

Kar Sporlarında İzokinetik Diz Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Buket SEVİNDİK-AKTAŞ¹, Kemalettin SEREN², Fatih KIYICI², Gökhan ATASEVER²,
Serhat AKTAŞ³

DOI: <https://doi.org/10.38021asbid.1293267>

ORJİNAL ARAŞTIRMA

¹Erzurum Teknik
Üniversitesi,
Spor Bilimleri Fakültesi,
Erzurum/Türkiye

²Atatürk Üniversitesi,
Spor Bilimleri Fakültesi,
Erzurum/Türkiye

³Gençlik ve Spor
Bakanlığı,
Erzurum/Türkiye

Öz

Farklı kar branşlarındaki elit sporcuların diz eklemi izokinetik kuvvet oranlarını karşılaştırılarak aralarındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya kar branşları (alp disiplini, kayaklı koşu, snowboard, kayakla atlama ve biathlon) kapsamında yaş ortalamaları $18,3 \pm 2,2$ yıl boy uzunluğu ortalamaları $171,47 \pm 4,91$ cm, vücut ağırlığı ortalamaları $65,65 \pm 10,85$ kg olan, 40 erkek sporcu dahil edilmiştir. Sporcuların diz fleksiyon/ekstansiyon kas kuvvetleri $60^\circ/\text{sn}$ açılarda 5 ve $180^\circ/\text{sn}$ açılarda 15 tekrar şeklinde ölçülmüştür. Grupların diz fleksör/ekstansör kas kuvvetleri arasındaki farklılıkları belirlemek için one way anova analizi kullanılmıştır. Branşlar arasındaki farklılığın belirlemek için post hoc Tukey analizi uygulanmıştır. Branşların $60-180^\circ/\text{sn}$ açılarda dominant, non-dominant ekstansör kaslarında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p < 0,05^*$). Dominant bacak ekstansiyon hareketinde; alp disiplini ile kayakla atlama branşları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, non-dominant bacak kuvvetinin ekstansiyon hareketinde snowboard ile kayakla atlama branşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fleksiyon hareketinde 60 ve $180^\circ/\text{sn}$ açılarda dominant ve non-dominant bacak kuvveti hareketinde fark olmadığı tespit edilmiştir. Grupların $60-180^\circ/\text{sn}$ açılarda dominant ve non-dominant fleksör/ekstansör kaslarının kuvvet oranları $60^\circ/\text{sn}$ dominant bacak kuvvetinde fleksiyon/ekstansiyon hareketinde alp disiplini ile kayaklı koşu branşları arasında anlamlı fark saptanmış ve alp disiplini branşının kas kuvveti oranının en yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0,05^*$). Diğer değişkenlerde branşlar arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p > 0,05$). Kayakla atlama sporcularının diğer branşlara göre diz eklemi ekstansör kaslarının kuvvetinin daha düşük olduğu; alp disiplini ve kayaklı koşu sporcularının $60^\circ/\text{sn}$ açılarda H/Q oranlarında alp disiplini aleyhine kuvvet dengesizliği saptanmıştır. Sporcularda kuvvet dengesizliğini belirlemek gerektiğinde H/Q orantısızlığını gidermek için düzeltici egzersizlerin yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Diz Ekstansör/Fleksör, H/Q Oranı, Kayak, İzokinetik Kas Kuvveti

Sorumlu Yazar:

