

SPRINTERLERİN MÜSABAKA DÖNEMİNDE İZOKİNETİK KRİTERLERİ VE SPRINT HIZ DEĞİŞKENLERİ İLİŞKİSİ

Mehmet KALE*, Caner AÇIKADA, İlker YILMAZ***

*Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

**Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, sprinterlerin müsabaka dönemi izokinetik kriterler ve 100m sprint koşunun çeşitli evrelerindeki hız değişkenleri ilişkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya Türkiye Atletizm Birinci ve İkinci Ligi yarışlarında yer alan gönüllü 13 erkek sprinter katılmıştır (Yaş: 22.2 ± 2.7 yıl, En iyi 100m derecesi: 10.93 ± 0.21 sn, Boy uzunluğu: 176.3 ± 2.8 cm, Vücut ağırlığı: 74.4 ± 4.7 kg, Antrenman yaşı: 4.9 ± 2.8 yıl). Sprinterlere antropometrik ölçümler, farklı açısız hızlarda (60° , 180° , 300° sn⁻¹) diz ekstansiyon-fleksiyon izokinetik kas kuvveti ve her 10m hızın belirlendiği 100m sprint koşu testleri uygulanmıştır. İzokinetik parametre ve hız değişkenleri ilişkileri Pearson korelasyon analiziyle incelenmiştir. V40-50m ile 60° .sn⁻¹ açısız hızda baskın bacak (BB) fleksiyon torku arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur ($p < .05$). V100m, Vmaks, V0-10m'den V50-60m'ye kadar hız değişkenlerinin tümü 180° .sn⁻¹ açısız hızda baskın olmayan bacak (BOB) diz ekstansiyon torkuyla istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiye sahiptir ($p < .05$). V0-10m, V20-30m ve V30-40m hız değişkenleri BB diz ekstansiyon torkuyla, V10-20m, V20-30m ve V30-40m hız değişkenleri BB diz fleksiyon torkuyla istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişki ($p < 0.05$) sergilemiştir. V100m, V20-30m, V30-40m hız değişkenleri 300° .sn⁻¹ açısız hızda BB diz ekstansiyon ve fleksiyon torklarıyla istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişki sergilemiştir ($p < .05$). Sonuç olarak, elit Türk sprinterlerde müsabaka döneminde açısız hız artışına bağlı olarak izokinetik zirve tork azalmış ve bir kısım izokinetik kriterlerle 100m sprint koşusunun özellikle ivmelenme bölümü hız değişkenleri ilişkisi artış sergilemiştir. Fakat her iki bacağın izokinetik kuvvet kriterlerinin hız değişkenleriyle sergilediği ilişki benzerlik göstermediğinden baskın ve baskın olmayan bacağa dayalı izokinetik kuvvet kriterleri ve sprint hız değişkenleri ilişkisine yönelik ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sprint koşusu, Açısız hız, Tork, Ekstansiyon, Fleksiyon.

RELATIONSHIPS BETWEEN ISOKINETIC CRITERIA AND SPRINT VELOCITY VARIABLES IN THE COMPETITION PHASE OF SPRINTERS

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate relationships between isokinetic parameters and velocity variables at the different phases of 100m sprint running in the competition phase of sprinters. Thirteen male sprinters from Turkey Track&Field I. and II. Cups voluntarily participated to the study (Age: 22.2±2.7yr, Personnel best 100m result: 10.93±0.21s, Body height: 176.3±2.8cm, Body weight: 74.4±4.7kg, Training age: 4.9±2.8yr). Anthropometric measurements were applied to sprinters. Knee extension-flexion isokinetic muscle strength at different angular velocities (60, 180, and 300°.s⁻¹) and 100m sprint running including 10m velocity were tested in sprinters. Pearson correlation analysis was utilized for relationships between isokinetic parameters and velocity variables. V40-50m has significant positive relationship with dominant leg knee flexion torque at 60°.sn⁻¹ angular velocity (p<.05). V100m, Vmax, and other velocity variables from V0-10m to V50-60m had significant positive relationships with nondominant leg knee extension torque at 180°.sn⁻¹ angular velocity (p<.05). Dominant knee extension torque has significant positive relationships with V0-10, V20-30m and V30-40m. Dominant knee flexion torque has significant positive relationships with V10-20m, V20-30m and V30-40m (p<.05). V100m, V20-30m, and V30-40m velocity variables have positive significant relationships with dominant knee extension and flexion torques at 300°.sn⁻¹ angular velocity (p<.05). In conclusion, relationships between peak torques and velocity variables of 100m sprint running especially in acceleration part were increased and isokinetic peak torque was decreased when angular velocity was increased at the competition phase by elite Turkish sprinters but isokinetic strength criteria and velocity variable correlations didn't show parallelism for dominant and non dominant leg. It was stated that detailed studies are necessary for relationship between sprint velocity variables and isokinetic strength criteria depending dominant and non dominant leg.

