







# Elit Erkek Plaj Voleybolu ve Salon Voleybolu Sporcularının Sıçrama Performansı ve Diz Eklemi İzokinetik Kas Kuvvetinin Karşılaştırılması

## Comparison of Vertical Jump Performance and Knee Joint Isokinetic Muscle Strength of Elite Male Beach Volleyball and Indoor Volleyball Athletes

 Bihter AKINOĞLU,<sup>a</sup>  
 Tuğba KOCAHAN,<sup>b</sup>  
 Ender KAYA,<sup>b</sup>  
 Erkan TORTU,<sup>b</sup>  
 Gökhan DELİCEOĞLU,<sup>c</sup>  
 Adnan HASANOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,  
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
<sup>b</sup>Gençlik ve Spor Bakanlığı,  
Spor Genel Müdürlüğü,  
Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı,  
Ankara  
<sup>c</sup>Antrenörlük Eğitimi Bölümü,  
Hareket ve Antrenman Bilimleri AD,  
Kırıkkale Üniversitesi  
Spor Bilimleri Fakültesi,  
Kırıkkale

Received: 06.04.2018  
Received in revised form: 02.05.2018  
Accepted: 19.06.2018  
Available online: 15.08.2018

Correspondence:  
Bihter AKINOĞLU  
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,  
Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
rgkdalden@yahoo.com

**ÖZET Amaç:** Elit erkek plaj voleybolu ile salon voleybolu sporcularının sıçrama performansı ve diz eklemi kas kuvvetinin karşılaştırılmasıdır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışma 6 erkek plaj voleybolu sporcusu, 6 erkek salon voleybolu sporcusu ve kontrol grubunda 6 erkek sedanter birey olmak üzere toplam 18 katılımcı ile gerçekleştirildi. Katılımcıların sıçrama performansları opto jump test cihazı kullanılarak, kas kuvvetleri Iso-Med 2000 cihazı kullanılarak değerlendirildi. Grupların sıçrama performansları ve diz eklemi fleksör ve ekstansör kas kuvveti arasındaki farklılıkları belirlemek için Kruskal Wallis testi uygulandı. Gruplar arasındaki farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulandı. Anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak alındı. **Bulgular:** Grupların skuat, aktif ve serbest sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve plaj voleybolu sporcularının sıçrama mesafelerinin en fazla olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ).  $60^\circ/\text{sn}$  açılmal hızda salon voleybolu sporcularının diz eklemi ekstansör kaslarının izokinetik kas kuvvetinin daha fazla olduğu saptandı ( $p<0,05$ ).  $60^\circ/\text{sn}$  açılmal hızda diz eklemi fleksör kas kuvvetinin ise plaj voleybolu sporcularında daha fazla olduğu bulundu ( $p<0,05$ ).  $60^\circ$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açılmal hızda hamstring/quadriceps kas kuvvet oranlarının gruplar arasında farklı olduğu, kontrol grubundaki bireylerin kas kuvvet oranının en fazla, salon voleybolu grubunda ise en az olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ). **Sonuç:** Plaj voleybolu sporcularının sıçrama performansı ve diz eklemi fleksör kaslarının kas kuvvetinin daha fazla olduğu ve diz eklemi ekstansörleri aleyhinde kuvvet dengesizliği olduğu; salon voleybolu sporcularının diz eklemi ekstansör kas kuvvetinin daha fazla olduğu ve diz eklemi fleksörleri aleyhinde kuvvet dengesizliği olduğu saptandı. Voleybol sporcularında sıçrama performansı ve diz eklemi fleksör kas kuvvetini artırmak için kumda; diz eklemi ekstansör kas kuvvetini artırmak için ise terafleks gibi sert zemin üzerinde antrenman yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Voleybol; spor; dikey sıçrama; kas kuvveti; izokinetik