Buket SEVİNDİK
AKTAŞ

buketsevindik25@gmail.com

Comparison of Isokinetic Knee Strength in Snow Sports

Abstract

It was aimed to compare the knee joint isokinetic strength ratios of elite athletes in different snow branches and evaluate the relationship between them. In the scope of snow branches (alpine skiing, ski running, snowboarding, ski jumping and biathlon), the mean age is 18.3 ± 2.2 years, theme an height is 171.47 ± 4.91 cm, and theme an body weight is 65.65 ± 10.85 kg 40 male athletes were included. The athletes' knee flexion/extension muscle strengths were measured as 5 repetitions at an angular speed of $60^\circ/\text{sec}$ and 15 repetitions at an angular velocity of $180^\circ/\text{sec}$. One way anova analysis was used to determine the differences between the groups knee joint flexor/extensor muscle strengths. Post hoc Tukey analysis was applied to determine the difference between branches. There is significant difference in the dominant, non-dominant extensor muscles of the branches at $60-180^\circ/\text{sec}$ angular velocity ($p < 0.05^*$). In extension movement in dominant leg; It was found that there was statistically significant difference between alpine discipline and ski jumping branches, and statistically significant difference was found between snowboard and ski jumping branches in non-dominant leg strength in extension movement. It was determined that there was no difference between dominant and non-dominant leg strength movements at 60 and $180^\circ/\text{sec}$ angular speed in flexion movement. A significant difference was found between the strength ratios of dominant and non-dominant flexor/extensor muscles at $60-180^\circ/\text{sec}$ angular velocity of the groups in flexion/extension movement at $60^\circ/\text{sec}$. appears to be high ($p < 0.05^*$). No significant relationship was found between branches in other variables ($p > 0.05$). The strength of the knee joint extensor muscles of ski jumping athletes is lower compared to other branches; A force imbalance was detected in the H/Q ratios of alpine skiing and cross-country skiing athletes at an angular speed of $60^\circ/\text{sec}$, against the detriment of alpine skiing. When it is necessary to determine strength imbalance in athletes, it is recommended to perform corrective exercises to eliminate H/Q disproportion.

Keywords: Knee Extensor/Flexor, H/Q Ratio, Skiing, İzokinetik Muscle Strength

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi:
06.05.2023

Kabul Tarihi:
20.07.2023

Online Yayın Tarihi:
28.09.2023

Giriş

Kış sporları branşlarında yapılan yarışlar fiziksel olarak, yüksek hızlarda alt ekstremiteye uygulanan ve büyük dış yüklerin olduğu zorlu bir spordur (Bere vd., 2011; Berg vd.,1995). Kayak sporcuları maksimum düzeyde nöromüsküler aktivite içeren güçlü eksantrik kas kasılmalarıyla tekrarlanan çift yönlü dönüşler gerçekleştirirler (Berg vd.,1995). Elit kayak yarışçıları yüksek seviyede hamstring (H) ve quadriceps (Q) kuvveti, yüksek Hamstring/Quadriceps kuvvet oranı (H/Q oranı) ve belirgin iki taraflı kuvvet simetrisi sergilemektedirler (Neumayr vd., 2003; Turnbull vd., 2009).

Kar sporları branşları teknik, cesaret, hız, risk, kondisyon, kararlılık gibi özellikleri kapsayan ve içerisinde bol adrenalin içeren bir yarışma türüdür. Kayak branşı sporcularının müsabakalardaki performansları daha çok alt ekstremite kas kuvvetlerine bağlıdır. Özellikle H ve Q kasları ile diz eklemi kayak sporcularının yarışlardaki performansın belirleyici etkenlerindedir. Diz çevresi kaslarından olan H ve Q kasları, yarışmalarda sporcunun ortaya koyduğu performansta oldukça önemli rol oynamaktadır.

Kas kuvveti kişilerin günlük yaşamında ve uyguladıkları sportif aktivitelerde önemli rol oynayan bir fiziksel uygunluk parametresidir (Prieske vd., 2016). Kasın kuvveti, birim zamanda kasın yüksek efor ile dış dirence karşı sarf ettiği güçtür. Kasın enine kesit alanı, kontraksiyon tipi, yaş, cinsiyet (kadın-erkek), kas lifi tipi, yorgunluk, beslenme, fiziki koşullar, fiziksel aktivite gibi faktörlerle ilişkilidir (Taşdemir, 2019). Ayrıca kuvveti bireyin vücut yapısının da etkilediği bilinmektedir (Barış vd., 2003).

Sporcuların kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının ayarlanmasında, performansın yükseltilmesinde ve programların oluşturulmasında etkisi önemlidir. Sporcuların fiziksel performanslarını en üst düzeye çıkarabilmek için, detaylı şekilde analiz edilmeleri gerekmektedir (Miller vd., 2006). Sporcularda izokinetik kuvvet profillerinin belirlenmesi branşın gerekliliklerinin yerine getirilmesi ve sporcuların üst düzey performanslarının sürekliliği açısından büyük önem arz etmektedir (Magalhaes vd., 2004).

