

**Taekwondo ve futbolcularda bilateral-ipsilateral kuvvet oranlarının karşılaştırılması****Coşkun YILMAZ¹**¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane, Türkiye

Araştırma Makalesi/Research Article	DOI: 10.5281/zenodo.10077792
Gönderi Tarihi/Received: 05.05.2023	Kabul Tarih/Accepted: 25.09.2023
	Online Yayın Tarihi/Published: 29.10.2023

Öz

Çalışmamızda futbol ile taekwondocuların diz izokinetik profillerinin belirlenmesi ile quadriceps (Q) ve hamstring (H) kaslarındaki asimmetrik güç farklılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamıza aktif futbol ve taekwondo branşı ile ilgilenen en az 5 yıl antrenman geçmişine sahip 22 sporcu dâhil edilmiştir. Katılımcılara 15 dakikalık dinamik ve statik ısınmadan sonra izokinetik dinamometre (Humac Norm TRS, CSMI, ABD) ile test yapıldı. Testler sabah 10:00-15:00 saatleri arasında gerçekleştirildi. Katılımcıların diz ekstansiyon ve fleksiyon hareketinde sergilemesi istenen peak tork açısal hızları $60^{\circ} \text{ sn}^{-1}$, $180^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ ve $240^{\circ} \text{ sn}^{-1}$ ve Con/Con kasılmalar olarak belirlenmiştir. Bilateral kuvvet oranları ve ipsilateral kuvvet oranları % cinsinden kaydedilmiştir. Futbolcu ve taekwondo sporcularının sağ ve sol ayak diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında futbolcuların H:Q 240 (%) İpsilateral kuvvet oranları arasında anlamlı farklılık görülürken diğer parametrelerde anlamlı farklılık görülmemiştir. Sağ ve sol ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında hiçbir parametrede anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Futbolcu ve taekwondo sporcuların bilateral ölçümlerin karşılaştırılmasında H:H 240 (%) bilateral kuvvet oranları arasında ($p=0,009$) anlamlı farklılık görülürken diğer bilateral kuvvet oranlarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sonuç olarak, H:H 240 bilateral kuvvet ve H:Q 240 ipsilateral kuvvet oranları dışında, taekwondo ve futbolcuların bilateral-ipsilateral kuvvet oranlarının benzer oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilateral-ipsilateral kuvvet, futbol, taekwondo***Comparison of bilateral-ipsilateral strength ratios in taekwondo and football players*****Abstract**

The aim of our study was to determine the knee isokinetic profiles of football and taekwondo players and to investigate the asymmetric power differences in the quadriceps and hamstring muscles. Twenty-two athletes with a training history of at least 5 years and active participation in football and taekwondo were included in the study. After a 15-minute dynamic and static warm-up, the tests were performed on an isokinetic dynamometer (Humac Norm Testing and Rehabilitation System, CSMI, USA). The tests were performed between 10:00 and 15:00 in the morning. Peak torque angular velocities at $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$, $180^{\circ} \text{ s}^{-1}$ and $240^{\circ} \text{ s}^{-1}$ and con/con contractions were determined. Bilateral force ratios and ipsilateral force ratios were recorded in %. When comparing the peak torque of the right and left knee flexor and extensor muscles of the soccer players and taekwondo athletes, a significant difference was observed between the ipsilateral H:Q 240 (%) strength ratios of the soccer players, but no significant difference was observed for the other parameters. When comparing the peak torque of the knee flexor and extensor muscles in the right and left extremities, no significant difference was found for any of the parameters ($p>0.05$). When comparing the bilateral measurements of football players and taekwondo athletes, there was a significant difference between H:H 240 (%) bilateral strength ratios ($p=0.009$), but no significant difference was found in other bilateral strength ratios ($p>0.05$). As a result, it was found that the bilateral and ipsilateral strength ratios of taekwondo and football players were similar, except for the H:H 240 bilateral strength ratio.

Keywords: Bilateral-ipsilateral strength, football, taekwondo**Sorumlu Yazar/Corresponded Author:** Coşkun YILMAZ, **E-posta/e-mail:** coskun.yilmaz@gumushane.edu.tr
The Extended English Abstract is located the end of the Article.

GİRİŞ

Futbol oyunu yapı olarak yoğun antrenman ve maç takvimine bağlı bir kavramda performanslarının tümünde en üst düzeyde olması gerekmektedir (Yılmaz, 2020; Küçük & Ceylan, 2022). Futbolcuların antrenman ve müsabaka sırasında anaerobik ve aerobik eylemlerini (çeviklik, sıçrama, ani hızlanma, toplu oyun, topa vuruşlar vb.) en iyi şekilde performanslarını sunmaları gerekmektedir. Bu bileşenlerin ortak noktası alt ekstremitte kuvvet ve güç üretimi oyuncuların performansları için çok önemli kavramlardır (Da Silva ve ark., 2012; Silva ve ark., 2015; Yılmaz, 2020).

Taekwondo da ise müsabaka ve antrenmanların amacı sporcuların tekmelerinin hızlı, seri, kuvvetli ve esnek olmaları üzerinedir (Bridge ve ark., 2011). Biyomekanik olarak bakıldığında tekmenin önce dizde bir fleksiyon (FLK), ardından patlayıcı bir ekstansiyon (EKS) ile hareketin patlayıcı bir şekilde hedefe atılmasıyla gerçekleşir (Diniz ve ark., 2021). Her iki spor için antrenman ve müsabaka sırasında tek taraflı (unilateral) hareketler sıklıkla yapılmaktadır (Pinniger ve ark., 2000).

