

Erkek Sporcularda Kuadriseps Açısı ile Kuadriseps Kas Kuvveti Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Investigation of the Relationship Between Quadriceps Angle and Quadriceps Muscle Strength in Male Athletes

^{id} Bihter AKINOĞLU^{a,b}, ^{id} Tuğba KOCAHAN^b, ^{id} Banu KABAK^b, ^{id} Ezgi ÜNÜVAR^b, ^{id} Adnan HASANOĞLU^b

^aAnkara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

^bGençlik ve Spor Bakanlığı Spor Genel Müdürlüğü, Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu çalışma erkek sporcularda kuadriseps (Q) açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapıldı. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya, kış sporları (n=28), jimnastik (n=17), atletizm (atlamalar n=20, atmalar n=14, koşmalar n=8), karate (n=22) ve tekvando (n=36) branşından olmak üzere toplam 145 erkek sporcu dâhil edildi. Sporcuların Q açısı değeri, gonyometre ile sırtüstü (pasif) ve ayakta (aktif) ölçüldü. Kuadriseps kas kuvveti, IsoMed 2000® izokinetik dinamometre (Ferstl, Almanya) ile 60°/sn ve 180°/sn hızlarda konsantrik ve eksantrik olarak değerlendirildi. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak alındı. **Bulgular:** Tüm sporcuların Q açısı ile kuadriseps kas kuvveti arasındaki ilişki incelendiğinde, sağ tarafta pasif Q açısı ile 60°/sn ve 180°/sn açılarda diz ekstansörlerinin eksantrik kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde çok zayıf ilişki olduğu belirlendi (p<0,05). Branşlar tek tek incelendiğinde ise Q açısı ile kas kuvveti arasında farklı ilişkiler olduğu belirlendi. **Sonuç:** Q açısı ile kas kuvveti arasındaki ilişkinin genel olarak yorumlanamayacağı, branşa özel yorumlanması gerektiğini düşünmekteyiz. Q açısı, kuadriseps kas kuvveti ile ilişkili olabilir, ancak spor branşına göre bu ilişki değişebilir.

ABSTRACT Objective: This study was conducted to investigate the relationship between quadriceps (Q) angle and concentric and eccentric muscle strength of male athletes. **Material and Methods:** A total of 145 male athletes were included to this study [winter sports (n=28), gymnastics (n=17), athletics (jumping n=20, throwing n=14, running n=8), karate (n=22), and taekwondo (n=36)]. The Q angle of the athletes were measured in supine position (passive) and in standing position (active) with a goniometer. Quadriceps muscle strength was evaluated by IsoMed 2000® isokinetic dynamometer (Ferstl, Germany) concentrically and eccentrically at 60°/sec and 180°/sec angular velocities. In order to examine the relationship between variables Spearman correlation analysis was used. Significance level was taken as p<0.05. **Results:** When the relationship between Q angle and quadriceps muscle strength of all athletes was examined, it was found that there was a statistically significant negative weak correlation between passive Q angle and eccentric strength of knee extensors at angular velocities of 60°/sec and 180°/sec on right side (p<0.05). When the branches were examined one by one, it was determined that there were different relationships between Q angle and muscle strength. **Conclusion:** We think that the relationship between the Q angle and muscle strength cannot be interpreted in general and should be interpreted in a specific way to the sport branches. The Q angle may be related to quadriceps muscle strength, but may vary depending on the sport branch.

Anahtar Kelimeler: Diz eklemi; spor; kas kuvveti; açı

Keywords: Knee joint; sport; muscle strength; angle

Patellofemoral açı diz eklemi ve alt ekstremitenin kinezyolojik olarak değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntem olup, kuadriseps (Q) açısı veya kuadriseps femoris kasının açısı olarak da adlandırılmaktadır.¹ Q açısı, spina iliaca anterior superiorından patella orta noktasına uzanan hat ile patella orta noktasından tuberositas tibiaya uzanan hat arasındaki açı-

dır ve pelvik pozisyon, kalça rotasyonu, tibial torsiyon, patella pozisyonu ve ayak pozisyonu hakkında bilgi verir.^{2,3} Kadın ve erkeklerde farklı aralıklarda olması beklenen Q açısının erkeklerde 8-14°, kadınlarda ise 11-20° arasında olması normal kabul edilir.⁴ Literatürde Q açısının farklı popülasyonlarda 8-22° arasında değiştiği belirtilmektedir.^{5,6}

Correspondence: Bihter AKINOĞLU

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: rgkardelen@yahoo.com



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

Received: 21 Sep 2019

Received in revised form: 19 Jan 2020

Accepted: 21 Jan 2020

Available online: 27 Jan 2020

2146-8885 / Copyright © 2020 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/>).