Kayak sporcularının iyi bir kas kuvveti ve kas koordinasyonuna sahip olmaları ortaya yüksek bir verimi çıkartmaktadır. Bu alanda yapılan birçok çalışmada kas kuvvetinin dayanıklılık, performans ve verimli bir oyun ortaya koyabilmek için oldukça önemli bir yere sahip olduğu belirtilmektedir.

Bu bağlamda kayak sporu yapan elit sporcuların; kas kompozisyonları, antropometrik özellikleri ve performansları farklılık arz etmektedir. Saha ve zemin özelliklerine göre farklı pistlerde yarışan kayak sporcularında kuvvet artışı performans başarısında yükseliş sağlamaktadır. Bütün bu bilgilerin temelinde ise anatomi yatmaktadır. Bu bağlamda öncelikle izokinetik kuvvetin irdelenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmada, farklı kar spor branşlarında elit seviyede yer alan sporcuların izokinetik test yöntemiyle diz eklemi üzerinde etkili olan fleksör (Hamstring) ile ekstansör (Quadriceps) kas gruplarının, kuvvetlerinin 60°-180°/sn açısal hızlarda kas kuvvetlerinin oranları arasındaki farkın değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmaya farklı kar sporu branşları (alp disiplini, snowboard, kayaklı koşu, biathlon ve kayakla atlama) kapsamında 15-23 (yaş ortalamaları $18,3 \pm 2,2$ yıl, boy uzunluğu ortalamaları $171,47 \pm 4,91$ cm, vücut ağırlığı ortalamaları $65,65 \pm 10,85$ kg) yaş grubunda elit düzeyde yarış yapan 40 erkek sporcu dahil edilmiştir. Sporculara yapılacak olan testler hakkındaki zorunlu bilgilendirmeler yapıldıktan sonra gönüllü onam formları imzalatılmıştır. Araştırmanın yapılabilmesi amacıyla Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi etik kurulundan gerekli izin alınmış (28.12.2022/127) ve çalışma Helsinki Deklarasyonuna uygun olarak yapılmıştır. Ayrıca Makalenin yönteminde “mevcut araştırma süresince, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi çerçevesinde hareket edilmiştir

Katılımcıların çalışmaya dahil edilme kriterleri; bilinen herhangi hastalığının veya sağlık sorunu olmaması, son 3 ay içerisinde alt ekstremite sakatlığı geçirmemiş olması, çalışmada yaptırılacak olan performans testlerini yapabiliyor durumda olması ve çalışmaya katılmaya gönüllü olması şeklinde belirlenmiştir. Aynı zamanda, kayak branşında (alp disiplini, snowboard, kayaklı koşu, biathlon ve kayakla atlama) en az 5 yıldır milli takımda yer almış olması gerekmektedir.

Çalışmaya katılmayı kabul eden sporcuların demografik bilgileri kaydedildikten sonra, izokinetik bacak kuvveti ölçümü yapılmıştır. Çalışma grubunu oluşturan sporcuların tanımlayıcı bilgileri Tablo 1’de görülmektedir.

İzokinetik Bacak Kas Kuvvetinin Ölçümü

İzokinetik bacak kas kuvveti Iso Med 2000® cihazıyla (Almanya) ölçülmüştür. Sporcular teste başlamadan önce on dakika boyunca bisiklete binerek ısınmaları söylenmiştir. Daha sonra sporculardan açma-germe hareketleri yapmasından sonra ölçüm yapılacak olan izokinetik cihazına alınmıştır. Cihazın açısı yetmişbeş dereceye ayarlandıktan sonra, pivot noktası dış tarafta bulunan femurun dış kondil olacak şekilde dinamometrenin şaftı ayarlanmıştır. Dinamometrenin peditibiası alanında ayak serbest şekilde sabitlenerek; omuzlardan, dizin hemen üstü quadricepsin dize yakın kısmından hareketi engellemeyecek şekilde kemer ile stabilize edilmiştir. Cihaz tarafından gösterilen noktalara vidalar yerleştirilerek ROM (Eklem hareket açıklığı) tutturulmuştur. Cihaza sporcular bağlandıktan sonra pasif durumda diz (fleks/ekstans) yaptırılıp rahatsız eden herhangi bir durum olmadığına bakılmıştır. Ölçüm öncesinde yer çekimi kalibrasyonu yapılmıştır. Ölçüm sırasında sporcuların daha yüksek performans