Çalışmacılar bu hareketler sırasında asimetrik motor patern ile devamlı ve belirli süreli tek taraflı yapılan döngüsüz veya döngüsü düzensiz (kinetik zincir) hareketlerin iki bacak arasında bilateral veya tek bacağın agonist ve antagonist (ipsilateral) kasları arasında kas kuvvet dengesizliğine sebebiyet vereceğini bildirmiştir (Masuda ve ark., 2005; Lehance ve ark., 2009, Güzel ve ark., 2023). Bundan kaynaklı olarak alt ekstremitelerin düzenli ölçülmesi önerilmiştir (Yılmaz, 2020).

Farklı ölçme araç ve yöntemlerin olmasına rağmen, en güncel ve geçerli-güvenilir sonuçların izokinetik dinamometrelerden elde edildiği bilinmektedir (Maly, 2015). Alt ekstremitelerini aktif kullanılan spor branşlarında, quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri daha çok izokinetik dinamometreler ile ölçülmektedir (Ölmez, 2022). Bu cihazda her iki bacak için quadriceps (Q) ve hamstring (H) kaslarının en üst düzeyde kuvvet üretmesine olanak sağlar (Keeley ve ark., 2011). Pik tork (PT) değeri olarak bilinen bu değer her iki bacağın değerlendirilmesi ve sakatlık potansiyelini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Ruas ve ark., 2019; Ermiş ve ark., 2019; Yılmaz, 2020; Güzel ve ark., 2022).

İpsilateral kuvvet (İK) olarak bilinen H/Q (60°sn-1) oranı %60 düzeyi ortalama olarak kabul edilmektedir (Kellis & Baltzopoulos, 1995). Aynı şekilde Q ve H'nin her iki bacak arasındaki bilateral kuvvet (BK) farklılığı %10-15'ten fazla olursa bacaklar arasında asimetri düşünülür, %20'nin üzeri yüksek sakatlık riskini oluşturmaktadır (Elliot, 1978; Kannus, 1994).

Yapılan literatür taramasında futbol ile taekwondo sporcuların bilateral-ipsilateral kuvvet oranlarının karşılaştırıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu nedenle her iki spor için önemli olan alt ekstremite kuvvet oranlarını çalıştığımız çalışmamız alana katkı vereceğini düşünmekteyiz. Eldeki bilgiler ışığında çalışmamızın amacı; amacı futbol ve taekwondocuların diz izokinetik profillerinin belirlenmesi ile quadriceps ve hamstring kaslarındaki asimetric güç farklılıklarının incelenmesidir.

YÖNTEM

Araştırma grubu (evren-örneklem)

Çalışmamız futbol ve taekwondocuların diz izokinetik profillerinin belirlenmesi ile quadriceps ve hamstring kaslarındaki asimetric güç farklılıklarının incelenmesidir. Çalışmamıza, 11 futbolcu ve 11 taekwondocu (kyorugi) olmak üzere toplam 22 katılımcı dâhil edilmiştir. Çalışmamıza aktif olarak amatör düzeyde futbol ve taekwondo branşı ile ilgilenen en az 5 yıl antrenman geçmişine sahip erkek 11 taekwondo ve 11 futbolcu (Yaş $21,27 \pm 2,16$ yıl, Boy uzunluğu $171 \pm 8,4$ cm, vücut ağırlığı $63,14 \pm 7,63$ kg, vücut kitle indeksi (VKİ) $23,74 \pm 5,06$ kg/m^2) katılmıştır. Herhangi bir alt ekstremite sakatlık öyküsü olanlar çalışmaya alınmadı. Çalışma Helsinki protokolüne göre yürütülmüş olup, tüm deneklerden gönüllü olur formu alınmıştır.

Veri toplama araçları

Çalışmaya katılan futbolcu ve taekwondo sporcularında boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg) ve VKİ (kg/m^2) ölçüldü daha sonra ise izokinetik dinamometre (Humac Norm Test ve Rehabilitasyon Sistemi, CSMI, ABD) ile alt ekstremite ölçümleri (60°sn^{-1} , 180°sn^{-1} ve 240sn^{-1}) alındı.

Verilerin toplanması/işlem yolu

Hazırlık döneminde olan katılımcılar laboratuvarında 2 günlük süreçte test protokolleri uygulandı. Birinci gün laboratuvar gelen katılımcılara testlerin uygulamaları gösterilmiş ve antropometrik ölçümleri alınmıştır. Son gün alt ekstremite ölçümleri (60°sn^{-1} , 180°sn^{-1} ve 240sn^{-1}) alındı. Katılımcılarda üst düzey performans sergilemeleri ve testler öncesi antrenman yapmamaları istendi.

Antropometrik ölçümler

Çalışmaya katılan futbolcu ve taekwondo sporcularında boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg) ve VKİ (kg/m^2) ölçmek için Gaia 359 Plus BodyPass cihazı kullanılarak değerleri kayıt edildi. Ölçüm esnasında sessiz ve hareketsiz kalmaları istendi. Görsel algı için yapılan örnek test sonrasında sporcular cihaz üzerine çıplak ayakla, tişört ve şort giyili bir halde çıkarıldı.

Diz kuvvet parametrelerinin değerlendirilmesi

Katılımcıların diz EKS ve FLK hareketinde PT açısal hızları 60°sn^{-1} , 180°sn^{-1} ve 240°sn^{-1} ve Con/Con kasılmalar olarak belirlendi. Açısal hızların 60°sn^{-1} ve 180°sn^{-1} olarak belirlenmesi düşük açısal hızlarda kas fibrillerinin daha çok kuvvet ürettiğinin bilinmesinden ve 240°sn^{-1} ise 192°sn^{-1} 'den büyük açısal hızlarda daha az üretilen kuvvetler ile genel karşılaştırma amacı ile yapılmıştır (Gregor ve ark., 1979). Çalışmamız sporcularda hamstring sakatlıklarını önlemek için konsantrik kasılma fazlarında gerçekleşmiştir.

