani A, Dufour AB, Messonnier L, Lacour JR. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002;42(3):274-81. [[PubMed](#)]
20. Zagatto A, Redkva P, Loures J, Kalva Filho C, Franco V, Kaminagakura E, et al. Anaerobic contribution during maximal anaerobic running test: correlation with maximal accumulated oxygen deficit. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):e222-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Kaminagakura EI, Zagatto AM, Redkva PE, Gomes EB, Loures JP, Kalva-Filho CA, et al. Can the running-based anaerobic sprint test be used to predict anaerobic capacity? *Journal of Exercise Physiology Online*. 2012;15(2):90-9. [[Link](#)]
22. Hoffman JR, Maresh CM, Newton RU, Rubin MR, French DN, Volek JS, et al. Performance, biochemical, and endocrine changes during a competitive football game. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(11):1845-53. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Vandewalle H, Pérès G, Monod H. Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med*. 1987;4(4):268-89. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Koşar ŞN, İşler AK. Üniversite öğrencilerinin wingate anaerobik performans profili ve cinsiyet farklılıkları [Wingate anaerobic test performance profile of and gender differences in sedentary university students]. *Spor Bilimleri Der-gisi*. 2004;15(1):25-38. [[Link](#)]
25. IBM Corp; Armonk N. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. 2019. Erişim tarihi: 01.02.2023 Erişim linki: [[Link](#)]
26. Paradisis GP, Bissas A, Pappas P, Zacharogiannis E, Theodorou A, Girard O. Sprint mechanical differences at maximal running speed: Effects of performance level. *J Sports Sci*. 2019;37(17):2026-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Falgairette G, Billaut F, Giacomoni M, Ramdani S, Boyadjan A. Effect of inertia on performance and fatigue pattern during repeated cycle sprints in males and females. *Int J Sports Med*. 2004;25(3):235-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Soydan TA, Hazir T, Ozkan A, Kin-Isler A. Gender differences in repeated sprint ability. *Isokinetics and Exercise Science*. 2018;26(1):73-80. [[Crossref](#)]
29. Durand S, Ripamonti M, Beaune B, Rahmani A. Leg ability factors in tennis players. *Int J Sports Med*. 2010;31(12):882-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. McMahon TA, Cheng GC. The mechanics of running: how does stiffness couple with speed? *J Biomech*. 1990;23 Suppl 1:65-78. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Oliver J, Armstrong N, Williams C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *J Sports Sci*. 2008;26(2):141-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]