sergileyebilmesi için sözel cesaretlendirme uygulaması yapılmış ve test verilerini anlık gösteren monitör görebilecekleri şekilde konumlandırılmıştır. Değerlendirme; diz (fleksiyon/ekstansiyon) hareketi konsantrik hareket modülünde fleks/ekstans seçilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirme esnasında her hareket ve hızdan önce 3 tekrarlı ısınma ve anlama hareketi yaptırıldı. Dinlenme süresi için Testler arası 3dk süre verilmiştir. Testler hareketin daha hızlı algınabilmesi ve uygulanabilmesi için dominant taraf ile başlamıştır. Testler uygulanırken; 60°/sn hızda beş tekrar ve 180°/sn hızda onbeş tekrar olarak uygulanmıştır (Kocahan ,2017).

Verilerin Analizi

Analizler için SPSS 26.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler kullanıldı ve aritmetik ortalama \pm standart sapma olarak sunuldu. Anlamlılık düzeyi için $p<0,05$ kabul edildi. Verilerin normal dağılım varsayımını tespiti için için Shapiro-Wilk testi kullanılarak incelenmiştir ve normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Branşlar arasındaki testlerin karşılaştırılması için one way anova testi uygulandı. Branşlar arasındaki farklılığın hangi branş yada branşlardan kaynaklandığını bulmak amacıyla post hoc analizi olarak Tukey analiz testi uygulandı.

Bulgular

Katılımcıların yaş, boy ve kilo parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklara rastlanmamıştır ($p>0,05$). Vücut ağırlığı açısından sırasıyla alp disiplini, kayaklı koşu snowboard, kayakla atlama ve biathlon branşları arasında ise anlamlı fark olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 1). Kayakla atlama branşı sporcularını diğer branşları yapan sporculara nazaran vücut kiloları daha düşük seviyede olduğu saptandı ($p<0,05^*$).

Tablo 1
Kar Sporları Sporcularının Tanımlayıcı Bilgileri

	N	Yaş (Yıl) X \pm Ss	Kilo (Kg) X \pm Ss	Boy (Cm) X \pm Ss
A.Disiplini ¹	8	17,5 \pm 1,1	69,2 \pm 14,3	172,1 \pm 5,93
K.Koşu ²	8	18 \pm 2,32	69,62 \pm 6,78	170,62 \pm 6,86
Snowboard ³	8	19,5 \pm 2,81	70,0 \pm 10,52	173,62 \pm 3,24
K.Atlama ⁴	8	18,5 \pm 2,44	54,50 \pm 5,04	169,50 \pm 3,07
Biathlon ⁵	8	18,2 \pm 2,18	64,87 \pm 8,37	171,5 \pm 4,59
Total	40	18,3 \pm 2,2	65,65 \pm 10,85	171,47 \pm 4,91
f		0,655	3,757	0,783
p		0,627	0,012*	0,544
a			1, 2, 3, 5>4	

* $p<0,05$

Bütün branşlarda diz fleksör ve ekstansör kaslarının 60 ve 180°/sn açısal hızlardaki izokinetik bacak kuvveti sonuçları Tablo 2’de görülmektedir. 60°-180°/sn açısal hızda dominant ve non-dominant diz eklemi ekstansör kaslarında anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05^*$). Dominant bacak

kuvvetinde ekstansiyon hareketinde; alp disiplini ile kayakla atlama branşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu, non-dominant bacak kuvvetinde ekstansiyon hareketinde ise snowboard ile kayakla atlama branşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Fleksiyon hareketinde 60 ve 180°/sn açısal hızda dominant (DM) ve non-dominant (NDM) bacak kuvveti hareketinde anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2

Kar Sporları Branşlarındaki Sporcuların 60°-180°/sn Açısal Hızlarda Diz Fleksör ve Ekstansör İzokinetik Kuvvet Oranları