Q açısı, patellar tendon aracılığıyla kuadriseps kasının tuberositas tibiaya uyguladığı kuvveti belirler ve açı küçüldükçe iletilen kas kuvvetinin etkisinin artacağı düşünülmektedir.² Bu nedenle Q açısının, kuadriseps kasının kasılma durumuna bağlı olarak değişebileceği, benzer şekilde kuadriseps kasının kasılma durumunun, Q açısını değiştirebileceği belirtilmektedir.⁷ Q açısının normal sınırların çok üzerinde olması, nöromusküler tepkinin azalmasına ve kuadriseps refleks zamanının artmasına neden olmaktadır.^{8,9} Q açısının normal sınırların üzerinde olduğu durumlarda, patella laterale doğru yer değiştirme eğiliminde olacaktır. Anormal derecede artmış Q açısı değerinin nöromusküler kontrolde değişikliklere, diz eklemi hareket düzleminin değişmesine bağlı olarak eklemde aşırı strese ve sporcuda performansın azalmasına neden olabileceği ileri sürülmektedir.^{10,11} Bu durumun diz eklemi ekstansör mekanizmasında disfonksiyona ve patellofemoral ağrıya neden olabileceği belirtilmektedir.¹²

Kas kuvveti spor branşı ayırt etmeksizin spor performansında önemli rol oynar. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, eksenrik kas kuvvetinin en az konsantrik kas kuvveti kadar önemli olduğunu belirtmektedir. Eksenrik kas kuvveti, kasın mekanik ve nöromusküler yapıları ile ilişkilidir ve sporculara kuvvet, güç ve hız parametrelerine etki eder.^{13,14} Alt ekstremité biyomekanik diziliminin bir göstergesi olan Q açısı ile diz eklemi kas kuvveti arasında ilişki olduğu ve Q açısı arttıkça kuadriseps kas kuvvetinin azalma yönünde olduğu belirtilmiştir.^{12,15} Messier ve ark.nın 1991 yılında yaptığı çalışmada, Q açısı yüksek olan bireylerin kuadriseps kas kuvvetinin daha düşük olduğu belirtilmiştir.¹⁶ Hahn ve Foldspang kuadriseps kuvvetlendirme antrenmanı sonrasında Q açısının azaldığını göstermiştir.¹⁷ Yapılan çalışmalarda, Q açısı ile kuadriseps kasının genellikle konsantrik kuvveti arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ancak kuadriseps kasının eksenrik kas kuvveti ile Q açısı arasındaki ilişkiyi sporculara araştırılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın amacı, sporculara Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksenrik kas kuvveti arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma, sporculara Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksenrik kas kuvveti arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla planlandı. Çalışmaya, kış sporları (n=28), jimnastik (n=17), atletizm (atlamalar n=20, atmalar n=14, koşmalar n=8), karate (n=22) ve tekvando (n=36) branşında olmak üzere toplam 145 erkek sporcu dâhil edildi. Üç yıldan kısa süredir spor yapıyor olma, alt ekstremitelerde devam eden ağrı durumu, ortopedik bir problem, alt ekstremitelerde geçirilmiş herhangi bir cerrahi durum ve akut ya da kronik bir spor yaralanması olma durumu dışlama kriterleri olarak belirlendi. Ayrıca dominant ekstremitede kas kuvvetinin ve bundan dolayı Q açısının etkilenme ihtimali nedeni ile sol taraf dominant olma durumu da dışlanma kriteri olarak belirlendi. Çalışmaya sadece sağ taraf dominant olan sporcular dâhil edildi. Çalışmaya katılan sporculara araştırma hakkında bilgi verildi ve tüm sporcuların imzalı onam alındı. Çalışma, Helsinki Bildirgesi 2008 Prensipleri'ne uygun olarak yapıldı. Çalışmanın yapılabilmesi için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulundan onay alındı (399-21.11.2018/73).

Sporcuların doğum tarihleri, boy ve vücut ağırlığı bilgileri alındıktan sonra Q açısı değerlendirildi. Kuadriseps kasının kuvveti izokinetik dinamometre ile ilk gün konsantrik olarak, 2. gün eksenrik olarak değerlendirildi. Sporcuların genel ve branş bazında tanımlayıcı bilgileri, kuadriseps kasının konsantrik ve eksenrik kas kuvveti ve aktif ile pasif Q açısı bilgileri Tablo 1 ve Tablo 2'de görülmektedir.

