

Research Article / Araştırma Makalesi

# The relationship between quadriceps and hamstring isokinetic peak muscle strength and ball velocity in young soccer players

## Genç futbolcularda kuadriseps ve hamstring izokinetik zirve kas kuvveti ile şut hızı ilişkisi

Hasan Aka<sup>1</sup>, Gamze Çobanoğlu<sup>2</sup>, Şeyda Özal<sup>2</sup>, Cengiz Akarçesme<sup>3</sup>, Nevin Atalay Güzel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sport Sciences, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Turkey

<sup>2</sup>Faculty of Health Sciences, Gazi University, Ankara, Turkey

<sup>3</sup>Faculty of Sport Sciences, Gazi University, Ankara, Turkey

### ABSTRACT

**Objective:** This study has been conducted to evaluate the relationship between quadriceps femoris (Q) and hamstring (H) muscles strength and ball velocity of soccer players.

**Materials and Methods:** 54 young soccer players (aged: 18,4±1,9 years) who were at the reserve squad of two different professional teams voluntarily participated in the study. The knee muscle strength of the participants was determined by Cybex isokinetic dynamometer. The assessment of concentric and eccentric strength of Q and H muscles has been performed at the speed of 60°/sn. Ball velocities were determined by radar. The relationship between the isokinetic muscle strength and ball velocity has been depicted by Pearson Correlation Analysis.

**Results:** There was an excellent relationship between the ball velocity and concentric Q muscle strength of soccer players; a good relationship between concentric H muscle strength and the ball velocity; a very good relationship between eccentric Q muscle strength and the ball velocity; and a low-medium relationship between eccentric H muscle strength and ball velocity ( $p<0,05$ ). However, there was no significant relationship between the rate of  $H_{ecc}/Q_{con}$  and ball velocity of soccer players ( $p>0,05$ ).

**Conclusion:** Ball velocity of soccer players were closely related to concentric and eccentric strength of Q and H muscles. Improving the knee muscle strength is crucial to increase ball velocity which is an important determinant of athletic performance in soccer.

**Keywords:** Soccer, isokinetic strength, quadriceps, hamstring, ball velocity

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma futbolcuların kuadriseps femoris (Q) ve hamstring (H) kaslarının kuvveti ile şut hızı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** çalışmaya iki farklı profesyonel takımın alt yapısında (U19) bulunan toplam 54 genç erkek futbolcu (yaş: 18,4±1,9 yıl) gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların diz çevresi kas kuvveti Cybex izokinetik dinamometre ile değerlendirildi. Q ve H kaslarının konsentrik ve eksentrik kuvvet değerlendirilmesi 60°/sn hızda yapıldı. Şut hızları ise radar cihazı ile belirlendi. Futbolcuların izokinetik kas kuvveti ile şut hızı arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson Korelasyon Analizi kullanıldı.

**Bulgular:** Analiz sonucuna göre futbolcuların şut hızı ile konsentrik Q kas kuvveti arasında mükemmel, konsentrik H kas kuvveti arasında iyi derecede, eksentrik Q kas kuvveti arasında çok iyi derecede ve eksentrik H kas kuvveti arasında ise düşük orta derecede ilişki saptandı ( $p<0,05$ ). Ancak futbolcuların  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranı ile şut hızı arasında anlamlı ilişki olmadığı görüldü ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Q ve H kaslarının hem konsentrik hem de eksentrik kuvveti şut atış hızıyla ilişkilidir. Futbolda atletik performansın önemli bir belirleyicisi olan şut hızının geliştirilmesi için diz kas kuvvetinin artırılması gerekir.

