



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

DOI: 10.33689/spormetre.1669345
Research Article



Geliş Tarihi (Received): 02.04.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 21.07.2025

Online Yayın Tarihi (Published): 30.09.2025

GELENEKSEL VE FONKSİYONEL HAMSTRİNG/KUADRİSEPS KUVVET ORANLARININ CİNSİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Sedat Özcan^{1*}

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Isparta, TÜRKİYE

Öz: Hamstring ve kuadriseps kas grupları arasındaki kuvvet dengesi, atletik performansın artırılmasında ve sakatlık riskinin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, bu çalışma geleneksel ve fonksiyonel hamstring/kuadriseps (H/Q) kuvvet oranlarının cinsiyete göre karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Çalışmaya 8 erkek ve 8 kadın olmak üzere toplam 16 rekreasyonel sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların izokinetik kuvvet ölçümleri 60°/s açısal hızda bir Cybex cihazı (Cybex NORM®, Humac, CA, ABD, 2004) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geleneksel ve fonksiyonel H/Q oranlarının cinsiyetler arasındaki farklılıklarını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Bulgular, erkek ve kadın katılımcılar arasında boy, vücut ağırlığı ve beden kitle indeksi (BKİ) açısından anlamlı farklılıklar olduğunu; ancak yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir ($p>0.05$). H/Q kuvvet oranlarına bakıldığında, kadın katılımcıların hem geleneksel hem de fonksiyonel H/Q oranlarının erkek katılımcılara göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Özellikle, geleneksel H/Q oranı erkeklerde 0.66 ± 0.13 , kadınlarda ise 0.87 ± 0.08 olarak bulunmuştur ($p=0.003$); fonksiyonel H/Q oranı ise erkeklerde 0.78 ± 0.12 , kadınlarda 1.06 ± 0.14 olarak ölçülmüştür ($p=0.001$). Bu sonuçlar, kadın katılımcıların erkeklere kıyasla daha yüksek H/Q kuvvet oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bulgular, spor antrenman programları ve rehabilitasyon süreçlerinde cinsiyete özgü kuvvet antrenmanlarının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: H:Q Oranı, Geleneksel, Fonksiyonel, Cinsiyet Bağlı Farklılıklar.

THE COMPARISON OF CONVENTIONAL AND FUNCTIONAL HAMSTRING/QUADRICEPS STRENGTH RATIOS IN TERMS OF GENDER

Abstract: The strength balance between the hamstring and quadriceps muscle groups plays a critical role in enhancing athletic performance and reducing the risk of injury. Therefore, the present study aimed to compare conventional and functional hamstring/quadriceps (H/Q) strength ratios between male and female participants. A total of 16 recreational athletes, including 8 males and 8 females, voluntarily participated in the study. The participants' isokinetic strength measurements were performed at an angular velocity of 60°/s using a Cybex device (Cybex NORM®, Humac, CA, USA, 2004). An independent t-test was applied to determine the differences between genders in conventional and functional H/Q ratios. The findings indicated significant differences between male and female participants in terms of height, body weight, and body mass index (BMI); however, there was no statistically significant difference in age ($p>0.05$). Regarding H/Q strength ratios, female participants had significantly higher conventional and functional H/Q ratios compared to male participants ($p<0.05$). Specifically, the conventional H/Q ratio was found to be 0.66 ± 0.13 in males and 0.87 ± 0.08 in females ($p=0.003$); the functional H/Q ratio was measured as 0.78 ± 0.12 in males and 1.06 ± 0.14 in females ($p=0.001$). These results demonstrate that female participants have higher H/Q strength ratios compared to males. The findings highlight the importance of gender-specific strength training in sports training programs and rehabilitation processes.

Keywords: H:Q Ratio, Conventional, Functional, Gender Differences.

