

Geliş Tarihi (Received): 23.07.2019
Kabul Tarihi (Accepted): 30.10.2019
SPORMETRE, 2019,17(4),190-200
DOI: 10.33689/spormetre.595451

FUTSAL OYUNCULARINDA TEKRARLI SPRINT YETENEĞİ, İZOKİNETİK BACAK KUVVETİ VE ANAEROBİK PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ

M. Gören KÖSE¹, Ali ÖZKAN², Aydan AYTAR³, Sümer ALVURDU⁴, Ayşe KİN-İŞLER¹

¹ Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Bartın, Türkiye

³ Başkent Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

⁴ Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

Öz: Bu çalışmanın amacı, futsal oyuncularının tekrarlı sprint yeteneği (TSY), izokinetik bacak kuvveti (İBK) ve anaerobik performansları (AP) arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Çalışmaya 13 elit erkek futsal oyuncusu (yaş: 24,38±2,46 yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Futsal oyuncularının doğrusal tekrarlı sprint yeteneği (D-TSY) ve yön değiştirmeli tekrarlı sprint yeteneği (YD-TSY) sırasıyla 6x25m ve 6x(2x12,5m) tekrarlı sprint testleri ile ölçülmüştür. Oyuncuların 0-12,5m, 12,5-25m ve 0-25m mesafeleri için en iyi sprint zamanı, toplam sprint zamanı ve ortalama sprint zamanları ile performans düşüş yüzdeleri tespit edilmiştir. Futsal oyuncularının İBK, (60°.sn⁻¹, 120°.sn⁻¹ ve 180°.sn⁻¹)'lik hızlarda izokinetik dinamometre ile), AP ise aktif ve squat sıçrama testleri kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan Pearson Korelasyon analizi, anaerobik güç ile 120° sağ diz ekstansiyon kuvveti (r=0.598; p<0.05), 120° sağ diz fleksiyon kuvveti (r=0.563; p<0.05), 180° sol diz ekstansiyon kuvveti (r=.647; p<0,05), 180° sağ diz ekstansiyon kuvveti (r=.568; p<0,05) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Tekrarlı sprint testleri sırasında elde edilen en iyi sprint zamanı, toplam sprint zamanı ve ortalama sprint zamanı ile performans düşüş değerlerine bakıldığında ise, tüm mesafelerde D-TSY ve YD-TSY arasında bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Sonuç olarak, futsal oyuncularının bacak kuvveti değerlerinin anaerobik performanslarında belirleyici bir rol aldığı ancak TSY için etkili olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Tekrarlı sprint yeteneği, izokinetik bacak kuvveti, anaerobik güç, futsal

THE RELATIONSHIP AMONG REPEATED SPRINT ABILITY, ISOKINETIC LEG STRENGTH AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN FUTSAL PLAYERS

Abstract: The purpose of the present study was to investigate the relationship between repeated sprint ability, isokinetic knee strength and anaerobic performance in futsal players. 13 male futsal players (age: 24.38± 2.46 years) participated in this study voluntarily. Repeated sprint ability (RSA) with and without change-of direction (COD) were determined by 6x25m and 6x(2x12.5m) repeated sprint test respectively. At the end of repeated sprint tests, best sprint time, total sprint time, mean sprint time and percentage of performance decrement were calculated. Peak isokinetic knee extension and flexion torques at 60°.s⁻¹, 120°.s⁻¹ and 180°.s⁻¹ were determined by isokinetic dynamometer. Counter movement jump test (CMJ) and squat jump (SJ) were used for anaerobic power. The results of Pearson Correlation analysis, CMJ was significantly correlated with 120° right knee extension torque (r=0.598; p<0.05), 120° right knee flexion torque (r=0.563; p<0.05), 180° left knee extension torque (r=.647; p<0.05), and 180° right knee extension torque (r=.568; p<0.05). On the other hand, best time, total time, mean time and percentage of performance decrement of RSA with and without COD were not significantly correlated with any of the measured performance variables (p>0.05). In conclusion, the findings of the present study indicated that leg strength plays important role in anaerobic performance in male futsal players.

Key Words: Repeated sprint ability, isokinetic knee strength, anaerobic power, futsal players.

GİRİŞ

Futsal, 20x40m'lik dar bir alanda sınırsız oyuncu değişikliği ile oynanan aralıklı ve yüksek yoğunluklu fiziksel aktiviteler içeren bir takım sporudur. Futsal topunun daha az seken bir özelliğe sahip olması, futsal oyuncularını topu sürekli oyunda tutarak daha hızlı bir şekilde oynama yeteneğini geliştirmeye zorlamaktadır (Benvenuti ve ark., 2010; Burns, 2003) ve bu durum da oyuncuların hücum ve savunmada baskı altında hızlı karar verme, daha hareketli ve süratli olma ve ani yön değiştirme yeteneği gibi özelliklere sahip olmasını gerektirmektedir (Doğramacı ve ark., 2011).