**ABSTRACT Objective:** The purpose of the study is to compare the vertical jump performance and the isokinetic muscle strength of the knee joint of the elite male beach volleyball and indoor volleyball athletes. **Material and Methods:** The study was carried out with a total of 18 participants consisting of 6 male beach volleyball athletes, 6 male indoor volleyball athletes and 6 male sedentary individuals as a control group. Participants' vertical jump performance was assessed using the opto-jump device and muscle strength was assessed using the IsoMed 2000 dynamometer. The Kruskal Wallis test was used to determine the differences between the vertical jump performances and the knee joint flexor and extensor muscle strength of the groups. The Mann-Whitney U test was used to determine the groups from which the differences between the groups originated. The level of significance was taken as  $p<0.05$ . **Results:** It was determined that there was a statistically significant difference between the squat, active and free jump values of the groups and that the jump distance of beach volleyball athletes was the highest ( $p<0.05$ ). The knee joint extensor muscle strength was found to be higher in indoor volleyball athletes at  $60^\circ/\text{sec}$  angular velocity ( $p<0.05$ ). At  $60^\circ/\text{sec}$  angular velocity, knee joint flexor muscle strength was found to be higher in beach volleyball athletes ( $p<0.05$ ). It was determined that the hamstring/quadriceps muscle strength ratios were different between the groups at  $60^\circ$  and  $180^\circ/\text{sec}$  angular velocity, the muscle strength ratio of the control group was the highest and the least in the indoor volleyball group ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** It was determined that the beach volleyball athlete's vertical jump performance and strength of the knee joint flexor muscles were higher and that there was strength imbalance against the knee joint extensors; the indoor volleyball athletes had greater strength of the knee joint extensor muscle and there was strength imbalance against the knee joint flexors. We encourage volleyball athletes to practice and doing training on sand increase vertical jump performance and flexor muscle strength of the knee joint and to increase extensor muscle strength of the knee joint, we recommend training on hard ground such as terafleks.

**Keywords:** Volleyball; sport; vertical jump; muscle strength; isokinetic

Voleybol, dünyadaki en popüler spor dallarından biridir. Tıpkı salon voleybolunda olduğu gibi plaj voleybolunda da oyun file üzerinden oynandığından, her iki kategoride de dikey sıçrama performansı özellikle önemlidir.<sup>1</sup> Her iki kategoride de müsabaka veya antrenman sırasında sporcular, çeşitli savunma ve hücum varyasyonları sırasında sık sık dikey sıçramalar yapmaktadırlar.<sup>2</sup> En iyi sıçrama kabiliyeti üst düzey oyunun temelini oluşturduğundan, sporcular ve antrenörler bu karakteristik özelliğin test edilmesine ve geliştirilmesine özel önem vermektedirler. Yapılan bir çalışmada, voleybol sporunda başarılı olmanın gerekli şartları incelenmiş; en önemli fizyolojik karakteristiklerinden birinin dikey sıçrama performansı olduğu saptanmıştır.<sup>3</sup> Dikey sıçrama değerlendirmelerinde, skuat ve aktif sıçrama gibi farklı dikey sıçrama testleri kullanılmaktadır. Skuat sıçramada ağırlıklı olarak konsantrik bir çalışma aşaması mevcuttur. Bununla birlikte aktif sıçramada büyük merkezli bir eksantrik hareketi eş merkezli bir konsantrik hareket izlemektedir. Bu tür sıçramalarda ulaşılan yükseklik kasların uyarılması sırasında geliştirebildiği kuvvete bağlıdır.<sup>3</sup> Literatürde, sıçrama performansının diz eklemi kas kuvveti ile ilişkili olduğu ve kas kuvveti arttıkça sıçrama performansının da arttığı gösterilmiştir.<sup>4,5</sup> Bununla birlikte, sıçrama performansını etkileyen bir diğer faktör de yer reaksiyon kuvvetidir. Bu bağlamda sıçrama performansının zeminden etkilendiği de yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir.<sup>6-8</sup>