* Sorumlu Yazar: Sedat ÖZCAN, Dr., E-mail: sedatozcan@sdu.edu.tr

INTRODUCTION

Kas kuvveti, atletik performansın artırılması ve sporla ilişkili sakatlık riskinin azaltılmasında temel bir bileşendir (Tatlıcı ve Çakmakçı, 2022). Bu bağlamda öne çıkan önemli göstergelerden biri, hamstring-kuadriseps (H:Q) kuvvet oranıdır. Bu oran, diz eklemi stabilitesinin değerlendirilmesi, kas dengesizliklerinin belirlenmesi ve alt ekstremité fonksiyonlarının incelenmesi açısından yaygın şekilde kabul görmüş güvenilir bir ölçüttür (Aagaard ve ark., 1998; Coombs ve Garbutt, 2002). H:Q oranı, özellikle alt ekstremité yaralanmalarının önlenmesi ve rehabilitasyon süreçlerinde hayati bir rol oynamaktadır (Ruas, Minozzo, ve ark., 2015). Yüksek şiddetli hareketleri içeren sporlar, hamstring zorlanmaları ve özellikle ön çapraz bağ (ACL) yaralanmaları riskini önemli ölçüde artırmaktadır (Hootman ve ark., 2007; Rosa ve ark., 2014). ACL yırtıkları genellikle tekrarlayan sıçrama, yere iniş ve ani yön değişimi gibi temas içermeyen durumlarda meydana gelmektedir (Bülbül ve ark., 2024; Hu ve ark., 2023).

Hamstring ve kuadriseps kasları arasındaki kuvvet dengesizliği hem sakatlık riski hem de atletik performans üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Tatlıcı ve ark., 2021; Tatlıcı ve Löküoğlu, 2022). Özellikle, hamstring kaslarının yetersiz tork üretimi ile kuadrisepslerin oluşturduğu anterior tibial kayma kuvvetlerinin birleşmesi, diz stabilitesini bozmakta ve ACL üzerindeki yüklenmeyi artırmaktadır. Bu risk, kuadriseps kaslarının diz tam ekstansiyondayken maksimum tork üretmesi durumunda daha da artar; bu durum, tibianın öne doğru yer değiştirmesini artırarak ACL yüklenmesini ve yaralanma olasılığını yükseltmektedir (Ruas, Pinto, ve ark., 2015). H:Q oranını değerlendirmek için genellikle iki temel yöntem kullanılmaktadır. Geleneksel oran (CR), hamstring kaslarının konsantrik kuvvetinin kuadriseps kaslarının konsantrik kuvvetine oranlanması ile elde edilir (Aagaard ve ark., 1998). Ancak, dinamik diz hareketleri sırasında bu kas grupları genellikle zıt kasılma tiplerinde çalışır: kuadriseps kasları diz ekstansiyonu sırasında konsantrik, hamstring kasları ise hareketi yavaşlatmak ve eklemi stabilize etmek için eksantrik olarak kasılır (Aagaard ve ark., 1995; Coombs ve Garbutt, 2002). Bu fizyolojik etkileşimi daha doğru yansıtmak adına, fonksiyonel oran (FR) eksantrik hamstring kuvvetinin konsantrik kuadriseps kuvvetine oranı—gittikçe daha fazla tercih edilmektedir. Bu oran, atletik performansı taklit eden durumlarda diz stabilitesi hakkında daha derinlemesine bilgi sağlar (Aagaard ve ark., 1995; Coombs ve Garbutt, 2002).

Önceki araştırmalar, yaralanma riskini azaltmak için geleneksel H:Q oranının en az 0.6, fonksiyonel H:Q oranının ise 1.0 veya üzerinde olması gerektiğini ortaya koymuştur (Clanton ve Coupe, 1998; Holcomb ve ark., 2007; Wilkerson ve ark., 2004). Bu nedenle, H:Q oranının düzenli olarak değerlendirilmesi ve izlenmesi; diz stabilitesinin korunması, kas dengesizliklerinin önlenmesi ve sakatlık riskinin azaltılması açısından değerli bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, H:Q oranının dinamik ya da izometrik kasılma türü, açısız hız ve test sırasında kullanılan eklem açısı gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği iyi belgelenmiştir (Baroni ve ark., 2020; Evangelidis ve ark., 2015; Huang ve ark., 2017). H:Q oranları genellikle agonist ve antagonist kas gruplarının maksimum tork değerlerinden hesaplanır. Ancak tork üretimi eklem açısına göre değişkenlik gösterdiğinden, belirli açılarda yapılan ölçümler kuvvet dengesizliklerinin daha hassas şekilde değerlendirilmesini sağlayabilir (Holm ve Vøllestad, 2008; Evangelidis ve ark., 2015). Bir diğer önemli husus ise, cinsiyetler arasında görülen yaralanma riski farklılıklarıdır. Araştırmalar, kadın sporcuların ACL yaralanmalarına erkek sporculara kıyasla beş kat daha fazla maruz kaldığını ve bu farkın elit düzey sporcularda daha da belirgin olduğunu ortaya koymuştur (Myklebust ve ark., 2003). Bu farklılıkları açıklamak üzere eklem gevşekliliği, anatomik hizalanma, hormonal dalgalanmalar, nöromüsküler kontrol, kondisyon düzeyi ve hareket mekaniği gibi birçok hipotez öne sürülmüştür. Bulgular, kadın