**Anahtar Sözcükler:** Futbol, izokinetik kuvvet, kuadriseps, hamstring, şut hızı

## GİRİŞ

Futbol yüksek düzeyde aerobik ve anaerobik güç, dayanıklılık ve kassal performans gerektiren bir takım sporudur (1). Futbolda kuvvet, sürat, dayanıklılık gibi fiziksel uygunluk parametreleri, teknik ve taktik verimlilik için belirleyicidir (2). Futbolda başarıya katkıda bulunan bir faktör olan kuvvetli kuadriseps (Q) kası sprint, sıçrama ve topa vurmada rol oynarken, hamstring (H) kası güçlü adım almada önem-

li bir faktör olan diz fleksiyonuna katkıda bulunur. Atletik performansa doğrudan katkılarının yanı sıra H kasları koşu aktivitelerinde kontrol etkisi ile dönüşlerde dizi stabilize eder (3).

Futbolda topa vuruş tekniğinde bacak fonksiyonları açık kinetik zincir diziliminde oluşmaktadır (4). Topa vuruş hareketi gerçekleştiğinde bacağın topa uyguladığı direnç to-

Received / Geliş: 14.12.2020 · Accepted / Kabul: 12.02.2021 · Published / Yayın Tarihi: 23.03.2021

Correspondence / Yazışma: Hasan Aka · Spor Bilimleri Fakültesi, Niğde, Turkey · hasanaka06@gmail.com

Cite this article as: Aka H, Cobanoğlu G, Özal S, Akarçesme C, Atalay Güzel N. The relationship between quadriceps and hamstring isokinetic peak muscle strength and ball velocity in young soccer players. *Turk J Sports Med.* 2021;56(3):120-4; <http://dx.doi.org/10.47447/tjism.0516>

pun bacağına uyguladığı dirençten daha yüksektir ve hareket proksimalden distale doğru oluşan segmental diziler olarak değerlendirilir (5). Futbolcuların topa vuruş tekniği Wickstrom tarafından tanımlanan dört fazdan oluşur; ilk faz, uyluğun ve bacağın geriye alındığı salınım fazı; ikinci faz, kalça fleksiyonunun başladığı destek fazı; üçüncü faz, dizin ekstansiyonuyla birlikte topa vurma; son faz ise, kalça ve dizlerin fleksiyona geldiği “follow through” fazıdır (6,7). Şut atma becerisinde başarılı olmak için atılan şutun isabeti ve hızı belirleyici faktörlerdendir (8). Topa vuruş anında kasların hem konsentrik hem de eksentrik kasıldığı bilinmektedir (9,10). Bu sırada kasların agonist ve antagonist kasılma dengesi önemlidir. Kuvvet arttıkça antagonist kasın gevşeme hızı artarak kasın hareketi yapması sağlanır (11-13).

Futbolda takım performansının değerlendirilmesinde, kazanılan puanlar ve atılan goller önemli belirteçlerdir (14). Rakip takıma oranla kaleye daha fazla şut atma becerisi gösteren takımların gol atma ve maçı kazanma olasılığı yükselmektedir (4). Futbolcuların topa vuruş tekniğinde temel amaç top hızının yüksek olmasıdır. Şut performansının başarılı olmasında önemli bir unsur olan top hızının ise alt ekstremite kas gruplarının kuvveti ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde futbolcuların diz kaslarının izokinetik kuvveti ile şut hızını değerlendiren sınırlı sayıda çalışmanın, genellikle konsentrik kasılma ile değerlendirildiği ve sonuçları arasında fikir birliği olmadığı görülmektedir (15-17). Bu nedenle futbolcuların Q ve H kaslarının hem konsentrik hem de eksentrik kuvvetleri ile şut hızı arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### Evren-Örneklem (Araştırma Grubu)

çalışmaya 2 farklı profesyonel futbol takımının alt yapısında (U19) bulunan toplam 54 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. çalışma için Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 06.06.2020 tarihli 91610558-604.01.02 sayılı etik kurul izni alınmıştır. çalışmaya başlamadan önce sporcular gönüllü onam formu doldurmuşlardır. çalışmaya en az 3 yıldır lisanslı sporcu olan, haftada en az 4 gün futbol antrenmanı yapan ve son üç ay içerisinde alt ekstremiteye yönelik herhangi bir yaralanma hikayesi olmayan sporcular dahil edilmiştir. Testler sporcuların izin günlerinde uygulanmış ve testlerden önceki son 24 saatte herhangi bir sportif aktivite ve antrenman yapmaması sağlanmıştır.