Bu çalışmada, elit erkek plaj voleybolu ile salon voleybolu sporcularının sıçrama performansı ile diz eklemi izokinetik kas kuvvetinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırma, elit erkek plaj voleybolu ile elit erkek salon voleybolu sporcularının sıçrama performansı ve diz eklemi izokinetik kas kuvvetini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın örneklem grubu; 6 erkek plaj voleybolu sporcusu, 6 erkek salon voleybolu sporcusu ve kontrol grubu olarak da 6 erkek sedanter birey olmak üzere toplam 18 katılımcı ile oluşturulmuştur. Katılımcılara testler hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmış ve

onam formu imzalatılmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler etik kurulundan gerekli izin alınmış (17.01.2018/07) ve çalışma Helsinki Deklarasyonu 2008 Prensipleri'ne uygun olarak yapılmıştır. Voleybol sporcuları sezon bitiminden 3 hafta sonra değerlendirmeye alınmıştır. Katılımcıların çalışmaya alınma kriterleri; bilinen herhangi bir sistemik hastalığı olmaması, herhangi bir sağlık sorunu olmaması, görme ve işitme ile ilgili herhangi bir engeli olmaması, son üç ay içerisinde alt ekstremitte yaralanması geçirmemiş olması, çalışmada uygulanacak parametrelere koopere olabilmesi, uygulanacak testleri yapabiliyor olması, çalışmaya katılmaya gönüllü olması şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, plaj voleybolu sporcuları için en az 3 yıldır milli takımda oynuyor olmak; salon voleybolu sporcuları için en az 3 yıldır birinci lig voleybol takımında oynuyor olmak; kontrol grubu için düzenli olarak herhangi bir spor yapmıyor olmak şeklinde belirlenmiştir. Çalışmadan dışlanma kriterleri; dâhil edilme kriterlerini barındırmamak olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya katılmayı kabul eden sporcular ve sedanter bireylerin demografik bilgileri kaydedildikten sonra, ilk gün sıçrama testleri ve takip eden ikinci günde izokinetik kas kuvveti ölçümü yapılmıştır. Araştırma grubunu oluşturan plaj voleybolu sporcuları (n=6), salon voleybolu sporcuları (n=6) ve kontrol grubuna (n=6) ait tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

**Sıçrama Testi:** Sporcuların sıçrama performansları opto jump<sup>®</sup> test cihazı (İtalya) ile değerlendirilmiştir. Sıçrama testi ile sporcunun her sıçramasına ait havada kalış süresi, yerde kalış süresi, sıçrama yüksekliği ve ürettiği anaerobik güç ölçülmüştür. Sporcular 15 dk'lık kişisel ısınma periyotlarının ardından sırayla teste alınmıştır. Aşağıda yer alan 3 farklı protokolde sıçrama testleri gerçekleştirilmiştir.<sup>9</sup>

**Skuat Sıçrama Testi:** Bacak kaslarının maksimal kuvvete bağlı olarak sergilediği patlayıcı kuvvet özelliğinin ölçüldüğü skuat sıçrama testinde, dizler 90° fleksiyonda skuat pozisyonunda ve eller belde iken yukarı doğru tam bir sıçrama gerçekleştirilmiştir.

**TABLO 1: Katılımcıların tanımlayıcı bilgileri.**

Değişkenler	Plaj voleybolu grubu (n=6) X±SS	Salon voleybolu grubu (n=6) X±SS	Kontrol grubu (n=6) X±SS	x <sup>2</sup>	p
Yaş (yıl)	23,3±4,88	20,8±1,17	25,8±4,91	4,174	0,124
Boy (cm)	194,3±5,71 <sup>a</sup>	190,3±7,71	182,7±6,02 <sup>a</sup>	7,332	0,026*
Vücut ağırlığı (kg)	87,7±11,44	87,3±13,06	80,5±8,47	1,381	0,501

\* p<0,05<sup>a</sup> Mann-Whitney U testine göre plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.

**Aktif Sıçrama Testi:** Bacak kaslarının patlayıcı kuvvet özelliğinin ölçülmesinin yanı sıra, sıçramada patlayıcı kuvveti etkileyen elastik kuvvet özelliğini de ölçen aktif sıçrama testi, dizler tam olarak ekstansiyonda ve dik pozisyonda iken dizlerden hızla çöküp dikey olarak sıçramak şeklinde uygulanmıştır.

**Serbest Sıçrama Testi:** Voleybol branşına özgü sıçrama performansını ölçmek amacıyla serbest sıçrama testi kullanılmıştır. Sporculardan, eller serbest şekilde savunma yapmak için bloğa çıkar gibi sıçramaları istenmiştir.

