

## İzokinetik Egzersiz Programlarının Sporcuların Üst ve Alt Ekstremitte Kas Grupları Üzerine Etkisi\*

Armağan ŞAHİN KAFKAS<sup>1</sup>, Bekir ÇOKSEVİM<sup>2</sup>

### ÖZET

Bu araştırma, voleybol, basketbol ve hentbol branşı sporcularına haftada iki gün uygulanan düzenli direnç egzersizlerinin sporcuların üst ve alt ekstremitte kas gruplarının (latissimus dorsi, pectoralis major, trapezius, abdominal, hamstring-kuadriseps) fleksör-ekstensör kas oranları üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla İnönü Üniversitesinde öğrenim gören ve branşlarında aktif spor yapan, basketbol (12), hentbol (12) ve voleybol (12) oyuncusu olmak üzere üç grupta toplam 36 yetişkin erkek gönüllüden oluşmaktadır. İstatistiksel işlemler öncelikle elde edilen verilerin homojen olup olmadığını sınamak için “Kolmogorov Smirnov” testi ile başladı. Varyanslar homojen dağılmadığı için tekrarlayan ikili karşılaştırmalar için “Wilcoxon Signed Rank Test” analiz yöntemi uygulandı. Araştırmada anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  kullanıldı. Çalışmada, gönüllülerin ortalama gövde güç değerleri, gelişim en düşük olandan sırasıyla basketbol, hentbol ve voleybol olarak tespit edildi. H:Q oranları gelişim düzeyi sırasıyla en fazla basketbol, hentbol ve son olarak en düşük voleybol gönüllülerinde bulundu.

**Anahtar Kelimeler:** İzokinetik egzersiz, Güç, Kuvvet, Dinamometre.

### The Effect of Isokinetic Exercises Programs on Athletes' Upper and Lower Extremity Muscle Groups

### ABSTRACT

The purpose of the study was to explore the effect of regular resistance exercise training applied volleyball, basketball and handball athletes to strength exercises for their upper and lower extremity muscle groups (latissimus dorsi, pectoralis major, trapezius, abdominal, hamstring-quadriceps) two times a week to determine its effect on flexor-extensor muscle ratios. The study groups were composed of 36 adult male volunteers who study at Inonu University is regular athletes. They were taken from 3 groups: Basketball (12), Volleyball (12) and Handball (12) players. Biometric measurements (height, body weight, BMI), and strength parameter measurements (isokinetic knee and torso power) were taken at the beginning and at the end of an 8-week training period, with the aim of evaluating the

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi

\*Erciyes Üniversitesi SBE Spor Bilimleri Anabilim dalında doktora tezi olarak sunulmuştur.

differences of the training regime on the athlete groups. At the end of the research the results taken at the beginning and at the end of the training program applied to basketball, volleyball and handball players were analysed by using SPSS package programme. The “*Wilcoxon Signed Rank Test*” used to repeated double comparisons, which is a non-parametric test since the data belonging to the variables did not show normal distribution. The statistical significance level alpha ( $\alpha$ ) error was accepted as  $p < 0.05$ . As a result of this study there were significant differences in the body average power values of volunteers. Basketball players were significantly higher body average power values than handball and volleyball respectively. H:Q ratio based on the level of development were found the most values in the basketball and handball players, while the lowest were found in volleyball players.