DEĞERLENDİRME

Q Açısının Ölçümü: Değerlendirme, sırtüstü yatar pozisyonda kuadriseps kası pasif durumda iken (pasif Q açısı) ve ayakta her iki ayağa eşit yük verilmiş ve kuadriseps kası aktif durumda iken (aktif Q açısı) yapıldı. Değerlendirmede önce spina iliaca anterior superior ve patella orta noktası arasındaki eksen işaretlendi, ardından patella orta noktası ile tibial tüberkül arasındaki eksen belirlenerek bu 2 eksen arasındaki açı değeri gonyometre ile kaydedildi.¹⁸ Tüm sporcuların Q açısı değeri aynı fizyoterapist tarafından değerlendirildi.

TABLO 1: Sporcuların demografik özellikleri ve spor yılı bilgileri.

	Atletizm							
	Bütün sporcular n=145	Kış sporları n=28	Jimnastik n=17	Atlamalar n=20	Atmalar n=14	Atmalar n=8	Karate n=22	Tekvando n=36
Yaş (yıl)	18 (16-19)	18 (17-19)	17 (15-18)	17,5 (16-19)	17 (17-18)	17,5 (17-19)	18 (17-18)	18 (16-19)
Vücut Ağırlığı (kg)	68 (60,5-76,5)	72,90 (63,05-76,15)	60,00 (53,8-65,5)	68 (64-73)	96,5 (84-101)	70 (62,5-71,5)	66,35 (60,5-71,3)	64,25 (57,70-77,55)
Boy Uzunluğu (m)	1,77 (1,72-1,82)	1,76 (1,71-1,79)	1,70 (1,65-1,74)	1,81 (1,76-1,84)	1,83 (1,77-1,87)	1,79 (1,76-1,83)	1,76 (1,72-1,79)	1,78 (1,74-1,84)
BKİ (kg/m ²)	21,76 (20,07-24,09)	23,13 (20,93-24,81)	21,23 (18,15-22,05)	21,01 (20,39-21,77)	29,26 (24,90-31,38)	21,20 (20,33-21,82)	21,85 (20,57-23,82)	20,5 (19,23-2,84)
Spor yılı (yıl)	8 (5-10)	9,5 (6-10)	10 (8-12)	6 (4,5-8)	5 (4-7)	5,5 (4-6)	9 (8-11)	6,5 (5-9)

BKİ: Beden kitle indeksi.

TABLO 2: Sporcuların kuadriseps kas kuvveti değerleri ve Q açısının genel ve branş bazında tanımlayıcı bilgileri.

	Bütün sporcular n=145									
	Kış sporları n=28	Jimnastik n=17	Atlamalar n=20	Atmalar n=14	Koşmalar n=8	Karate n=22	Tekvando n=36			
Konsantrik kas kuvveti	60°/sn	227,58±56,45	231,82±58,6	172,37±53,86	242,44±43,11	293,59±41,24	236,72±35,74	230,36±7,46	212,68±52,72	206,07±48,31
	Non-Dominant PT	222,67±52,62	224,89±53,89	175,45±54,79	243,43±35,74	281,05±39,28	236,99±31,54	222,24±39,9	206,07±48,31	154,7±37,91
180°/sn	Dominant PT	169,22±39,56	170,9±37,43	141,02±42,5	182,9±33,54	22,05±24,36	175,71±21,05	164,2±23,14	154,7±37,91	155,55±33,22
	Non-Dominant PT	167,36±38,83	169,51±37,94	138,34±39,08	184,87±29,88	204,42±51,01	182,2±24,89	161,54±24,62	155,55±33,22	236,26±61,61
Eksantrik kas kuvveti	60°/sn	245,10±71,81	247,55±71,49	187,05±72,71	260,51±65,59	298,41±83,27	226±55,4	260,3±62,12	236,26±61,61	222,66±61,05
	Non-Dominant PT	234,00±68,72	241,26±64,14	180,04±74,49	240,41±55,42	275,5±70,76	218,5±27,44	258,38±77,33	222,66±61,05	229,05±59,37
180°/sn	Dominant PT	236,46±67,55	240,93±74,04	179,73±64,8	248,76±51,85	286,94±82,02	233,32±40	244,58±56,26	229,05±59,37	223,5±53,04
	Non-Dominant PT	226,87±61,99	229,18±58,65	169,92±56,68	239,61±49,71	267,3±75,99	216,2±42,29	239,96±65,33	223,5±53,04	15 (13-17)
Sağ taraf Q açısı pasif (°)	14 (12-15)	13 (12-15)	13 (12-15)	12 (11-15)	13 (12-14)	13 (11-15)	13,5 (11,5-14)	14 (12-18)	15 (13-17)	16 (13,5-17)
Sol taraf Q açısı pasif (°)	15 (13-16)	13 (12-15)	13 (12-15)	13 (11-15)	14,5 (13-16)	15 (13-16)	16 (12,5-18)	14 (13-17)	16 (13,5-17)	14 (12-16,5)
Sağ taraf Q açısı aktif (°)	14 (13-16)	15 (13-16)	15 (13-16)	13 (12-16)	14 (12,5-14,5)	15 (12-16)	14,5 (13-15,5)	15 (14-18)	15 (14-18)	13,5 (12-15)
Sol taraf Q açısı aktif (°)	15 (12-17)	15 (12,5-16)	15 (12,5-16)	12 (10-14)	16 (14-16,5)	15 (14-18)	17 (15,5-19)	13,5 (12-15)	15 (13-18)	