**İzokinetik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi:** İzokinetik kas kuvveti IsoMed 2000<sup>®</sup> cihazı (Almanya) ile değerlendirilmiştir. Teste başlamadan önce sporculardan 10 dk boyunca jogging yaparak ısınmaları istenmiştir. Isınma sonrası sporcular ölçüm yapılacak olan izokinetik cihaza tek tek alınmıştır. Cihazın sırt açısı 75 dereceye ayarlandıktan sonra, pivot noktası lateral femoral kondil olacak şekilde dinamometrenin şaftı ayarlanmıştır. Dinamometrenin destek pedi tibia üzerinde sabitlenerek; gövde, pelvis ve kalça eklemi kemerle stabilize edilmiştir. Mekanik vidalarla belirlenen bölgelere vidalar takılarak, mekanik olarak ROM sabitlenmiştir. Cihaz bağlandıktan sonra katılımcılara pasif olarak diz fleksiyon-ekstansiyon yaptırılıp rahatsız eden herhangi bir yerin olup olmadığı sorgulanmıştır. Değerlendirme protokolünde; diz fleksiyon-ekstansiyon hareketi konsantrik-konsantrik olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede her hareket ve hızdan önce 3 tekrarlı ısınma ve anlama hareketi yaptırıldı. Testler, 60°/sn açısal hızda 5 tekrar ve 180°/sn açısal hızda 15 tekrar şeklinde yaptırılmıştır.<sup>10</sup>

## İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Sporculardan elde edilen verileri karşılaştırmak için Kruskal Wallis testi uygulandı. Gruplar ara-

sındaki farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığını bulmak amacıyla Mann-Whitney U testi uygulandı. İstatistiksel analizler için SPSS 21.0 paket programı kullanıldı. Anlamlılık düzeyi için p<0,05 kabul edildi.

## BULGULAR

Katılımcıların yaş ve vücut ağırlığı bakımından birbirine benzer oldukları belirlendi (p>0,05). Boy uzunlukları açısından plaj voleybolu ve salon voleybolu sporcuları arasında fark olmadığı, ancak plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubundaki bireylerin boy uzunlukları arasında fark olduğu belirlendi (p<0,05) (Tablo 1).

Katılımcıların sıçrama yükseklikleri Tablo 2'de görülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde; grupların skuat, aktif ve serbest sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi (p<0,05). Bu farklılığın her üç sıçrama testinde de plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasındaki farklılıktan kaynaklandığı ve plaj voleybolu sporcularının sıçrama yüksekliklerinin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu belirlendi (p<0,05). Plaj voleybolu ile salon voleybolu sporcuları ve salon voleybolu sporcuları ile sedanter bireylerin her üç sıçrama yüksekliğinin de birbirine benzer olduğu saptandı (p>0,05) (Tablo 2).

Her üç grubun da diz eklemi fleksör ve ekstansör kaslarının 60 ve 180°/sn açısal hızlardaki izokinetik kas kuvveti sonuçları Tablo 3'te görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde; 60°/sn açısal hızda dominant tarafta salon voleybolu sporcularının diz eklemi ekstansör kaslarının izokinetik kas kuvvetinin plaj voleybolu sporcuları ve kontrol grubuna göre daha fazla olduğu, dominant olmayan tarafta da kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlendi (p<0,05). 180°/sn açısal hızda ise gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı sap-

**TABLO 2:** Plaj voleybolu sporcuları, salon voleybolu sporcuları ve kontrol grubunun skuat sıçrama, aktif sıçrama ve serbest sıçrama değerlerinin karşılaştırılması.

	Plaj voleybolu grubu (n=6) X±SS	Salon voleybolu grubu (n=6) X±SS	Kontrol grubu (n=6) X±SS	X <sup>2</sup>	P
Skuat sıçrama	37,76±4,85 <sup>9</sup>	36,8±3,84	32,06±1,29 <sup>9</sup>	5,593	0,041*
Aktif sıçrama	44,56±6,29 <sup>9</sup>	38,61±3,62	34,73±1,2 <sup>9</sup>	10,47	0,005**
Serbest sıçrama	52,36±9,03 <sup>9</sup>	45,6±5,01	41,06±0,9 <sup>9</sup>	10,26	0,006**

\* p<0,05, \*\* p<0,01, <sup>9</sup> Mann-Whitney U testine göre plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.