Testler bilgisayar kontrollü izokinetik dinamometre (Humac Norm Test ve Rehabilitasyon Sistemi, CSMI, ABD) ile yapıldı. Testler sabah 10:00-15:00 saatleri arasında gerçekleştirildi. Koltuk ve hareket aralıkları (anatomik sıfır '0°') ayarlandıktan sonra sporcu koltuğa sabitlendi (belirlenmiş eklem hareketiyle sınırlandırmak için) ve tork yer çekimi ayarlandı. Üç açısal hızda adaptasyon ve sakatlıktan korumak adına 10 sn dinlenme aralığı olan denemeler yapıldı. Sporcularda yüksek performans verisi alabilmek için sözlü olarak uyarıldı. Deneklerin güç denge oranlarını (%) belirlemek adına sağ (R) ve sol (L) ekstremitelerin BK oranları Quadriceps/Quadriceps (Q/Q) ve Hamstring/Hamstring (H/H) olarak, İK oranları ise Hamstring/Quadriceps (H/Q) olarak hesaplandı.

Verilerin analizi

Verilerin analizinde lisanslı SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır. Normallik dağılımı için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen verilerin skewness and kurtosis (çarpıklık ve basıklık) sonuçlarına bakılarak sonuçların ± 2 değer aralığı içinde olan veriler parametrik olarak değerlendirildi (George & Mellery, 2016). İkili grupların karşılaştırılmasında bağımsız t-testi uygulandı. Bu grupların karşılaştırılmasında effect size (etki düzeyleri) Cohen' d $(M_2 - M_1) / SD_{\text{pooled}}$ göre belirlendi (Cohen, 2013). Çalışma grubunu elde etmek için güç analiz programı G*Power (sürüm 3.1.9.3, Almanya) kullanıldı. Teorik güç analizi "ANOVA: Tekrarlanan ölçümler arasındaki etkileşim" testi (alfa değeri = 0,05 ve test gücü (1-beta değeri) = 0,80, kısmi eta kare (η^2_p) = 0,30 ve ölçümler arasında tekrarlanan korelasyon =) kullanılarak yapıldı. 0,70). Sonuç olarak çalışmaya her bir grup için en az 10 katılımcının katılması gerektiği hesaplanmıştır (Yılmaz, 2020).

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı bilgileri

Brans	Boy uzunluğu (cm)	Vücut ağırlığı(kg)	VKİ	Yaş (yıl)
Taekwondo (n:11)	172±8,3	61,91±4,48	22,38±2,53	21,18±2,09
Futbol (n:11)	171±7,2	64,36±9,94	25,10±6,58	21,36±2,34
Toplam (n:22)	171±8,4	63,14±7,63	23,74±5,06	21,27±2,16

Çalışmaya katılan katılımcıların ortalamaları, boy uzunluğu 171±8,4 cm, vücut ağırlığı 63,14±7,63 kg, yaş 21,27±2,16 yıl, vücut kitle indeksleri ise 23,74±5,06 kg/m² olduğu tespit edildi.

Tablo 2. Sağ ve sol ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılması

	Brans	\bar{X}	S.S	e.s	t	p1	p2	p3
60 ° Ex (Nm)	Sağ Taekwondo	171,55	44,63	0,160	1,904	0,086	0,307	0,325
	Sol Taekwondo	164,27	46,02					
	Sağ Futbol	153,55	35,41	0,177	0,923	0,378		
	Sol Futbol	147,91	27,76					
60 ° Flex (Nm)	Sağ Taekwondo	89,55	21,47	0,224	1,975	0,077	0,306	0,356
	Sol Taekwondo	84,82	20,74					
	Sağ Futbol	80,18	20,35	0,190	0,915	0,382		
	Sol Futbol	76,09	22,51					
H:Q 60 (%)	Sağ Taekwondo	52,73	6,47	0,172	0,633	0,522	0,966	0,931
	Sol Taekwondo	51,73	5,06					
	Sağ Futbol	52,55	12,18	0,102	0,332	0,746		
	Sol Futbol	51,45	8,93					
180 ° Ex (Nm)	Sağ Taekwondo	101,73	22,99	0,075	0,553	0,593	0,757	0,761
	Sol Taekwondo	99,82	27,60					
	Sağ Futbol	98,55	24,65	0,084	0,684	0,510		
	Sol Futbol	96,64	20,14					
180 ° Flex (Nm)	Sağ Taekwondo	52,27	13,98	0,112	0,666	0,521	0,236	0,344
	Sol Taekwondo	50,64	15,10					
	Sağ Futbol	44,91	14,30	0,032	0,183	0,858		
	Sol Futbol	44,45	14,83					
H:Q 180 (%)	Sağ Taekwondo	51,64	9,57	0,090	0,290	0,777	0,096	0,166
	Sol Taekwondo	50,91	6,33					
	Sağ Futbol	45,45	6,82	0,150	-0,660	0,524		
	Sol Futbol	46,55	7,84					
240 ° Ex (Nm)	Sağ Taekwondo	90,36	19,94	0,254	1,928	0,083	0,817	0,992
	Sol Taekwondo	84,91	22,82					
	Sağ Futbol	88,09	25,28	0,137	1,021	0,331		
	Sol Futbol	85,00	19,60					
240 ° Flex (Nm)	Sağ Taekwondo	45,27	14,49	0,284	2,028	0,070	0,279	0,936
	Sol Taekwondo	41,27	13,71					
	Sağ Futbol	38,27	15,00	0,186	0,571	0,580		
	Sol Futbol	40,82	12,36					
H:Q 240 (%)	Sağ Taekwondo	49,82	10,17	0,116	-1,505	0,163	0,135	0,952
	Sol Taekwondo	48,73	8,53					
	Sağ Futbol	43,09	10,06	0,529	-2,640	0,025*		
	Sol Futbol	49,00	12,17					

p1: sağ-sol karşılaştırma, p2: sağ-sağ karşılaştırma, p3: sol-sol karşılaştırma, e.s : effect size