PT: "Peak torque".

Kuadriseps Kas Kuvvetinin Ölçümü: Sporcuların kuadriseps kas kuvveti, IsoMed 2000® izokinetik dinamometre (Ferstl, Almanya) ile değerlendirildi. Konsantrik ve eksantrik test öncesinde sporcuların resiprokal bisiklet ergometresi ile 10 dk boyunca, dk.da 60 devir sayısı ile ısınmaları sağlandı. Testler, oturma pozisyonunda uygulandı. Sporcular; cihazın omuz aparatı ile omuzlar üzerinden, stabilizasyon bantları ile bel ve distal femur üzerinden stabilize edildi. Pivot noktası, femurun lateral kondili olacak şekilde ayarlandı. Testlerden önce sporcuların testleri anlayabilmesi ve testlere adapte olabilmesi için her açısal hızdan ve kasılma şekline önce 3 tekrarlık denemeler yapıldı. Testler sırasında sporculara sözlü olarak cesaret verildi. Kuadriseps kasının kuvveti 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda ilk gün konsantrik, 2. gün eksantrik olarak değerlendirildi. Değerlendirme sonucunda, kuadriseps kasının 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda ayrı ayrı zirve kuvvet [peak torque (PT)] değerleri kaydedildi. Tüm sporcuların izokinetik kas kuvveti ölçümü aynı fizyoterapist tarafından yapıldı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmanın istatistikleri SPSS 20.0 programı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov testi) ile belirlendi. Sporcuların demografik verileri ile aktif ve pasif Q açılarının normal dağılmadıkları, kas kuvveti değişkenlerinin ise normal dağıldıkları belirlendi. Normal dağılıma uymayan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri medyan ve 1. ve 3. çeyrek değerleri ile normal dağılıma uyan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ise ortalama ve standart sapma değerleri ile gösterildi. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Sağ-

sol taraf karşılaştırmalarında “Wilcoxon signed rank test” kullanıldı. İstatistiksel hata düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlendi.

BULGULAR

Sporcuların sağ taraf pasif Q açılarının sol tarafa göre daha düşük olduğu ($p=0,027$), her iki taraf aktif Q açılarının birbirine benzer olduğu belirlendi ($p=0,069$). 60°/sn açısal hızda konsantrik kas kuvveti ile 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda eksantrik kas kuvvetinin sağ tarafta daha fazla olduğu ($p=0,006$; 0,001; 0,012), 180°/sn açısal hızda konsantrik kas kuvvetinin sağ ve sol taraf arasında birbirine benzer olduğu belirlendi ($p=0,634$) (Tablo 3).

Tüm sporcuların sağ taraf aktif Q açısı ile 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda diz ekstansörlerinin eksantrik kas kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde çok zayıf ilişki olduğu belirlendi ($p < 0,05$). Atletizm atlamalar branşındaki sporcuların sol taraf pasif Q açısı ile 180°/sn açısal hızda diz ekstansörlerinin eksantrik kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu belirlendi ($p=0,031$) (Tablo 4).

Kış sporları branşındaki sporcuların sağ taraf aktif Q açısı ile 60°/sn ve 180°/sn açısal hızda diz ekstansörlerinin konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu belirlendi ($p < 0,001$). Jimnastik branşındaki sporcuların sol taraf pasif Q açısı ile 60°/sn açısal hızda diz ekstansörlerinin eksantrik kas kuvveti arasında negatif yönde orta düzeyde ilişki olduğu belirlendi ($p=0,043$) (Tablo 5).