sporcuların hamstring kaslarına erkeklere göre daha az, kuadriseps ve gastroknemius kaslarına ise daha fazla bağımlı olduğunu göstermektedir (Holm ve ark., 2004). Özellikle ergenlik öncesi dönemde yapılan çalışmalar, kadınların erkeklere göre daha düşük H:Q oranlarına sahip olduğunu ve bu durumun büyüme sürecinde ACL yaralanması riskini artırabileceğini ortaya koymuştur.

Kuadriseps ve hamstring kas grupları arasındaki kuvvet oranının dengeli olması, diz eklemi stabilitesinin sağlanması ve sporla ilişkili yaralanmaların önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, mevcut çalışmanın temel amacı, geleneksel (konsantrik/konsantrik) ve fonksiyonel (eksantrik/konsantrik) H:Q kuvvet oranlarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini inceleyerek, diz eklemi fonksiyonları üzerinde cinsiyete özgü potansiyel risk faktörlerini ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Katılımcılar

Bu çalışmaya Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören toplam 16 rekreasyonel sporcu (8 erkek, 8 kadın) gönüllü olarak katılmıştır. Tüm katılımcılar haftada üç gün, günde ortalama iki saat süreyle farklı spor branşlarında düzenli olarak fiziksel aktiviteye katılmaktaydılar. Örneklem büyüklüğü, benzer yöntemlerin ve örneklem gruplarının kullanıldığı önceki çalışmalar temel alınarak belirlenmiştir (Aagaard ve ark., 1997; Delestrat ve ark., 2010; Hu ve ark., 2023).

Erkek katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri; yaş ortalaması 22.38 ± 1.30 yıl, boy uzunluğu 176.25 ± 8.20 cm, vücut ağırlığı 71.50 ± 7.17 kg ve beden kitle indeksi (BKİ) 22.50 ± 2.22 kg/m² olarak belirlenmiştir. Kadın katılımcılarda ise yaş ortalaması 23.25 ± 1.03 yıl, boy uzunluğu 167.13 ± 3.09 cm, vücut ağırlığı 57.88 ± 5.30 kg ve BKİ 20.70 ± 1.76 kg/m² olarak ölçülmüştür. Oğul ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmalarda adet döngüsünün kuvvet parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiş olduğundan, bu çalışmada kadın katılımcıların adet dönemleri dikkate alınmamıştır.

Tüm katılımcılara çalışmanın amacı, yöntemi ve olası riskleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Çalışma, Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Protokol No: 60, 31/05/2024 Konya, Türkiye). Katılımcılardan, test sürecine dair bilgilendirildikten sonra yazılı onam alınmıştır.

Deneyisel Tasarım

Katılımcılardan, testten en az 24 saat önce yorucu fiziksel aktivitelerden kaçınmaları istenmiştir. Test protokolü ve kullanılan ekipmanlara alışmaları amacıyla, ana test gününden üç gün önce bir alışma oturumu gerçekleştirilmiştir (Cingel ve ark., 2001). Bu oturumda her katılımcı, 60°/s açısal hızda hem eksantrik hem de konsantrik kasılmaları içeren üç submaksimal tekrar yapmıştır.

Test günü sabah saat 10:00'da, Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Kinezyoloji Laboratuvarı'nda tüm değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar önce standartlaştırılmış bir ısınma protokolü uygulamış; bu kapsamda 60–70 devir/dakika hızında beş dakika süreyle bisiklet sürmüşlerdir. Isınmanın ardından, Cybex izokinetik cihazında düşük yoğunluklu bir submaksimal alışma aşaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşama, diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine nöromüsküler adaptasyonu desteklemek ve ölçüm güvenilirliğini artırmak amacıyla uygulanmıştır. İzokinetik kuvvet ölçümleri, kontrollü laboratuvar koşullarında bir Cybex izokinetik dinamometre (Cybex NORM®, Humac, CA, USA, 2004)