Çalışmamıza katılan futbolcu ve taekwondo sporcularının sağ ve sol ayak diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork ve ipsilateral kuvvet oranlarının karşılaştırılmasında futbolcuların H:Q 240 (%) Ipsilateral kuvvet oranları arasında anlamlı farklılık görülürken futbolcu ve taekwondo sporcularında diğer parametrelerde anlamlı farklılık görülmemiştir. Sağ

ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında tüm parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sol ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında tüm parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Açısal hız değerleri artıka ipsilateral kuvvet oranlarında düşüşler tespit edildi.

Tablo 3. Taekwondo ile futbolcuların bilateral ölçümlerin karşılaştırılması

	Brans	n	\bar{X}	S.S.	e.s	t	p
H:H 60 (%)	Taekwondo	11	106,22	10,98	0,095	-0,221	0,828
	Futbol	11	107,89	22,43			
Q:Q 60(%)	Taekwondo	11	105,47	8,48	0,130	0,296	0,770
	Futbol	11	104,07	13,20			
Q:Q 180 (%)	Taekwondo	11	104,03	12,68	0,219	0,514	0,613
	Futbol	11	101,61	9,09			
H:H 180(%)	Taekwondo	11	105,35	21,14	0,104	0,244	0,809
	Futbol	11	103,12	21,80			
Q:Q 240(%)	Taekwondo	11	108,61	14,97	0,427	1,000	0,329
	Futbol	11	102,93	11,40			
H:H 240 (%)	Taekwondo	11	111,61	16,56	1,244	2,916	0,009*
	Futbol	11	92,43	14,19			

*= $p<0,05$

Çalışmamıza katılan futbolcu ve taekwondo sporcuların bilateral ölçümlerin karşılaştırılmasında H:H 240 (%) bilateral kuvvet oranları arasında ($p<0,05$) anlamlı farklılık görülürken diğer bilateral kuvvet oranlarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Mevcut araştırma 2 major bulgu ortaya çıkardı. Bunlar 60, 180 ve 240° sn-1 açısal hızların EKS ve FLEK fazlarında futbolcu ve taekwondocuların benzer sonuçlar verdiği ve H:H 240 (%) bilateral kuvvet oranında taekwondocuların daha yüksek kuvvet dengesizlikleri çıkardığı tespit edildi.

Çalışmamıza katılan futbolcu ve taekwondo sporcularının sağ ve sol ayak diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında futbolcuların H:Q 240(%) İpsilateral kuvvet oranları arasında anlamlı farklılık görülürken futbolcu ve taekwondo sporcularında diğer parametrelerde anlamlı farklılık görülmemiştir. Sağ ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında tüm parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sol ekstremitelerde diz fleksör ve ekstansör kasların tepe tork karşılaştırılmasında tüm parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Yılmaz (2020) futbolcuların dominant ve dominant olmayan diz kuvvetlerinde 60, 180 ve 240o açısal hızlarda EKS fazında tüm açısal hızlarda dominant lehine anlamlı farklılık tespit etmiştir. FLEK fazında ise tüm açısal hızlarda anlamlı farklılık tespit etmemiştir ($p>0,05$).

İpsilateral kuvvet oranlarında ise 60° açısal hızda anlamlı farklılık görülürken, 180 ve 240° açısal hızlarda anlamlı farklılık tespit etmemiştir. Bilateral kuvvet oranlarında ise 60° açısal hızda Q/Q ve H/H oranları arasında anlamlı farklılık tespit edilirken, 180 ve 240° açısal hızlarda anlamlılık farklılık görülmemiştir.

Yılmaz (2023) futbol, basketbol ve voleybolcular ile yaptığı çalışmada elde edilen 180° ve 240°/ms açısal hızda total iş, ortalama iş, zirve güç ve ortalama güç değerlerinin branşlara göre incelenmesi sonucunda anlamlı farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Ölmez (2022) taekwondo ve güreş sporcuları üzerinde yaptığı çalışmada FLX aşaması için diz izokinetik kuvvet performanslarının benzer izokinetik kuvvet performanslarına sahip olduğunu ve H/Q oranlarının güreşçilerde de yüksek olduğunu ve H/Q oranları arasında anlamlı farklılık tespit etmiştir. Daneshjoo ve arkadaşları (2013) futbol oynarken yaşanan fiziksel performans ve hareket şeklinin her iki bacakta kuvvet dengesini (bilateral kuvvet dengesi) olumsuz yönde değiştirebileceğini, ancak genç erkek profesyonel futbolcularda aynı bacakta değişmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada alt ekstremitelerde anlamlı iki taraflı izokinetik ve izometrik kuvvet asimetrisi yoktu. Cheung ve arkadaşları (2012) saha sporu yapan oyuncuların dominant bacağındaki diz arkası kaslarının daha zayıf olduğunu ve saha oyuncularında dominant olmayan bacağına kıyasla dominant bacakta daha yüksek H/Q oranı olduğunu gösterdi.