**TABLO 3:** Plaj voleybolu sporcuları, salon voleybolu sporcuları ve kontrol grubunun 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetinin karşılaştırılması.

		Plaj voleybolu grubu (n=6) X±SS	Salon voleybolu grubu (n=6) X±SS	Kontrol grubu (n=6) X±SS	X <sup>2</sup>	p
<b>Ekstansiyon (PT)</b>	60°/sn DM	248,9±30,8 <sup>†</sup>	306,1±28,2 <sup>†*</sup>	217,4±48,1 <sup>*</sup>	10,4	0,006**
	60°/sn NDM	249,1±49,2	299,1±31,2 <sup>*</sup>	195,1±41 <sup>*</sup>	8,863	0,012**
	180° /sn DM	205,1±32,5	206,4±15	165,5±12,9	1,064	0,587
	180°/sn NDM	197,7±35,8	203,7±15,6	137,6±39,6	3,509	0,173
<b>Fleksiyon (PT)</b>	60° /sn DM	175,3±31,7	154±25,4	146,9±32,6	4,222	0,121
	60°/sn NDM	187,1±28,2 <sup>9</sup>	147,3±20,6	134,2±30,8 <sup>9</sup>	8,222	0,016**
	180° /sn DM	127,9±14,1	119,1±17,8	124,5±56,7	1,064	0,587
	180°/sn NDM	131,6±21,4	109,6±16,2	116,1±53,3	3,509	0,173

\*\* p<0,01, PT: Peak tork, DM: Dominant taraf; NDM: Dominant olmayan taraf; † Mann-Whitney U testine göre plaj voleybolu sporcuları ile salon voleybolu sporcuları arasında fark bulunmaktadır.<sup>9</sup> Mann-Whitney U testine göre plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.\* Mann-Whitney U testine göre salon voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.

tandı. 60°/sn açısal hızda dominant olmayan tarafta diz eklemi fleksör kas kuvvetinin plaj voleybolu sporcularında kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görüldü (p<0,05). Diğer diz eklemi fleksör kaslarının kas kuvvetinin her üç grupta da birbirine benzer olduğu belirlendi (p>0,05) (Tablo 3).

Grupların 60 ve 180°/sn açısal hızda dominant ve dominant olmayan taraf diz eklemine fleksör ve ekstansör kaslarının kas kuvvet oranları Tablo 4'te görülmektedir. Tablo 4 incelendiğinde; dominant tarafta 180°/sn açısal hızda grupların birbirinden farklı olduğu ve kontrol grubundaki bireylerin kas kuvvet oranının en fazla olduğu belirlendi (p<0,05). Diğer parametrelerde grupların birbirine benzer oldukları saptandı (p>0,05) (Tablo 4).

## TARTIŞMA

Farklı zeminlerde antrenman yapan ve müsabakaya çıkan voleybolcuların, sıçrama performansları ile diz fleksör ve ekstansör kaslarının izokinetik kas kuvveti karşılaştırılmıştır. Çalışmamız sonucunda; plaj voleybolu sporcularının sıçrama performans-

larının ve diz eklemi fleksör kas kuvvetinin daha iyi olduğu, salon voleybolu sporcularının ise diz eklemi ekstansör kas kuvvetinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, voleybolcuların sıçrama yüksekliklerini inceleyen farklı çalışmalar bulunmaktadır.<sup>11,12</sup> Yapılan bir çalışmada, voleybolcuların sedanterlere göre daha yüksek bir sıçrama performansına sahip oldukları belirlenmiştir.<sup>12</sup> Yapılan bu çalışmada, voleybol sporcularının sedanter bireylere göre boy uzunluklarının ve bacak boylarının daha fazla olduğu, daha geniş uyluk çevresi, daha yüksek bacak hacmi, daha fazla quadriceps ve hamstring kas kütlelerine sahip oldukları ve bu faktörlerin sıçrama kuvvetini artırarak sedanterlerden daha iyi bir performans göstermelerine neden olduğu düşünülmektedir.<sup>12</sup> Çalışmamızda, kontrol grubu olarak aldığımız sedanter bireylerin boy uzunluklarının plaj voleybolu sporcularına göre daha kısa olmasının her üç sıçrama testinde de plaj voleybolu sporcularının sedanterlerden daha iyi performans göstermiş olmasına etki

**TABLO 4:** Plaj voleybolu sporcuları, salon voleybolu sporcuları ve kontrol grubunun 60°/sn ve 180°/sn hızlarda diz fleksör ve ekstansörlerinin kas kuvvet oranlarının karşılaştırılması.