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, anatomik hizalanmaları korunarak cihaz üzerine oturtulmuş; üst vücut ve uyluk bölgeleri, istenmeyen hareketleri engellemek amacıyla kayışlarla sabitlenmiştir (Alvares ve ark., 2015). Ek destek amacıyla katılımcılara yan tutma kollarını kavrama izni verilmiştir. Cihazın kol uzunluğu bireysel olarak ayarlanmış ve direnç pedi, medial malleolusun proksimaline yerleştirilmiştir. Test edilmeyen bacak serbest bırakılmış ve herhangi bir dış kuvvete maruz bırakılmamıştır. Dinamometrenin rotasyon eksenini ile lateral femoral kondilin distal ucu dikkatlice hizalanarak ölçüm doğruluğu sağlanmıştır (Mandrourkas ve ark., 2023). Sistematiik hatayı önlemek için test koşulları rastgele bir sırayla uygulanmıştır. Konsantrik tork ölçümü için, katılımcılar 90° ile 10° diz fleksiyonu arasında üç ardışık maksimum konsantrik kasılma gerçekleştirmiştir. Ardından, aynı açısal hızda (60°/s) fakat ters yönde (10°–90° diz fleksiyonu) üç maksimum eksantrik kasılma uygulanarak eksantrik tork değerlendirilmiştir. Farklı test protokolleri arasında yorgunluğu en aza indirmek için iki dakikalık dinlenme aralıkları tanınmıştır.

Tüm testler boyunca katılımcılara standart sözel motivasyon verilmiş ve maksimum çabanın sağlanması amacıyla gerçek zamanlı tork çıktıları ekranda görsel olarak sunulmuştur. Her test koşulunda elde edilen en yüksek tepe tork değeri, istatistiksel analizlerde kullanılmıştır (Tatlıcı et al., 2024). Geleneksel H:Q oranı, hamstring kaslarının konsantrik tepe tork değerinin kuadriseps kaslarının konsantrik tepe torkuna oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Kellis ve ark., 2023). Fonksiyonel H:Q oranı ise hamstringlerin eksantrik tepe torkunun kuadrisepslerin konsantrik zirve torkuna bölünmesiyle elde edilmiştir (Kayhan ve ark., 2024).

İstatistiksel analiz

Tüm değişkenler için normallik varsayımı Shapiro–Wilk testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, verilerin normal (parametrik) dağılım gösterdiğini ortaya koyduğundan, erkek ve kadın katılımcılar arasındaki karşılaştırmalar Bağımsız Örneklem t-testi ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ortalama (M) $\pm$ standart sapma (SS) olarak raporlanmıştır. Gözlemlenen farklılıkların büyüklüğünü değerlendirmek amacıyla etki büyüklüğü göstergesi olarak Cohen’s d hesaplanmıştır. Geleneksel yorumlama eşiklerine göre d değerleri 0.2 küçük, 0.5 orta ve 0.8 büyük etki olarak sınıflandırılmıştır (Cohen, 2013). Gerekli örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla önceden belirlenmiş (a priori) güç analizi, G*Power 3.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, tip I hata oranı (α) 0.05 ve istatistiksel güç ($1-\beta$) 0.80 olarak belirlendiğinde, grup başına en az sekiz katılımcının, 1.6 büyüklüğünde bir etkiyi saptamak için yeterli olacağını göstermiştir. Tüm istatistiksel işlemler IBM SPSS istatistik yazılımı (Sürüm 27.0; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri

		Ortalama	Std. sap.	t	95% Güven Aralığı		P
					Alt	Üst	
Yaş (Yıl)	Erkek	22,38	1,30	-1,488	-	,387	,159
	Kadın	23,25	1,03		2,137		
Boy (cm)	Erkek	176,25	8,20	2,943	2,105	16,145	,017*
	Kadın	167,13	3,09				
Vücut ağırlığı (kg)	Erkek	71,50	7,17	4,321	8,148	19,252	,001*
	Kadın	57,88	5,30				
BKİ (%)	Erkek	22.50	2.22	2,537	,003	,041	,024*
	Kadın	20.70	1.76				

* Anlamlı farklılık ($P < 0.05$)

Tablo 1'de, erkek ve kadınlar arasında boy (Etki büyüklüğü (E.B): 1.47), vücut ağırlığı (E.B: 2.16) ve beden kitle indeksi (E.B: 1.26) açısından anlamlı farklar bulunurken, yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p<0.05$).

Tablo 2. H/Q Oranı ve H/Q Fonksiyonel Oranının Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Parametreler	Ortalama	Std. sap.	t	95% Güven Aralığı		P	E.B
				Alt	Üst		
H/Q oran	Erkek	,66	-3,618	-,33542	-,08574	,003	1.80
	Kadın	,87					
H/Q F oran	Erkek	,78	-4,108	-,43408	-,13630	,001	2.05
	Kadın	1,06					

H/Q: hamstring/quadriceps, F: Fonksiyonel. *: $p<0.05$.