Harbili ve arkadaşları (2022) kadın ve erkek taekwondocular ile yaptığı çalışmada H/Q oranları cinsiyet ve her iki bacaklarda benzer değerlerin olduğunu bildirmiştir. Cinsiyete göre taekwondo sporcularında iki taraflı diz kuvveti asimetrisinin olmadığını, erkeklerin her iki bacakta da kadınlara göre %20-30 daha fazla izometrik ve konsantrik diz ekstansör ve fleksör kuvvet uyguladığını bildirmiştir. Yılmaz (2020) rekreatif amaçlı spor yapan bireyler üzerinde yaptığı çalışmasının sonuçlarında İpsilateral kuvvet oranlarında (60°, 180° ve 240° açısal hızlarda) anlamlı farklılık tespit etmemiştir. Andrade ve arkadaşları (2014) judo, hentbol ve futbolcular üzerinde yaptığı çalışmada H/Q tepe tork oranı spor branşına göre anlamlı farklılık olmadığını bildirmiştir. Erkeklerde futbolcuların kadınlarda ise judo ve futbolcuların yüksek H/Q zirve tork oranlarına sahip olduğunu bildirmiştir.

Diz eklemi için ACL'nin aktif kas agonistleri ve antagonistleri sırasıyla hamstringler ve kuadrisepslerdir (Genç & Güzel, 2022a). Bu kas gruplarının göreceli ve iş gücü, etkili eklem pozisyonunun yanı sıra etkili hareket aralığını da belirler. Bu nedenle H/Q tepe tork oranı rehabilitasyon ve fiziksel kondisyon alanında önemli bir veri olarak kullanılmaktadır (Güzel ve ark., 2022b).

H/Q ipsilateral kuvvet oranının spor branşının taleplerinden etkilenmesi (Calmels & Minaire, 1995; Yılmaz ve ark., 2021) bu çalışmanın sonuçlarını desteklenmektedir. Taekwondo ve futbolcular benzer H/Q ipsilateral kuvvet oranları gösterdi. Taekwondodan farklı olarak futbol, açık bir kinetik zincirde pek çok aktiviteyi içermektedir. Bu fonksiyonel hareketler iyi dinamik diz eklemi stabilitesi gerektirirken, Taekwondoda ise tekmeler konsantrik kas kasılması şeklinde gerçekleşir (Ölmez, 2022). Taekwondoda daha hızlı ve etkili bir tekme büyük ölçüde kuadriseps kas gücüne bağlıdır (Seo ve ark., 2015). Çalışmalar, futbolda ve tekvando vuruşlarının oldukça etkili olabilmesi için güçlü ekstansör kaslara ve bu kasları destekleyen güçlü fleksör kaslara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu nedenle taekwondo ve futbolcuların benzer H/Q ipsilateral kuvvet oranlarının diz kaslarının çalıştırılma prensipleri farklı olsa da benzer etkiler yaratmasının bir sonucu olması mümkündür.

Literatürde, iki taraflı bacak kuvveti farkı ve H/Q oranının izokinetik testi, yaralanma riski için olası bir tarama aracı olarak kabul edilmektedir (Bennell ve ark., 1998; Impellizzeri ve ark., 2007; Cheung ve ark., 2012; Güzel ve ark., 2022b). Bilateral kuvvet farkı sadece yaralanmaların önlenmesi değil, aynı zamanda normatif veriler dahilinde yan yana kas kuvveti farklılıkları (%10 - %15'ten az) bir sporun spesifik aktivitelerinin iki taraflı paternidir (Kabacinski ve ark., 2018)

Çalışmamızda ipsilateralde (H/Q) %43-53, bilateralde (H/H, Q/Q) ise %90-110 aralığı arasındadır. H/Q oranı (İpsilateral) futbol ve taekwondo sporcularında ön çapraz bağ sakatlık risk düzeyini ön görmede ve diz kuvvet gereksinimleri için önemli bir belirteçtir. Literatürde normal konsantrik H/Q oranının güvenilir aralığı %50-% 80 olarak belirtilmiştir (Bennell ve ark., 1998; Cheung ve ark., 2012; Kabacinski ve ark., 2018; Genç & Güzel, 2022; Güzel, 2023a).

Daneshjoo ve arkadaşları (2013), erkek genç profesyonel futbolcularda 60° ve 180°/sn hızdaki H/Q'nun baskın ve baskın olmayan bacakta sırasıyla %50 ile %56 arasında değiştiğini ortaya çıkardı. Cheung ve arkadaşları (2012) saha sporcularında 60°/sn hızda H/Q'nun her iki bacak için %58-63 olduğu, 300°/sn'de bu oranın %75-82'ye yükseldiğini bildirmiştir. Harbili ve arkadaşları (2022) taekwondo sporcuları üzerinde yaptığı çalışmada, H/Q oranı her iki bacak için 60° ve 180°/sn'de %51 ila %59 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sporcular üzerinde yapılan çalışmalarda H/Q oranının %50-60 aralığında güvenilir olduğu, açısal hız arttıkça bu oranında arttığı tespit edilmiştir (Rahnama, 2011; Cheung ve ark., 2012; Rahnama ve ark., 2013; Yılmaz, 2020). İzokinetik dinamometrede açısal hız ile hareket hızı doğru orantılı olduğu ve böylece kuvvetin ise ters orantılı olduğunu ve ters çalışan kaslar grupları arasındaki kuvvet

farklılıklarının düşmesini normal varsaymışlardır (Osternig ve ark., 1983; Rahnama, 2011; Yılmaz, 2020). Fakat çalışmamızda açısız hız arttıkça H/Q oranın düştüğü görülürken, kuvvet farklılıklarında düşüşler tespit edildi.