Key Words: Sprint running, Angular velocity, Torque, Extension, Flexion.

GİRİŞ

Temel amacı hız olan sprint koşularında sergilenen hareketler balistik döngüsel hareketlerdir. Bu döngüsel hareketlerde kaslar şiddetlice kasılarak, gevşeyerek ve gerilerek vücudun üyelerini hızlandırmakta ya da yavaşlatmaktadır. Böylelikle kaslar eklemlerin dengesini sağlayıp en iyi şe-

kilde uygulanacak kuvveti belirleyerek vücut üyelerini farklı şekillerde farklı hareket genişliklerinde hareket ettirmekte, şokları absorbe etmekte ve dış etmenlerle etkileyi amortize etmektedir (Chu ve Korchemny, 1989). Sprinterin bacak kaslarının itici kuvveti sprint hızındaki değişimi belirlemekte-

dir. Bu kuvveti sergilemek için uygulanan gücün büyüklüğü kasların (özellikle kalça ekstensörleri, diz ekstensörleri, plantar fleksörleri içeren bacak ekstensör kasları) kuvvetiyle ilişkilidir (Alexander, 1989). Baskın ve baskın olmayan bacak kuvveti olarak ifade edilen bacakların kas kuvvetiyle ilgili yapılan çalışmalarda (Rosene ve diğ., 2001; Gur ve diğ., 1999) elit sporcularda baskın ve baskın olmayan bacaklarda kas kuvveti açısından fark olmadığı belirlenmiştir. Elit sprinterler üzerinde yaptığı çalışmada Alexander (1989) 100m sprint koşu derecesiyle diz eklemının zirve torku arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlemiştir. Rosene ve diğ. (2001), sprinterlerin de içinde olduğu farklı branş sporcularında açısız hızın arttıkça ekstensör-fleksör oranının arttığını belirlemişlerdir.

Tek bir kuvvet ölçümü kullanmak ve sportif performansla ilişkilendirmek yerine farklı pozisyon süreleri ve çeşitli açısız hızlarda kullanılan çoklu kas kuvvetini ilişkilendirmek daha uygundur. Alexander (1989), Berg ve diğ. (1986)'nin sprint performansı ile çoklu izokinetik ölçümler arasındaki ilişkiyi gösteren çoklu regresyon çalışmaları vardır. Literatürde diz eklemine bağlı kasların izokinetik kuvvet değerleriyle ilişkili çalışma sayısı oldukça sınırlı olmakla birlikte hamstring ve kuadriseps kaslarının izokinetik testlerinde kullanılan açısız hız aralığı $6-500^{\circ}.sn^{-1}$ arasında büyük yaygınlık (Nordgren ve diğ., 1983; Hoke ve diğ., 1983; Elton ve diğ., 1985; Macintyre ve Wessel, 1988; Borges, 1989; Hall ve Roofner, 1991; Dvir, 1996; Siqueira ve diğ., 2002; Sato ve diğ., 2004) sergilemiştir.