Tablo 2’de, H/Q oranı ve H/Q fonksiyonel oranı parametrelerinde kadınlar lehine anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$).

TARTIŞMA

Bu çalışma, rekreasyonel olarak aktif bireyler arasında geleneksel ve fonksiyonel hamstring-kuadriseps (H/Q) kuvvet oranlarına ilişkin cinsiyete bağlı farklılıkları incelemiştir. Önceki çalışmalardan elde edilen bulgularla (Balance; Calmels ve ark., 1997; El-Ashker ve ark., 2017; Hewett ve ark., 2008; Yoon ve ark., 1991) tutarlı olarak, erkek ve kadın katılımcılar arasında H/Q oranlarında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. İlginç bir şekilde, bu çalışmadaki kadın katılımcılar hem geleneksel hem de fonksiyonel H/Q oranlarında erkeklere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Bu sonuç, çoğu çalışmada H/Q oranlarının erkeklerde daha yüksek olduğu yönündeki yaygın bulgularla çelişmektedir. Bu tür farklılıklar, cinsiyete özgü kuvvet adaptasyonlarının birçok fizyolojik ve çevresel faktörden etkilendiğini ve H/Q oranlarının yorumlanmasında bu etkenlerin dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu tutarsızlığın olası bir açıklaması, katılımcıların fiziksel aktivite düzeyi olabilir. Erkeklerde daha yüksek H/Q oranlarının bildirildiği önceki çalışmalar genellikle sedanter ya da antrenmansız bireyleri içermektedir. Oysa bu çalışmada düzenli fiziksel aktivite yapan bireyler incelenmiştir. Egzersizin—özellikle direnç ve dayanıklılık antrenmanlarının—nöromusküler adaptasyonlar üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, fiziksel aktivitenin agonist ve antagonist kas grupları arasındaki kuvvet dengesini değiştirebileceği muhtemeldir (Ünlü, 2022). Düzenli antrenman hem hamstring hem de kuadriseps kaslarında kuvvet artışı sağlayarak H/Q oranlarını olumlu yönde etkileyebilir (Mannino ve ark., 2019). Örneğin, Dorgo ve ark. (2012), 12 haftalık alt vücut direnç antrenmanı sonrası erkek ve kadınlarda hamstring kuvvetinin benzer oranda arttığını, ancak kuadriseps kuvvet artışının erkeklerde daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bu orantısız artış, erkeklerde H/Q oranının kadınlara göre daha düşük olmasına neden olabilir. Bu çalışmadaki katılımcıların benzer egzersiz alışkanlıklarına sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, erkeklerin kuadriseps kaslarında daha hızlı gelişim gösterdiği ve bunun da H/Q oranlarını düşürmüş olabileceği düşünülebilir. Önceki çalışmalar çoğunlukla erkeklerde daha yüksek H/Q oranları bildirirse de, bu çalışma aktif kadın bireylerin eşit ya da daha yüksek oranlara sahip olabileceğini ortaya koyarak bu genel varsayımı sorgulamaktadır. Bu bulgu, kas dengesi üzerindeki cinsiyete bağlı farklılıkların sabit olmadığını ve antrenman yoluyla değiştirilebileceğini göstermektedir. Jaiyesimi ve ark. (2007), cinsiyetle ilgili performans farklarının motivasyon, rekabetçilik ve toplumsal beklentiler gibi psikolojik faktörlerden de

etkilenebileceğini öne sürmüştür. Ayrıca, Pellicer-Chenoll ve ark. (2017), benzer antrenman düzeyine sahip futbolcularda cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmadığını belirterek, eşit antrenman yüklerinin bu farkları azaltabileceğini göstermiştir. Benzer şekilde, Bojsen-Møller ve ark. (2007) ve Kong ve Burns (2010), benzer antrenman uyarılarına maruz kalan erkek ve kadınlarda nöromüsküler yanıtların benzer olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, yapılan spor türü de bu oranlardaki farklılıklara katkı sağlayabilir. Koşu, bisiklet ve direnç antrenmanları gibi aktiviteler, özellikle eksantrik hareket kontrolü ve yavaşlatma sırasında hamstring kaslarına daha fazla yük bindirmektedir. Bu aktiviteler, kadınlarda hamstring kuvvetini özellikle geliştirebilir ve dolayısıyla H/Q oranını artırabilir. Örneğin, sprint ve bisiklet sırasında hamstring kasları bacak hareketini kontrol etmede ve itici güç oluşturmada kritik rol oynar ve bu da faydalı kas adaptasyonlarını destekler. Klasson-Heggebø ve Anderssen (2003) de, dayanıklılık ve kuvvet temelli aktivitelerle uğraşan kadınların hamstring performansında belirgin gelişmeler yaşayabileceğini bildirmiştir.