Hücum ve savunmada gerçekleşen yüksek yoğunluklu aktiviteler her 3,28 saniyede bir gerçekleşmektedir (Doğramacı ve ark., 2011) ve futsal oyuncuları 79 saniyede bir maksimal süratte koşu (sprint) performansı göstermektedirler (Castagna ve ark., 2009). Maç sırasında sprint performansları oyuncular tarafından farklı yönlerde, farklı mesafelerde (10-30m) ve farklı sürelerde (2-4 sn) uygulanmaktadır. Futsal oyuncularının oyunun kritik anlarında başarılı olabilmeleri için 20-30 saniyelik dinlenme aralıkları olan kısa süreli sprintler gerçekleştirmeleri gerekmektedir (Barbero-Alvarez ve ark., 2008). Dolayısıyla futsalda diğer takım sporlarında olduğu gibi, sporcunun belli bir mesafeyi en kısa sürede kat etmesinden çok, bu mesafeyi maksimal süratle birden fazla kez koşması, yani maksimal süratini tekrarlı bir şekilde koruması oldukça önem taşımaktadır (Kin-İşler ve Yılmaz, 2011).

Tekrarlı sprint yeteneği (TSY), takım sporcuları için önemli bir performans bileşeni olarak görülmektedir (Glaister, 2005; Glaister, 2008) ve futsal oyununa özgün bir performans göstergesi olarak da kabul edilmektedir (Castagna ve ark., 2009). Futsal oyunu içerisinde oyuncuların kısa sprintleri tekrarlama yeteneğini ölçmek amacıyla kısa dinlenme aralıklarından oluşan doğrusal ve yön değiştirmeli tekrarlı sprint testleri kullanılmaktadır (Castagna ve ark., 2009; Dittrich ve ark., 2011).

TSY gibi yön değiştirme becerisi de takım sporlarında başarının önemli bir ön koşulu olarak kabul edilmektedir. (Brughelli ve ark., 2008, Castagna ve Alvarez, 2010). Her bir yön değiştirme performansı, patlayıcı gücün ardından frenleme gerektirdiğinden tekrar sayısına bağlı olarak kasın eksantrik-konsantrik kuvvet üretme kapasitesi, bacak kas kuvveti ve dayanıklılığının önemini arttırmaktadır (Brughelli ve ark., 2008). Futsal oyuncularının müsabaka sırasında toplam kat ettikleri mesafeler incelendiğinde maç sırasında kat ettikleri toplam mesafenin 1/4'ünü geriye ve yana doğru hareketlerle gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Ayrıca elit futsal oyuncularının amatörlere göre bu hareketleri hem daha fazla yaptıkları hem de daha fazla mesafe kat ettikleri de belirtilmiştir (Doğramacı ve ark., 2011). Futsal oyunu da tüm takım sporlarına benzer şekilde birçok sprint ve ani frenleme performansı gerektirdiğinden; oyuncularının quadriceps ve hamstring aktivasyonunun son derece önemli bir rol aldığı söylenebilir.

Futsal, yukarıda belirtilen oyun yapısı ile ilgili zamana bağlı hareket analizleri ve fiziksel bileşenler dışında fizyolojik olarak da kısa süreli ve maksimal şiddetli aktiviteler açısından ATP-PC sistemin ve kısa dinlenme aralıkları ile tekrarlanan yoğun fiziksel aktiviteler açısından da laktik asit sistemin maç performansında önemli rol aldığı üst düzey anaerobik performans (AP) gerektiren bir takım sporudur. Ayrıca, futsal müsabaka sırasında çok kısa bir sürede oyuncuların maksimal kalp atım hızının (KAH_{maks}) %85'ine ulaştıklarını ve müsabakaya KAH_{maks} 'ın ortalama %90 ile devam ettiklerini, müsabaka sonunda ise kan laktat değerlerinin $8,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ olduğunu göstermektedir (Barbero-Alvarez ve ark., 2008). Bir başka çalışmada ise futsal oyuncularının müsabaka sırasında kat ettikleri toplam mesafenin

%8,9’nu sprint ($> 25,1 \text{ km.s}^{-1}$), %13,6’sını yüksek şiddette koşularla ($18,1-25,0 \text{ km.s}^{-1}$) gerçekleştirdikleri rapor edilmiştir (Castagna ve ark, 2009).

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, futsal oyuncularının doğrusal ve yön değiştirmeli tekrarlı sprint yeteneği, izokinetik bacak kuvveti ve anaerobik performansları arasındaki ilişki incelenmiştir.

YÖNTEM

Çalışma Grubu

Bu çalışmaya, Türkiye Futsal Ligi’ne katılan bir futsal takımında yer alan 13 elit erkek futsal oyuncusu (Yaş: $24,45 \pm 2,69$ yıl, Boy: $168,00 \pm 5,40$ cm, Vücut Ağırlığı: $63,10 \pm 6,25$ kg, Vücut Yağ Yüzdesi: $8,50 \pm 2,14$ %) gönüllü olarak katılmıştır.

