


Taekwondo Sporcularının Kuadriseps ve Hamstring Kuvvet Performanslarının İncelenmesi: Metaanaliz Çalışması

Examination of Quadriceps and Hamstring Force Performances of Taekwondo Athletes: A Meta Analysis Study

 Cengiz ÖLMEZ^a

^aOrdu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Ordu, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu araştırmanın amacı, elit düzey taekwondo sporcularının izokinetik diz kuvveti profillerinin incelenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırma, “taekwondo and isokinetic and knee” anahtar kelimeleri kullanılarak, Web of Science ve Scopus veri tabanları üzerinde yapıldı. İncelemeye, 11 araştırma dâhil edildi ve bu çalışmalardan 17 ve üzeri yaş grubundaki elit sporcuların diz fleksiyon-ekstansiyon verileri, cinsiyet faktörü gözetilerek analiz edildi. Elde edilen veriler, Excel (Microsoft Office 365) ile analiz edildi, ortalama ve standart sapmalar hesaplandı. **Bulgular:** Yapılan incelemede, taekwondocularda en sık tercih edilen açılma hızların 60°/sn ve 180°/sn olduğu tespit edildi. Baskın ekstansiyon performansın 60°/sn ve 180°/sn açılma hızlarında erkeklerde sırasıyla 235,84±5,67 ve 143,52±3,88 (Nm), kadınlarda 133,14±4,15 ve 116,53±4,54 (Nm) olduğu tespit edildi. Baskın fleksiyon performansın ise sırasıyla erkeklerde 113,42±4,46 ve 91,30±4,19 (Nm), kadınlarda 80,32±3,73 ve 70,36±4,12 (Nm) olduğu tespit edildi. Baskın olmayan ekstremiteelerde sporcuların ekstansiyon zirve tork değerleri erkeklerde sırasıyla 234,70±5,33 ve 141,69±3,96 (Nm), kadınlarda 125,92±4,38 ve 115,12±4,73 (Nm) idi. Sporcuların baskın olmayan fleksiyon zirve tork değerleri ise erkeklerde sırasıyla 109,25±4,68 ve 89,04±4,68 (Nm), kadınlarda 74,29±4,06 ve 66,82±3,85 (Nm) idi. **Sonuç:** Bu çalışma, taekwondo sporcularının izokinetik diz kuvvetine odaklanan mevcut çalışmaların derlendiği ilk çalışmadır ve elit taekwondo sporcularının izokinetik diz kuvveti normlarının oluşabilmesi için önemli bir referanstır. Araştırma kapsamında incelenen çalışmalar ve elde edilen bulgular, taekwondonun alt ekstremiteeleri bir bütün olarak çalıştırdığını ve her iki bacağına ait hamstring ve kuadriseps kaslarının dengeli biçimde geliştirdiğini göstermektedir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to examine the isokinetic knee strength profiles of elite taekwondo athletes. **Material and Methods:** The research was conducted on Web of Science and Scopus databases using the keywords “taekwondo and isokinetic and knee”. Eleven studies were included in the review, and knee flexion-extension data of elite athletes aged 17 and over were analyzed by considering the gender factor. The obtained data were analyzed with Excel (Microsoft Office 365), mean and standard deviations were calculated. **Results:** In the examination, it was determined that the most preferred angular velocities in taekwondo players were 60°/sec and 180°/sec. dominant extension performance at angular velocities of 60°/sec and 180°/sec was found to be 235.84±5.67 and 143.52±3.88 (Nm) in men, and 133.14±4.15 and 116.53±4.54 (Nm) in women, respectively. Dominant flexion performance was found to be 113.42±4.46 and 91.30±4.19 (Nm) in males, 80.32±3.73 and 70.36±4.12 (Nm) in females, respectively. The peak extension torque values of the athletes in non-dominant extremities were 234.70±5.33 and 141.69±3.96 (Nm) in men and 125.92±4.38 and 115.12±4.73 (Nm) in women, respectively. The non-dominant flexion peak torque values of the athletes were 109.25±4.68 and 89.04±4.68 (Nm) in men, and 74.29±4.06 and 66.82±3.85 (Nm) in women, respectively. **Conclusion:** This study is the first to compile existing studies focusing on isokinetic knee strength of taekwondo athletes and is an important reference for the formation of isokinetic knee strength norms of elite taekwondo athletes. The studies examined and the findings obtained within the scope of the research show that taekwondo works the lower extremities as a whole and develops the hamstring and quadriceps muscles of both legs in a balanced way.

Anahtar Kelimeler: Diz; ekstansiyon; fleksiyon; izokinetik; taekwondo

Keywords: Knee; extension; flexion; isokinetic; taekwondo

Kas kuvvetinin ölçümünde ve test edilmesinde kullanılan çok sayıda yöntem olsa da izokinetik dinamometreler, kuvvet ve gücü çeşitli açılma hızlarında ölçebilmeleri, en geçerli ve güvenilir seçeneği sun-

maları sebebiyle altın standart olarak kabul edilirler.^{1,2} İzokinetik dinamometreler, klinik ve sportif performans araştırmaları için birçok bilgi sunabilirler.³⁻⁷

Correspondence: Cengiz ÖLMEZ

Ordu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Ordu, Türkiye

E-mail: cengizolmez@odu.edu.tr



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

Received: 21 Oct 2022

Received in revised form: 18 Nov 2022

Accepted: 16 Jan 2023

Available online: 27 Jan 2023

2146-8885 / Copyright © 2023 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/>).

Önceki çalışmalar, izokinetik dinamometreler ile ölçülen diz fleksiyon (FLK) ve ekstansiyon (EKS) kuvveti sonuçlarının oldukça güvenilir olduğunu göstermişti.⁸⁻¹⁰ Bu sebeple, bacakların aktif olarak kullanıldığı spor dallarında, diz FLK ve EKS kuvvetinin ya da kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin ölçümünde, izokinetik dinamometreler yaygın olarak tercih edilmektedir.¹¹⁻¹³

Taekwondo, yarışmalar ve antrenmanlar sırasında alt ekstremitelerin kullanılmasını gerektiren olimpik bir mücadele sporudur ve antrenmanların amacı sporcuların güçlü, hızlı ve esnek tekmelere sahip olmalarıdır.¹⁴⁻¹⁶ Bu sebeple, taekwondo sporcularının alt ekstremitte kuvvet ölçümünde izokinetik dinamometrelerin kullanılması geçerli ve güvenilir sonuçlar elde etmek için önemlidir.^{17,18} Ayrıca taekwondo tekmelerinin biyomekanik olarak diz ekleminin FLK ve EKS hareketlerini gerektirmesi, izokinetik dinamometrelerde tekmelere benzer bir hareket ile kuvvetin tespit edilebilmesini sağlar. Taekwondo tekmeleri biyomekanik olarak önce dizde bir FLK, ardından patlayıcı bir EKS ile hedefe doğru ayağın patlayıcı şekilde fırlatılmasıyla gerçekleşir.^{19,20} Böylelikle uzun yıllar boyunca yapılan taekwondo eğitimleri ile sporcular hızlı ve güçlü tekmelere sahip olur. Kuvvet ve güç gelişimi ile tekme performansı arasındaki bu yüksek ilişki kuvvet ve güç egzersizleri ile tekme hızı ve birim zamanda uygulanabilen tekme frekansı becerilerinin geliştirilebileceğini göstermektedir.²¹ Taekwondonun bu özellikleri, taekwondo sporcularının alt ekstremitelerine ait kuvvet ve güç üretiminin düzenli olarak ölçülmesini, kontrol edilmesini, değerlendirilmesini ve antrenman planlarının bu sonuçlara göre düzenlenmesini gerektirmektedir.