**Keywords:** Isokinetic exercise, Power, Strength, Dynamometer.

## GİRİŞ

Genel olarak salon sporları arasında basketbol, voleybol ve hentbol branşları birçok ülkede ilgi duyulan sporlar arasında sayılmaktadır. Ülkemizde de lig düzeyinde gittikçe yaygınlaşan salon sporları popülaritesini günden güne arttırmaktadır. Salon sporları antrenmanlarında ve müsabaka ortamı içerisinde sporcular, güç, dayanıklılık, kuvvet, sürat, çabukluk, denge, strateji, disiplin, motivasyon ve azim gibi sportif performans ve kontrol gerektiren birçok özelliğe ihtiyaç duymaktadır. Basketbol voleybol ve hentbol branşları oyun karakteristiği bakımından kullanılan enerji sistemi olarak özellikle anaerobik ve aerobik geçişlere dayalı karmaşık yapıları içermektedir (Newman ve ark., 2004; Fox ve ark., 2011). Anaerobik performansı etkileyen birçok etken vardır. Bu faktörlerden özellikle kas fibril uzunluğu ve kas kütlesi anaerobik şartlarda kasın üreteceği güç üzerinde belirleyici özellikler olarak gösterilebilir (Armstrong ve ark., 2001). Literatürde bazı çalışmalar hızlı kasılan kas lifi oranı, kas kütlesi, kas kesit alanı, bacak hacmi ve bacak kütlesi oranları yüksek olan sporcuların anaerobik performanslarının daha iyi olduğu belirtilmektedir (Shephard ve ark., 1988; Staron ve ark., 2000). Özellikle diz ekstansörlerinin oluşturduğu patlayıcı kas kasılmalarının sporcuların anaerobik performanslarının çok önemli bir parçası olduğu vurgulanmaktadır (Özkan ve ark., 2010; Mero ve ark., 1998; Young ve ark., 1995).

İzometrik egzersiz tipi kas kuvvetini geliştirmek ve bireylerin kas kuvvetini belirlemek için kullanılan etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Bilgiç ve ark., 2007). Sporcuların kas kuvvetinin geliştirilmesi, özellikle yaralanma şiddeti ve prevalansı üzerine faydalı olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda sporcuların performanslarının gelişmesine önemli katkıları olacağı da vurgulanmaktadır. Kas kuvveti ölçülürken özellikle

dominant/nondominant ve agonist/antagonist kas grupları arasındaki kas dengesini ve kuvvetlerini belirlemek oldukça önemlidir (Derviseviç and Hadziç 2012). Bu ölçümlerde yaygın olarak izokinetik dinamometreler kullanılmaktadır (Kong ve Burns 2010; Almosnino et al., 2012). Bu bağlamda, spor yapan kişilerin hamstring:quadriceps (H:Q) pik tork oranı kas dengesizliği miktarını belirleyen önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Andrade Mdos et al., 2012; Kong ve Burns 2010; Lund et al., 2005; Almosnino et al., 2012). H:Q oranı aynı zamanda alt ekstremite yaralanmalarının göstergesi olarak vurgulanmaktadır (Devan et al., 2004; Costa et al., 2009). Bunun yanı sıra, özellikle sporcuların mevcut kuvvet durumlarını belirlemek ve elde edilen kuvvet değerlerinin geliştirilmesine yardımcı olmak için geliştirilen kuvvet antrenman programları da oldukça önemlidir. Literatür incelendiğinde özellikle basketbol, hentbol ve voleybol sporcularına yaptırılan düzenli kuvvet antrenmanların sporcuların izokinetik kuvvet değerleri üzerine etkisini araştıran çalışma bulunmamaktadır. Bu anlamda araştırma, voleybol, basketbol ve hentbol branşı sporcularına haftada iki gün uygulanan düzenli direnç egzersizlerinin sporcuların üst ve alt ekstremite kas gruplarının (latissimus dorsi, pectoralis major, trapezius, abdominal, hamstring-kuadriseps) fleksör-ekstensör kas oranları üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır.

## YÖNTEM

### *Araştırma Grubu*

Araştırmanın örneklem büyüklüğünü belirlemek için “evrendeki birey sayısı bilinmeyen örneklem genişliği formülü” kullanılarak yapılan güç analizi sonucunda %95 güven aralığında, 0,5 etki büyüklüğünde ve beta büyüklüğü .80 olduğu belirtilerek örneklem büyüklüğü en az 27 gönüllüden oluşması gerektiği belirlendi. Araştırmada basketbol, voleybol ve hentbol branşlarında aktif spor yapan bireyler inceleneceği için örneklemin belirlenmesinde tabakalı örneklem modelinin orantılı seçim yöntemi kullanıldı. Tabakaların belirlenmesinde branş türü ve cinsiyet belirleyici olarak kullanıldı. İnönü Üniversitesinde öğrenim gören ve branşlarında aktif spor yapan, basketbol (12), hentbol (12) ve voleybol (12) oyuncusu olmak üzere toplam 36 erkek gönüllüden oluştu. Araştırma grubunda yer alan basketbolcu, voleybolcu ve hentbolcu gönüllülerin biyometrik özellikleri sırasıyla yaş; 23.00±3.00 yıl, 21.09±1.8 yıl ve 22.63±3.1 yıl, boy uzunluğu; 184.27±7.3 cm, 186.45±8.6 cm ve 178.00±6.6 cm, vücut ağırlığı 85.52±10.7 kg, 75.70±6.8 kg ve 71.56±8.0 kg, beden kitle indeksi ise; 24.81±2.6 kg/m<sup>2</sup>, 21.77±1.8 kg/m<sup>2</sup> ve 22.52±2.6 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlendi. Araştırmaya katılan sporcular en az 6 yıllık antrenman yaşına sahiptir. Araştırmaya katılan tüm gönüllülere çalışmanın koşulları, kuralları ve olası riskleri hakkında bilgi verildi.

Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul edenlere gönüllü rıza formları imzalatıldı. Araştırma İnönü Üniversitesi, Malatya Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'nun 12.05.2010 tarih ve protokol numarası 10-İOÇ/2010 olan "Etik Açısından Uygun" raporu alındıktan sonra yapıldı.

### ***Araştırmada Uygulanan Ölçüm ve Testler***

Araştırmada 8 haftalık antrenman protokolünün gönüllüler üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla antrenman periyodunun başında ve sonunda kuvvet parametreleri (izokinetik diz ve gövde kuvveti) ölçümleri yapıldı. Ayrıca kuvvet egzersiz antrenmanlarına başlamadan önce gönüllülerin çalışma ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla bir maksimum tekrar testi uygulandı. Araştırma kapsamında yapılan tüm ölçüm ve testler İnönü Üniversitesi bünyesinde bulunan kapalı spor salonunda ve performans laboratuvarında yapıldı.

### ***İzokinetik Diz ve Gövde Kuvveti Ölçümleri***

Gönüllülerin izokinetik diz ve gövde kuvveti ölçümleri Biodex sistem 3 pro izokinetik kuvvet dinamometresi ile ölçüldü. Gönüllülerin dominant bacaklarına göre test koltuğuna doğru pozisyonda oturtuldu. Cihazın koltuk yanlarında bulunan el tutma yerlerini tutmaları istendi, test esnasında öne eğilmeleri ve nefes tutmaları engellendi, eklem hareket açıklığı (EHA) 0 ila 90 arası olarak belirlendi. Test öncesi gravite korreksiyonu (GC) belirlenmesinde: her gönüllü için test edilecek ekstremitenin ve dinamometrenin kaldıraç kolunun ağırlık hesaplaması yapıldı, dizin fleksiyon ve ekstansiyon hareketinde yer çekimi düzeltilmesi yapıldı, dinamometre bilgisayar yazılımının egzersiz esnasındaki tork değerlerini hesaplarken yer çekimini de katması sağlandı. Hazırlanan egzersiz protokolüne göre zirve izokinetik konsantrik diz ekstansiyon ve diz fleksiyonu her iki bacakta (dominant ve non-dominant) 2 değişik hareket açısında (60°/sn ve 180°/sn) uygulandı. Resiprokalkonsantrik gövde fleksiyon ve ekstansiyon kuvvetlerini değerlendirmek için Biodex Sistem 3 pro izokinetik dinamometrenin Biodex sistem 3 bel ataçmanı kullanıldı. Gönüllüler, ön tarafı yaklaşık 15° aşağı bakar pozisyonda olan koltukta, yarı ayakta olacak şekilde teste alındı. Alt ekstremitte pelvik ve femur bantları ile tespit edildi. Koltuğun arka desteği, koltukta bulunan goniometre üzerindeki 50° yi gösterecek şekilde ayarlandı ve bu nokta anatomik sıfır noktası olarak kabul edildi. Tüm gönüllüler 50° fleksiyon ile 10° ekstansiyon eklem hareket genişliğinde teste alındı. Gövde fleksör-ekstensör kas kuvvetleri protokole göre 60°/sn ve 90°/sn iki farklı hızda 6 tekrar olacak şekilde yapıldı. Test süresince gönüllüler sözel olarak teşvik edildi. Ölçümlerde Newton.metre (Nm) cinsinden gönüllünün her set içinde sergilediği 6 tekrar sonucu ürettiği toplam gücün ortalaması; ortalama güç (OG) ve her iki diz için setlerde



ölçülen hamstring ve kuadriseps kaslarının ürettiği gücün birbirine oranı; Hamstring/Kuadriseps oranı (H:Q) olarak kaydedildi.