		Plaj voleybolu grubu (n=6) X±SS	Salon voleybolu grubu (n=6) X±SS	Kontrol grubu (n=6) X±SS	X <sup>2</sup>	p
Flek/ekst 60°/sn (%)	DM	71,06±13,2 <sup>o</sup>	50,13±5,09 <sup>o*</sup>	74,01±39,8 <sup>*</sup>	7,626	0,022 <sup>*</sup>
	NDM	75,88±7,19 <sup>o</sup>	49,16±3,24 <sup>o</sup>	76,69±45,9 <sup>*</sup>	12,53	0,002 <sup>**</sup>
Flek/ekst 180°/sn (%)	DM	63,08±5,52 <sup>o</sup>	57,68±6,98 <sup>*</sup>	115,3±56,4 <sup>o*</sup>	6,237	0,044 <sup>*</sup>
	NDM	66,96±5,39	53,76±6,41	98,93±46,6	5,158	0,076

\* p<0,05, \*\* p<0,01, DM: Dominant taraf, NDM: Dominant olmayan taraf, <sup>o</sup> Mann-Whitney U testine göre plaj voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.

<sup>\*</sup> Mann-Whitney U testine göre salon voleybolu sporcuları ile kontrol grubu arasında fark bulunmaktadır.

etmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yapılan bir çalışmada, 11 salon voleybol sporcusuna 12 haftalık kum saha antrenmanı yaptırarak sıçrama yükseklikleri karşılaştırıldığında, kum sahada yapılan antrenmanın skuat ve aktif sıçrama performansını arttırdığı belirlenmiştir.<sup>7</sup> Bu bilgiye paralel olarak çalışmamızda da plaj voleybolu sporcularının sıçrama performansının daha fazla olmasının diğer bir nedeninin de antrenman ve müsabaka yaptıkları zemin olduğu düşünülmektedir. Başka bir çalışmada ise 18 plaj voleybol sporcusunun sıçrama performansları kum ve ahşap yüzey üzerinde karşılaştırılmış ve kum üzerindeki dikey sıçrama yüksekliklerinin ahşap zemine göre daha düşük olduğu saptanmıştır.<sup>8</sup> Bu farkın kum yüzeyin atlama mekaniği üzerindeki negatif etkisinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bu durum, plaj voleybolu sporcularında sıçrama performansının neden daha fazla olduğunu açıklayabilmektedir. Çünkü atlama mekaniği üzerinde negatif etkisi olan kum zemininin üzerinde yapılan antrenman ve müsabakalar, sıçramada etkili olan kas grubunun daha fazla kas lifini ateşleme yeteneği kazanmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda; kum zemin hız, çabukluk ve denge gibi parametreleri de etkileyerek sıçrama performansını artırabilmektedir.<sup>8,13,14</sup>

Kas kuvveti ölçümleri çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir, ancak kas kuvvetinin objektif olarak ölçülmesi ve agonist/antagonist kas kuvvet oranının değerlendirilmesi için en sık kullanılan ve en güvenilir yöntemlerden biri, izokinetik ölçüm yöntemleridir.<sup>15,16</sup> Çalışmamızda, kas kuvvetini ölçmek için izokinetik dinamometre kullanılmış ve 2 farklı açısız hızda kuvvet ölçümleri yapılmıştır. Literatürde, plaj voleybolu ile salon voleybolu spor-