	Branşlar	A.Disiplini ¹	K. Koşu ²	Snowboard ³	K. Atlama ⁴	Biathlon ⁵	f	p	a
	Açısal Hız	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss			
Ekstansiyon	60°/sn Dm	263,31±50,28	211,15±35,48	255,40±49,65	198,45±28,82	210,45±30,78	4,31	0,006*	1>4
	60°/sn Ndm	238,76±46,96	199,11±35,22	246,10±53,06	185,71±31,30	201,30±32,38	3,409	0,019	3>4
	180°/sn Dm	184,57±38,94	152,92±20,57	181,92±29,17	145,25±19,76	152,07±15,07	3,986	0,009	1>4
	180°/sn Ndm	179,93±32,25	152,31±24,26	184,20±35,92	143,41±22,64	149,92±16,18	3,788	0,012*	3>4
Fleksiyon	60°/sn Dm	135,37±41,93	128,12±24,41	134,78±71,64	108,22±19,28	110,36±22,32	1,884	0,135	-
	60°/sn Ndm	129,75±39,01	118,12±27,91	129,85±27,20	107,83±20,99	107,70±17,44	1,28	0,295	-
	180°/sn Dm	108,98±37,91	105,16±26,10	109,47±21,01	89,22±18,32	89,65±17,10	1,314	0,284	-
	180°/sn Ndm	110,58±38,36	101,82±24,99	103,61±26,78	93,76±115,46	85,82±11,70	1,142	0,353	-

*p<0,05

Grupların 60° ve 180°/sn açısal hızda dominant (Dm) ve dominant olmayan(Ndm) taraf diz ekleminin fleksör ve ekstansör kaslarının kas kuvvet oranları Tablo 3’te görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde; 60°/sn dominant bacak kuvvetinde fleksiyon/ekstansiyon kuvvet oranında alp disiplini ile kayaklı koşu branşları arasında anlamlı bir fark tespit edilmiş ve kayaklı koşu branşı kas kuvveti oranı en fazla olduğu görülmektedir (p<0,05*). Diğer değişkenlerde branşlar arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05) (Tablo 3).

Tablo 3

Kar Sporları Branşlarındaki Sporcuların 60°-180°/sn Açısal Hızlarda Diz Fleksör ve Ekstansör İzokinetik Kas Kuvvet Oranlarının Karşılaştırılması

		A.Disiplin ¹	K.Koşu ²	Snowboard ³	K. Atlama ⁴	Biathlon ⁵	f	p	a
		(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss	(N=8) X±Ss			
Flek/ekst 60°/sn (%)	Dm	47,97±7,48	58,25±5,39	50,92±4,49	51,58±4,67	52,17±5,44	3,596	0,015*	2>1
	Ndm	49,12±6,48	53,07±5,65	51,25±5,50	62,58±20,86	54,18±9,68	1,330	0,278	-
Flek/ekst 180°/sn (%)	Dm	54,18±8,87	60,76±9,75	57,17±9,05	56,60±5,73	58,72±7,47	0,697	0,599	-
	Ndm	53,00±5,95	60,85±8,71	52,72±4,91	56,73±4,62	57,41±6,59	2,279	0,080	-

*p<0,05

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, farklı kar spor branşlarında elit seviyede yer alan sporcuların hamstring ve quadriceps kaslarının 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda ayrı ayrı zirve kuvvet (PT) ve kuvvet asimetrisi (%) karşılaştırılmıştır. Çalışmamız sonucunda kar sporları branşlarındaki sporcuların 60°/s ve 180°/s açısal hızlardaki ekstremite izokinetik kas kuvveti sonuçları incelendiğinde; dominant ekstansiyon