Atletizm atmalar, atletizm koşmalar, karate ve tekvando branşındaki sporcularının Q açısı ile diz

TABLO 3: Sporcuların sağ ve sol taraf kuadriseps kas kuvveti değerleri ve Q açısının karşılaştırılması.

Tüm sporcular n=145	Sağ taraf	Sol taraf	z	p*
Pasif Q açısı (°)	14 (12-15)	14 (13-16)	-2,210	0,027
Aktif Q açısı (°)	15 (13-16)	15 (12-17)	-1,819	0,069
60 °/sn konsantrik kas kuvveti	227,57±56,45	222,66±52,62	-2,755	0,006
180 °/sn konsantrik kas kuvveti	169,22±39,56	167,36±38,83	-0,477	0,634
60 °/sn eksantrik kas kuvveti	245,1±71,81	233,99±68,72	-3,253	0,001
180 °/sn eksantrik kas kuvveti	236,46±67,55	226,86±61,99	-2,526	0,012

* Wilcoxon signed ranks test.

TABLO 4: Tüm sporcuların ve atletizm atlamalar branşındaki sporcuların Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişki.

				Tüm sporcular n=145				Atletizm/Atlamalar n=20			
				Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı		Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı	
				Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif
Konsantrik kas kuvveti	60 °/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,134	-0,113	0,005	-0,007	-0,226	-0,277	-0,266	0,075
			p	0,107	0,175	0,953	0,936	0,338	0,236	0,256	0,754
	180 °/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,149	-0,095	0,011	-0,007	-0,413	-0,104	-0,362	-0,019
			p	0,074	0,257	0,892	0,935	0,071	0,662	0,116	0,936
Eksantrik kas kuvveti	60 °/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,176	-0,211*	-0,076	-0,044	-0,389	-0,407	-0,374	0,017
			p	0,034	0,011	0,362	0,596	0,090	0,075	0,105	0,944
	180 °/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,155	-0,193*	-0,044	-0,005	-0,257	-0,154	-0,483*	-0,103
			p	0,062	0,020	0,598	0,954	0,273	0,516	0,031	0,665

PT: "Peak torque".

TABLO 5: Kış sporları ve jimnastik branşındaki sporcuların Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişki.

				Kış sporları n=28				Jimnastik n=17			
				Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı		Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı	
				Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif
Konsantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,185	-0,620**	-0,290	-0,264	-0,308	0,085	-0,375	-0,162
			p	0,345	<0,001	0,135	0,174	0,228	0,747	0,139	0,534
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,273	-0,644	-0,248	-0,277	-0,285	-0,061	-0,215	-0,099
			p	0,160	<0,001	0,202	0,153	0,268	0,816	0,407	0,705
Eksantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,334	-0,629**	-0,281	-0,110	-0,298	0,012	-0,396*	-0,149
			p	0,082	<0,001	0,148	0,579	0,245	0,962	0,043	0,569
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,238	-0,631**	-0,319	-0,327	-0,312	0,242	-0,349	-0,866
			p	0,223	<0,001	0,098	0,090	0,223	0,349	0,170	0,744

PT: "Peak torque".

ekstansörlerinin kas kuvveti arasında ilişki olmadığı belirlendi ($p>0,05$) (Tablo 6, Tablo 7).

TARTIŞMA

Erkek sporcularda Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kuvveti arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirdiğimiz çalışmamız sonucunda, sağ taraf Q açısı arttıkça kuadriseps kasının eksantrik kuvvetinin azalma yönünde olduğu belirlendi. Sporcular branş bazında incelendiğinde kış sporları branşındaki sporcularda sağ taraf Q açısı arttıkça kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kuvvetinin azalma yönünde olduğu belirlendi. Artistik jimnastik ve atletizm atlamalar branşındaki sporcularda sol taraf Q açısı arttıkça kuadriseps kasının konsantrik kuvvetinin azalma yönünde olduğu belirlendi. Atletizm atlamalar ve koşmalar branş sporcuları ile karate ve tekvando sporcularında Q açısı ile kuadriseps kas kuvveti arasında ilişki olmadığı belirlendi.

Q açısı hem kas kuvveti ile ilişkili olması hem de diz çevresi yaralanmalarının etiyolojik alt yapısında rol alması nedeni ile önemli bir biyomekanik belirteçtir.^{1,16} Koşucularda gözlenen patellofemoral ağrı sendromu [patellofemoral pain syndrome (PFPS)]'nin arkasındaki etiyolojik faktörlerin araştırıldığı bir çalışmada, PFPS olan sporcularda kas kuvvetinin daha az ve Q açısının daha fazla olduğu belirlenmiştir.¹⁶ Benzer şekilde Boucher ve ark. PFPS olan bireylerde Q açısı ile ortalama PT parametreleri arasında negatif bir ilişki olduğunu belirlemiştir.¹⁹ Bu nedenle sporcularda Q açısının kas kuvveti ile olan ilişkisini ortaya koymak önemlidir.