Verilerin Toplanması

Boy Ölçümü: Boy uzunluğu $\pm 0,01$ mm hassasiyetinde stadiometre (Seca, Almanya) ile ayaklar çıplak halde, baş frankfort düzleminde ölçüm tablası başın verteksine gelecek şekilde derin bir inspirasyonu takiben başın verteksi ile ayak arasındaki mesafenin ölçülmesi ile yapılmıştır.

Vücut Ağırlığı Ölçümü: Ayaklar çıplak, şort ve tişört giyilmiş olarak hassaslık derecesi $\pm 0,1$ kg olan elektronik baskülle (Seca, Almanya) ölçülmüştür.

Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümü: Çalışma grubunun vücut yağ yüzdesi biyoelektrik impedans analizi (Tanita SC 330, Almanya) ile belirlenmiştir. Bunun için katılımcıların kişisel bilgileri analizöre kayıt edildikten sonra çıplak ayakla analizörün tablasında bulunan elektrotlar üzerine basarak hareketsiz durmaları istenmiştir. Vücut yağ yüzdesi analizörün yazıcısından çıktı olarak alınmıştır.

Doğrusal ve Yön Değiştirmeli Tekrarlı Sprint Yeteneği: Çalışma grubunun doğrusal tekrarlı sprint yeteneği (D-TSY), 6x25m tekrarlı sprint testi; yön değiştirmeli tekrarlı sprint yeteneği (YD-TSY) ise, 6x(2x12,5m) 180° yön değiştirmeli tekrarlı sprint testi ile belirlenmiştir (Buchheit ve ark., 2010). Her iki test protokolü için sprintler arasında 25 sn dinlenme süresi verilmiştir.

Testlerde fotosel kapıları başlangıç, 12,5 m ve 25m bitiş noktalarına yerleştirilmiş ve oyuncuların 0-12,5m, 12,5-25m ve 0-25m skor zamanları 0,01 sn hassasiyetinde kaydedilmiştir (Powertimer 300, Newtest Oy, Finlandiya). Testler sonunda aşağıdaki parametreler hesaplanmıştır.

1. En iyi sprint zamanı: Katılımcıların 6 koşusundan en iyi derece dikkate alınmıştır.
2. Ortalama sprint zamanı: Katılımcıların koşu derecelerinin toplamının 6’ya bölünmesi sonucunda elde edilmiştir.
3. Toplam sprint zamanı: 6 tane koşu değerinin toplanması sonucu hesaplanmıştır.
4. Performans düşüş yüzdesi: $[(\text{Toplam süre} \times 100) / (\text{En iyi derece} \times \text{Tekerar sayısı})] - 100$ formülü ile hesaplanmıştır (Wadley ve Rossignol, 1998).

İzokinetik Bacak Kuvveti: Test başlamadan çalışma grubuna 10 dakika alt ekstremite grubuna yönelik ısınma hareketleri ve 5 dakika dinamik germe egzersizleri yaptırılmıştır. Isınma sonrasında bacadan konsantrik fleksör ve ekstansör kas kuvveti ölçümleri izokinetik

dinamometre (Cybex 770, Lumex Inc., Ronkonkoma, New York, USA) aracılığı ile ölçülmüş ve diz fleksiyon- ekstansiyon kas kuvvetleri 60°/sn'de 5 tekrar, 120°/sn'de 10 tekrar, 180°/sn'de ise 20 tekrar hem eksenrik hem de konsantrik olarak uygulanmıştır. Katılımcıların tekrarlar sırasında ürettikleri maksimal güç değeri değerlendirilmeye alınmıştır.

Anaerobik Performans: Çalışma grubunun AP'ları aktif sıçrama ve squat sıçrama testleri ile değerlendirilmiştir. Çalışma grubunun yeterli dinlenme aralıkları ile uyguladıkları 3 tekrar sonrası en iyi sıçrama yükseklikleri kayıt edilmiş ve bu mesafeler üzerinden Lewis formülü [$P = \sqrt{4,9 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} \times \sqrt{\text{sıçrama mesafesi (m)}}$] aracılığı ile anaerobik ortalama güç (OG) ve rölatif güç (RG) değerleri hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmaya katılan tüm sporculardan toplanan verilere ait ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (SS) değerleri hesaplandıktan sonra verilerin normal dağılıp dağılmadığına Shapiro-Wilk testi uygulanarak bakılmıştır. Shapiro-Wilk Testi sonuçlarına göre verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendikten sonra, çalışma grubuna ait performans değerleri (D-TSY, YD-TSY, İBK ve AP) arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel işlemlerde SPSS 16,0 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

Çalışma grubuna ait D-TSY ve YD-TSY testlerine ait performans değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. D-TSY ve YD-TSY değerleri