Taekwondo sporcularında yapılan izokinetik ölçümlerde diz ekleminin hareketine bağlı kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin ölçülmesi, tekmeleme sırasında da aynı kas gruplarının en aktif kaslar olmasından dolayı sıkça tercih edilen bir yöntemdir. Taekwondo sporcularının kuadriseps ve hamstring kas kuvvetinin incelendiği çalışmalar önemli bulgular sunmaktadır. Çünkü yapılan çalışmalar, taekwondo sporcularında diz ekleminin hareketine bağlı üretilen FLK ve EKS kuvvetinin araştırmacılar tarafından test edildiğini, fakat taekwondo sporcularının bu kuvvet değerleri ile ilgili henüz bir norm oluşma-

dığını göstermektedir. Bu araştırma ile taekwondo sporcularının izokinetik diz FLK ve EKS kuvvet miktarları, baskın/baskın olmayan ve kız/erkek değişkenlerine göre ayrı ayrı incelendi. Elde edilen bulgular, taekwondo sporcularının izokinetik diz EKS ve FLK kuvvet profillerini detaylandırmak adına önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmada, elit taekwondo sporcularının ortalama izokinetik diz FLK-EKS zirve tork kuvvetlerini tespit etmek ve bu sonuçların hangi ölçüm protokolleri ile elde edildiğini analiz etmek amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Olimpik taekwondo yarışmalarında sporcular vücut ağırlığına (VA) ve cinsiyete göre kategorize edilir. Bu sebeple, taekwondo sporcuları ile yapılacak olan araştırmalar, VA ve cinsiyet değişkenlerine göre ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu çalışmada, VA değişkenine göre yapılmış çalışmalar sınırlı olduğu için sporcular genellikle cinsiyet değişkenine göre kategorize edilmiştir. Cinsiyet faktörü gözetenilmeksizin yapılan çalışmalar, karma çalışmalar olarak ayrı bir grupta incelendi.

Sonraki aşamada, sporcuların izokinetik diz FLK ve EKS zirve tork değerleri açısız hıza, yöne (baskın ve baskın olmayan) ve cinsiyete göre ayrı ayrı analiz edildi, ortalama zirve tork değerleri (Nm) hesaplandı. Eğer incelenen çalışmalardaki izokinetik kuvvet bulguları VA kullanılarak rölatif olarak (Nm/VA) verilmişse, sonuçlar “(Nm/VA)xVA” formülü ile Nm cinsine dönüştürüldü.

ARAŞTIRMA STRATEJİSİ

Araştırmada Web of Science Core Collection (WOS) (all field) ve Scopus (title-abstract- keywords) veri tabanı kullanılarak sistematik bir araştırma yapıldı. Arama, “taekwondo+isokinetic+knee” anahtar kelimeleri ile “and” bağlacı kullanılarak yapıldı. Araştırma yapılırken tarih, yayıncı, yayın türü vb. filtrelemeler kullanılmadı ve taekwondo sporcuları ile yapılmış tüm çalışmalara ulaşılmaya çalışıldı. Veriler Eylül 2022’ye kadar toplandı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütüldü.

Arama sonunda WOS veri tabanında 23, Scopus veri tabanında 22 araştırma listelendi. İnceleme so-

nunda dâhil edilme kriterlerine uymayan çalışmalar kapsam dışına çıkarıldıktan sonra kalan 11 çalışma araştırmaya dâhil edildi.

DÂHİL EDİLME VE HARİÇ TUTULMA KRİTERLERİ

Belirlenen anahtar kelimeler ile yapılan ilk taramada, ulaşılan toplam 45 çalışma, şu kriterlere göre değerlendirildi. 1) Çalışmalar taekwondo sporcuları ile yapılmalıdır. 2) İzokinetik diz kuvveti ölçülmüş olmalıdır. 3) Deneklerin izokinetik zirve tork değerleri ya da rölatif izokinetik zirve tork (zirve tork/VA) değerleri erişilebilir olmalıdır. 4) Makalelerin tam metinleri internet ortamında ulaşılabilir olmalıdır. Bu kriterlere uyan 11 araştırma makalesi çalışmaya dâhil edildi ve araştırma bulguları detaylı olarak incelendi.

VERİ ÇIKARMA

Deneklerin ölçümler sırasındaki kas kasılması türü, açışal hız, tekrar sayısı ve her açışal hızdaki izokinetik zirve tork değerleri cinsiyete ve yöne göre ayrı ayrı incelendi. Araştırmacıların genel olarak ekstremite baskın (B) ve baskın olmayan (BO) olarak inceledikleri tespit edildi. Fakat bazı çalışmaların sporcu ekstremite baskın sağ ve sol olarak inceledikleri tespit edildi.²²⁻²⁴ Bu çalışmalara ait verilerde sağ yönün daha güçlü olduğu tespit edildiği için sağ ekstremite baskın, sol ekstremite baskın olmayan olarak kaydedildi. Her bir çalışmadaki ortalama ve standart sapma FLK ve EKS zirve tork değerleri kaydedildi.

Araştırmada elit sporcuların diz EKS ve FLK zirve tork ortalamalarının tespit edilmesi amaçlandı.

Ortalamlar hesaplanırken, sağlıklı ve 17+ yaş grubundaki elit sporcuların verileri her cinsiyet grubu ve açışal hız için ayrı ayrı değerlendirildi. İncelenen çalışmalarda elit olarak nitelendirilen sporcular araştırmamızda elit olarak değerlendirmeyen fakat yarışmacı sporcularla ya da deneyimli sporcularla yapılmış araştırmaların örneklem grubu da araştırmamızda elit olarak değerlendirildi. Araştırmaya ait alt yaş sınırının 17 olarak belirlenmesinin sebebi, sporcuların büyükler kategorisinde yarışıyor olmalarıdır. Bu kriterlere uymayan veriler tanımlayıcı istatistiklerle sunuldu fakat ortalama hesaplamalarına dâhil edilmedi.

VERİLERİ HESAPLANMASI VE İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İncelenen araştırmalardaki ortalama, standart sapma ve örneklem sayısı verileri kullanılarak, birleşik ortalama ve birleşik standart sapma hesaplandı.²⁵

Birleşik Ortalama Hesaplaması: İncelenen araştırmalardaki sporcuların izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin ortalamaları, her çalışmanın örneklem sayısı ve tork değeri ayrı ayrı değerlendirilerek hesaplandı (Şekil 1).

Birleşik Standart Sapma Hesaplaması: İncelenen araştırmalardaki sporcuların izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin ortalamalarına ait standart sapmalar, her çalışmanın örneklem sayısı ve standart sapması ayrı ayrı değerlendirilerek hesaplandı (Şekil 2).

$$\text{Ortalama}_{\text{Birleşik}} : \frac{[(m_1 \times n_1) + (m_2 \times n_2) + (m_3 \times n_3) + \dots + (m_i \times n_i)]}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}$$

ŞEKİL 1: Birleşik ortalama hesaplama formülü.

m: Her çalışmanın ortalaması; n: Her çalışmanın örneklem sayısı; i: Toplam çalışma sayısı.

$$\text{Sd}_{\text{Birleşik}} : \sqrt{\frac{(n_1-1) \times S_1^2 + (n_2-1) \times S_2^2 + \dots + (n_i-1) \times S_i^2}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i - i}}$$

ŞEKİL 2: Birleştirilmiş standart sapma hesaplama formülü.