Bu konuda yürütülmüş çalışmalarda müsabaka dönemindeki sprinterlerin 100m sprint koşusu hız değişkenle-

ri ve farklı açısız hızlarda bir kısım izokinetik kriterlerin ilişkisine yönelik yayınlanmış sınırlı çalışma olması nedeniyle deneysel çalışmaya gereksinim duyulmuştur. Bu gereksinim doğrultusunda araştırmanın amacı, sprinterlerin müsabaka döneminde farklı açısız hızlara bağlı olarak diz eklemi izokinetik kas kuvveti kriterleri ve 100m sprint koşunun çeşitli evrelerindeki hız değişkenleri ilişkisinin incelenmesidir.

YÖNTEM

Denekler: Araştırmaya Türkiye Atletizm Birinci ve İkinci Liginde aktif olarak yarışan milli takım düzeyinde gönüllü 15 (erkek) sprinter denek olarak katılmıştır. Avrupa Şampiyonasında olmaları sebebiyle iki sprinter testlerin bir kısmına katılamamış ve çalışma 13 sprinterle tamamlanmıştır. Deneklerde araştırmaya katılmak için belirlenen 100m sprint koşusu önkoşul derecesi 10.40-11.50sn'dir. Sprinterlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama (Ort) ve standart sapmaları (Ss) Tablo 1.'de verilmiştir. Çalışmaya denek olarak katılan sprinterlere çalışma öncesinde araştırmacı tarafından yapılacak olan testler hakkında gerekli bilgi verilerek, sprinterlerin dikkatleri çalışmaya çekilmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için Osmaniye Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul izni alınmıştır.

İşlem Yolu: Sprinterlerin müsabaka döneminin birinci mezosiklusunda yapılan testler öncesinde gerekli açıklama yapılmış ve denekler test protokollerine rastgele sırayla alınmıştır. Araştırmada laboratuvar koşullarında antropometrik ölçümler, farklı açısız hızlarda BB ve BOB diz eklemi izokinetik kuvvet değişimlerinin belirlendiği izokinetik kas kuvvet testi ve saha koşullarında her 10m geçiş zama-

Tablo 1. Sprinterlerin tanımlayıcı istatistikleri

Sprinterler (n=13)	Ort ± Ss	Vücut Yapısı	Ort ± Ss
Yaş (yıl)	22.2 ± 2.7	VYY	7.58 ± 2.12
En İyi 100m Derecesi (sn)	10.93 ± 0.21	Vücut Tipi	
Boy Uzunluğu (cm)	176.5 ± 2.7	Endo	1.96 ± 0.46
Vücut Ağırlığı (kg)	74.0 ± 4.5	Mezo	5.48 ± 0.86
Antrenman Yaşı (ay)	4.9 ± 2.8	Ekto	2.21± 0.77

nının kaydedildiği 100m sprint koşu testi yapılmıştır. Antropometrik ölçümlerde iki ölçümün ortalaması, 100m sprint koşusunda ise 2 denemedeki en yüksek derece esas alınmıştır. Üç farklı açısız hızda diz eklemi izokinetik testinin her biri beş tekrar şeklinde yapılmış ve bu beş tekrardaki en yüksek değer esas alınmıştır. Yapılan testlerin uygulama biçimi Tablo 2.'de verilmiştir.

Verilerin Toplanması

Antropometrik Ölçümler: Her denegın antropometrik ölçümleri sabah alınmıştır. Deneklerin boy uzunlukları ±1mm hassasiyetli stadiometrede (Holtain, UK) ve vücut ağırlıkları ±0.1kg hassasiyetli elektronik laboratuvar baskülünde (Seca, Vogel & Halke, Hamburg) Lohman ve diğ. (1988)'nin önerdiği şekilde alınmıştır. Deri kıvrım kalınlıkları Harrison ve diğ. (1988)'nin önerdiği şekilde ±0.2mm hassasiyetli kaliperle (Harpanden, UK) alın-