Mesafe (m)	N	En iyi sprint zamanı (sn)		Ortalama sprint zamanı (sn)		Toplam sprint zamanı (sn)		Performans düşüş yüzdesi (%)		
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	
0-12,5	D-TSY	13	1,94	0,10	2,04	0,12	12,26	0,77	5,28	2,83
	YD-TSY	13	1,93	0,71	2,02	0,07	12,12	0,44	4,36	1,99
0-25	D-TSY	13	3,63	0,10	3,58	0,12	22,59	0,77	3,53	2,01
	YD-TSY	13	5,24	0,13	5,39	0,15	32,35	0,94	2,89	1,28

D-TSY= Doğrusal Tekrarlı Sprint Yeteneği, YD-TSY= Yön Değiştirmeli Tekrarlı Sprint Yeteneği

Çalışma grubunun farklı açısal hızlardaki İBK ve AP değerleri sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Farklı açısal hızlardaki İBK değerleri (zirve tork)

	60°/sn (Nm)				120°/sn (Nm)				180°/sn (Nm)			
	Hamstring		Quadriceps		Hamstring		Quadriceps		Hamstring		Quadriceps	
	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS
Sağ	139,63	30,03	226,63	21,07	116,90	21,28	171,90	21,31	92,54	20,82	135,18	18,78
Sol	136,63	29,73	215,00	20,27	115,18	21,11	174,72	26,32	96,00	20,57	140,81	17,38
H/Q	62,11± 13,12				68,03± 7,34				68,03± 10,30			
Sağ	62,11± 13,12				68,03± 7,34				68,03± 10,30			
H/Q	62,67± 8,88				65,76± 6,17				67,77± 9,78			
Sol	62,67± 8,88				65,76± 6,17				67,77± 9,78			

H/Q = Hamstring - Quadriceps oranı (%)

Tablo 3. Anaerobik performans değerleri

	N	Aktif sıçrama		Squat sıçrama	
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS
Mesafe (cm)	13	42,85	8,00	37,69	8,25
Ortalama güç (watt)	13	1030,71	127,62	961,87	113,37
Rölatif güç (watt/kg)	13	14,48	1,33	13,54	1,46

Araştırmada yer alan çalışma grubuna ait D-TSY ve YD-TSY ile farklı açısızlı hızlardaki (60°/sn, 120°/sn ve 180°/sn) İBK arasındaki korelasyon analizine ait bulgular Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. D-TSY ve YD-TSY ile İBK korelasyon (*r*) değerleri

		60°/sn				120°/sn				180°/sn			
		Hamstring		Quadriceps		Hamstring		Quadriceps		Hamstring		Quadriceps	
		<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	
0-25m		Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
	EİSZ	,068	-,230	,023	-,303	-,132	-,201	,066	,036	,432	0,33	,013	-,487
	OSZ	,183	-,128	,054	-,333	-,062	-,173	,064	,123	,054	-,115	,105	-,199
	TSZ	,182	-,125	-,054	-,332	-,062	-,158	-,242	-,217	,044	-,129	,097	-,179
D-TSY	PDY	-,809#	-,610#	-,166	-,546	-,730#	-,566#	-,424	-,711#	-,706#	-,283	-,587#	-,418
	EİSZ	,137	,085	-,490	-,028	-,115	,003	-,075	-,051	,015	-,083	-,150	-,083
	OSZ	-,029	-,041	-,439	-,112	-,265	-,123	-,349	-,131	-,193	-,300	-,327	-,343
	TSZ	-,030	-,043	-,439	-,113	-,265	-,126	-,349	-,132	-,193	-,302	-,328	-,343
YD-TSY	PDY	-,357	-,278	-,016	-,210	-,390	-,299	-,664#	-,212	-,483	-,531	-,464	-,635#

EİSZ=En iyi sprint zamanı, OSZ=Ortalama sprint zamanı, TSZ=Toplam sprint zamanı, PDY=Performans düşüş yüzdesi D-TSY=Doğrusal Tekrarlı Sprint Yeteneği, YD-TSY=Yön Değiştirmeli Tekrarlı Sprint Yeteneği, # *p*<0,05

Tablo 4 incelendiğinde, D-TSY performans düşüş yüzdesi ile sağ ve sol bacak 60°/sn fleksiyon kuvveti (sırasıyla *r*=-,809; *r*=-,610), sağ ve sol bacak 120°/sn fleksiyon kuvveti (sırasıyla *r*=-,730; *r*=-,566), sol bacak 120°/sn ekstansiyon kuvveti (*r*=-,711) ve sağ bacak 180°/sn ekstansiyon ve fleksiyon kuvveti (sırasıyla *r*=-,730; *r*=-,566) arasında negatif yönde yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir. Ayrıca, YD-TSY performans düşüş yüzdesi ile sağ bacak 120°/sn ekstansiyon kuvveti (*r*=-,664) ve sol bacak 180°/sn ekstansiyon kuvveti (*r*= -,635) arasında yine negatif yönde yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir. Ancak, D-TSY ve YD-TSY en iyi sprint zamanı, ortalama sprint zamanı ve toplam sprint zamanı ile farklı açısızlı hızlardaki İBK değerleri arasında herhangi bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada yer alan çalışma grubuna ait D-TSY ve YD-TSY ile AP arasındaki korelasyon analizine ait bulgular Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. D-TSY ve YD-TSY ile AP korelasyon (*r*) değerleri