### ***Uygulanan Antrenman Protokolü***

#### ***Bir Maksimum Tekrar Testi (1-MT)***

Gönüllülere kuvvet antrenmanlarına başlamadan önce bireysel çalışma ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla 1-MT testi yaptırıldı. Gönüllünün uygun oturma/tutma pozisyonunda yerleşimi sağlandıktan sonra alette ağırlıksız bir pozisyonda ön deneme yaptırılarak maksimum düzeyde kaldıracağı ağırlık tahmini olarak belirlendi. Sonra deneme yaptırılarak en üst düzeyde kaldırdığı ağırlık kg. olarak kaydedildi. Gönüllülerin 1-MT testleri antrenman içeriğinde bulunan kelebek, enseye çekiş, karın çekiş, omuz pres, bacak bükme ve bacak yükseltme hareketleri için ayrı ayrı hesaplandı. 1-MT ağırlığını belirlerken gönüllülerin her hareket için artık bir tekrardan daha fazla kaldırılamayacağı durum kabul edilebilir form (*Kabul edilebilir form*; gönüllülerin hareketi yaparken ilgili kas grubunun herhangi bir hareket kaybı ya da vücut pozisyonunda değişiklik olmadan hareketi yapabilmesidir) olarak değerlendirildi (Baache, 1997).

#### ***Kuvvet Egzersiz Protokolü***

Gönüllülere 8 hafta süreyle haftada 2 gün hem üst ekstremiteye hem de alt ekstremiteye yönelik kuvvet egzersizi yaptırıldı. Gönüllülerin çalışmaya başlamadan önce Bir Maksimum Tekrar (1-MT) testleri yapıldı. 1-MT testi yapılan gönüllülerin çalışma ağırlıkları belirlendi. Basketbolcular için pazartesi-perşembe günleri saat 14.00-15.30, Voleybolcular için salı-cuma günleri saat 14.00-15.30 ve Hentbolcular için çarşamba-cumartesi günleri saat 14.00-15.30 saatleri arasında antrenman programları uygulandı. Gönüllülere uygulanan antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde, Bompa (2011) tarafından belirtilen yüklenme ve tekrar ilişkisi prensipleri baz alındı. Yüklenme yoğunluğu arttırıldıkça tekrar sayısı azaltıldı. Gönüllülere uygulanan kuvvet egzersiz protokolü tablo 1’de sunuldu.

**Tablo 1.** Kuvvet egzersizleri protokolü.

<b>Kuvvet egzersizleri</b>	<b>Antrenman yoğunluğu</b>	<b>Tekrar sayısı</b>	<b>Hafta</b>
Kelebek (Butterfly)			
Enseyeye çekiş (Latpull)	%50	12-10	1-2
Karın çekiş (Long pully)	%60	8-10	3-5
Omuz pres (Shoulder press)	%70	6-8	6-8
Bacak bükme (Leg curl)			
Bacak yükseltme (Leg extension)			

## İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilecek verilerin istatistiki değerlendirilmesi bilgisayar ortamında istatistik analiz yöntemleri kullanılarak yapıldı. İstatistiksel işlemler öncelikle elde edilen verilerin homojen olup olmadığını sınamak için “Kolmogorov Smirnov” testi ile başladı. Varyanslar homojen dağılmadığı için tekrarlayan ikili karşılaştırmalar için “Wilcoxon Signed Rank Test” analiz yöntemi uygulandı. Araştırmada anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  kullanıldı.

## BULGULAR

Araştırmada basketbol, voleybol ve hentbol sporcularının ölçülen ortalama zirve gövde güç değerlerinin egzersiz öncesi ve sonrası aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları tablo 2’de sunuldu.