Tablo 2. Testlerin uygulama biçimi

TEST PARAMETRELERİ	1. GÜN		2. GÜN		3. GÜN	
	10.00-12.00	19.00-21.00	10.00-12.00	19.00-21.00	10.00-12.00	19.00-21.00
Antropometrik Ölçümler	√	---	---	---	---	---
100m Sprint Testi	---	√	---	---	---	---
Sıçrama Testleri	---	---	---	---	√	---

mıştır. Çevre ölçümleri $\pm 1\text{mm}$ hassasiyetli antropometrik mezurayla (Harpenden, UK), eklem çapları $\pm 1\text{mm}$ hassasiyetli bicondiler kaliperle (Holtain, UK) Callaway ve diğ. (1988)'nin önerdiği gibi ölçülmüştür. Vücut yapıları Carter ve Heath (1990)'in antropometrik somototip hesaplama yöntemiyle belirlenmiştir. Sprinterlerin vücut yağ yüzdeleri (VYY) Açıkada ve diğ. (1991)'nin erkek sporcular için belirlediği formülle hesaplanmıştır.

İzokinetik Kas Kuvveti: BB ve BOB'nin konsentrik/konsentrik diz ekstansiyon ve fleksiyon hareketinde sergilenen zirve torklar açısal hızları $60^\circ.\text{sn}^{-1}$, $180^\circ.\text{sn}^{-1}$ ve $300^\circ.\text{sn}^{-1}$ olacak şekilde ayarlanmış bilgisayar kontrollü izokinetik dinamometre (Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA) ile test edilmiştir. Test öncesi her denek 1 saat standart ısınma süresince istediği tarzda ısınmıştır. Verilen açılardaki her test için sporculardan 60s dinlenme aralıklarıyla Davies ve diğ. (2000)'nin tavsiye ettiği şekilde beş maksimal efor sergilemesi istenmiş ve her açısal hızdaki beş denemede sergilenen en yüksek değer zirve tork olarak kabul edilmiştir. Adaptasyon sağlamak ve sakatlıktan kaçınmak amacıyla her açısal hız testi öncesi aynı test açısında üç alışma tekrarı yaptırılmış 30sn dinlenme sonrasında teste başlanmıştır. Tüm test süresince her denek temel itiş/çekiş ve kalan tekrar sayıları hakkında sözlü olarak cesaretlendirilmiştir. İzokinetik dinamometre her test günü başlangıcında CSMI (2003)'nin belirttiği şekilde kalibre edilmiştir. Her deneğin testinde dinamometrenin ataçmanları ayarlanmıştır. Diz fleksiyon/ekstansiyon testi için dinamometrenin iki pozisyonlu koltuğuna denek yerleştirildikten sonra CSMI (2003)'nin açıklandığı şekilde diz eklemine hareketlilik geniş-

liği $0-90^\circ$ pozisyon aldırılmıştır. Dinamometre kolu aksis rotasyonu lateral femoral epikondil hizasına ayarlanmıştır. Alt bacak ataçmanının sabitlendiği pad lateral malleusun proksimaline gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Gövde ve kuadrisepsin hareket etmesini önleyici kemerler gövdenin ve kuadrisepsin arasına üç parmak girebilecek şekilde sıkılaştırılmıştır. Test süresince her denek ellerle koltuğun her iki yanında bulunan el tutamaklarından tutunmuştur.

Sprint Koşusu: Deneklerin saha koşulunda sergiledikleri 100m sprint koşuları başlangıç sinyaliyle çalışmaya başlayan, 10.m, 20.m, 30.m, 40.m, 50.m, 60.m, 70.m, 80.m, 90.m ve 100.m'ye yerleştirilmiş 10 fotoselli SE-TS 100M kronometre sistemi (Tümer Elektronik Ltd, Türkiye) ile $\pm 0.01\text{sn}$ hassasiyetle ölçülmüştür. Test takoz çıkışıyla başlamış ve denek 100m çizgisine ulaştığında sonlanmıştır. Her denek koşu öncesi 1 saat standart ısınma süresince istediği tarzda ısınma sonrasında iki adet 100m sprint koşu yapmıştır. Koşulan her 10m yol 10m geçiş zamanına bölünerek her 10m hız, 100m yol 100m geçiş zamanına bölünerek 100m hız (V100m) ve en yüksek 10m hızlar (Vmaks) hesaplanmıştır.