### Veri Toplama Araçları

Katılımcıların toplam vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi (VKİ), vücut kompozisyon analiz cihazı (Tanita BC 418, Japonya) ile, boy uzunlukları ise kilogram cinsinden 0,01 cm hassasiyetinde stadiometre (Seca 213, Almanya) ile değerlendirilmiştir. Ölçümler sırasında sporcuların cihazın plat-

formuna çıplak ve kuru ayak ile çıkmaları istenerek toplam vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi (VKİ) değerleri belirlenmiştir (18).

Sporcuların Q ve H kas kuvveti, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinde uzman fizyoterapist tarafından izokinetik dinamometre (Cybex NORM®, Humac, CA, USA) ile değerlendirilmiştir. Sporculara izokinetik kas kuvvet testi yapılmadan önce 5 dakika bisiklet ergometresi ile ısınma egzersizi yaptırılmıştır. Ölçümler için sporcular kalçaları 90° fleksiyonda olacak şekilde oturtulmuş, dinamometrenin rotasyon eksenini ile diz eklemine anatomik eksenini (lateral femoral kondil) aynı hizada olacak şekilde ayarlanmıştır (19). Q ve H kaslarının konsentrik kuvvet değerlendirmesi 0-90° diz fleksiyon aralığında 60°/sn hızda yapılmıştır. Testlere 90° diz fleksiyon pozisyonundan başlanmıştır. Test öncesi 3 tekrarlı submaksimal ısınma tekrarı uygulanmış, bir dakikalık dinlenmenin ardından ise 5 maksimal test tekrarı yaptırılmıştır (20). Eksentrik kas testi 20-90° diz fleksiyon aralığında 60°/sn hızda 5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Yapılan iki denemeden sonra bir dakikalık dinlenme arası verilmiş, ölçümler Q kasının değerlendirilmesi için 20° diz fleksiyonu, H kası için 90° diz fleksiyon pozisyonundan başlatılmıştır (21). H ve Q kasları için pik tork/vücut ağırlığı değerleri ve fonksiyonel  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranı kaydedilmiştir (22). çalışmamızda sporcuların maksimal kuvvet değerlerinin şut hızı ile ilişkili olabileceği düşünülerek, izokinetik kuvvet değerleri 60°/sn açılma hızda değerlendirilmiştir.

Sporcuların şut hızları, radar cihazı (Pocket Radar Ball Coach Speed Gun, USA) ile belirlenmiştir. Hız ölçüm cihazı  $\pm 2$  km.sa<sup>-1</sup> hassasiyetinde, 16/177 km.sa<sup>-1</sup> ölçüm yapabilen radar özelliğine sahiptir. Şut hızı ölçümlerinin yapıldığı sırada sporcuların forma, şort ve futbol ayakkabısı kullanılmaları istenmiştir. Ölçümler düz bir zemine sahip sentetik çim sahada, kaleye 20 metre mesafede sabit duran, standart müsabaka topu ile alınmıştır. Katılımcıların şut hızlarında en iyi sonucun elde edilebilmesi için maksimum güçle ve en hızlı vuruş yaptığı tekniği uygulayarak topa vurmaları istenmiş ve kaleyi bulmayan şutların da çalışmaya dahil edileceği bildirilmiştir. Futbolculara 3 şut atış hakkı verilerek en iyi değer kaydedilmiştir (8).