Çalışmamıza katılan futbolcu ve taekwondo sporcuların bilateral ölçümlerin karşılaştırılmasında H:H 240 (%) bilateral kuvvet oranları arasında ($p=0,009$) anlamlı farklılık görülürken diğeri bilateral kuvvet oranlarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Fakat H:H 240' da (%) ve diğeri bilateral kuvvet oranlarında çıkan farklılık bilateral kuvvet simetrisi bakımında değerlendirilmesinde, alan yazında bu değeri %10-15 aralığını normal olarak değerlendirmektedir (Kannus, 1994; Kabacinski ve ark. 2012; Silva ve ark., 2015). Literatürde bilateral oranlardaki farklılığın futbol ve taekwondo gibi ters hareketlerin bol olduğu branşlarda oluşabileceğini bildirmiştir (Yılmaz, 2020b). Taekwondo ve futbol branşları alt ekstremiteyi bir bütün olarak çalıştırır ve her iki bacak hamstring-quadriseps kaslarını dengeli biçimde geliştirir (Iga ve ark., 2009; Ölmez, 2022).

Bu çalışmanın en büyük kısıtlılığı kontrol grubunun olmamasıdır. Gelecekteki çalışmalar kontrol grubu ile güçlendirilmeli ve farklı spor dallarını inceleyen çalışmalar yapılmalıdır.

Sonuç olarak; futbol ve taekwondoculara FLK ve EKS fazında 60° , 180° ve 240° açısız hızlarda sağ ve sol bacakta taekwondocuların futbolculara göre daha kuvvetli olduğu tespit edilmiştir. Lateral asimetrik oranların H:H 240 bilateral kuvvet ve H:Q 240 ipsilateral kuvvet oranları dışında, taekwondo ve futbolcuların bilateral ve ipsilateral kuvvet oranlarının benzer oldukları tespit edilmiştir. Lateral asimetrik oranların 60 , 180 ve 240° sn⁻¹ açısız hızlarda bilateral ve ipsilateral farklılıklar ortaya çıkarmasa da bu oranların sakatlık risk faktörü oluşturduğu tespit edilmiştir.

Öneriler

İpsilateral H/Q oranları literatürde %45-60 arasının güvenilir aralık olduğu fakat %50 altının sakatlık risk faktörü oluşturduğu kabul edilmektedir. Katılımcıların bulgularının 180 ve 240° sn⁻¹ açısız hızlarda %50 altından kalmalarından dolayı taekwondo ve futbolcuların hamstring kuvvet antrenmanları uygulamaları önerilir. Ayrıca çalışmanın farklı branşların karşılaştırılması ile zenginleştirilmesi önerilmektedir.

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Football players need to perform their anaerobic and aerobic actions (agility, jumping, sudden acceleration, collective play, ball kicking, etc.) in the best way during training and competition (Yılmaz, 2020; Küçük & Ceylan, 2022). The common point of these components is that lower limb strength and

power generation are very important concepts for the performance of the athletes (Da Silva et al., 2012; Silva et al., 2015; Yılmaz, 2020). In taekwondo, the aim of competition and training is for the athletes' kicks to be fast, quick, strong and flexible (Bridge et al., 2011). In sports where the lower extremities are actively used, quadriceps and hamstring strength are most commonly measured using isokinetic dynamometers (Ölmez, 2022). The literature review did not identify any studies comparing the bilateral-ipsilateral strength ratio of football and taekwondo athletes. Therefore, we believe that our study, in which we examined the lower extremity strength ratios that are important for both sports, will contribute to the field. Given the available information, the aim of our study was to determine the knee isokinetic profiles of football and taekwondo players and to investigate the asymmetric strength differences in the quadriceps and hamstrings. It is believed that the findings and results of the study will contribute to taekwondo and football coaches and give an idea of knee strength, bilateral and ipsilateral strength ratios to football and taekwondo clubs. The study is important in terms of comparing taekwondo and football players.

METHOD

The aim of this study was to determine the knee isokinetic profiles of football and taekwondo players and to investigate asymmetric power differences in the quadriceps and hamstrings. A total of 22 subjects, 11 football players and 11 taekwondo players, were included in the study. Test protocols were administered to the participants over 2 days in the laboratory. On the first day, the participants who came to the laboratory were shown how to use the tests and their anthropometric measurements were taken. On the last day, lower limb measurements (60° s-1, 180° s-1 and 240°s-1) were taken. Eleven male taekwondo and 11 male football players with a training history of at least 5 years of active participation in football and taekwondo participated in our study. Those with a history of lower limb disability were excluded from the study. The study was approved by the Ethics Committee of Gümüşhane University in its meeting on 27.12.2002 and numbered 2022/7 with decision number E-95674917-108.99-149351. SPSS 21.0 was used for data analysis. The Shapiro-Wilk test was used to test the normality of the distribution. Skewness and kurtosis results of data that did not show a normal distribution were examined and data within the range of ± 2 values were parametrically evaluated (George & Mallery, 2016). An independent t-test was used to compare paired groups. When comparing these groups, the effect size was determined using Cohen's d $(M_2 - M_1) / SD_{pooled}$ (Cohen, 2013).

RESULTS

The mean height of the participants was 171 ± 8.4 cm, body weight was 63.14 ± 7.63 , age was 21.27 ± 2.16 years, and body mass index was 23.74 ± 5.06 kg/m². When comparing the peak torque and ipsilateral strength ratios of the right and left knee flexor and extensor muscles of the football players and taekwondo athletes participating in our study, a significant difference was observed between the H:Q 240 (%) ipsilateral strength ratios of the football players, while no significant difference was observed in other parameters between the football players and taekwondo athletes. When comparing the

peak torque of the flexor and extensor muscles of the right leg, no significant difference was found for all parameters ($p>0.05$). When comparing the peak torque of the knee flexor and extensor muscles in the left limb, no significant difference was found for any of the parameters ($p>0.05$). Decreases in ipsilateral force ratios were observed with increasing angular velocity values. When comparing the bilateral measurements of the soccer players and taekwondo athletes participating in our study, a significant difference was found between the H:H 240 (%) bilateral strength ratios ($p=0.009$), while no significant difference was found for the other bilateral strength ratios ($p>0.05$).