Saha ve Laboratuvar Koşulları: Saha ortamı rüzgarı $\pm 0.01\text{m}.\text{sn}^{-1}$ hassasiyetli rüzgar ölçerle (UCS Spirit, USA) IAAF'nin belirlediği şekilde ölçülmüştür. Alt-üst sınır olan $\pm 2.00\text{m}.\text{s}^{-1}$ 'i aşan rüzgar yardımcı sprint koşu belirlendiğinde test 8-12dk tam toparlanma sonrası tekrarlanmıştır. Saha ortamı ve laboratuvar sıcaklığını $\pm 0.1\text{C}$ ve nemini $\pm \%0.1$ hassasiyetle ölçen nem/sıcaklık ölçerle (Traceable, Control Company, USA) ölçülmüştür. Saha ortam sıcaklığı $26.0-26.9^\circ\text{C}$ ve nemi $\%42.1-45.7$, laboratuvarın sıcaklığı $22.0-23.0^\circ\text{C}$ ve nemi $\%39.7-40.5$ arasında değişmiştir.

Verilerin Analizi: Verilerin istatistiksel analizi için SPSS 16 Evaluation Version istatistik programı kullanılmıştır. Sprinterlerin tüm verilerinin ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Farklı açısız hızlarda BB ve BOB'nin izokinetik kriterleriyle 100m sprint koşu hız değişkenlerinin ilişkileri Pearson korelasyon analiziyle incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi olarak $p \leq 0.05$ alınmıştır.

BULGULAR

Sprinterlerin müsabaka döneminde sergilediği BB ve BOB'nin absöüt ve rölatif izokinetik kriterleri 100m sprint koşuları hız değişkenleri ortalama (Ort), standart sapma (Ss) değerleri Tablo 3. ve 4.'te veril-

miştir. Farklı açısız hızlarda BB ve BOB'nin rölatif izokinetik kuvvet kriterleri ile 100m sprint koşu hız değişkenleri arasındaki ilişkiler Tablo 5., 6. ve 7.'da verilmiştir.

Tablo 3.'te görüldüğü üzere sprinterlerin müsabaka döneminde 60, 180 ve 300°.sn⁻¹ açısız hızlarda en yüksek ortalama absöüt zirve tork 226±38Nm (rölatif olarak 3.03±0.44Nm.kg⁻¹) olarak 60°.sn⁻¹ BOB ektansiyon hareketinde iken, en düşük ortalama absöüt zirve tork 105±22Nm (rölatif olarak 1.43±0.40Nm.kg⁻¹) olarak 300°.sn⁻¹ BOB diz fleksiyon hareketindedir. En yüksek ekstansiyon/fleksiyon oranı BB'de 300°.sn⁻¹ açısız hızda absöüt olarak 0.81±0.09 (röla-

Tablo 3. Sprinterlerin müsabaka döneminde farklı açısız hızlarda izokinetik kuvvet kriterlerinin absöüt ve rölatif ortalama (Ort), standart sapma (Ss) değerleri

		60°.sn-1		180°.sn-1		300°.sn-1		
		Absöüt (Nm)	Rölatif (Nm.kg-1)	Absöüt (Nm)	Rölatif (Nm.kg-1)	Absöüt (Nm)	Rölatif (Nm.kg-1)	
		Ort Ss	Ort Ss	Ort Ss	Ort Ss	Ort Ss	Ort Ss	
İZOKİNETİK KUVVET KRİTERLERİ (n=13)	BB	EKSTANSİYON	225 ± 36	3.02±0.41	168 ± 22	2.27 + 0.29	134 ± 21	1.82 + 0.35
		FLEKSİYON	152 ± 28	2.04±0.36	130 ± 19	1.76 + 0.26	109 ± 17	1.47 + 0.29
	BOB	EKSTANSİYON	226 ± 38	3.03±0.44	171 ± 21	2.30 + 0.24	134 ± 21	1.82 + 0.38
		FLEKSİYON	148 ± 21	1.99±0.29	126±16	1.71 + 0.25	105 ± 22	1.43 + 0.40
EKSTANSİYON-FLEKSİYON ORANI	BB	0.68 ± 0.10	0.68±0.29	0.78±0.10	0.78 + 0.11	0.81 ± 0.09	0.81 + 0.08	
	BOB	0.66 ± 0.11	0.66 + 0.11	0.75 ± 0.12	0.75 + 0.12	0.78 ± 0.11	0.78 + 0.11	