Q açısı cinsiyet, dominantlık durumu, yapılan spor branşı ve spor yaşı gibi birçok faktörden etkilanmektedir.¹⁷ Literatürde, kuadriseps kas kuvveti ile Q açısı arasında ilişki olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır.^{17,20-22} Q açısı arttıkça kas kuvvetinin azaldığı ve Q açısı ile kas kuvveti arasında negatif

TABLO 6: Atletizm atmalar ve koşmalar branşındaki sporcularının Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişki.

				Atletizm/Atmalar n=14				Atletizm/Koşmalar n=8			
				Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı		Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı	
				Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif
Konsantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,272	-0,142	-0,339	-0,215	-0,331	0,169	-0,098	-0,146
			p	0,346	0,627	0,236	0,460	0,423	0,690	0,818	0,729
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,489	-0,031	-0,136	-0,282	-0,356	0,241	-0,073	-0,439
			p	0,076	0,916	0,643	0,329	0,387	0,565	0,863	0,276
Eksantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	-0,111	-0,345	-0,158	-0,051	0,074	-0,108	-0,342	-0,342
			p	0,706	0,227	0,589	0,862	0,862	0,798	0,408	0,408
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,102	-0,098	-0,007	0,271	-0,408	-0,882	-0,344	0,098
			p	0,729	-0,739	0,982	0,349	0,316	0,351	0,405	0,817

PT: "Peak torque".

TABLO 7: Karate ve tekvando sporcularının Q açısı ile kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişki.

				Karate n=22				Tekvando n=36			
				Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı		Sağ taraf Q açısı		Sol taraf Q açısı	
				Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif
Konsantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,232	0,346	0,277	-0,071	-0,074	-0,107	0,117	-0,104
			p	0,299	0,115	0,212	0,753	0,667	0,534	0,490	0,545
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,256	0,312	0,046	-0,047	0,007	-0,076	0,180	0,000
			p	0,251	0,158	0,839	0,837	0,969	0,658	0,294	0,999
Eksantrik kas kuvveti	60°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,021	0,078	0,140	0,049	-0,100	-0,149	-0,015	-0,069
			p	0,927	0,729	0,533	0,827	0,561	0,384	0,929	0,689
	180°/sn	Ekstansiyon PT	r	0,096	0,177	0,234	0,264	-0,161	-0,149	-0,048	0,054
			p	0,672	0,431	0,295	0,234	0,347	0,386	0,783	0,753

PT: "Peak torque".

yönde ilişki olduğu belirlenmiştir.²³ Diz ekstansör mekanizmasında rol alan Q açısı arttıkça, patellar tendona uygulanan vektörel kuvvet artar ve patellanın lateral tarafından dışa doğru çekme yönünde olan keskin bir vektörel kuvvet ortaya çıkar.^{3,24} Bu kuvveti nötralize etmek ve artmış olan Q açısını daraltmak için patellanın mediyale doğru çekilmesi gerekir. Patella kuadriseps kası, vastus medialis obliquus (VMO) bölümünden sağlanacak daha fazla çekiş gücüyle mediyale doğru çekilir ve Q açısı azaltılır. Ancak bu durumda VMO kası, Q açısını düzeltmek için daha fazla güç uygulamak zorunda kalır.²⁵ Yapılan sporun niteliğine göre daha kuvvetli VMO kası, Q açısını azaltma eğilimindedir. Bu mekanizmanın Q açısı ile kuadriseps kas kuvveti arasında ilişki olduğu varsayımının biyomekanik altyapısını oluşturduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda, Q açısı ile kas kuvveti arasında negatif yönde ilişki olduğunu, ancak bütün sporcular incelendiğinde, bu ilişkinin sağ taraf Q açısı ile kuadriseps kasının eksantrik kuvveti ara-

sında olduğunu belirledik. Bu sonuç aslında beklenen bir durumdur. Çünkü literatürdeki Q açısı arttıkça kas kuvvetinin azalması bilgisine paralel olarak konsantrik ve eksantrik kas kuvvetinin birbiriyle ilişkili olduğu ve biri arttıkça diğersinin de arttığı belirtilmektedir.^{26,27} Bu bağlamda, Q açısının sadece konsantrik kasılma ile değil aynı zamanda eksantrik kasılma ile de ilişkili olabileceği akıld tutulmalıdır.