**Tablo 2.** Gönüllülerin ortalama zirve gövde güç değerleri.

Parametreler		X	Ss	Z	p	
Basketbol (n=12)	Ekstansiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 154.00 Son-test 172.02	23.3 22.7	-2.93	.003	
	Ekstansiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 219.80 Son-test 236.20	30.7 32.0			
	Fleksiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 98.50 Son-test 113.25	25.5 25.9	-2.93	.003	
		Fleksiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 117.84 Son-test 142.47			26.7 22.1
	Voleybol (n=12)	Ekstansiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 153.89 Son-test 174.55	30.1 29.0	-2.94	.003
		Ekstansiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 211.89 Son-test 237.63	21.7 26.3		
		Fleksiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 94.44 Son-test 116.73	18.6 23.6	-2.94	.003
			Fleksiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 113.68 Son-test 137.79		
Hentbol (n=12)		Ekstansiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 149.02 Son-test 176.20	19.1 25.6	-2.93	.003
		Ekstansiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 214.86 Son-test 240.75	31.0 23.0		
		Fleksiyon 60°/sn (Nm)	Ön-test 93.14 Son-test 115.56	22.3 25.9	-2.93	.003
			Fleksiyon 90°/sn (Nm)	Ön-test 110.10 Son-test 138.64		

Basketbol, voleybol ve hentbolcuların test zamanları açısından karşılaştırılan ekstansiyon - fleksiyon ortalama gövde zirve güç değerleri tüm parametrelerde son-test değerleri lehine anlamlı farklılık tespit edildi ( $p < 0.05$ ). Gönüllülerin antrenman öncesi ve 8

hafta kuvvet antrenmanı sonrası ekstansiyon - fleksiyon ortalama gövde zirve güç değerleri arasında farklılık incelendiğinde ekstansiyon 60°/sn ortalama zirve güç değerleri bakımından basketbolcularda %11.70 Nm, voleybolcularda %13.42 Nm ve hentbolcularda %18.24 Nm ekstansiyon 90°/sn ortalama zirve güç değerleri bakımından basketbolcularda %7.46 Nm, voleybolcularda %12.15 Nm ve hentbolcularda %12.05 Nm, fleksiyon 60°/sn ortalama zirve güç değerleri bakımından basketbolcularda %14.97 Nm, voleybolcularda %23.60 Nm ve hentbolcularda %24.07 Nm ve fleksiyon 90°/sn ortalama zirve güç değerleri bakımından basketbolcularda %20.90 Nm, voleybolcularda %21.21 Nm ve hentbolcularda %25.92 Nm oranında son-test sonuçları lehine artış saptandı. Araştırmada basketbol, voleybol ve hentbol sporcularının ölçülen ortalama zirve H:Q güç değerlerinin egzersiz öncesi ve sonrası aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları tablo 3’de sunuldu.

**Tablo 3.** Gönüllülerin test zamanları açısından karşılaştırılan zirve H:Q değerleri.

Parametreler			X	Ss	Z	p
<b>Basketbol</b> (n=12)	60°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	49.12	9.5	-2.94	.003
		Son-test	58.36	8.1		
	180°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	47.81	9.9	-2.94	.003
		Son-test	53.11	9.7		
	60°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	48.95	14.2	-2.94	.003
		Son-test	55.52	12.0		
	180°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	50.00	14.2	-2.94	.003
		Son-test	58.97	13.6		
<b>Voleybol</b> (n=12)	60°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	46.36	7.0	-2.94	.003
		Son-test	53.78	6.6		
	180°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	50.07	9.6	-2.94	.003
		Son-test	56.84	9.0		
	60°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	45.56	7.6	-2.94	.003
		Son-test	53.08	7.4		
	180°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	50.55	13.6	-2.94	.003
		Son-test	58.15	10.1		
<b>Hentbol</b> (n=12)	60°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	51.29	6.5	-2.93	.003
		Son-test	59.51	7.6		
	180°/sn Dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	48.30	10.0	-2.93	.003
		Son-test	57.70	9.3		
	60°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	48.68	12.4	-2.93	.003
		Son-test	56.73	11.5		
	180°/sn Non-dominant Diz H:Q (%)	Ön-test	49.23	8.9	-2.93	.003
		Son-test	55.02	10.5		