Sd: Standart sapma; n: Her çalışmanın örneklem sayısı; S: Her çalışmanın standart sapması; i: Toplam çalışma sayısı.

BULGULAR

Tablo 1’de araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda yer alan örneklem gruplarının tanımlayıcı özellikleri sunulmaktadır.

60°/SN AÇISAL HIZDA EKS VE FLK ZİRVE TORK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Sporcuların 60°/sn açısal hızda EKS ve FLK zirve tork değerleri ve test yöntemleri incelendi (Tablo 2). Çalışmada El-Ashker ve ark. dışında tüm araştırmacıların EKS ve FLK evresinde konsantrik protokol tercih ettikleri anlaşılmıştır.²⁶ Ayrıca, hareket ağırlığı (HA) hakkında bilgi veren araştırmacıların farklı tekrar sayısı ve hareket açıklığı tercih ettikleri belirlendi.

Hammami ve ark., Kang ve ark., Choi ve ark. (lise ve üniversite), El-Ashker ve ark., Machado ve ark. ve Khosravi ve ark. plasebonun (Pls) araştırma-

larına dayanarak, erkek sporcuların 60°/sn açısal hızdaki ortalama diz EKS zirve tork değerleri tespit edildi (Şekil 3).^{17,22-24,26,27} Analiz sonuçları sporcuların yaş ortalamalarının 19,05±1,89 yıl, B-EKS değerlerinin 235,84±5,67 (Nm), BO-EKS değerlerinin 234,70±5,33 (Nm) olduğunu gösterdi. Ayrıca sporcuların B-EKS ve BO-EKS ortalama zirve tork değerleri arasındaki farkın %0,48 olduğu tespit edildi.

Sporcuların 60°/sn açısal hızdaki FLK zirve tork değerleri, Hammami ve ark., Kang ve ark., Choi ve ark. (lise ve üniversite), Machado ve ark. ve Harbili ve ark.nın sonuçlarına dayanarak hesaplandı (Şekil 3).^{17,22-24,30} Analiz sonuçları sporcuların ortalama yaşlarının 18,53±2,01 yıl, B-FLK değerlerinin 113,42±4,46 (Nm), BO-FLK değerlerinin ise 109,25±4,68 (Nm) olduğunu gösterdi. Ayrıca yapılan analizler sonunda sporcuların B-FLK ve BO-FLK değerleri arasındaki farkın %3,82 olduğu tespit edildi.

TABLO 1: İncelenen araştırmalara ait sporcuların tanımlayıcı özellikleri.

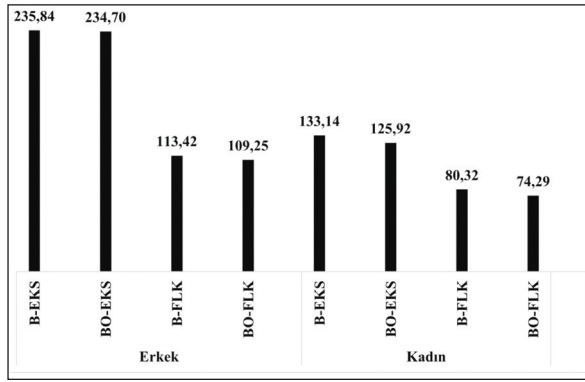
Yazar	Demografik bilgi	Cinsiyet	Grup	n	Yaş (yıl)	Boy (cm)	VA (kg)
Hammami ve ark. ¹⁷	Elit sporcu	E	68 kg	7	20,86±1,57	171,86±6,39	63,57±2,3
			80 kg	7	22,86±3,24	181,86±2,54	74,71±4,89
Kang ve ark. ²³	Elit sporcu	E	Gyorugi	7	19,86±1,77	182,41±2,76	75,86±7,84
			Poomsae	7	19,57±0,79	175,27±4,78	71,54±6,3
			Gösteri	7	20,14±1,86	170,97±4,66	64,19±4,76
Choi ve ark. ²²	BY	E	Ortaokul	11	14,6±0,5	168,2±7	60,1±9
			Lise	15	17,9±1	177±5,9	68,9±10
			Üniversite	9	21,1±1,2	181,1±6,2	78,2±17,2
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 yıl	E	TG	10	22,7±2,45	174,6±3,9	76,9±4,7
Machado ve ark. ²⁴	Dy: 5±1 yıl	E	TG	5	18±3	175±3	65±10
Khosravi ve ark. ²⁷	Elit sporcu Dy: 9,5±2,8 yıl	E	BRJÖT	6+6	19,2±1,6	181,5±9,2	66,4±9,2
			BRJST				
			PlsÖT				
			PlsST				
Yılmaz ve ark. ²⁸	Elit sporcu	K	TG	16	20,25	167,81	60,31
Hammami ve ark. ²⁹	Elit sporcu	K	WT	10	19,5	164,1	64,3
			ITF	10	19,2	164,6	65,5
Moreira ve ark. ¹⁸	Dy: 7,92 yıl	E-K	Elit	7	23,6	168	69
	Dy: 8,5 yıl		Elit altı	7	22,4	174	66,8
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,00±2,36 yıl	E-K	Erkek	10	19,4	187,4	75,3
	Dy: 9,95±2,81 yıl	Kadın	10	18,24	172,79	62,75	
Fong ve ark. ³¹	Dy	E-K	DCDTKD	21	7,7	127,4	28,1
			DCDktr	23	7,4	123,2	26,7
			NRMktr	18	7,2	122,7	26,8

VA: Vücut ağırlığı; BY: Bilgi yok; Dy: Deneyim; TG: Tek grup; BRJ: Pancar suyu; ÖT: Ön test; ST: Son test; Pls: Plasebo; WT: Dünya Taekwondo Federasyonu; ITF: Uluslararası Taekwondo Federasyonu; DCD: Gelişimsel koordinasyon bozukluğu; TKD: Taekwondo; ktr: Kontrol; NRM: Normal.

TABLO 2: 60°/sn açışal hızda EKS ve FLK zirve tork (Nm) ölçüm sonuçları ($\bar{X}\pm SS$).