Fizyolojik açıdan bakıldığında, hormonal yapı ve kas lifi kompozisyonu da cinsiyetler arası farkları açıklayabilir. Erkeklerde daha yüksek seviyelerde bulunan testosteron, özellikle kuadriseps kaslarında hipertrofiyi teşvik ederek bu kas grubunun mutlak kuvvetinin artmasına neden olabilir (McArdle ve ark., 2010). Ayrıca erkeklerin daha yüksek oranda tip II (hızlı kasılan) kas liflerine sahip olduğu bilinmektedir; bu da onları yüksek kuvvet ve patlayıcı güç üretimi açısından avantajlı kılar. Öte yandan, kadınlarda tip I (yavaş kasılan) liflerin oranı daha yüksektir; bu da dayanıklılık gerektiren aktivitelerde avantaj sağlar. Bu kas lifi dağılımı, antrenmanlı kadınlarda hamstring dayanıklılığı ve kuvvetinin daha fazla olmasına katkıda bulunabilir. Östrojen ise kadınlarda daha yüksek seviyelerde bulunur ve iskelet kasları üzerinde koruyucu ve toparlanmayı kolaylaştırıcı bir etkisi olduğu düşünülmektedir, özellikle hamstring kasları üzerinde (McArdle ve ark., 2010). Ancak östrojenin H/Q oranı üzerindeki kesin etkisi net değildir ve bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca, menstrual döngü boyunca hormon seviyelerindeki dalgalanmalar da kadınlardaki H/Q oranlarında bireyler arası ve içi değişkenliğe yol açabilir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda hormonal takibin de dikkate alınması önemlidir. Son olarak, H/Q oranlarına ilişkin literatürdeki tutarsızlıkların bir kısmı da kullanılan yöntemlerin farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Pek çok çalışma, kontrollü ortamlarda doğru sonuçlar verse de spor-spesifik dinamik performansı tam olarak yansıtamayan izokinetik test protokollerine dayanmaktadır (Cozette ve ark., 2019). Bu bulgular doğrultusunda, ilerleyen çalışmalarda kas grupları arasındaki kuvvet dengesizliklerinin daha hassas biçimde belirlenebilmesi için geleneksel izokinetik testlerin yanı sıra daha işlevsel, hareket odaklı ve spora özgü test protokollerinin kullanılması hem atletik performans düzeyinin hem de yaralanma riskinin daha gerçekçi biçimde değerlendirilmesine olanak sağlayabilir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, rekreasyonel olarak aktif kadın bireylerin erkeklere kıyasla hem geleneksel hem de fonksiyonel H/Q kuvvet oranlarında hafif derecede daha yüksek değerlere sahip olabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, literatürde yaygın şekilde bildirilen erkeklerin daha yüksek H/Q oranlarına sahip olduğu yönündeki bulgularla çelişmektedir. Bu tür tutarsızlıklar, katılımcı profilleri, antrenman geçmişleri ve kullanılan test yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Elde edilen sonuçlar, H/Q oranlarının değerlendirilmesinde fiziksel aktivite düzeyi ve antrenman geçmişinin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, hormonal dalgalanmalar, bireysel kas lifi kompozisyonu ve kullanılan kuvvet değerlendirme yönteminin türü gibi faktörler de gelecekteki çalışmalarda özenle ele alınmalıdır. Bu unsurlar, cinsiyete özgü kas adaptasyonlarını daha doğru bir şekilde anlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Tüm bu fizyolojik ve metodolojik değişkenlerin karmaşıklığı göz önüne alındığında, özellikle rekreasyonel olarak aktif bireyler üzerinde yapılacak daha kontrollü ve detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmadaki katılımcıların antrenman geçmişı, kadınlarda gözlemlenen nispeten yüksek H/Q oranlarının, benzer çalışmalardaki normatif verilerden daha yüksek olmasını kısmen açıklayabilir. Genel olarak bu bulgular, kas kuvveti oranlarının cinsiyetler arasında değerlendirilmesinde daha bireyselleştirilmiş ve bağlam odaklı yaklaşımların benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Aagaard, P., Simonsen, E., Beyer, N., Larsson, B., Magnusson, P., & Kjaer, M. (1997). Isokinetic muscle strength and capacity for muscular knee joint stabilization in elite sailors. *International journal of sports medicine*, 18(07), 521-525.
- Aagaard, P., Simonsen, E., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154(4), 421-427.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American journal of sports medicine*, 26(2), 231-237.
- Alvares, J. B. d. A. R., Rodrigues, R., de Azevedo Franke, R., da Silva, B. G. C., Pinto, R. S., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2015). Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 59-65.
- Balance, S. Significant Effect of Gender on Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio and Static Balance in Prepubescent Children From 7 to 12 Years of Age. *The American journal of sports medicine*, 36(10).
- Baroni, B. M., Ruas, C. V., Ribeiro-Alvares, J. B., & Pinto, R. S. (2020). Hamstring-to-quadriceps torque ratios of professional male soccer players: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 281-293.
- Bojsen-Møller, J., Larsson, B., Magnusson, S. P., & Aagaard, P. (2007). Yacht type and crew-specific differences in anthropometric, aerobic capacity, and muscle strength parameters among international Olympic class sailors. *Journal of sports sciences*, 25(10), 1117-1128.
- Bülbül, A., Dereceli, Ç., Eraslan, M., Bozkurt, N., Şahin, K., Eliöz, M., Taşdemir, D. Ş., & Güler, Y. E. (2024). Genetic susceptibility of MMP3 (rs3025058) variant allele in male football players with multiple ACL surgeries: a PCR-RFLP analysis. *Journal of Men's Health*, 20(10), 183-189.
- Calmels, P. M., Nellen, M., van der Borne, I., Jourdin, P., & Minaire, P. (1997). Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexorextensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(11), 1224-1230.
- Cingel, v., EHR, Kleinrensink, G., Rooijens, P., Uitterlinden, E., Aufdemkampe, G., & Stoeckart, R. (2001). Learning effect in isokinetic testing of ankle invertors and evertors. *Isokinetics and exercise science*, 9(4), 171-177.
- Clanton, T. O., & Coupe, K. J. (1998). Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 6(4), 237-248.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. routledge.
- Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of sports science & medicine*, 1(3), 56.
- Cozette, M., Leprière, P.-M., Doyle, C., & Weissland, T. (2019). Isokinetic strength ratios: Conventional methods, current limits and perspectives. *Frontiers in physiology*, 10, 567.
- Delextrat, A., Gregory, J., & Cohen, D. (2010). The use of the functional H: Q ratio to assess fatigue in soccer. *International journal of sports medicine*, 31(03), 192-197.
- Dorgo, S., Edupuganti, P., Smith, D. R., & Ortiz, M. (2012). Comparison of lower body specific resistance training on the hamstring to quadriceps strength ratios in men and women. *Research quarterly for exercise and sport*, 83(2), 143-151.