DISCUSSION AND CONCLUSION

The aim of this study was to determine the knee isokinetic profiles of football and taekwondo players and to investigate the asymmetric strength differences in the quadriceps and hamstrings. The present study revealed 2 main findings. These were that football players and taekwondo players produced similar results in the ECS and FLEK phases at 60, 180 and 240° s⁻¹ angular velocity and that taekwondo players produced greater force imbalances in the H:H 240 (%) bilateral force ratio. When comparing the peak torque of the right and left foot knee flexor and extensor muscles of the football players and taekwondo athletes participating in our study, a significant difference was observed between the H:Q 240 (%) ipsilateral force ratios of the football players, while no significant difference was observed in other parameters between the football players and taekwondo athletes. When comparing the peak torque of the knee flexor and extensor muscles of the right limb, no significant difference was found for all parameters ($p>0.05$). When comparing the peak torque of the knee flexor and extensor muscles of the left limb, no significant difference was found for any of the parameters ($p>0.05$). While there are studies with similar results to our study (Daneshjoo et al., 2013; Yılmaz, 2020b; Harbili et al., 2022; Yılmaz, 2023), there are also studies with different results (Cheung et al., 2012; Yılmaz, 2020a; Ölmez, 2022). The fact that the H/Q ipsilateral strength ratio is influenced by the demands of the sport (Calmels & Minaire, 1995) supports the results of this study. Taekwondo and football players showed similar H/Q ipsilateral strength ratios. Unlike taekwondo, football involves many activities in an open kinetic chain. A faster and more effective kick in taekwondo is largely dependent on quadriceps strength (Seo et al., 2015). Studies show that football and taekwondo kicks require strong extensors and strong flexors to support these muscles to be highly effective. Therefore, it is possible that the similar H/Q ipsilateral strength ratios of taekwondo and football players are a result of the knee muscles producing similar effects despite the different training principles. When comparing the bilateral measurements of the football players and taekwondo athletes participating in our study, a significant difference was found between the H:H 240 (%) bilateral strength ratios ($p=0.009$), while no significant difference was found in other bilateral strength ratios ($p>0.05$). It has been reported in the literature that the difference in bilateral ratios may occur in sports such as football and taekwondo, where reverse movements are common (Yılmaz, 2020b). Taekwondo and football train the lower extremity as a whole and develop the hamstring quadriceps muscles of both legs in a balanced manner (Iga et al., 2009; Ölmez, 2022). In

the soccer and taekwondo players in our study, taekwondo players were found to be stronger than soccer players in the right and left legs at 60⁰, 180⁰ and 240⁰ angular velocities in the FLK and EKS phases. Although lateral asymmetry ratios did not show bilateral and ipsilateral differences, especially at angular velocities of 60, 180 and 240° s⁻¹, these ratios were found to be a risk factor for injury.

KAYNAKLAR

- Andrade, M. D. S., De Lira, C. A. B., Koffes, F. D. C., Mascarin, N. C., Benedito-Silva, A. A., & Da Silva, A. C. (2012). Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of Sports Sciences, 30*(6), 547-553.
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riaucour, A., Leslie, S., Plant, D., ... et al. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine, 32*(4), 309-314.
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (2011). The activity profile in international taekwondo competition is modulated by weight category. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 6*(3), 344-357.
- Calmels, P., & Minaire, P. (1995). A review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disability and Rehabilitation, 17*(6), 265-276.
- Cheung, R. T., Smith, A. W., & Wong, D. P. (2012). H: Q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players. *Journal of Human Kinetics, 33*, 63-71.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.
- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics, (36)*, 45.
- Diniz, R., Del Vecchio, F. B., Schaun, G. Z., Oliveira, H. B., Portella, E. G., da Silva, E. S., ... et al. (2021). Kinematic comparison of the roundhouse kick between taekwondo, karate, and muaythai. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 35*(1), 198-204.
- Elliot, J. (1978). Assessing muscle strength isokinetically. *Journal of the American Medical Association, (240)*, 8-10.
- Ermiş, E., Yılmaz, A. K., Kabadayi, M., Bostancı, Ö., & Mayda, M. H. (2019). Bilateral and ipsilateral peak torque of quadriceps and hamstring muscles in elite judokas. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions, 19*(3), 286.
- Genç, A. S., & Güzel, N. (2022). Traditional and Additional isokinetic knee strength assessments of athletes; post-operative results of hamstring autograft acl reconstruction. *Medicina, 58*(9), 1187.
- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Gregor, R. J., Edgerton, V. R., Perrine, J. J., Champion, D. S., & DeBus, C. (1979). Torque-velocity relationships and muscle fiber composition in elite female athletes. *Journal of Applied Physiology, 47*(2), 388-392.
- Güzel, N., Genç, A. S., Kehribar, L., & Yılmaz, A. K. (2022b). Evaluation of proprioceptive balance results of amateur athletes following anterior cruciate ligament reconstruction: Hamstring autograft. *Journal of Health Sciences and Medicine, 5*(6), 1606-1611.
- Güzel, N., Genç, A. S., Yılmaz, A. K., & Kehribar, L. (2023). The relationship between lower extremity functional performance and balance after anterior cruciate ligament reconstruction: results of patients treated with the modified all-inside technique. *Journal of Personalized Medicine, 13*(3), 466.