### Verilerin Analizi

Elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 24,0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistik olarak aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Sporcuların dominant taraf izokinetik kas kuvvetleri ile şut hızı arasındaki ilişkiyi belirlemede Pearson Korelasyon Analizi kullanılmıştır. çalışmada Korelasyon katsayıları; 0,05-0,30: düşük; 0,30-0,40: düşük orta; 0,40-0,60: orta; 0,60-0,70: iyi; 0,70-0,75: çok iyi; 0,75-1,00: mü

kemmel derece olarak kabul edilmiştir (23). çalışmada anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Sporcuların fiziksel özellikleri ile Q ve H kaslarının eksentrik ve konsentrik kuvvetleri ve şut hızları Tablo 1'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre futbolcuların şut hızları ile konsentrik Q kas kuvveti arasında mükemmel, konsentrik H kas kuvveti arasında iyi derecede, eksentrik Q kas kuvveti arasında çok iyi derecede ve eksentrik H kas kuvveti arasında ise düşük orta derecede anlamlı ilişki saptanmıştır

( $p < 0,05$ ). Ancak futbolcuların  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranı ile şut hızı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 1.** Sporcuların fiziksel özellikleri, kuvvet ve şut hızı ortalamaları

Yaş (yıl)	18,46 ± 1,99
Boy uzunluğu(cm)	178,22 ± 5,53
Vücut Ağırlığı (kg)	68,29 ± 6,26
VKI (kg/m <sup>2</sup> )	21,45 ± 1,54
$H_{eks}/Q_{kon}$ (%)	0,64 ± 0,281
60°/sn Kon Q(Nm)	230,48 ± 60,63
60°/sn Kon H(Nm)	122,24 ± 34,76
60°/sn Eks Q(Nm)	249,09 ± 87,34
60°/sn Eks H(Nm)	150,02 ± 102,75
Şut Hızı (km/saat)	81,98 ± 17,12

VKI: Vücut Kütle İndeksi, Q: Kuadriseps, H: Hamstring,  $H_{eks}/Q_{kon}$ : Hamstring/Kuadriseps oranı, Kon: Konsentrik, Eks: Eksentrik

**Tablo 2.** İzokinetik diz kas kuvveti ile şut hızı arasındaki ilişki

	60°/sn Kon. Q	60°/sn Kon. H	60°/sn Eks. Q	60°/sn Eks. H	$H_{eks}/Q_{kon}$
r	0,785**	0,639**	0,723**	0,380**	0,117
p	0,001	0,001	0,001	0,005	0,401

Q: Kuadriceps, H: Hamstring,  $H_{eks}/Q_{kon}$ : Hamstring/Kuadriceps oranı, Kon: Konsentrik, Eks: Eksentrik

## TARTIŞMA

Futbolda topa vuruş hareketi genel olarak, kasların sinerjist olarak çalışması ve antagonist kasların katılımı ile meydana gelen karmaşık bir olaylar zinciridir (12). Cerrah ve Erdinç tarafından yapılan bir çalışmada maksimum top hızı için bacak kaslarındaki kas aktivasyonunun önemli olduğu belirtilmiştir (16). Önceki çalışmalarda futbolda başarıya ulaşılmasında ana göstergelerden biri olan top hızının, kas kuvvetinden ve vuruş tekniklerinden etkilendiği ifade edilmiştir (23,24). Şut atış tekniği farklı şekillerde (ayak içi, üstü, dışı vb.) uygulanmasına karşın hareketin uygulanma fazları benzerdir. Topa vuruş tekniği farklı olsa da hareketin patlayıcı nitelikte uygulanması şut performansını artırıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir. Özellikle H ve Q kas gruplarındaki kuvvet artışı aynı zamanda kasılma hızını artırıcı bir unsur olabilir. Dolayısıyla topa vuruş tekniğinde hızlı bir şekilde uygulanan diz ekstansiyonu ve fleksiyonunun şut atışı sırasında topun hızında oluşan artış için belirleyici bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda, bacağın topa doğru savrulduğu anda yüksek kas aktivasyonu gerçekleştirerek, kasılma ve gevşeme koordinasyonunu sağlayabilen futbolcuların topa daha hızlı vurabildiği belirtilmektedir (4,16). Bu nedenle şut hızının özellikle H ve Q kas kuvvetlerinden etkilendiği söylenebilir.