cularının kas kuvvetini inceleyen çalışmalara baktığımızda, yapılan bir çalışmada, plaj voleybolu ile salon voleybolu sporcularının diz eklemi kas kuvveti arasında fark olmadığı belirtilirken, başka bir çalışmada ise plaj voleybolu sporcularının daha kuvvetli olduğu saptanmıştır.<sup>17,18</sup> Çalışmamızda ise plaj voleybolu sporcularının diz eklemi fleksör kaslarının daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; salon voleybolu sporcularının diz eklemi ekstansör kaslarının, plaj voleybolu sporcuları ve sedanter bireylere göre daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir. Bu durumun salon voleybolcularının sabit zeminde sürekli atak ve defans sırasında quadriseps kas grubunu aktif kullanmaları ve sert zeminde patlayıcı kuvvetlerinin gelişmesi nedeni ile ortaya çıktığı; plaj voleybolu sporcularının ise sabit olmayan zeminde daha fazla stabilite ve kontrollü düşüşler gerçekleştirebilmek için daha fazla hamstring kas kuvvetine ihtiyaç duyması nedeni ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Diz eklemine fleksör ve ekstansör kas kuvvet oranı (H/Q) voleybol performansı için önemlidir. Çünkü fleksör ve ekstansör kaslar arasındaki kuvvet dengesi diz eklemine genel stabilitesine önemli katkı sağlamaktadır.<sup>19</sup> Literatürde yapılan çalışmalarda, 60°/sn açısız hızda H/Q oranları 0,5-0,8 arasında değişmektedir.<sup>20,21</sup> Ayrıca yapılan çalışmalarda, H/Q oranı açısız hıza paralel olarak artmıştır ve açısız hız arttıkça bu oranın bire yaklaştığı belirtilmiştir.<sup>19,22-24</sup> Çalışmamızda, 60°/sn açısız hızda salon voleybolu sporcularının kas kuvvet oranlarının diğer iki gruba göre farklı ve daha az olduğu, 180°/sn açısız hızda ise kontrol grubu olan sedanter bireylerin H/Q kas kuvvet oranlarının diğer iki voleybol grubuna göre daha fazla olduğu

saptanmıştır. 60°/sn açısal hızda her üç grubun da H/Q kuvvet oranlarının literatürde belirtilen %60-80 arasında olduğu bulunmuştur. 180°/sn açısal hızda ise plaj voleybolu sporcularında bu oranın literatürde de belirtilen %60-70 arasında olduğu, ancak salon voleybolu sporcularında ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubumuz olan sedanter bireylerde ise bu oranın birin üzerinde olduğu ve bu durumun da literatürde belirtilen değerlerden çok farklı olduğu düşünülmektedir. Çalışmaya dâhil ettiğimiz iki voleybol grubunun kuvvet oranları değerlendirildiğinde, plaj voleybolu sporcularında diz eklemi ekstansörleri aleyhinde, salon voleybolu sporcularında ise diz eklemi fleksörleri aleyhinde bir dengesizlik olduğu söylenebilmektedir. Bu durum aynı zamanda sporcuların kas kuvveti karşılaştırmaları sonucunda elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Çalışmaya dâhil ettiğimiz sporcu sayımızın az olması çalışmamızın bir limitasyonudur. Ancak, ülkemizdeki elit düzeyde plaj voleybolu sporcu sayısı göz önüne alındığında sonuçlarımızın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Daha fazla sporcu sayısı ile daha farklı parametrelerin değerlendirileceği çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

## SONUÇ

Plaj voleybolu sporcularının sıçrama performansı ve diz eklemi fleksör kas kuvvetinin daha fazla olduğu ve diz eklemi ekstansörleri aleyhinde kuvvet dengesizliği olduğu; salon voleybolu sporcularının diz eklemi ekstansör kas kuvvetinin daha fazla olduğu ve diz eklemi fleksörleri aleyhinde kuvvet dengesizliği olduğu belirlenmiştir. Voleybol spor-