Yazar	Grup	Cinsiyet	n	Evre	Kasılma	HA	Tekrar	B	BO					
Hammami ve ark. ¹⁷	68 kg	E	7	EKS	Kon	0-110	5	214,6±26,69	208±31,29					
	80 kg		7					231,26±16,54	251,78±24,31					
Kang ve ark. ²³	Gyorugi	E	7		Kon	BY	3	238,86±23,48	225,29±25,65					
	Poomsae		7					192,86±13,32	190,71±14,8					
	Gösteri		7					194,86±28,64	196,85±28,42					
Choi ve ark. ²²	Ortaokul	E	11		Kon	BY	3	157,2±30,3	147,3±33,1					
	Lise		15					163,3±32,3	160,3±27,5					
	Üniversite		9					213,8±43,8	203,7±29,9					
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	E	10		Kon	0-90	3	226,2±6,4	208,9±7,2					
Machado ve ark. ²⁴	Dy: 5±1 (yıl)	E	5		Kon	BY	15	157,23±25,34	155,53±17,78					
Khosravi ve ark. ²⁷	BRJÖT	E	12		Kon	15-95	5	205,84±16,6	215,14±19,92					
	BRJST		12					209,16±23,24	221,11±25,90					
	PlsÖT		12					201,86±29,88	209,82±18,59					
	PlsST		12					206,50±25,90	215,8±29,22					
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,00±2,36 yıl	E	10		Kon	BY	5	281,1±58,45	256,7±44,33					
Hammami ve ark. ¹⁷	68 kg	E	7	FLK	Kon	0-110	5	123,06±15,27	109,48±21,43					
	80 kg		7					129,83±25,54	126,54±32,91					
Kang ve ark. ²³	Gyorugi	E	7		Kon	BY	3	123,43±16,49	123±16,96					
	Poomsae		7					100±9,61	93,86±16,19					
	Gösteri		7					107,57±17,91	102,43±17,37					
Choi ve ark. ²²	Ortaokul	E	11		Kon	BY	3	85,4±16,8	82,4±14,2					
	Lise		15					88,1±17,2	90,4±16,7					
	Üniversite		9					117,7±22,9	109,6±13,5					
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	E	10		EKS	0-90	3	162±12,5	148±5					
Machado ve ark. ²⁴	Dy: 5±1 (yıl)	E	5		Kon	BY	15	89,21±13,03	88,13±12,97					
Khosravi ve ark. ²⁷	BRJÖT	E	12		Kon	15-95	5	BY						
	BRJST		12											
	PlsÖT		12											
	PlsST		12											
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,00±2,36 yıl	E	10		Kon		5	147,9±35,21	141,42±45,31					
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	K	16	EKS	Kon	0-90	5	143,56±22,4	137,25±25,06					
Hammami ve ark. ²⁹	WT	K	10		Kon	BY	5	156,93±14,62	152,66±16,04					
	ITF		10					207,65±24,8	188,85±28,11					
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,95±2,81 yıl	K	10		Kon	BY	5	171,9±27,77	171,4±28,94					
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	K	16	FLK	Kon	0-90	5	73,5±13,47	67,56±12,06					
Hammami ve ark. ¹⁷	WT	K	10		Kon	BY	5	97,67±14,62	112,4±29,82					
	ITF		10					143,91±24,62	111,18±24,09					
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,95±2,81 yıl	K	10		Kon	BY	5	92,8±18,34	90,4±17,14					
	Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	E-K					21	EKS	Kon	BY	5	99,77±21,74	BY
		DCDKtr						23					106,3±37,12	
	NRMktr		18					119,54±41,47						
Moreira ve ark. ¹⁸	Elit	E-K	7		Kon	0-90	5	192,51±20,7						
	Elit altı		7					174,35±28,72						
Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	E-K	21	FLK	Kon	BY	5	59,14±22,62	BY					
	DCDKtr		23					54,13±24,86						
	NRMktr		18					75,61±19,92						
Moreira ve ark. ¹⁸	Elit	E-K	7		Kon	0-90	5	110,4±12,42						
	Elit altı		7					106,88±16,03						

EKS: Ekstansiyon; FLK: Fleksiyon; SS: Standart sapma; HA: Hareket aralığı; B: Baskın; BO: Baskın olmayan; Kon: Konantrik; BY: Bilgi yok; Dy: Deneyim; BRJ: Pancar suyu; ÖT: Ön test; ST: Son test; Pls: Plasebo; TG: Tek grup; WT: Dünya Taekwondo Federasyonu; ITF: Uluslararası Taekwondo Federasyonu; DCD: Gelişimsel koordinasyon bozukluğu; TKD: Taekwondo; ktr: Kontrol; NRM: Normal.



ŞEKİL 3: Sporcuların ortalama EKS ve FLK zirve tork değerleri (Nm).
EKS: Ekstansiyon; FLK: Fleksiyon; B: Baskın; BO: Baskın olmayan.

Kadın sporcuların 60°/sn açısal hızdaki ortalama EKS zirve tork değerleri, Yılmaz ve ark., Hammami ve ark. ve Harbili ve ark.nın yapmış oldukları çalışmalarda elde ettikleri sonuçlar değerlendirilerek hesaplandı.²⁸⁻³⁰ Sporcuların ortalama yaşlarının 19,42±1,17 yıl, B-EKS zirve tork değerlerinin 133,14±4,15 (Nm), BO-EKS zirve tork değerlerinin ise 125,92±4,38 (Nm) olduğu tespit edildi. Ayrıca yapılan incelemede sporcuların B-EKS ve BO-EKS zirve tork değerleri arasındaki farkın %5,73 olduğu tespit edildi.

60°/sn açısal hızda kadın taekwondo sporcularının B-FLK zirve tork değerlerinin 80,32±3,73 (Nm), BO-FLK değerlerinin ise 74,29±4,06 (Nm) olduğu tespit edildi (Şekil 3).²⁸⁻³⁰ Ayrıca yapılan incelemede sporcuların B-FLK ve BO-FLK zirve tork değerleri arasındaki farkın %8,12 olduğu tespit edildi.

Fong ve ark. ve Moreira ve ark.nın çalışmaları, kadın ve erkek sporcuların yer aldığı ve birlikte analiz edildiği karma bir grupla yürütülmüştür.^{18,31} Ayrıca Fong ve ark., araştırmalarını 7 yaş grubu sağlıklı ve gelişimsel koordinasyon bozukluğu [developmental coordination disorder (DCD)] olan sporcularla yürütmüşlerdir.³¹ Yapılan çalışmalar incelendiğinde, hareketin FLK ve EKS evrelerinin konsantrik protokole ve 5 tekrar ile yapıldığı anlaşılmaktadır. Araştırmacılar yalnızca baskın ekstremitele izokinetik kuvvetini test etmişlerdir (Tablo 2). Fong ve ark. ve Moreira ve ark., incelenen diğer çalışmalardan farklı yaş grubu, deneyim düzeyi ve sağlık durumu kategorilerindeki sporcular ile çalıştıkları için bu araştırmalara katılan sporcuların FLK ve EKS değerleri ayrı

ayrı incelendi ve ortalamaları hesaplanmadı. Fong ve ark.nın çalışmasında, sporcuların ortalama EKS zirve tork değerlerinin 99,77±21,74 (Nm) ve 119,54±41,47 (Nm) aralığında, FLK zirve tork değerlerinin ise 54,13±24,86 (Nm) ve 75,61±19,92 (Nm) aralığında olduğu hesaplandı.^{18,31} Moreira ve ark.nın çalışmasında ise sporcuların ortalama EKS değerlerinin 174,348±28,724 (Nm) ve 192,51±20,7 (Nm) aralığında, FLK değerlerinin 106,88±16,032 (Nm) ve 110,4±12,42 (Nm) aralığında olduğu tespit edildi.¹⁸ Moreira ve ark., elit sporcuların daha yüksek EKS ve FLK zirve tork değerlerine sahip olduklarını rapor etmişlerdir.¹⁸

90°/SN VE 120°/SN AÇISAL HIZDA EKS VE FLK ZİRVE TORK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Literatür incelemesi kriterlerimize uygun olarak 90°/sn açısal hızda sadece Khosravi ve ark.nın araştırmasına ulaşıldı (Tablo 3).²⁷ Araştırmadaki izokinetik kuvvet sonuçları rölatif olarak verildiği için (Nm/VA), diğer araştırmalarla karşılaştırabilmek amacıyla sonuçlar sporcuların ortalama VA ile çarpılarak Nm birimine dönüştürüldü.