Literatürde diz çevresi kaslarının izokinetik kuvveti ile şut hızının değerlendirilmesine yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar arasında da fikir birliği bulunmamaktadır. Maly ve ark. (26) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçları, diz ekstansör ve fleksör kasların konsentrik kuvvetlerinin (60, 180 ve 300°/sn), top hızı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Masuda ve ark. 14

kolej futbolcusunu yetenekli ve az yetenekli olarak 2 gruba ayırmış ve diz fleksiyon-ekstansiyon kaslarının konsentrik kuvvetlerini izokinetik dinamometre ile 90, 180, 240°/s açısal hızlarda değerlendirmişler, az yetenekli oyuncuların top hızı ile kuvvet parametreleri arasında bir ilişki saptamamış, yetenekli futbolcuların kuvvetlerinin top hızı ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir (17). Cerrah ve Erdinç (16) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise amatör futbolcuların (60 ve 300°/sn açısal hız) konsentrik diz çevresi kas kuvveti ile şut hızı arasında anlamlı ilişki olduğu belirtilmiştir. Ancak aynı çalışmada profesyonel futbolcuların diz çevresi kaslarının konsentrik kuvvetlerinin amatör futbolculardan daha yüksek olmasına karşın şut hızı ile anlamlı ilişkisi olmadığı ifade edilmiştir (16). Profesyonel futbolcularla yapılan bir başka çalışmada (60°/sn, 240°/sn ve 360°/sn açısal hız) diz çevresi kasların konsentrik kuvveti ile optimal şut hızı arasında anlamlı ilişki olmadığı saptanmıştır (27). Ayrıca Mc Lean ve Tumilty (28) tarafından yapılan bir çalışmada izokinetik diz kas kuvvet değerlerinin şut hızı ile ilişkili olmadığı belirlenmesine karşın Poulmedis ve ark. (29) ve De Proft ve ark. (10) tarafından yapılan çalışmalarda kuvvet değerleri ile şut hızı arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. Birbirleriyle çelişkili sonuçlar veren bu araştırmalarda yer alan futbolcuların profesyonel statüde olması ve izokinetik diz kas kuvvetlerinin yalnızca konsentrik olarak değerlendirilmiş olması bu çalışmaların bizim çalışmamızla en temel farklılıklarındandır. Profesyonel futbolcuların genellikle spor yaşı ve haftalık antrenman sayısı amatör futbolculardan daha fazladır. Bu nedenle amatör futbolcuların teknik becerilerinin, profesyonellere oranla daha sınırlı olması beklenen bir durumdur. Dolayısıyla amatör futbolcuların topa vuruş hareketini teknik bileşenlerden çok kas kuvveti