- Güzel, N., Yılmaz, A. K., Genç, A. S., Karaduman, E., & Kehribar, L. (2022a). Pre-and post-operative hamstring autograft acl reconstruction isokinetic knee strength assessments of recreational athletes. *Journal of Clinical Medicine, 12*(1), 63.
- Harbili, S., Harbili, E., & Aslankeser, Z. (2022). Comparison of bilateral isokinetic and isometric strength differences in elite young male and female taekwondo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation, 18*(2), 117.
- Iga, J., George, K., Lees, A., & Reilly, T. (2009). Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19*, 714-719.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 39*(11), 2044.
- Kabacinski, J., Murawa, M., Mackala, K., & Dworak, L. B. (2018). Knee strength ratios in competitive female athletes. *Plos One, 13*(1), e0191077.
- Kabacinski, J., Soda, P. M., Mackala, K., Murawa, M., Rzepnicka, A., Szewczyk, P., ... et al.(2022). Relationship between isokinetic knee strength and speed, agility, and explosive power in elite soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(2), 671.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine, 15*(1), 11-18.
- Keeley, D. W., Plummer, H. A., & Oliver, G. D. (2011). Predicting asymmetrical lower extremity strength deficits in college-aged men and women using common horizontal and vertical power field tests: A possible screening mechanism. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 25*(6), 1632-1637.
- Kellis, E., & Baltzopoulos, V. (1995). Isokinetic eccentric exercise. *Sports Medicine, (19)*, 202-222.
- Küçük, H., & Ceylan, L. (2022). Researching of hormone parameters of football players. *Journal of Pharmaceutical Negative Results, 13*(1), 754-759.
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19*(2), 243-251.
- Maly, T., Zahalka, F., Mala, L., & Cech, P. (2015). The bilateral strength and power asymmetries in untrained boys. *Open Medicine, 10*(1).
- Masuda, K., Kikuhara, N., Demura, S., Katsuta, S., & Yamanaka, K. (2005). Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 45*(1), 44.
- Osternig, L. R., Hamill, J., Sawhill, J. A., & Bates, B. T. (1983). Influence of torque and limb speed on power production in isokinetic exercise. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 62*(4), 163-171.
- Ölmez, C. (2022). The investigation of isokinetic knee strength and muscle balance of taekwondo and wrestling athletes. *Turkish Journal of Kinesiology, 8*(4), 107-114. <https://doi.org/10.31459/turkjin.1191224>
- Pinniger, G. J., Steele, J. R., & Groeller, H. (2000). Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function?. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 32*(3), 647-653.
- Rahnama, N. (2011). Prevention of football injuries. *International Journal of Preventive Medicine, 2*(1), 38-40

- Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. A. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the dominant and non-dominant leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(14), 1568-1575.
- Ruas, C. V., Pinto, R. S., Haff, G. G., Lima, C. D., Pinto, M. D., & Brown, L. E. (2019). Alternative methods of determining hamstrings-to-quadriceps ratios: a comprehensive review. *Sports Medicine-Open*, (5), 1-14
- Seo, M. W., Jung, H. C., Song, J. K., & Kim, H. B. (2015). Effect of 8 weeks of pre-season training on body composition, physical fitness, anaerobic capacity, and isokinetic muscle strength in male and female collegiate taekwondo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(2), 101.
- Silva, J. R. L. C., Detanico, D., Pupo, J. D., & Freitas, C. D. L. R. (2015). Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, (17), 195-204.
- Yılmaz, A. K. (2020a). Rekreatif amaçlı spor yapan bireylerin izokinetik diz kuvvetlerinin değerlendirilmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 146-153.
- Yılmaz, A. K. (2020b). Elit futbolcularda bilateral ve ipsilateral kuvvet oranlarının incelenmesi *Journal of Sports and Performance Researches*, 11(3), 172-181.
- Yılmaz, H. H. (2023). Spor dallarına göre izokinetik yorgunluk indeksi farklılıklarının karşılaştırılması. *Research in Sport Education and Sciences*, 25(2), 45-50.
- Yılmaz, A. K., Yılmaz, C., Karaduman, E., Mayda, M. H., Erail, S., Bostancı, Ö., ... et al. (2021). Correlation of bilateral and ipsilateral strength ratios with balance in female taekwondo athletes. *Revista de Artes Marciales Asiaticas*, 16(2), 67-79

KATKI ORANI CONTRIBUTION RATE	AÇIKLAMA EXPLANATION	KATKIDA BULUNANLAR CONTRIBUTORS
Fikir ve Kavramsal Örgü <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Coşkun YILMAZ
Tasarım <i>Design</i>	Yöntem ve araştırma desenini tasarlamak <i>To design the method and research design.</i>	Coşkun YILMAZ
Literatür Tarama <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak <i>Review the literature required for the study</i>	Coşkun YILMAZ
Veri Toplama ve İşleme <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlemek ve raporlaştırmak <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Coşkun YILMAZ
Tartışma ve Yorum <i>Discussion and Commentary</i>	Elde edilen bulguların değerlendirilmesi <i>Evaluation of the obtained finding</i>	Coşkun YILMAZ
Destek ve Teşekkür Beyanı/ Statement of Support and Acknowledgment		
Bu çalışmanın yazım sürecinde katkı ve/veya destek alınmamıştır. <i>No contribution and/or support was received during the writing process of this study.</i>		
Çatışma Beyanı/ Statement of Conflict		
Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur. <i>Researchers do not have any personal or financial conflicts of interest with other people and institutions related to the research.</i>		
Etik Kurul Beyanı/ Statement of Ethics Committee		
Bu araştırma, Gümüşhane Üniversitesi Etik Kurulunun E-95674917-108.99-149351 sayılı kararı ile yürütülmüştür. <i>This research was conducted with the decision of Gumushane University Ethics Committee numbered E-95674917-108.99-149351.</i>		



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