0-25m		Aktif sıçrama		Squat sıçrama	
		Ortalama güç		Ortalama güç	
		<i>r</i>	Rölatif güç	<i>r</i>	Rölatif güç
D-TSY	En iyi sprint zamanı	-,187	-,221	-,032	-,012
	Ortalama sprint zamanı	,002	-,287	,007	-,242
	Toplam sprint zamanı	001	-,270	,010	-,224
	Performans düşüş yüzdesi	,293	-,113	-,085	-,339
YD-TSY	En iyi sprint zamanı	-,448	-,248	-,465	-,214
	Ortalama sprint zamanı	-,342	-,144	-,398	-,180
	Toplam sprint zamanı	-,340	-,138	-,396	-,174
	Performans düşüş yüzdesi	,216	,230	,134	,083

D-TSY= Doğrusal Tekrarlı Sprint Yeteneği, YD-TSY= Yön Değiştirmeli Tekrarlı Sprint Yeteneği

Tablo 5 incelendiğinde, D-TSY ve YD-TSY ile anaerobik ortalama ve rölatif güç değerleri (aktif ve squat sıçrama) arasında herhangi bir anlamlı ilişki olmadığı görülmektedir.

Araştırmada yer alan çalışma grubuna ait farklı açısız hızlardaki (60°/sn, 120°/sn ve 180°/sn) İBK ile AP arasındaki korelasyon analizine ait bulgular Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. İBK ile AP korelasyon (*r*) değerleri

		60°/sn		120°/sn		180°/sn							
		Hamstring		Hamstring		Hamstring							
		Quadriceps		Quadriceps		Quadriceps							
		<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>r</i>						
Aktif Sıçrama	Ortalama güç	,425	,316	,342	,179	,563#	,453	,598#	,389	,515	,516	,568#	,647#
	Rölatif güç	,086	-,020	,109	-,253	,207	,113	,302	,054	,106	,273	,215	,347
Squat Sıçrama	Ortalama güç	,208	,053	,068	,331	,148	,414	,148	-,051	,289	,321	,320	,527
	Rölatif güç	-,186	-,325	-,232	-,540	-,105	-,267	,028	-,238	-,182	-,062	-,129	,132

p<0,05

Tablo 6 incelendiğinde, aktif sıçrama ortalama güç ile 120°/sn sağ bacak fleksiyon kuvveti (*r*=-,563) ve 120°/sn sağ bacak ekstansiyon kuvveti (*r*= -,598) ve sağ-sol bacak 180°/sn ekstansiyon kuvveti (sırasıyla *r*=-,568; *r*=-,647) arasında pozitif yönde yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir. Ancak, aktif sıçrama rölatif güç ve squat sıçrama ortalama ve rölatif güç ile farklı açısız hızlardaki İBK değerleri arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, futsal oyunlarının D-TSY ve YD-TSY, farklı açısız hızlardaki (60°/sn, 120°/sn ve 180°/sn) sağ ve sol İBK ile AP’ları ve bu parametrelerin birbiriyle arasındaki ilişkiler incelenmeye çalışılmıştır. Daha önce futsal oyuncuları üzerinde yapılmış bu kapsamda bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Ancak birçok takım sporunda TSY, İBK ve AP parametreleri arasındaki ilişkiler farklı test ve ölçüm protokolleri ile sınımlanmıştır.

Tekrarlı Sprint Yeteneği ile İzokinetik Bacak Kuvveti

Yapılan araştırmada, D-TSY performans düşüş yüzdesi ile sağ ve sol bacak 60°/sn İBK (fleksiyon), sağ ve sol bacak 120°/sn İBK (fleksiyon), sol bacak 120°/sn İBK (ekstansiyon) ve sağ bacak 180°/sn İBK (fleksiyon ve ekstansiyon) arasında negatif yönde yüksek korelasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, YD-TSY performans düşüş yüzdesi ile sağ bacak 120°/sn İBK (ekstansiyon) ve sol bacak 180°/sn İBK (ekstansiyon) arasında yine negatif yönde yüksek korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Bacak kuvvetinin yön değiştirme performansının önemli bir parçası olduğu düşünülmektedir (Young ve ark., 2002), ancak çalışmalar maksimum bacak kuvveti ve yön değiştirme performansı arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır (Kapidziv, ve ark., 2011; Markovic, 2007; Markovic ve ark., 2007; Young ve ark., 2002). Young ve ark. (2002) konsantrik İBK ile sprint hızı arasındaki ilişkiyi yön değişiklikleriyle incelemiş ve konsantrik İBK ile yön değiştirmeli sprint arasında çoğunlukla düşük korelasyonlar bulmuştur. Futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada (Newman ve ark.,2004) ise, D-TSY ile farklı açısız hızlardaki (60°/sn, 150°/sn ve 240°/sn) İBK zirve güç değerleri arasında yüksek korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Literatürdeki benzer sınırlı sayıdaki çalışmalar değerlendirildiğinde; İBK veya maksimum bacak kuvveti ile yön değiştirme yeteneği arasındaki ilişkinin çoğunlukla zayıf korelasyon gösterdiği; ancak, sprint performanslarının tekrarlı olması durumunda performans düşüş yüzdesi ile bacak kuvvetinin yüksek korelasyon değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tekrarlı Sprint Yeteneği ile Anaerobik Performans