ve kasılma hızı gibi değişkenlerle uygulaması amatör futbolcular lehine belirlenen anlamlı ilişkiyi açıklayabilir. Yalnızca Q ve H kaslarının konsentrik kuvvetlerinin değerlendirildiği bu çalışmalarla kıyaslandığında bizim çalışmamızda eksentrik kuvvet de değerlendirilmiştir. Futbolda topa vuruş sırasındaki tüm fazlarda kasların hem konsentrik hem de eksentrik olarak kasıldığı önceki çalışmalarda gösterilmiştir (9,10). Bu nedenle bu çalışmada şut hızının hem konsentrik hem de eksentrik Q ve H ile ilişkisi incelenmiş ve sonuçta da atış hızının hem konsentrik hem de eksentrik Q ve H kas kuvveti ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Yapılan çalışmanın önemli bir sonucu da dominant bacak  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranı ile şut hızı arasında anlamlı ilişki belirlenmemiş olmasıdır. Bu durum  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranının kasın kuvvetinden çok kas kuvvet dengeleri hakkında bilgi veren bir parametre olması ile açıklanabilir. Maksimum izokinetik H kas kuvvetinin maksimum izokinetik Q kas kuvvetine (H/Q oranı) oranı, diz eklemi ile ilgili kas kuvvet özelliklerini tanımlamak için yaygın kullanılan bir parametredir. H/Q oranı maksimum diz fleksör ve maksimum diz ekstansör kuvvetinin aynı açısız hız ve kontraksiyon modundaki (izometrik, konsentrik, eksentrik) ölçümlerinin birbirine oranı ile hesaplanır. Bu oranlar konvansiyonel oranlar (konsantrik hamstring kuvveti/konsantrik kuadriseps kuvvet oranı veya eksentrik hamstring kuvveti/eksentrik kuadriseps kuvvet oranı) ve fonksiyonel oranlardan (eksentrik hamstring kuvveti/konsantrik kuadriseps kuvvet oranı veya konsantrik hamstring kuvveti / eksentrik kuadriseps kuvvet oranı) oluşur (30). Yapılan bir çalışmada katılımcıların diz ekstansiyonu için eksentrik hamstring kuvveti ile konsentrik kuadriseps kuvvet oranının; diz fleksiyonu için ise konsentrik hamstring kuvveti ile eksentrik kuadriseps kuvvet oranının daha iyi değerlendirme sağlayacağı belirtilmiştir (31). Literatürde  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranını inceleyen çalışmaların daha çok yaralanma riskleri ve rehabilitasyona yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın önemli bir sınırlılığı sporcuların genç erkek futbolcular arasından seçilmesidir. Farklı lig, cinsiyet ve yaş gruplarından futbolcuların  $H_{eks}/Q_{kon}$  oranlarının daha yüksek açısız hızlarda değerlendirilmesi ve şut hızıyla ilişkisine bakılması önerilmektedir.

## SONUÇ

Futbolcularda Q ve H kaslarının hem konsentrik hem de eksentrik kuvvetinin şut hızıyla ilişkili olduğu görüldü. Futbolda performansın geliştirilmesinde önemli bir fiziksel uygunluk parametresi olan kuvvetin futbolcuların şut hızının geliştirilmesinde de önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Futbolcuların şut hızını artırmak için Q ve H konsentrik-eksentrik kas kuvvetini artıracak yönde egzersizlerin antrenman programlarına eklenmesi uygun olacaktır.

## Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

The authors declared no conflicts of interest with respect to authorship and/or publication of the article.

## Financial Disclosure / Finansal Destek

The authors received no financial support for the research and/or publication of this article.