bacak kuvvetinde hareketinde alp disiplini ile kayakla atlama branşları branşlarının oranları ile non-dominant ekstansiyon bacak kuvvetinde snowboard ile kayakla atlama branşları arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara rastlanmıştır ($p < 0,05^*$). Sporcu gruplarına göre $60^\circ/s$ açısız hızlardaki dominant ve non-dominant olarak; alp disiplini > snowboard > kayaklı koşu > biathlon > kayaklı atlama şeklinde, $180^\circ/s$ açısız hızlardaki non-dominantta snowboard > alp disiplini > kayaklı koşu > biathlon > kayaklı atlama şeklinde sıralanmaktadır. Kayaklı atlama branşının dominant ve non-dominant bacak kas kuvvetlerinin iyi olabilmesi için kas kuvvetini ve dayanıklılığını artıracak egzersizler önerilmektedir. Bacak kuvvetlerinin düşük olduğu branşların sporcularının antrenmanlarında tek yönlü çalışmalara önem verdiklerini ve orantısız güç gelişimine yönelik olma durumlarının olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısız hızlarda hareketin fleksiyon fazında herhangi anlamlılık saptanmamıştır ($p > 0,05$). Fleksiyonda $60^\circ/s$ ve $180^\circ/s$ açısız hızlarda farkın çıkmamasının diz ekstansörlerinin sağ-sol taraflarının aynı seviyede olduğu tahmin edilmektedir. Sportif aktivitelere yönelik çalışmalarda quadriceps kas grubu yoğun çalıştırılırken, hamstring kas grubu ihmal edilir. Bu durum ise, sporcularda H/Q oranlarının daha fazla düşmesini ve bir yaralanma faktörü haline gelebileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

Literatür incelendiğinde, quadriceps kas(bacak) kuvveti ile quadriceps açısı arasında ilişki olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (Biedert ve Gruhl, 1997; Hahn ve Foldspang, 1997). Quadriceps açısı arttıkça kas kuvvetinin azaldığı ve quadriceps açısı ile kuvveti arasında negatif yönde ilişki olduğu belirlenmiştir (Lyon vd., 1988). Yapılan başka çalışmada, sporcularda 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 belirtilmiştir (De Ste Croix vd., 2004). Kas kuvveti; kas lifi uzunluğu, yaş, antrenman protokolleri ve spor dalı(branşı) gibi birçok faktörden etkilenir (Brughelli vd., 2010; Slocker vd., 2001). Q açısı ve kas kuvvetini etkileyen farklı parametreler olması nedeni ile çalışmalarda, Q açısı ile kas kuvveti arasındaki ilişkinin de değiştiği belirtilmektedir.(De Ste vd., 2004; Hahn ve Foldspang, 1997) Literatürdeki bu bilgilere paralel olarak çalışmamızda da kayakla atlama branşı sporcularını diğer branşları yapan sporculara nazaran vücut kiloları en düşük seviyede olduğu; biathlon, kayaklı koşu, alp disiplini ve snowboard branşlarının sırasıyla kayaklı atlamayı takip ettiği tespit edilmiştir.

H ve Q kas kuvvetlerinin yüksek performans için önemli bir bileşen olmasının yanında bu kasların birbirine olan oranları (H/Q) da sporcularda kas kuvvetinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, sportif performansın artması, doğru ve etkili antrenman program oluşturulmasında ve yaralanmalarının önlenmesi, sakatlık oranının düşürülmesi açısından önemli yer tutmaktadır. (Magalhaes vd., 2004), (Miller vd., 2006)Diz fleksörlerinin (H) diz ekstensörleri (Q) ile