Yapılan araştırmada, D-TSY ve YD-TSY ile AP (aktif ve squat sıçrama) ortalama ve rölatif güç değerleri arasında herhangi bir anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularına paralel olarak, basketbol oyuncularında D-TSY performansı sırasında yorgunluk arttıkça patlayıcı güç kaybı (aktif sıçrama) olduğu tespit edilmiştir ve tekrarlayan sprintlerdeki yorgunluğun aktif sıçrama ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (Balsalobre-Fernández ve ark., 2014).

Diğer taraftan, farklı yaş kategorilerindeki (U11-U18) genç futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada (Spencer ve ark., 2011), aktif sıçrama performansı ile D-TSY arasında orta ile yüksek düzey aralığında değişkenlik gösteren bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Basketbol oyuncuları üzerinde yapılan bir çalışmada (Stojanovic ve ark., 2012) ise, AP (aktif sıçrama) ile D-TSY arasında negatif yönde yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar araştırma sonuçları ile farklılık göstermektedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde futsal oyuncuları üzerinde daha önce yapılmış benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, AP ile TSY arasındaki ilişki aktif/squat sıçrama mesafeleri üzerinden daha çok basketbol branşı üzerinde sınanmıştır. Buradan hareketle futbol ve futsal gibi takım sporlarında AP'ın değerlendirilmesinde Wingate ve/veya anaerobik maksimal hızdaki tekrarlı koşu testlerinin (RAST vb. gibi) kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olacağı söylenebilir.

İzokinetik Bacak Kuvveti ile Anaerobik Performans

Yapılan araştırmada, aktif sıçrama ortalama güç ile sağ bacak 120°/sn İBK (ekstansiyon), sağ bacak 120°/sn İBK (ekstansiyon) ve sağ-sol bacak 180°/sn İBK (ekstansiyon) arasında pozitif yönde yüksek bir korelasyon olduğu görülmektedir. Ancak, aktif ve squat sıçrama rölatif güç değerleri ile squat sıçrama ortalama rölatif güç değerleri farklı açısızlızlardaki İBK arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir.

Literatür incelendiğinde, sporcuların AP ölçüm ve değerlendirilmesinde çoğunlukla aktif sıçrama, squat sıçrama ve 30 sn Wingate test protokollerinin kullanıldığı görülmektedir. Araştırma sonuçlarına paralel olarak; Arslan (2005) farklı fiziksel uygunluk düzeylerindeki genç kadın ve erkek bireyler üzerindeki çalışmasında, patlayıcı bacak kuvveti ile AP (Wingate) arasında anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. Kin-İşler ve ark. (2008) Amerikan futbol oyuncularını üzerinde yapmış olduğu çalışmada, tüm açısızlızlarda (60°/sn, 150°/sn ve 240°/sn) gerçekleşen İBK (ekstansiyon) zirve güç değerleri ile AP (Wingate) arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ancak, İBK (fleksiyon)'nun ise sadece 240°/sn açısızlızlarda hız ile ilişkili olduğunu belirlemiştir. Özkan ve Kin-İşler (2010) yapmış oldukları çalışmada, farklı branşdaki (basketbol, voleybol ve futbol) sporcularını değerlendirilmişler ve futbolcuların diğer sporculara göre sadece İBK H/Q oranının AP (Wingate) üzerinde önemli bir rol oynadığını tespit etmiştir. Alemдарođlu (2012), basketbol oyuncularının performanslarını değerlendirdiği çalışmasında, 60°/sn ve 180°/sn açısızlızlarda İBK (ekstansiyon) zirve güç değerleri ile AP (aktif ve squat sıçrama) arasında orta düzeyde pozitif korelasyon olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmaların aksine, İBK'nin AP (Wingate) değerleri için tanımlayıcı bir değişken olamayacağı belirten çalışmalar da bulunmaktadır (De SteCroix ve ark., 2000). Genel olarak farklı sürelerde, farklı mesafelerde ve farklı dinlenme aralıklarıyla uygulanan D-TSY ve YD-TSY test protokollerine ait sonuçları değerlendirirken, uygulayıcıların farklı enerjetik etkilere maruz kalabileceği ve bu etkilerin yaş, kas yapısı, spor dalı gibi değişkenlerden etkilenebileceğinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Genel izlenim AP çıktıları yüksek olan sporcuların Tip IIB kas lif yüzdesi ve kas hacimlerinin yüksek olduğu ve daha geniş kesit alanına sahip oldukları da belirlenmiştir (Shephard ve ark., 1988; Staron ve ark., 2000). AP'ı etkileyen faktörler arasında las lifi tipinin dışında üretilen kas kuvvetinin de önemli olduğu kabul edilmektedir. Özellikle sporcuların sprint performansında, diz ekstansörlerinin oluşturduğu ani kas kasılmalarının çok önemli olduğu tespit edilmiştir (Mann, 1981; Mero, 1988; Young, ve ark., 1995). Dowson ve ark. (1998), bu sonuca paralel olarak, sprint performansı sırasında üretilebilecek kuvvetin miktarı ile dinamik kas hareketi sırasında meydana getirilen kuvvet büyüklüğünün birbiri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan araştırmalar, diz kuvvetinin sprint performansı sırasında önemli bir unsur olduğunu göstermiştir (Dowson ve ark., 1998; Mann, 1981; Mero, 1988). Kas kasılmasındaki kuvvet, kasın kasılma öncesi boyuna ve hızına bağlıdır. Kas kasılma boyu kasılma öncesinden %20 daha uzun ise yüksek bir kuvvet elde edilmektedir. Kasılmanın hızı ve yük arasında ters orantı vardır. Tekrar eden kas kuvveti ölçümünde, uygulanan yük artıka kasılma hızı ve oluşan kas kuvveti azalmaktadır ve bunun sonucu olarak da maksimum güç çıktıları etkilenmektedir. Bununla beraber uyuk çevresinin genişliği ve bu bölgeyi oluşturan kasların (Quadriseps, hamstring, vb.) kas kütlesi ve kas liflerinin fazla oluşuna bağlı olarak kasta oluşturulan