Basketbol, voleybol ve hentbolcuların test zamanları açısından karşılaştırılan zirve H:Q değerleri tüm parametrelerde son-test değerleri lehine anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.05$ ). Gönüllülerin antrenman öncesi ve 8 hafta kuvvet antrenmanı sonrası H:Q değerleri

arasında farklılık incelendiğinde dominant diz 60°/sn zirve H:Q değerleri bakımından basketbolcularda %18.81, voleybolcularda %9.57 ve hentbolcularda %16.03, dominant diz 180°/sn zirve H:Q değerleri bakımından basketbolcularda %11.09, voleybolcularda %13.52 ve hentbolcularda %19.46, non-dominant diz 60°/sn zirve H:Q değerleri bakımından basketbolcularda %13.42, voleybolcularda %16.51 ve hentbolcularda %16.53 ve non-dominant diz 180°/sn zirve H:Q değerleri bakımından basketbolcularda %17.94, voleybolcularda %15.03 ve hentbolcularda %11.76 oranında son-test sonuçları lehine artış saptandı.

## TARTIŞMA

Gönüllülerin gövde zirve kas kuvvetleri ekstansiyon-fleksiyon zirve güç değerleri incelendiğinde, antrenman öncesi ve 8 hafta kuvvet antrenmanı sonrası basketbol, voleybol ve hentbol sporcularının gövde zirve ekstansiyon ve fleksiyon değerleri arasında son testler lehine anlamlı artış olduğu belirlendi. Pollock ve ark., (1989) tarafından sağlıklı kişiler üzerinde yaptıkları bir araştırmada düzenli olarak yapılan 10 haftalık antrenman periyodunun farklı açısız hızlarda gövde kas kuvveti üzerine istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturduğunu bulmuşlardır. Graves ve ark., (1990) tarafından yapılan bir araştırmada, 47 erkek ve 30 kadın üzerinde 12 hafta boyunca uyguladıkları bel ekstansiyon kuvvet egzersizlerinin katılımcıların gövde kuvvetleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar bulmuşlardır. Başka bir araştırmada Fisher ve ark., (2013) tarafından 10 hafta boyunca üniversite öğrencileri üzerinde uygulanan “Roman Deadlift” kuvvet egzersizinin gövde kas kuvveti üzerinde etki etmediğini bulmuşlardır. Fakat gövde kas grupları üzerine yapılan kuvvet egzersizlerin gövde kas kuvveti üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildiren araştırmalarda bulunmaktadır. Chulvi-Medrano ve ark., (2010) tarafından yapılan araştırmada izole edilmiş gövde ekstansiyon egzersizlerinin gövde kas kuvveti üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Escamilla ve ark. (2002) tarafından yapılan başka bir araştırmada da izole edilmiş gövde ekstansiyon egzersizlerin gövde kas kuvveti üzerinde etkili olduğu benzer şekilde bulunmuşlardır. Bu bağlamda hem araştırma hem de literatür bulguları paralel sonuçlara sahiptir. Düzenli olarak uygulanan kuvvet egzersizlerin gövde kas kuvveti üzerinde olumlu etki yapabileceği söylenebilir.

Kas kuvveti değerlendirmesi yapılırken özellikle agonist-antagonist ve dominant non-dominant kas gruplarının ilgili kuvvet durumlarının belirlenmesi önemlidir. H:Q kas oranı sporcuların kas dengelerinin belirlenmesi açısından oldukça önemli parametrelerden biridir. Aynı zamanda H:Q kas oranı alt ekstremitelerde kas yaralanmalarının bir göstergesidir.