Khosravi ve ark.nın çalışmasında yer alan sporcuların ortalama B-EKS zirve tork değerlerinin 197,21±17,60 (Nm), BO-EKS zirve tork değerlerinin ise 205,51±21,91 (Nm) olduğu tespit edildi (Şekil 4).²⁷ Khosravi ve ark.nın çalışmasında diğerlerinden farklı olarak sporcuların BO-EKS zirve tork değerlerinin %7,82 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.²⁷

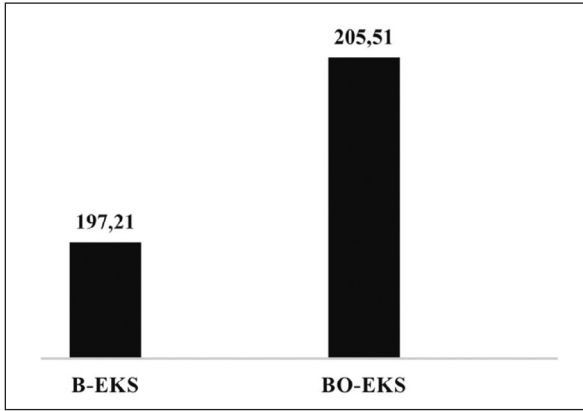
120°/sn açısal hızda erkek taekwondo sporcularının izokinetik diz EKS ve FLK performanslarının tespit edilebilmesi için Hammami ve ark. ve El-Ashker ve ark.nın çalışmaları incelendi (Tablo 3).^{17,26} Yapılan incelemede sporcuların ortalama yaşlarının 22,21±1,56 yıl olduğu tespit edildi. El-Ashker ve ark. FLK ölçümlerinde eksenrik protokol kullanmışlardır.²⁶ Bu sebeple Hammami ve ark. ve El-Ashker ve ark.nın çalışmaları ortalama FLK değerlerinin tespitinde ayrı ayrı değerlendirildi.^{17,26}

Hammami ve ark. ve El-Ashker ve ark.nın çalışmalarından elde edilen bulgularla, 120°/sn açısal hızda erkek taekwondo sporcularının izokinetik B-EKS performanslarının 169,22±3,35 (Nm), BO-EKS performanslarının ise 166,21±3,79 (Nm) olduğu tespit edildi (Şekil 5).^{17,26} Ayrıca sporcular

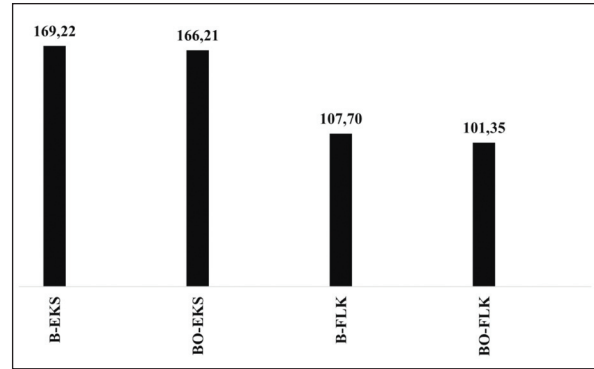
TABLO 3: 90°/sn ve 120°/sn açısız hızda erkek sporcuların EKS zirve tork (Nm) ölçüm sonuçları ($\bar{X}\pm SS$).

Yazar	Grup	n	Evre	Hız	Kasılma	HA	Tekrar	B	BO
Khosravi ve ark. ²⁷	BRJÖT	12	EKS	90°/sn	Kon	15-95	5	195,22±20,58	210,49±20,58
	BRJST							199,86±29,88	208,50±20,58
	PlsÖT							197,87±17,93	204,51±21,25
	PlsST							196,54±17,26	206,50±22,58
Hamami ve ark. ¹⁷	68 kg	7	EKS	120°/sn	Kon	0-110	5	151,2±8,67	150,16±16,06
	80 kg	7						176,57±24,6	187,14±25,39
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	10			Kon	0-90	3	176,7±3,7	162,8±5,5
Hamami ve ark. ¹⁷	68 kg	7	FLK	120°/sn	Kon	0-110	5	103,96±14,54	99,2±17,21
	80 kg	7						111,44±21,9	103,5±29,04
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	10			EKS	0-90	3	128,9±8,6	107,7±6,1

EKS: Ekstansiyon; SS: Standart sapma; HA: Hareket aralığı; B: Baskın; BO: Baskın olmayan; BRJ: Pancar suyu; ÖT: Ön test; ST: Son test; Kon: konantrik; Pls: Plasebo; Dy: Deneyim; FLK: Fleksiyon.



ŞEKİL 4: Erkek sporcuların 90°/sn açısız hızda ortalama EKS zirve tork değerleri (Nm). EKS: Ekstansiyon; B: Baskın; BO: Baskın olmayan.



ŞEKİL 5: Sporcuların 120°/sn açısız hızda ortalama EKS ve FLK zirve tork değerleri (Nm).

EKS: Ekstansiyon; FLK: Fleksiyon; B: Baskın; BO: Baskın olmayan.

rın B-EKS ve BO-EKS değerleri arasındaki farkın %1,81 olduğu tespit edildi. Sporcuların ortalama B-FLK ve BO-FLK değerlerinin ise sırasıyla 107,70±4,27 (Nm) ve 101,35±4,81 (Nm) olduğu tespit edildi. Yapılan incelemede sporcuların B-EKS ve BO-EKS değerleri arasındaki farkın %6,27 olduğu tespit edildi.

180°/SN AÇISIZ HIZDA EKS VE FLK ZİRVE TORK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Sporcuların ortalama izokinetik diz EKS ve FLK zirve tork değerlerinin tespit edilebilmesi için Hamami ve ark., Kang ve ark., El-Ashker ve ark. ve Harbili ve ark.nın çalışmaları incelendi.^{17,23,26,30} Yapılan incelemede çalışmalara katılan sporcuların yaş

ortalamalarının 20,80±1,33 yıl olduğu, araştırmacıların farklı açı ve sayıda HA ve tekrar sayısı tercih ettikleri tespit edildi (Tablo 4).

Yapılan incelemede, erkek sporcuların B-EKS zirve tork değerlerinin 143,52±3,88 (Nm), BO-EKS zirve tork değerlerinin ise 141,69±3,96 (Nm) olduğu tespit edildi. Analiz sonuçları sporcuların B-EKS ve BO-EKS zirve tork değerleri arasında %1,30'luk bir fark olduğunu gösterdi. El-Ashker ve ark. çalışmasında eksantrik protokol kullandığı için ortalama FLK zirve tork değerlerinin tespitinde bu çalışma kullanılmadı. Yapılan incelemede sporcuların ortalama B-FLK zirve tork değerlerinin 91,30±4,19 (Nm), BO-FLK zirve tork değerlerinin ise 89,04±4,68 (Nm)

TABLO 4: 180°/sn açışal hızda EKS ve FLK zirve tork (Nm) ölçüm sonuçları ($\bar{X}\pm SS$).