kuvvetin daha yüksek olduğunu, bunun da yine maksimum gücü etkilediği söylenebilir (Armstrong, ve ark., 2001; Bouchard ve ark., 1991; De Ste Croix ve ark., 2000).

Futbolda birçok hareket, izokinetik test araçlarının sağladığı en yüksek hızdan daha yüksek açısız hızlarda gerçekleşmektedir. Ayrıca, diz ekstansör kaslarının kuvveti ile vuruş esnasında bacağının yüksek hızla hareketi gerçekleştirilmesi arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır (Aşçı, 2009). Dolayısıyla da topla en son temasta bulunan kuvvet diz ekstansörlerinin kuvvet düzeyi tarafından belirlenmemektedir (Aşçı, 2009). Bu durum aslında vuruş esnasındaki kas gruplarının koordinasyonuna (agonist/antagonist) bağlı beceriden kaynaklanmaktadır (Aşçı, 2009) ve futsal gibi yüksek hızda gerçekleşen spor branşlarında, sporcunun maksimal kuvvet düzeyinden daha çok kas kuvvet oranının daha önemli olabileceği söylenebilir.

Bu sonuçlar, İBK ve AP arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Örneğin, rugby oyuncularında yapılan bir çalışmada (Baker ve Nance, 1999) kuvvet ve güç değerleri arasındaki ilişkinin pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde orta mesafe kadın koşucular üzerinde yapılan bir çalışmada (Thorland ve ark., 1987), sprint, İBK ve AP arasındaki ilişki incelenmiş ve İBK ile AP arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur. Yine, 15 sedanter erkek üzerinde yapılan bir başka çalışmada (Beyaz, 1997) İBK ile AP değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda İBK’de yüksek açısız hızlarda özellikle de değişik hızların ard arda seçildiği test protokollerinde yorgunluk faktörü nedeniyle performansın tam olarak gerçekleştirilemediği gözlemlenmiştir.

Yapılan bu çalışma da kuvvet performansı ile diğer açısız hızlardaki İBK değerleri arasında ilişki çıkmamasının bir sebebi de 180°/sn gibi yüksek hıza gelindiğinde futsal oyuncularının kas kuvvetlerinin belirgin olarak azalması ve dolayısıyla kassal dayanıklılık düzeylerinin düşük olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak, futsal oyuncularında İBK’nin hem AP için önemli bir belirleyici olarak rol aldığı hem de TSY performans düşüş yüzdesi açısından göz önünde bulundurulması gereken bir parametre olduğu fakat TSY ile AP veya patlayıcı güç arasındaki ilişkiyi daha net açıklayabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

Arslan, C. (2005). Relationship between the 30-second Wingate test and characteristics of isometric and explosive leg strength in young subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 658.

Armstrong, N., Welsman, J.R., Chia, M.Y.H. (2001). Short term power output in relation to growth and maturation. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 118-124.