Literatürde H:Q kas oranının farklı açısız hızlarda 0.50 ile 0.80 arasında olması gerektiği vurgulanmaktadır (Andrade Mdos ve ark. 2012, Escamilla, ve ark., 2002). Direnç egzersiz programları hareket koordinasyonu ve kuvvet gelişimi sağlayarak kas kuvveti dengesi ve fonksiyonelliği üzerine olumlu katkı yapabileceği literatürde bildirilmektedir (Delecluse ve ark., 1995; Rosene ve ark., 2001). Farklı spor branşlarına sahip üniversite öğrencileri üzerinde yaptıkları araştırmada basketbolcuların 60°/sn dominant ve non-dominant H:Q oranlarını sırasıyla, %52.53±8.4, %47.16±6.1 ve voleybolcuların %50.84±5.5, %52.36±9.7 olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmada basketbolcuların 180°/sn dominant ve non-dominant H:Q oranlarını sırasıyla, %63.85±10.5, %60.27±4.6 ve voleybolcuların ise %56.93±9.9, %53.52±7.3 olarak bulmuşlardır (Rosene ve ark., 2001). Başka bir araştırmada hentbolcuların 60°/sn H:Q oranı %63.00±12.0 olarak bulunmuştur (Andrade ve ark., 2012). Magalhaes ve ark., (2004) tarafından elit futbol ve voleybol sporcuları üzerinde yaptıkları bir araştırmada voleybol ve futbol sporcularının sırasıyla 90°/sn dominant H:Q değerleri %50.4±7.2 ve %57.4±6.7, 90°/sn, non-dominant H:Q değerleri %50.5±6.4 ve %56.1±8.2 olarak bulunmuştur. Bu araştırmada, basketbol, voleybol ve hentbol sporcularının dominant diz H:Q kas kuvvetinin son testler lehine anlamlı olarak artış gösterdiği belirlendi. Araştırma sonucunda elde edilen H:Q değerleri ile literatür örnekleri benzer değerlere sahiptir. Kannus ve ark., (1988) derleme çalışmalarında H:Q oranının sporcularda 0.31 ile 0.80 arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, Orchard ve ark., (1997) H:Q değerinin en az 0.60 olması gerektiğini bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada Clanton ve Coupe (1998) H:Q değerinin %0.50 ve 0.65 arasında olması gerektiğini bulmuşlardır. Literatür örneklerinde belirtilen H:Q değerleri bu araştırma için dikkate alınması gereken referans değerleridir. Çünkü H:Q oranının yukarıda belirtilen değerlerin altında olması özellikle sporcuların yaralanma durumları üzerine etki ettiği vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır. Mjolsnes ve ark., (2004) erkek futbolcular üzerinde yaptıkları araştırmada 10 hafta boyunca uygulanan eksenrik hamstring antrenmanı sonrası sporcuların H:Q oranlarında son testler lehine anlamlı farklılık olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, Holcomb ve ark., (2007) kadın futbolculara uyguladıkları hamstring temelli direnç egzersizlerin sporcuların H:Q oranları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmuşlardır. Araştırma bulguları literatür bulguları ile paralel sonuçlar göstermiştir. Bu bağlamda düzenli olarak uygulanan kuvvet antrenmanları sporcuların H:Q oranları üzerinde olumlu etki yapabilir. Özellikle H:Q oranının sporcuların diz yaralanmalarının önemli bir göstergesi olduğu düşünüldüğünde H:Q oranının gelişmesi bu tür yaralanmaların oluşmasını önleyebileceği söylenebilir.

## SONUÇ

Araştırmada H/Q oranı gelişim düzeyi sırasıyla en fazla basketbol, hentbol ve son olarak en düşük voleybol gönüllülerinde bulundu. Bu durumun nedeni özellikle voleybolcuların hem smaç hem de blok sırasında bacak kaslarının iki yönlü yani hem hamstring hem de kuadriseps kaslarını eşit seviyede kullanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca diğer iki branş açısından bacağın iki yönlü olarak eşit düzeyde kullanılmaları ve uygulanan düzenli kuvvet antrenman programına daha iyi uyum göstermiş olmalarından kaynaklanmaktadır. Gönüllülerin özellikle H:Q oranlarında meydana gelen olumlu gelişim kasların endurans özelliğini ve muhtemel alt ekstremitte yaralanmaları bakımından da oldukça önemlidir. Bundan dolayı antrenörler, antrenman programlarını hazırlarken kuvvet antrenmanlarına en az iki gün uygulamaları sporcuların gövde ve diz kuvvetleri açısından gelişmeler sağlayabilecektir. Ancak araştırma konusu ile ilgili bilgilerin daha iyi yorumlanabilmesi için ileride yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Almosnino S, Stevenson MJ, Bardana DD, Elena D, Diaconescu ED, Dvir Z. (2012). Reproducibility of isokinetic knee eccentric and concentric strength indices in asymptomatic young adults. *Phys Ther Sport*. 13(3), 156-662.
- Andrade Mdos S, De Lira CA, Koffes F de C, Mascarin NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. (2012). Isokinetic hamstrings to quadriceps peak torque Ratio: The influence of sport modality, gender and angular velocity. *J Sports Sci*. 30(6), 547-553.
- Armstrong N, Welsman JR, Chia MYH. (2001). Short term power output in relation to growth and maturation. *Br J Sports Med*. 35(2), 118-124.
- Baache H. Voleybol antremanı. Üst düzey koç ve takımlar için el kitabı. Cilt 1. Çağrı Baskı. Ankara, 1997.
- Bilgiç, A. Kamiloğlu R., Tuncer S. (2007). Diz osteoartritinde izokinetik egzersiz programının etkinliği. *J PMR Sci*. 3, 70-75.
- Bompa T.O. Antrenman kuramı ve yöntemi. çev: Tanju Bağırhan. Bağırhan yayınevi. Ankara, 2011.
- Chulvi-Medrano I, García-Massó X, Colado JC, Pablos C, de Moraes JA, Fuster MA. (2010). Deadlift muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J Strength Cond Res*. 24(10), 2723-2730.
- Clanton TO, Coupe KJ. (1998). Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 6(4), 237-248.

- Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, DeFreitas JM, Beck TW, Cramer JT. (2009). Effects of stretching on peak torque and the H:Q ratio. *Int J Sports Med.* 30(1):60-5.
- Delecluse C, Van Coppenolle H, Willems E, Van Leemputte M, Diels R, Goris M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 27(8), 1203-1209.
- Derviseviç E, Hadziç V. (2012). Quadriceps and hamstrings strength in team sports: Basketball, football and volleyball. *Isokinet Exerc Sci.* 20(4), 293-300.
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J. (2004). A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *J Athl Train.* 39(3):263-267.
- Escamilla RF, Francisco AC, Kayes AV, Speer KP, Moorman CT. (2002). An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Med Sci Sports Exerc.* 34(4), 682-688.
- Fisher J, Bruce-Low S, & Smith DA. (2013). Randomized trial to consider the effect of Romanian deadlift exercise on the development of lumbar extension strength. *Phy Ther Sport.* 14(3), 139-145.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *Beden eğitimi ve sporun temelleri*, Ankara, 2011.
- Graves JE, Pollock ML, Foster D, Leggett SH, Carpenter DM, Vuosa R, Jones A. (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine*, 15(6), 504-509.
- Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. (2007). Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. *J Strength Cond Res.* 21(1), 41-47.
- Kannus P. (1988). Knee flexor and extensor strength ratios with deficiency of the lateral collateral ligament. *Arch Phys Med Rehabil.* 69(11), 928-931.
- Kong PW, Burns SF. (2010). Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Phys Ther Sport.* 11(1):12-17.
- Lund H, Sondergaard K, Zachariassen T, Christensen R, Bulow P, Henriksen M, Bartels EM, Danneskiold-Samsoe B, Bliddal H. (2005). Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clin Physiol Funct Imaging.* 25(2):75-82.
- Magalhaes J, Oliveira J, Ascensao A, Soares J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 44(2), 119-125.

- Mero A. (1998). Force-time characteristic and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Res Q Exerc Sport.* 59(2), 94-98.
- Mjølsnes R, Arnason A, Raastad T, & Bahr RA. (2004). 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med & Sci Sports.* 14(5), 311-317.
- Newman MA, Tarpinning KM, Marino FE. (2004). Relationship between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint agility in football players. *J Strength Cond Res.* 18(4), 867-872.
- Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 25(1), 81-85.
- Özkan A ve Kin-İşler A. (2010). Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobic performans ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* VIII(1), 35-41.
- Pollock ML, Leggett SH, Graves JE, Jones A, Fulton M, Cirulli J. (1989). Effect of resistance training on lumbar extension strength. *Am J Sports Med.* 17, 624-629.
- Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. (2001). Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athl Train.* 36(4), 378.
- Shephard RJ, Bouchlel E, Vandewalle H, Monod H. (1988). Muscle mass as a factor limiting physical work. *J Appl Physiol.* 64(4), 1472-1479.
- Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. (2000). Fiber Type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem.* 48(5), 623-629.
- Young W, Mclean B, Ardagna J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 35(1), 13-19.