Yazar	Grup	Cinsiyet	n	Evre	Kasılma	HA	Tekrar	B	BO
Hammami ve ark. ¹⁷	68 kg	E	7	EKS	Kon	0-110	5	116,88±11,37	118,74±12,16
	80 kg		7					132,37±18,23	143,23±16,62
Kang ve ark. ²³	Gyorugi	E	7		Kon	BY	5	154,71±11,21	151,86±17,99
	Poomsae		7					130,29±7,2	127,57±6,02
	Gösteri		7					136,14±17,96	136,14±12,28
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	E	10		Kon	0-90	3	148,4±7,1	129,9±5,4
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,00±2,36 yıl	E	10		Kon	BY	5	171,7±29,48	175,1±35,3
Hammami ve ark. ¹⁷	68 kg	E	7	FLK	Kon	0-110	5	86,87±13,02	79,77±18,02
	80 kg		7					95,77±17,65	90,2±25,21
Kang ve ark. ²³	Gyorugi	E	7		Kon	BY	5	100,43±17,57	99,43±14,92
	Poomsae		7					77,43±6,16	79,71±8,88
	Gösteri		7					82,14±14,01	82,86±16,88
El-Ashker ve ark. ²⁶	Dy: 4,4±0,85 (yıl)	E	10	EKS	0-90	3	103±5,4	88,3±4,4	
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,00±2,36 yıl	E	10		Kon	BY	5	101±31,27	98,3±39,66
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	K	16	EKS	Kon	0-90	5	89,44±14,88	84,37±13,83
Hammami ve ark. ¹⁷	WT	K	10		Kon	BY	5	148,19±30,24	131,9±23,39
	ITF		10					132,35±23,3	150,98±39,54
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,95±2,81 yıl	K	10		Kon	BY	5	112,4±17,49	111,7±17,8
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	K	16	FLK	Kon	0-90	5	43±11,8	39,44±9,03
Hammami ve ark. ¹⁷	WT	K	10		Kon	BY	5	85,49±19,65	85,26±15,03
	ITF		10					110,45±30,08	101,5±29,79
Harbili ve ark. ³⁰	Dy: 9,95±2,81 yıl	K	10		Kon	BY	5	58,9±9,59	57,5±8,95
Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	E-K	21	EKS	Kon	BY	5	100,67±11,09	BY
	DCDktr		23					75,53±18,01	
	NRMktr		18					98,67±20,37	
Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	E-K	21	FLK	Kon	BY	5	60±8,89	BY
	DCDktr		23					45,91±15,36	
	NRMktr		18					42,46±16,32	

EKS: Ekstansiyon; FLK: Fleksiyon; SS: Standart sapma; HA: Hareket aralığı; B: Baskın; BO: Baskın olmayan; Kon: Konantrik; BY: Bilgi yok; Dy: Deneyim; TG: Tek grup; WT: Dünya Taekwondo Federasyonu; ITF: Uluslararası Taekwondo Federasyonu; DCD: Gelişimsel koordinasyon bozukluğu; TKD: Taekwondo; ktr: Kontrol; NRM: Normal.

olduğu tespit edildi. Ayrıca analiz sonuçları sporcuların B-FLK ve BO-FLK zirve tork değerleri arasındaki farkın %2,54 olduğunu gösterdi.²⁶

Kadın taekwondo sporcularının ortalama diz EKS ve FLK değerlerinin tespit edilebilmesi için Yılmaz ve ark., Hammami ve ark. ve Harbili ve ark.'nın çalışmaları incelendi.²⁸⁻³⁰ Yapılan incelemede sporcuların ortalama yaşlarının 19,42±1,17 yıl olduğu tespit edildi (Tablo 4).

Kadın sporcuların 180°/sn açışal hızda B-EKS zirve tork değerlerinin 116,53±4,54 (Nm), BO-EKS zirve tork değerlerinin ise 115,12±4,73 (Nm) olduğu tespit edildi. Ayrıca analiz sonuçları sporcuların B-EKS ve BO-EKS zirve tork değerleri

arasındaki farkın %1,22 olduğunu gösterdi. Sporcuların ortalama izokinetik diz B-FLK ve BO-FLK zirve tork değerlerinin ise sırasıyla 70,36±4,12 (Nm) ve 66,82±3,85 (Nm) olduğu tespit edildi. Ayrıca analiz sonuçları kadın sporcuların B-FLK ve BO-FLK zirve tork değerleri arasındaki farkın %5,30 olduğunu gösterdi.

Fong ve ark. araştırmalarını 7 yaş grubu çocuklarla ve cinsiyet faktörü gözetmeksizin yapmışlardır. Bu sebeple çalışma bulguları ayrı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada taekwondo sporu ile ilgilenen DCD'li çocukların izokinetik kuvvet performansının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Tablo 4).³¹

240°/SN VE 300°/SN AÇISAL HIZDA EKS VE FLK ZİRVE TORK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Elit taekwondo sporcularının 240°/sn açısız hızda ortalama izokinetik diz FLK ve EKS değerlerinin tespit edilebilmesi için yapılan araştırmada yalnızca Yılmaz ve ark., Fong ve ark. ve Moreira ve ark.'nın araştırma yaptığı tespit edildi.^{18,28,31} Yılmaz ve ark. araştırmasını kadın sporcularla yaparken, Fong ve ark. ve Moreira ve ark. karma gruplarla çalışmışlardır.^{18,28,31} Ayrıca Fong ve ark. 7 yaş grubu çocuklarla çalıştığı için hesaplamalara dâhil edilmedi.³¹ Diğer sporcuların 240°/sn açısız hızdaki izokinetik performansları Tablo 5'te verildi.

Elit taekwondocuların 300°/sn açısız hızdaki diz kuvvetleri ile ilgili sadece Khosravi ve ark.'nın çalışma yaptığı tespit edildi.^{27,31} Yapılan çalışma erkek sporcularla, konsantrik protokolde, 80°lik HA aralığında ve 5 tekrar ile yapılmıştır. Khosravi ve ark., çalışmada pancar suyunun etkilerini araştırdıkları için incelemeye ve analize yalnızca Pls grubu dâhil edildi.²⁷ Yapılan incelemede sporcuların BO-EKS değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edildi. BO-EKS değeri Pls grubu ön test sonuçlarında %2,55, son test sonuçlarında ise %3,14 daha yüksekti. Spor-

cuların ortalama B-EKS zirve tork değerlerinin 128,48±12,28 (Nm), BO-EKS zirve tork değerlerinin 132,135±11,62 (Nm) olduğu tespit edildi (Tablo 5).

TARTIŞMA

Bu çalışma, elit düzey taekwondo sporcularının çeşitli açısız hızlardaki diz FLK ve EKS kuvvet oranlarının tespit edilmesi amacıyla yapıldı. Yapılan incelemede, çalışmaların genel olarak elit düzeydeki ve 17-22 yaş aralığındaki kyorugi sporcuları ile yapıldığı, az sayıda çalışmanın ise taekwondonun diğer disiplinleri ile ilgilenen sporcularla, çocuk sporcularla ve dezavantajlı gruplarla yapıldığı tespit edildi. Çocuklar ve dezavantajlı gruplarla yapılmış çalışmalar araştırma kapsamı dışında kaldığı için bu çalışmalara ait bulgular sadece tanımlayıcı bilgiler olarak verilerek, normatif değerlerin oluşabilmesi ve elit taekwondo sporcularının diz EKS ve FLK ortalama zirve tork değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla analizlere dâhil edilmedi.