karşılaştırılması sonucunda elde edilen H/Q oranı (Alexander, 1990; Kannus ve Järvinen, 1990) geleneksel [Hkon/Qkon ve Heks/Qeks] ve fonksiyonel [Heks/Qkon ve Hkon/Qeks] olarak farklı şekillerde incelenir. Geleneksel H/Q kas kuvvet oranının 2/3 (%66) (Malliou vd., 2003) fonksiyonel H/Q oranının ise 1'in üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir (Coombs ve Garbutt, 2002). Bu oranlar ne kadar artar ise diz bölgesi yaralanma riski o kadar azalmaktadır (Orchard vd., 1997). Fakat yüksek hızlarda H kas grubunun, Q kas grubuna göre daha fazla kuvvet üretmesi, açılma hızı arttıkça H ve Q kas kuvvetleri arasındaki farkını azaltmaktadır (Zabka vd., 2011). Bu alanda H/Q oranlarının değişiklik göstermesinin sebebi yapılan spor branşı farklılığı ve o sporun gerek duyduğu motor beceri ve fizyolojik gereksinimler gösterilebilir. Çalışmamızda H/Q kas kuvvet oranlarının 60°s ve 180°s açılma hızlarında H/Q oranları hesaplanmış ve tüm gruplar arasında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre fleksiyon 60°s açılma hızında kayaklı koşu ve alp disiplini branşları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiş ve kayaklı koşu kas kuvveti oranı en fazla olduğu görülmektedir ($p < 0,05^*$). H/Q oranı 60°s ve 180°s açılma hızlarında kayaklı koşu branşının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebeplerinin kayaklı koşu sporunun aerobik özelliği fazla olan ve diğer branşlara göre patlayıcı kuvvetin yoğun olmadığı bir spor dalı olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Literatürde 16 dalış branşı yapan sporcularda 60 %s açılma hızında izokinetik ölçümler yapmış ve sporcuların H/Q oranlarının düşük seviyede olduğunu tespit etmişlerdir (Wilkosz vd., 2021). Başka bir çalışmada ise elit erkek voleybolcuların 60 %s ve 180 %s açılma hızlarında H/Q oranlarının incelendiği çalışmada dominant bacak lehine anlamlılık elde etmiştir. (Vieira vd., 2017). Ayrıca judo, hentbol ve futbol sporcularının izokinetik değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 60 %s açılma hızında H/Q oranlarında judo sporcularının hentbol ve futbol sporcularına göre düşük düzeyde olduklarını bildirmişlerdir (Andrade vd., 2012). Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamızın bulguları literatürü destekler niteliktedir.

H/Q kas kuvvet oranları 60°s açılma hızında dominant bacakta kayaklı koşu>biathlon>kayaklı atlama>snowboard>alp disiplini branşları şeklinde sıralanmaktadır. Kayaklı koşu sporcularının H/Q oranının yüksek olma sebebinin quadriceps kas grubunun diğer branşlara göre daha düşük değerler içerisinden olmasından kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Alp disiplini sporcularının H/Q kas kuvvet oranları 60°s açılma hızında %47,97; 180°s açılma hızında %54,18 olarak bulunurken, kayaklı koşucu sporcularının H/Q kas kuvvet oranları 60°s açılma hızında %58,25; 180°s açılma hızında %60,76 olarak belirlenmiştir. Alp disiplini, snowboard, kayaklı atlama ve biathlon sporcularının dominant taraf non-dominant tarafa göre mevcut sınırlardan daha güçlüdür.

Sporcuların bu kas kuvvetini dengesi sağlayabilmeleri ya da koruyabilmeleri için; diz bölgesi kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarında her iki taraf dizin arka grup kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını arttıracak konsantrik (legcurl, legpress vb.) ve eksantrik (nordic, extender vb.) egzersizler yapmaları önerilmektedir.

Kar spor branşlarındaki sporculara uygulanacak olan izokinetik kuvvet antrenmanlarında uygulanan açısız hızın önemli olduğu ve düşük açısız hızlarda yapılan izokinetik antrenmanın kuvvet artışı sağlayabileceği, aynı zamanda yanında yüksek açısız hızlarda yapılan izokinetik antrenmanın da kuvvet artışı sağlayabileceği sonucunu ortaya koymuştur. Sporcuların yaptıkları antrenmanların üstündeki açısız hızlarda kuvvet artışı sağlayamayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple, bir izokinetik kuvvetlendirme protokolü hazırlanırken, sporcuların ihtiyacı olan açısız hızların yaptığı branşın gerektirdiği açısız hızdaki kuvvetin dikkate alınarak yapılması gerektiği düşünülmektedir. Sporcularda kuvvet dengesizliğini belirlemek, gerektiğinde H/Q orantısızlığını gidermek için uygun antrenman programlarının belirlenmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Etik değerlendirme kurulu: Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu

Etik değerlendirme belgesinin tarihi:28.12.2022

Etik değerlendirme belgesinin sayı numarası: E-70400699-050.02.04-2200433751

Araştırmacıların Katkı Oranları Beyanı

Araştırmanın tüm aşamalarında beş yazar da eşit katkıda bulunmuştur.