- El-Ashker, S., Carson, B. P., Ayala, F., & De Ste Croix, M. (2017). Sex-related differences in joint-angle-specific functional hamstring-to-quadriceps strength ratios. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25, 949-957.
- Evangelidis, P. E., Pain, M. T. G., & Folland, J. (2015). Angle-specific hamstring-to-quadriceps ratio: A comparison of football players and recreationally active males. *Journal of sports sciences*, 33(3), 309-319.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *Journal of Science and medicine in Sport*, 11(5), 452-459.
- Holcomb, W. R., Rubley, M. D., Lee, H. J., & Guadagnoli, M. A. (2007). Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 41-47.
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical journal of sport medicine*, 14(2), 88-94.
- Holm, I., & Vøllestad, N. (2008). Significant Effect of Gender on Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio and Static Balance in Prepubescent Children From 7 to 12 Years of Age. *The American journal of sports medicine*, 36(10).
- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311.
- Hu, Z., Zhang, Y., Dong, T., Dong, M., Kim, S., & Kim, Y. (2023). Gender differences in neuromuscular control during the preparation phase of single-leg landing task in badminton. *Journal of Clinical Medicine*, 12(9), 3296.
- Huang, H., Guo, J., Yang, J., Jiang, Y., Yu, Y., Müller, S., Ren, G., & Ao, Y. (2017). Isokinetic angle-specific moments and ratios characterizing hamstring and quadriceps strength in anterior cruciate ligament deficient knees. *Scientific Reports*, 7(1), 7269.
- Jaiyesimi, A., Jegede, J., & Adeoluwa, O. (2007). Hamstring and quadriceps strength ratio: effect of age and gender. *Highland Medical Research Journal*, 5(1).
- Kayhan, R., Bayrakdaroğlu, S., CEYLAN, H., Eken, Ö., Bayrakdaroğlu, Y., Badicu, G., Al-Mhanna, S., Enoiu, R.-S., & Ardigo, L. (2024). Effects of different rest intervals in high intensity interval training programs on VO2max, body composition, and isokinetic strength and power. *Journal of Men's Health*, 20(5).
- Kellis, E., Sahinis, C., & Baltzopoulos, V. (2023). Is hamstrings-to-quadriceps torque ratio useful for predicting anterior cruciate ligament and hamstring injuries? A systematic and critical review. *Journal of Sport and Health Science*, 12(3), 343-358.
- Klasson-Heggebø, L., & Anderssen, S. A. (2003). Gender and age differences in relation to the recommendations of physical activity among Norwegian children and youth. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(5), 293-298.
- Kong, P. W., & Burns, S. F. (2010). Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Physical Therapy in Sport*, 11(1), 12-17.
- Mandroukas, A., Michailidis, Y., & Metaxas, T. (2023). Muscle strength and hamstrings to quadriceps ratio in young soccer players: A cross-sectional study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(2), 70.
- Mannino, G., Giunta, S., Montefiori, V., Tamanza, G., Iacolino, C., Novara, C., Rita, P., La Fiura, G., & Bernardone, A. (2019). Healthy lifestyle, well-being, physical activity, sport, and scholastic/academic performance: interactions and connections. *World Futures*, 75(7), 462-479.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.

- Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O.-E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical journal of sport medicine*, 13(2), 71-78.
- Oğul, A., Ercan, S., Ergan, M., Parpucu, T. İ., & Çetin, C. (2021). The effect of menstrual cycle phase on multiple performance test parameters. *Spor Hekimliği Dergisi*, 56(4), 159-165.
- Pellicer-Chenoll, M., Serra-Añó, P., Cabeza-Ruiz, R., Pardo, A., Aranda, R., & González, L. (2017). Comparison of conventional hamstring/quadriceps ratio between genders in level-matched soccer players. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 10(1), 14-18.
- Rosa, B. B., Asperti, A. M., Helito, C. P., Demange, M. K., Fernandes, T. L., & Hernandez, A. J. (2014). Epidemiology of sports injuries on collegiate athletes at a single center. *Acta ortopedica brasileira*, 22, 321-324.
- Ruas, C. V., Minozzo, F., Pinto, M. D., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2015). Lower-extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1220-1226.
- Ruas, C. V., Pinto, M. D., Brown, L. E., Minozzo, F., Mil-Homens, P., & Pinto, R. S. (2015). The association between conventional and dynamic control knee strength ratios in elite soccer players. *Isokinetics and exercise science*, 23(1), 1-12.
- Tatlıcı, A., & Çakmakçı, O. (2022). Assessment of Eccentric-Concentric Exercises Applied in Different Resistances in Terms of Strength. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 24(1), 73-80.
- Tatlıcı, A., Lima, Y., Çiftçi, B., Aktas, S., & Badak, T. (2021). The effect of 8-weeks wrestling training on unilateral muscle imbalances. *Physical Education of Students*, 25(4), 205-211.
- Tatlıcı, A., & Löklüoğlu, B. (2022). Comparison of hamstring quadriceps strength ratios in different combat sports branches. *Physical Education of Students*, 26(1), 35-40.
- Tatlıcı, A., Özcan, S., Atceken, D. H., Yilmaz, S., Lokluoglu, B., & Sacikara, A. (2024). Effects of increasing isokinetic angular velocity on concentric and eccentric strength. *Journal of Men's Health*, 20(8), 126-130.
- Ünlü, G. (2022). *The Effects of COVID-19 Induced Mobility Restrictions on Physical Fitness in Young Soccer Players at Different Maturity and Training Status* Middle East Technical University (Turkey)].
- Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., & Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of athletic training*, 39(1), 17.
- Yoon, T. S., Park, D. S., Kang, S. W., Chun, S. I., & Shin, J. S. (1991). Isometric and isokinetic torque curves at the knee joint. *Yonsei medical journal*, 32(1), 33-43.