cularında sıçrama performansı ve diz eklemi fleksör kas kuvvetini artırmak için kum zemin üzerinde; diz eklemi ekstansör kas kuvvetini artırmak için ise terafleks gibi sert zemin üzerinde antrenman yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğru- dan 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 Akınoğlu, Tuğba Kocahan, Ender Kaya, Adnan Hasanoğlu; **Tasarım:** Bihter Akınoğlu, Ender Kaya, Erkan Tortu, Gökhan Deliceoğlu; **Denetleme/Danışmanlık:** Bihter Akınoğlu, Tuğba Kocahan, Ender Kaya, Adnan Hasanoğlu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Bihter Akınoğlu, Ender Kaya, Erkan Tortu, Gökhan Deliceoğlu; **Analiz ve/veya Yorum:** Bihter Akınoğlu, Ender Kaya, Erkan Tortu, Gökhan Deliceoğlu; **Kaynak Taraması:** Bihter Akınoğlu, Tuğba Kocahan, Ender Kaya, Adnan Hasanoğlu; **Makalenin Yazımı:** Bihter Akınoğlu, Tuğba Kocahan, Ender Kaya, Erkan Tortu, Gökhan Deliceoğlu, Adnan Hasanoğlu; **Eleştirel İnceleme:** Bihter Akınoğlu, Tuğba Kocahan, Adnan Hasanoğlu; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Tuğba Kocahan, Adnan Hasanoğlu; **Malzemeler:** Tuğba Kocahan, Adnan Hasanoğlu.

## KAYNAKLAR

- Häkkinen K. Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33(1):19-26.
- Pupo JD, Detanico D, Santos SGD. Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2012;14:41-51.
- Bonnie K, Cindy G. Volleyball: Steps to Success. 1<sup>st</sup> ed. Leeds: Human Kinetics; 2006. p.161.
- Tsiokanos A, Kellis E, Jamurtas A, Kellis S. The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinet Exerc Sci* 2002;10(2):107-15.
- Harrison B, Firth W, Roger S, Tipple J, Marsden J, Freeman JA, et al. The relationship between isokinetic performance of hip and knee and jump performance in university rugby players. *Isokinet Exerc Sci* 2013;21(2):175-80.
- Bilgin U, Yarım I, Çetin E. [Comparison of different surface to jumping ability in 14-16 age female volleyball player]. *Niğde University Journal of Physical Education and Sport Sciences* 2016;10(3): 373-8.

7. Balasas DG, Christoulas K, Stefanidis P, Vamvakoudis E, Bampouras TM. The effect of beach volleyball training on muscle performance of indoor volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2017 May 30. Doi: 10.23736/S0022-4707.17.07162-6. [Epub ahead of print].
8. Bishop D. A comparison between land and sand-based tests for beach volleyball assessment. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43(4): 418-23.
9. Sattler T, Sekulic D, Hadzic V, Uljevic O, Dervisevic E. Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res* 2012; 26(6):1532-8.
10. Kocahan T, Kaya E, Akinoğlu B, Karaaslan Y, Yıldırım NÜ, Hasanoğlu A. [The effects of isokinetic strength training on strength at different angular velocities: a pilot study]. *Turkish Journal of Sports Medicine* 2017;52(3):77-83.
11. Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(4):556-67.
12. Özkan A, Kin-işler A. [The association among leg volume, leg mass and H/Q Ratio with anaerobic performance and isokinetic knee strength in athletes. *Hacettepe J Sport Sciences* 2010;21(3):90-102.
13. Giatsis G, Kollias I, Panoutsakopoulos V, Pappaiakovou G. Biomechanical differences in elite beach-volleyball players in vertical squat jump on rigid and sand surface. *Sports Biomech* 2004;3(1):145-58.
14. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *Br J Sports Med* 2008; 42(1):42-6.
15. Calmels P, Minaire P. A review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disabil Rehabil* 1995;17(6):265-76.
16. Kong PW, Burns SF. Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Phys Ther Sport* 2010; 11(1):12-7.
17. Ricarte Batista G, Freire De Araújo R, Oliveira Guerra R. Comparison between vertical jumps of high performance athletes on the Brazilian men's beach volleyball team. *J Sports Med Phys Fitness* 2008;48(2):172-6.
18. Davies SE. Strength and power characteristics of elite South African beach volleyball players. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation* 2002;24(1):29-40.
19. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athl Train* 2001;36(4): 378-83.
20. Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, Ydens LR, Skipper BJ. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66(5):734-40.
21. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Ri-aucour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstrings injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med* 1998;32(4):309-14.
22. Cheung RT, Smith AW, Wong del P. H:q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players. *J Hum Kinet* 2012;33:63-71.
23. Hadzic V, Sattler T, Markovic G, Veselko M, Dervisevic E. The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isokinet Exerc Sci* 2010;18(1):31.
24. Hewett TE, Myer GD, Zazulak BT. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport* 2008;11(5):452-9.