## KAYNAKLAR

1. Canüzmez AE, Acar MF, Özçaldıran B. İç üst vuruşta kullanılan kas grupları zirve tork güçlerinin topa vuruş mesafesiyle arasındaki ilişki. *Proceedings of the 9th International Sports Sciences Congress*; 2006 Nov 3-5; Muğla, Türkiye. p. 246-58.
2. Weineck J. Futbolda kondisyon antrenmanı. çeviren: Bağırhan T. 1. Basım. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitapevi; 2011.
3. Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19(2):243-51.
4. Kellis E, Katis A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *J Sports Sci Med*. 2007;6(2):154-65.
5. Lees A, Kershaw L, Moura F. The three-dimensional nature of the maximal instep kick in soccer. In: Reilly T, Cabri J, Araújo D, editors. Science and Football V, *Proceedings of the Fifth World Congress of Science and Football*; 2003 Apr 11-15; Lisbon, Portugal. London; New York: Routledge; 2005. p. 65-70.
6. Cerrah AO, Güngör EO, Soylu AR, Ertan H, Lees A, Bayrak C. Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Isokinet Exerc Sci*. 2011;19(3):181-90.
7. Wickstrom RL. Developmental kinesiology: Maturation of basic motor patterns. *Exerc Sport Sci Rev*. 1975;3(1):163-92.
8. Dorge HC, Andersen TB, Sorensen H, Simonsen EB. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *J Sports Sci*. 2002;20(4):293-9.
9. Kellis S, Gerodimos V, Kellis E, Manou V. Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinet Exerc Sci*. 2001;9(1):31-9.
10. De Proft E, Clarys J, Bollens E. Muscle activity in the soccer kick. In Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ, (Eds). *Science and Football*. London: E & FN Spon. 1988; p. 434-40.
11. Dorge HC, Andersen TB, Sorensen H, Simonsen EB, Aagaard H, Dyhre Poulsen P, et al. EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. *Scand J Med Sci Sports*. 1999;9(4):195-200.
12. Commetti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med*. 2001;22(1):45-51.
13. Brophy RH, Backus SI, Pansy BS, Lyman S, Williams RJ. Lower extremity muscle activation and alignment during the soccer instep and side-foot kicks. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(5):260-8.
14. Carling C, Williams AM, Reilly T. *Handbook of Soccer Match Analysis*. Routledge Taylor and Francis Group, New York, USA. 2005.
15. Aktuğ ZB, Yılmaz AK, Ibiş S, Aka H, Akarçesme C, Sökmen T. The effect of 8-week nordic hamstring exercise on hamstring quadriceps ratio and hamstring muscle strength. *World Journal of Education*. 2018;8(3):162-9.
16. Cerrah AO, Ertan H. Evaluating relationship between isokinetic muscle strength and different kicking techniques ball velocities in soccer. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*. 2015;6(2):33-45.
17. Masuda K, Kikuhara N, Takahashi H, Yamanaka K. The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *J Sports Sci*. 2003;21(10):851-8.
18. Kutâç P. Inter-daily variability in body composition among young men. *J Physiol Anthropol*. 2015;34(1):32.
19. Zwolski C, Schmitt LC, Quatman-Yates C, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV. The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2015;43(9):2242-9.
20. Ross MD, Irrgang JJ, Denegar CR, McCloy CM, Edward T, Unangst ET. The relationship between participation restrictions and selected clinical measures following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;10(1):10-9.
21. Oliveira AK, Borges DT, Caio Lins AA, Cavalcanti RL, Macedo LB, Brasileiro JS. Immediate effects of kinesio taping on neuromuscular performance of quadriceps and balance in individuals submitted to anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial. *J Sci Med Sport*. 2016;19(1):2-6.

22. Coombs R, Garbutt G. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *J Sports Sci Med.* 2002;1(3):56-62.
23. Hayran M, Hayran M. *Sağlık araştırmaları için temel istatistik*. Art Ofset Yayıncılık Matbaacılık Organizasyon Ltd Şti, Ankara. 2011.
24. Dutta P, Subramaniam S. Effect of six weeks of isokinetic strength training combined with skill training of football kicking performance. In: Sprinks W, Reilly T, Murphy A, editors. *Science and Football IV*. London: Routledge; 2002. p. 333-40.
25. Nonome H, Lake M, Georgakis A, Stergioulas LK. Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *J Sports Sci.* 2006;24(1):11-22.
26. Maly T, Sugimoto D, Izovska J, Zahalka F, Mala L. Effect of muscular strength, asymmetries and fatigue on kicking performance in soccer players. *Int J Sports Med.* 2018;39(4):297-303.
27. Saliba L, Hrysomallis C. Isokinetic strength related to jumping but not kicking performance of Australian footballers. *J Sci Med Sport.* 2001;4(3):336-47.
28. Mc Lean BD, Tumilty DM. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med.* 1993;27(4):260-2.
29. Poulmedis P, Rondoyannis G, Mitsou A, Tsarouchas, E. The influence of isokinetic muscle torque exerted in various speeds on soccer ball velocity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1988;10(3): 93-6.
30. Olyaei G, Hadian M, Talebian S, Bagheri H, Malmir K, Olyaei M. The effect of muscle fatigue on knee flexor to extensor torque ratios and knee dynamic stability. *Arab J Sci Eng.* 2006;31(2C):121-7.
31. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med.* 1998;26(2):231-7.