Çatışma Beyanı

Yazarların araştırma ile ilgili bir çatışma beyanı bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Alexander, M. (1990). Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71(5), 334-339.
- Andrade, M. D. S., De Lira, C. A. B., Koffes, F. D. C., Mascarin, N. C., Benedito-Silva, A. A., ve 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. DOI: 10.1080/02640414.2011.644249
- Barış, L., Müniroğlu, S., Çoruh, E. E., ve Sunay, H. (2003). Türk erkek voleybol milli takımının somatotip özelliklerinin incelenmesi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 53-56.
- Bere, T., Flørenes, T. W., Krosshaug, T., Koga, H., Nordsletten, L., Irving, C., Bahr, R. (2011). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(7), 1421-1429. DOI.org/10.1177/0363546511405
- Berg, H. E., Eiken, O., ve Tesch, P. (1995). Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1666-1670.
- Biedert, R., ve Gruhl, C. (1997). Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 116(1-2), 77-82.
- Brughelli, M., Cronin, J., ve Nosaka, K. (2010). Muscle architecture and optimum angle of the knee flexors and extensors: a comparison between cyclists and Australian Rules football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 717-721. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318197009a

- Coombs, R., ve Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1(3), 56.
- De Ste Croix, M., Deighan, M., ve Armstrong, N. (2004). Time to peak torque for knee and elbow extensors and flexors in children, teenagers and adults. *Isokinetics and Exercise Science*, 12(2), 143-148.
- Hahn, T., ve Foldspang, A. (1997). The Q angle and sport. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 7(1), 43-48.
- Kannus, P., ve Järvinen, M. (1990). Knee flexor/extensor strength ratio in follow-up of acute knee distortion injuries. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71(1), 38-41.
- Kocahan, T., Kaya, E., Akinoglu, B., Karaaslan, Y., Ün Yildirim, N., ve Hasanoğlu, A. (2017). The effects of isokinetic strength training on strength at different angular velocities: a pilot study. *Spor Hekimliği Dergisi*, 52(3), 77-83.
- Lyon, L. K., Benz, L. N., Johnson, K. K., Ling, A. C., ve Bryan, J. M. (1988). Q-angle: a factor in peak torque occurrence in isokinetic knee extension. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 9(7), 250-2253.
- Magalhaes, J., Oliveir, A., Ascensao, A., ve Soares, J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44, 119-125.
- Malliou, P., Ispirlidis, I., Beneka, A., Taxildaris, K., ve Godolias, G. (2003). Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics and Exercise Science*, 11(3), 165-169. DOI: 10.3233/IES-2003-0144
- Miller, L. E., Pierson, L. M., Nickols-Richardson, S. M., Wootten, D. F., Selmon, S. E., Ramp, W. K., ve Herbert, W. G. (2006). Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 77(1), 58-63. DOI:10.1080/02701367.2006.10599332
- Neumayr, G., Hoertnagl, H., Pfister, R., Koller, A., Eibl, G., ve Raas, E. (2003). Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *International Journal of Sports Medicine*, 24(08), 571-575.
- Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., ve Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 81-85.
- Prieske, O., Muehlbauer, T., ve Granacher, U. (2016). The role of trunk muscle strength for physical fitness and athletic performance in trained individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46, 401-419.
- Slocker de Arce, A., Sánchez, J. C., Camacho, F., Clemente de Arriba, C., ve Pellico, L. G. (2001). Isokinetic evaluation of the healthy knee: Position of the joint at the peak torque. *Isokinetics and Exercise Science*, 9(4), 151-154.
- Taşdemir, (2019) U. F. F. C. Periferik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi.
- Turnbull, J., Kilding, A., ve Keogh, J. (2009). Physiology of alpine skiing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(2), 146-155. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00901.x
- Vieira, A., Alex, S., Martorelli, A., Brown, L. E., Moreira, R., ve Bottaro, M. (2017). Lower-extremity isokinetic strength ratios of elite springboard and platform diving athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 45(2), 87-91. DOI.org/10.1080/00913847.2017.1302310
- Wilkosz, P., Kabacinski, J., Mackala, K., Murawa, M., Ostarello, J., Rzepnicka, A., Dworak, L. B. (2021). Isokinetic and isometric assessment of the knee joint extensors and flexors of professional volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6780. DOI:10.3390/IJERPH18136780
- Zabka, F. F., Valente, H. G., ve Pacheco, A. M. (2011). Isokinetic evaluation of knee extensor and flexor muscles in professional soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17, 189-192. DOI:10.1590/S1517-86922011000300008



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