Daha önce yapılmış çalışmalar, eksantrik kasılmalar ile daha yüksek kuvvet üretilebildiğini, fakat maksimum istemli konsantrik kas kasılmalarının eksantrik kasılmalardan daha az kas ağrısına ve hasa-

TABLO 5: 240°/sn ve 300°/sn açısız hızda EKS ve FLK zirve tork (Nm) ölçüm sonuçları (X±SS)

Yazar	Grup	n	Evre	Hız	Cinsiyet	Kasılma	HA	Tekrar	B	BO
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	16	EKS	240°/sn	K	Kon	0-90	15	79,69±13,68	73,56±12,02
Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	21			E-K	Kon	BY	5	72,92±18,61	BY
	DCDKtr	23							70,83±21,97	
	NRMktr	18							80,17±23,62	
Moreira ve ark. ¹⁸	Elit	7			E-K	Kon	0-90	5	113,16±11,73	
	Elit altı	7			E-K				111,56±17,37	
Yılmaz ve ark. ²⁸	TG	16	FLK	240°/sn	K	Kon	0-90	15	36,18±10,56	33,81±6,9
Fong ve ark. ³¹	DCDTKD	21			E-K	Kon	BY	5	41,2±16,13	BY
	DCDKtr	23							42,46±16,32	
	NRMktr	18							44,71±14,81	
Moreira ve ark. ¹⁸	Elit	7			E-K	Kon	0-90	5	84,87±13,11	
	Elit altı	7			E-K				81,50±8,016	
Khosravi ve ark. ²⁷	BRJÖT	12	EKS	300°/sn	E	Kon	15-95	5	125,50±7,97	135,46±9,96
	BRJST								133,46±11,95	137,45±15,94
	PlsÖT								130,14±7,30	133,46±9,30
	PlsST								126,82±17,26	130,81±13,94

EKS: Ekstansiyon; FLK: Fleksiyon; SS: Standart sapma; HA: Hareket aralığı; B: Baskın; BO: Baskın olmayan; TG: tek grup; Kon: Konsantrik; BY: Bilgi yok; DCD: Gelişimsel koordinasyon bozukluğu; TKD: Taekwondo; ktr: Kontrol; NRM: Normal; BRJ: Pancar suyu; ÖT: Ön test; ST: Son test; Pls: Plasebo.

rına yol açtığını göstermiştir.^{32,33} Araştırmamıza ait bulgular, elit taekwondo sporcuları ile yapılan çalışmaların konsantrik protokole odaklandığını göstermektedir. Taekwondo tekmelerinin konsantrik kasılmaları ile gerçekleştiği düşünüldüğünde, konsantrik değerlendirmelerin gerçek tekme performansı hakkında gerçeğe en yakın bilgiyi sunabileceği ifade edilebilir. Ayrıca 60°/sn, araştırmacıların üzerinde çalıştığı en yaygın açısal hızdır. İkinci sıradaki en yaygın tercih edilen açısal hız 180°/sn'dir. Bu açısal hızlarda en sık tercih edilen tekrar sayısı ise 5'tir. Ayrıca sporcular genel olarak 90°'lik bir HA'da test edilmiştir.

Hız, taekwondo performansını belirleyen önemli bir faktördür. Tekme ayağının zemin ile bağlantısı kesildikten sonraki aşama, gövdeye yapılan düz (roundhouse kick) tekmelerin en hızlı olduğu aşamadır.¹⁸ Tekmeleme sırasındaki bacak hızı, vücudun alt kısmı tarafından üretilen kuvvet ve torklarla açıklanabilir. Bu nedenle, vuruş performansı ile maksimum güç üretim kapasitesi arasındaki ilişkiyi incelemek bilimsel açıdan önemlidir.¹⁸

Bell ve Wenger, izokinetik değerlendirmeye yönelik fizyolojik adaptasyonları incelediklerinde, yüksek hızdaki (201-300°/s) izokinetik değerlendirme hızı ile hıza bağlı diğer motor özelliklerin ilişkili olduğunu gözlemişlerdir. İzokinetik açısal hız ve motorik hız arasındaki bu ilişkinin daha düşük açısal hızlarda oluşmadığı ya da düşük oranlarda oluştuğu rapor edilmiştir.³² Bu nedenle 240°/s, farklı nöromusküler antrenman uyumlarını belirlemek ya da ayırmak için gerekli olan minimum hız gibi görünmektedir. Ayrıca taekwondo tekmelerinin hız profilleri düşünüldüğünde, yüksek izokinetik açısal hızlarda test edilmelerinin spor dalına özgü değerlendirme için önemli olduğu ifade edilebilir. Öte yandan yapılan çalışmalar, daha düşük açısal hızların taekwondo sporcularının koşu, fitness ya da pliometrik antrenmanlar gibi farklı antrenman özelliklerine ait kazanımları test etmek ve kuvvet adaptasyonlarını açıklamak için hassas olduklarını göstermiştir.^{18,34} Bu nedenle, bu iki izokinetik açısal hızın, taekwondo sporcularını birçok farklı açıdan değerlendirebilmek için gerekli oldukları düşünülmektedir.

İncelenen çalışmaların bulguları üzerinde yapılan istatistiksel analizler, elit taekwondo sporcularının

baskın ve baskın olmayan bacak kuvvetleri arasındaki farkın genel olarak %5'ten küçük olduğunu göstermektedir. Özellikle EKS kuvvet oranları arasındaki farkların elit sporcularda daha fazla azaldığı anlaşılmaktadır. Bu sonuca dayanarak, sporcuların baskın ve baskın olmayan bacak kuvvetlerinin birbirine yakın değerlerde olduğu ifade edilebilir. Bilindiği gibi taekwondo, çeşitli bacak hareketlerinden oluşan tekmelerin sıkça kullanıldığı bir spordur ve her iki bacağını da kullanabilen sporcular, yarışmalarda birçok avantaj elde eder.³⁵ Bu sebeple sporcuların antrenman planları her iki bacağa ait tekmeleri uygulamalarını sağlayacak şekilde tasarlanırlar.³⁵ Sporcuların tekmelerini kullanabilme performansları, onların müsabaka başarıları hakkında fikir verebilir.³⁵ Özellikle ekstansör kasların tekme atmada baskın kas gruplarını oluşturduğu düşünüldüğünde, baskın ve baskın olmayan bacaklar arasındaki EKS kuvvet farkları arasındaki yakınlığın sebebi anlaşılabilir. Bu sebeple elit taekwondo sporcularının baskın ve baskın olmayan bacak kuvvetleri, her ne kadar bir bacaklarını baskın olarak seçseler de birbirine yakın olabilir. Yıllarca süren eğitim ve antrenmanlar, bacaklar arası teknik, kuvvet ve sürat gibi motorik farkları en aza indirmekte, sporcuların her iki ekstremitesini de ustaca kullanabilmesine olanak tanımaktadır.

Yapılan incelemede, elit taekwondo sporcularının izokinetik kuvvet profillerinin incelendiği çalışmaların kısıtlı olduğu ve çalışmalarda birbirine yakın ve benzer test protokollerinin kullanıldığı tespit edildi. Bu durum, elit taekwondo sporcularının izokinetik diz kuvveti normlarının oluşmasındaki önemli bir engeldir. Ayrıca olimpiik taekwondo (kyorugi), sporcuların VA'ya ve cinsiyetine göre kategorize edildiği bir sistem üzerinde yapılandırılmıştır ve bu sebeple her sporcu kendi VA'daki ve cinsiyetindeki sporcularla yarışır.³⁵ Bu sebeple VA ve cinsiyet değişkenlerinin göz önünde bulundurulduğu çalışmaların artırılması, gerekli normatif değerlerin oluşabilmesi için önemlidir. Taekwondonun kyorugi dışındaki diğer disiplinleri ile yapılan çalışmaların ise çok daha fazla araştırılmaya açık olduğu tespit edildi.

SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışma, taekwondo sporcularının izokinetik diz kuvvetine odaklanan çalışmaların der-

lendiği ilk çalışmadır ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutacak önemli bir kaynaktır. Araştırmadan elde edilen bulgular, elit düzeydeki taekwondo sporcusunun ideal (olması gereken) izokinetik diz kuvveti değerlerinin anlaşılmasını sağlayacak niteliktedir. Bu çalışma, bundan sonraki çalışmalar için önemli bir kaynak olması yanında, taekwondo sporcuları ve antrenörlerine antrenman planlarının oluşturulması, test sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi noktalarında katkı sağlayacaktır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan 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

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Gonosova Z, Linduska P, Bizovska L, Svoboda Z. Reliability of ankle-foot complex isokinetic strength assessment using the isomed 2000 dynamometer. *Medicina (Kaunas)*. 2018;54(3):43. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Roth R, Donath L, Kurz E, Zahner L, Faude O. Absolute and relative reliability of isokinetic and isometric trunk strength testing using the IsoMed-2000 dynamometer. *Phys Ther Sport*. 2017;24:26-31. [Crossref] [PubMed]
- Esnault J, Missaoui B, Bendaya S, Mane M, Eymard B, Laforet P, et al. Isokinetic assessment of trunk muscles in facioscapulothoracic muscular dystrophy type 1 patients. *Neuromuscul Disord*. 2018;28(12):996-1002. [Crossref] [PubMed]
- Matsushita T, Araki D, Matsumoto T, Niikura T, Kuroda R. Changes in knee extensor strengths before and after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Phys Sportsmed*. 2019;47(2):220-6. [Crossref] [PubMed]
- Reynaud V, Morel C, Givron P, Clavelou P, Cornut-Chauvinc C, Pereira B, et al. Walking speed is correlated with the isokinetic muscular strength of the knee in patients with charcot-marie-tooth type 1A. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019;98(5):422-5. [Crossref] [PubMed]
- Tapking C, Armenta AM, Popp D, Herndon DN, Branski LK, Lee JO, et al. Relationship between lean body mass and isokinetic peak torque of knee extensors and flexors in severely burned children. *Burns*. 2019;45(1):114-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Van Driessche S, Van Roie E, Vanwanseele B, Delecluse C. Test-retest reliability of knee extensor rate of velocity and power development in older adults using the isotonic mode on a Biodex System 3 dynamometer. *PLoS One*. 2018;13(5):e0196838. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Brown L. *Isokinetics in Human Performance*. 1st ed. USA: Human Kinetics; 2000.
- Brown LE, Whitehurst M, Findley BW. Reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):189-92. [Crossref] [PubMed]
- Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1990;11(7):298-300. [Crossref] [PubMed]
- Risberg MA, Steffen K, Nilstad A, Myklebust G, Kristianslund E, Moltubakk MM, et al. Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *J Strength Cond Res*. 2018;32(8):2314-23. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- van Melick N, van der Weegen W, van der Horst N. Quadriceps and hamstring strength reference values for athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction who play popular pivoting sports, including soccer, basketball, and handball: a scoping review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2022;52(3):142-55. [Crossref] [PubMed]
- Weir JP, Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Ebersole KT. Allometric scaling of isokinetic peak torque: the Nebraska Wrestling Study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80(3):240-8. [Crossref] [PubMed]
- Bridge CA, Jones MA, Drust B. The activity profile in international Taekwondo competition is modulated by weight category. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011;6(3):344-57. [Crossref] [PubMed]
- Kazemi M, Waalen J, Morgan C, White AR. A profile of olympic taekwondo competitors. *J Sports Sci Med*. 2006;5(CSS1):114-21. [PubMed] [PMC]
- Tan YL, Krasilshchikov O. Diversity of attacking actions in Malaysian junior and senior taekwondo players. *Int J Perform Anal Sport*. 2015;15(3):913-23. [Crossref]
- Hammami N, Zinoubi B, Hamdi F, Nouri A, Zouita A, Dziri C. Isokinetic profile of knee muscles in olympic elite taekwondo practitioners. *Sci Sports*. 2013;28(4):188-95. [Crossref]
- Moreira PVS, Falco C, Menegaldo LL, Goethel MF, de Paula LV, Gonçalves M. Are isokinetic leg torques and kick velocity reliable predictors of competitive level in taekwondo athletes? *PLoS One*. 2021;16(6):e0235582. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Diniz R, Del Vecchio FB, Schaun GZ, Oliveira HB, Portella EG, da Silva ES, et al. Kinematic comparison of the roundhouse kick between taekwondo, karate, and muaythai. *J Strength Cond Res*. 2021;35(1):198-204. [Crossref] [PubMed]
- Preuschl E, Hassmann M, Baca A. A kinematic analysis of the jumping front-leg axe-kick in taekwondo. *J Sports Sci Med*. 2016;15(1):92-101. [PubMed] [PMC]
- Ölmez C, Aydemir B, Ölmez SN. Taekwondo tekme performansını etkileyen faktörlerin belirlenmesi [Determination of factors affecting taekwondo kicking performance]. *Akdeniz Spor Bilim Derg*. 2022;5(2):192-209. [Crossref]
- Choi DS, Jung EN, Park MH. Comparison of balance ability and physical fitness according to the growth period in taekwondo players. *J Exerc Rehabil*. 2021;17(5):354-61. [Crossref] [PubMed] [PMC]

23. Kang J, Park J, Johnson JA. Comparison of isokinetic muscle function and anaerobic exercise capacity in the knee according to kukki taekwondo training type. *Phys Act Rev*. 2021;9(2):40-55. [[Crossref](#)]
24. Machado SM, Osório RA, Silva NS, Magini M. Biomechanical analysis of the muscular power of martial arts athletes. *Med Biol Eng Comput*. 2010;48(6):573-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Kim JW, Nam SS. Physical characteristics and physical fitness profiles of korean taekwondo athletes: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(18):9624. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. El-Ashker S, Chaabene H, Prieske O. Maximal isokinetic elbow and knee flexor-extensor strength measures in combat sports athletes: the role of movement velocity and limb side. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022;14(1):40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Khosravi S, Ahmadizad S, Yekaninejad MS, Karami MR, Djafarian K. The effect of beetroot juice supplementation on muscle performance during isokinetic knee extensions in male Taekwondo athletes. *Sci Sports*. 2021;36(6):483.e1-483.e7. [[Crossref](#)]
28. Yılmaz AK, Yılmaz C, Mayda MH, Karaduman E, Erail S, Bostancı Ö, et al. Correlation of bilateral and ipsilateral strength ratios with balance in female taekwondo athletes. *Rev Artes Marciales Asiáticas*. 2021;16(2):67-79. [[Crossref](#)]
29. Hammami N, Frih B, Rahali H, Mkacher W, Rezgui T, Cular D, et al. Effects of taekwondo style practice on cardiac remodeling and isokinetic thigh strength in elite women players. *Sci Sports*. 2021;36(6): 479.e1-479.e9. [[Crossref](#)]
30. Harbili S, Harbili E, Aslankeser Z. Comparison of bilateral isokinetic and isometric strength differences in elite young male and female taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*. 2022;18(2):117-22. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Fong SS, Chung JW, Chow LP, Ma AW, Tsang WW. Differential effect of Taekwondo training on knee muscle strength and reactive and static balance control in children with developmental coordination disorder: a randomized controlled trial. *Res Dev Disabil*. 2013;34(5):1446-55. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Bell GJ, Wenger HA. Physiological adaptations to velocity-controlled resistance training. *Sports Med*. 1992;13(4):234-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Muratlı S, Kalyoncu O, Şahin G. Antrenman ve Müsabaka. 2. Baskı. İstanbul: Ladin Matbaası; 2007.
34. Singh A, Boyat AV, Sandhu JS. Effect of a 6 week plyometric training program on agility, vertical jump height and peak torque ratio of Indian Taekwondo players. *The Sports and Exercise Medicine- Open Journal*. 2015;1(2):42-6. [[Link](#)]
35. Ölmez C. Spor Eğitiminde Yenilikçi Metotlar Taekwondo Antrenmanlarında Görsel Materyallerin Kullanımı. 1. Baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi A.Ş.; 2022. [[Crossref](#)]