Aşçı, A. (2009). Futbolcularda kuvvet performansının değerlendirilmesi. *III. Ulusal Futbol ve Bilim Kongre Kitabı*, 9-11.

Baker, D., Nance, S. (1999). The relation between strength and power in professional rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 224-229.

Beyaz, M. (1997). İzokinetik tork değerleri ve wingate test ile anaerobik gücün değerlendirilmesi. *Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Fizyolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi*.

- Bouchard, C., Taylor, A.W., Simaneau, J., Dulac, S. (1991). Testing anaerobic power and capacity, "Physiological testing of the high performance athlete" (Ed L. MacDouall, H.A. Wenger, H. Gren)'de, *Human Kinetics Books, Champaign, IL*. s. 175-221.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., Bachero-Mena, B., Sánchez-Martínez, J. (2014). Relationships among repeated sprint ability, vertical jump performance and upper-body strength in professional basketball players. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(161), 148-53.
- Barbero-Alvarez, J.C., Soto, V.M., Barbero-Alvarez, V., Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63-73.
- Benvenuti, C., Minganti, C., Condello, G., Capranica, L., Tessitore, A. (2010). Agility assessment in female futsal and soccer players. *Medicina*, 46(6), 415.
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports medicine*, 38(12), 1045-1063.
- Burns, T. (2003). *Holistic futsal: a total mind-body-spirit approach*. Lulu Press.
- Castagna, C., Alvarez, J.C.B. (2010). Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high intensity test. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2322-2329.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J.G., Álvarez, J.C.B. (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490-494.
- De SteCroix, M.B.A., Armstrong, N., Chia, M.Y.H., Welsman, J. R., Parsons, G., Sharpe, P. (2001). Changes in short-term power output in 10-to 12-year-olds. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 141-148.
- Dittrich, N., da Silva, J. F., Castagna, C., de Lucas, R. D., Guglielmo, L.G.A. (2011). Validity of Carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3099-3106.
- Doğramacı, S.N., Watsford, M.L., Murphy, A.J. (2011). Time-motion analysis of international and national level futsal. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 646-651.
- Dowsan, M.N., Nevill, M.E., Lakomy, H.K., Hazeldine, R.J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*. 16, 257-265.
- Gorostiaga, E.M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Bonnabau, H., Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-491.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work. *Sports medicine*, 35(9), 757-777.
- Glaister, M. (2008). Multiple-sprint work: methodological, physiological, and experimental issues. *International journal of sports physiology and performance*, 3(1), 107-112.
- Kapidzic, A., Pojskic, H., Muratovic, M., Uzicanin, E., Bilalic, J. (2011). Correlation of tests for evaluating explosive strength and agility of football players. *Sport SPA*, 8(2), 29-34.
- Kin-İşler, A., Yılmaz, A. (2011). Çocuklarda cinsel olgunlaşmanın tekrarlı sprint yeteneğine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 22(1), 25-31.
- Markovic, G. (2007). Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 276.
- Markovic, G., Sekulic, D., Markovic, M. (2007). Is agility related to strength qualities?-Analysis in latent space. *Collegium Antropologicum*, 31(3), 787-793.

- Mann, R. V. (1981). A kinetic analysis of sprinting. *Medicine Science Sports Exercise*, 13: 325-328.
- Masuda, K., Kikuhara, N., Takahashi, H., Yamanaka, K. (2003). The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 21(10), 851-858.
- Mero, A. (1988). Force-Time Characteristic And Running Velocity of Male Sprinters During The Acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 15: 59-94.
- Newman, M.A., Tarpenning, K.M., Marino, F.E. (2004). Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 867-872.
- Özkan, A., Kin-İşler, A. (2010). Sporcularda Bacak Hacmi, Kütlesi, Hamstring/Quadriceps Oranı İle Anaerobik Performans ve İzokinetik Bacak Kuvveti Arasındaki İlişki. *Spor Bilimleri Dergisi*, 21(3), 90-102.
- Shephard, R.J., Bouchlel, E., Vandewalle, H., Monod, H. (1988). Muscle mass as a factor limiting physical work. *Journal of Applied Physiology*, 64(4): 1472-1479.
- Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., Mujika, I. (2011). Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 497-508.
- Staron, R.S., Hagerman, F.C., Hikida, R.S., Murray, T.F., Hostler, D. P., Crill, M. T., Ragg, K.E., Toma, K. (2000). Fiber Type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 48(5): 623-629.
- Stojanovic, M. D., Ostojic, S. M., Calleja-González, J., Milosevic, Z., Mikic, M. (2012). Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(4), 375.
- Thorland, W.G., Johnson, G.O., Cisar, C.J., Housh, T.J., Tharp, G.D. (1987). Strength and anaerobic responses of elite young female sprint and distance runners. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 19(1): 56-61.
- Young, W., Mclean, B., Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(1), 13-19.
- Young, W.B., James, R., Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction?. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.
- Wadley, G., Le Rossignol, P. (1998). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(2), 100-110