Yapılan bir başka çalışmada, sporcularda Q açısının dominant olmayan tarafta dominant tarafa göre daha fazla olduğu, kadınlarda erkeklere göre daha fazla olduğu, koşma sporlarında spor yılı arttıkça arttığı, ancak futbol ve yüzme gibi bazı spor branşlarında ise spor yılı arttıkça azaldığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada Q açısı ile kas kuvveti arasında ilişki durumunun sonuca bağlanmamış olduğu belirtilmektedir.¹⁷ Q açısı ile kas kuvveti arasındaki ilişkinin değişebileceği ve bu değişkenlikte yaş, cinsiyet ve spor branşı arasındaki farklar ile bunlara bağlı olarak fleksör ve ekstansör kas kuvveti arasındaki farkların etkili

olduğu düşünölmektedir.²⁸ Kas kuvveti; kas lifi uzunluğu, yaş, antrenman protokolleri ve spor dalı gibi birçok parametreden etkilenir.^{29,30} Q açısı ve kas kuvvetini etkileyen farklı parametreler olması nedeni ile çalışmalarda, Q açısı ile kas kuvveti arasındaki ilişkinin de değıştiği belirtilmektedir.^{17,28,29} Bu ilişkide sporcuların demografik, antropometrik ve fizyolojik niteliklerinin yanında spor branşının da belirleyici olabileceği belirtilmektedir.^{17,28} Literatürdeki bu bilgilere paralel olarak çalışmamızda da jimnastik ve atlamalar branşındaki sporcularda sol tarafta Q açısı ile eksantrik kas kuvveti arasında negatif yönde ilişki olduğu; atletizm atmalar ve koşmalar ile karate ve tekvando branşındaki sporcuların ise Q açısı ile kuadriseps kas kuvveti arasında ilişki olmadığı, yani spor branşına göre Q açısı ile kuadriseps kas kuvveti arasındaki ilişkinin değıştiği belirlendi.

Kuadriseps kasının kontraksiyon durumu Q açısını etkiler. Ancak aktif ve pasif kuadriseps kontraksiyonu ile değerlendirilen statik Q açısı ölçüm yöntemlerinin fonksiyonel valgus açısı kadar hassas bir ölçüm olmadığı ve bu nedenle kuadriseps kasının kuvveti ile yeterli ilişkide olmayabileceği belirtilmektedir.³¹ Çalışmamızda, Q açısının statik olarak değerlendirilip, fonksiyonel değerlendirmenin yapılmamış olması ve Q açısı ölçümlerine ilişkin intratester güvenilirliğin yapılmamış olması çalışmamızın kısıtlılıklarıdır. Ancak çalışmamızda konsantrik kas kuvvetinin yanı sıra Q açısı ile eksantrik kas kuvveti arasındaki ilişkinin de araştırılması, dâhil edilen sporcuların hepsinin erkek olması ve sporcu sayısının fazla olması çalışmamızı güçlü kılmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak çalışmamızda, farklı branşlardaki erkek sporcularda Q açısı ile kas kuvveti arasında farklı ilişkiler olduğu belirlendi. Sonuç olarak, Q

açısı ile kas kuvveti arasındaki ilişkinin branşa özel yorumlanması gerektiğini düşünmekteyiz. Q açısı, kuadriseps kasının konsantrik ve eksantrik kas kuvveti ile ilişkili olabilir ancak spor branşına göre bu ilişkinin değışebileceği ve buna göre yorumlanması gerektiğini düşünmekteyiz.

Teşekkür

Araştırmacı, Fizyoterapist Abdullah Genç'e çalışmanın veri alımı aşmasındaki katkılarından dolayı teşekkür eder.

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

Fikir/Kavram: Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan; **Tasarım:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak; **Denetleme/Danışmanlık:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak, Ezgi Ünüvar, Adnan Hasanoğlu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak, Ezgi Ünüvar, Adnan Hasanoğlu; **Analiz ve/veya Yorum:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak, Ezgi Ünüvar; **Kaynak Taraması:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak, Ezgi Ünüvar, Adnan Hasanoğlu; **Makalenin Yazımı:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan, Banu Kabak, Ezgi Ünüvar, Adnan Hasanoğlu; **Eleştirel İnceleme:** Bihter Akinoğlu, Tuğba Kocahan; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Tuğba Kocahan, Adnan Hasanoğlu; **Malzemeler:** Tuğba Kocahan, Adnan Hasanoğlu.

KAYNAKLAR

1. O'Brien M. Clinical anatomy of the patellofemoral joint. *Int Sport Med J*. 2001;2(1).
2. Sarkar A, Razdan S, Yadav J, Bansal N, Kuhar S, Pahuja P. Effect of isometric quadriceps activation on "Q" angle in young females. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2009;53(3):275-8. [\[PubMed\]](#)
3. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(11):639-46. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
4. Herrington L, Nester C. Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19(10): 1070-3. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
5. Raveendranath V, Nachiket S, Sujatha N, Priya R, Rema D. The Quadriceps angle (Q angle) in Indian men and women. *Eur J Anat*. 2009;13(3):105-9.
6. Omololu BB, Ogunlade OS, Gopaldasani VK. Normal Q-angle in an adult Nigerian population. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(8): 2073-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
7. Biedert RM, Warnke K. Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121(6):346-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
8. Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9:64. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
9. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med*. 2000;28(4):480-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
10. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P, McNaughton L. Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1093-100. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
11. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2005;33(4):492-501. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Byl T, Cole JA, Livingston LA. What determines the magnitude of the Q angle? A preliminary study of selected skeletal and muscular measures. *J Sport Rehabil*. 2000;9(1):26-34. [\[Crossref\]](#)
13. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic adaptations to eccentric training: a systematic review. *Sport Med (Auckland, NZ)*. 2017;47(5):917-41. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Lepley LK, Lepley AS, Onate JA, Grooms DR. Eccentric exercise to enhance neuromuscular control. *Sports Health*. 2017;9(4):333-40. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
15. Mohanty NR, Tiwari A, Koley S. Bilateral correlation of Q-angle with selected lower extremity biomechanical alignment variables in state level female basket-ball players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2019;5(7).
16. Messier SP, Davis SE, Curl WW, Lowery RB, Pack RJ. Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 1991;23(9):1008-15. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Hahn T, Foldspang A. The Q angle and sport. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7(1):43-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Weiss L, DeForest B, Hammond K, Schilling B, Ferreira L. Reliability of goniometry-based Q-angle. *PM R*. 2013;5(9):763-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
19. Boucher JP, King MA, Lefebvre R, Pépin A. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med*. 1992;20(5):527-32. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Biedert RM, Gruhl C. Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1997;116(1-2):77-82. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Hehne HJ. Biomechanics of the patellofemoral joint and its clinical relevance. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(258):73-85. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Binder D, Brown-Cross D, Shamus E, Davies GJ. Peak torque, total work and power values when comparing individuals with Q-angle differences. *Isokinet Exerc Sci*. 2001;9(1):27-30. [\[Crossref\]](#)
23. Lyon LK, Benz LN, Johnson KK, Ling AC, Bryan JM. Q-angle: a factor in peak torque occurrence in isokinetic knee extension. *J Orthop Sport Phys Ther*. 1988;9(7):250-3. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, et al. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *J Orthop Res*. 2001;19(5):834-40. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Masouros SD, Bull AMJ, Amis AA. Biomechanics of the knee joint. *J Orthop Trauma*. 2010;24(2):84-91. [\[Crossref\]](#)
26. Evangelidis PE, Pain MTG, Folland J. Angle-specific hamstring-to-quadriceps ratio: a comparison of football players and recreationally active males. *J Sports Sci*. 2015;33(3):309-19. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
27. Bridgeman LA, McGuigan MR, Gill ND, Dulson DK. Relationships between concentric and eccentric strength and countermovement jump performance in resistance trained men. *J Strength Cond Res*. 2018;32(1):255-60. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. De Ste Croix M, Deighan MA, Armstrong N. Time to peak torque for knee and elbow extensors and flexors in children, teenagers and adults. *Isokinet Exerc Sci*. 2004;12(2):143-8. [\[Crossref\]](#)
29. Brughelli M, Cronin J, Nosaka K. Muscle architecture and optimum angle of the knee flexors and extensors: a comparison between cyclists and Australian rules football players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(3):717-21. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
30. Slocker de Arce A, Sánchez JC, Camacho FJF, Clemente de Arriba C and Pellico LG. Isokinetic evaluation of the healthy knee: position of the joint at the peak torque. *Isokinet Exerc Sci*. 2001;9(4):151-4. [\[Crossref\]](#)
31. de Oliveira Silva, Briani RV, Pazzinato MF, Gonçalves AV, Ferrari D, Aragão FA, et al. Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;30(10):1083-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)