Tablo 4. Sprinterlerin müsabaka dönemi 100m sprint koşularına bağlı değişkenlerin ortalama (Ort), standart sapma (Ss) değerleri

100m'deki Ardışık 10m Süreleri (sn)												
	0-10m	0-20m	0-30m	0-40m	0-50m	0-60m	0-70m	0-80m	0-90m	0-100m	Rüzgar (m.sn ⁻¹)	Sıcaklık (°C)
Ort	1.96	3.14	4.23	5.27	6.29	7.31	8.34	9.38	10.43	11.48	-0.33	21.13
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
Ss	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	0.22	0.24	0.25	0.27	0.30	0.98

Her 10m Geçiş Süresi (sn)											
	0-10m	10-20m	20-30m	30-40m	40-50m	50-60m	60-70m	70-80m	80-90m	90-100m	
Ort	1.95	1.18	1.09	1.05	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
Ss	0.13	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	

100m Sprint Koşusundaki Hız Değişkenleri (m.sn ⁻¹)												
	V _{0-10m}	V _{10-20m}	V _{20-30m}	V _{30-40m}	V _{40-50m}	V _{50-60m}	V _{60-70m}	V _{70-80m}	V _{80-90m}	V _{90-100m}	V _{100m}	V _{maks}
Ort	5.14	8.46	9.21	9.57	9.79	9.85	9.69	9.63	9.54	9.5	8.71	9.91
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
Ss	0.33	0.27	0.28	0.32	0.25	0.29	0.26	0.25	0.28	0.27	0.21	0.24

Tablo 5. Sprinterlerin müsabaka döneminde 60°.sn⁻¹ açısız hızda BB ve BOB rölative izokinetik kuvvet kriterlerinin 100m sprint koşu hız değişkenleriyle ilişkisi

60°.sn-1 AÇISIZ HIZDA BB ve BOB İZOKİNETİK KRİTERLERİ						
HIZ DEĞİŞKENLERİ	BB EKSTANSİYON	BB FLEKSİYON	BOB EKSTANSİYON	BOB FLEKSİYON	BB E/F ORANI	BOB E/F ORANI
V100m	0.18	0.20	0.04	0.08	0.07	-0.14
Vmaks	0.33	0.36	0.28	-0.09	0.13	-0.44
V0-10m	0.22	0.13	0.24	0.07	-0.12	-0.12
V10-20m	0.19	0.39	-0.00	-0.03	0.33	-0.09
V20-30m	0.15	0.23	-0.11	0.17	0.15	0.16
V30-40m	0.04	0.20	-0.07	-0.05	0.21	-0.06
V40-50m	0.45	0.51*	0.41	0.17	0.22	-0.31
V50-60m	0.11	0.19	-0.01	-0.06	0.13	-0.16
V60-70m	0.05	-0.03	0.01	0.02	-0.09	-0.14
V70-80m	0.12	0.02	-0.02	-0.11	-0.10	-0.22
V80-90m	0.04	-0.07	-0.06	0.00	-0.12	-0.10
V90-100m	0.06	0.00	-0.06	-0.06	-0.04	-0.14

*p<.05

tif olarak 0.81 ± 0.08) iken en düşük oran BOB'de $60^\circ \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda absöüt olarak 0.66 ± 0.11 (rölatif olarak 0.66 ± 0.11)'dir.

Sprinterlerin müsabaka dönemi 100m sprint koşularında ardışık 10m süreleri, her 10m geçiş süresi ve buna bağlı olarak hız değişkenleri ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.'te verilmiştir. Bu tabloda, ortalama 100m sprint koşu sürelerinin $11.48 \pm 0.27 \text{sn}$ ve 100m sprint koşu hızlarının $8.71 \pm 0.21 \text{m} \cdot \text{sn}^{-1}$ iken V_{maks} 'ın $9.91 \pm 0.24 \text{m} \cdot \text{sn}^{-1}$ olduğu görülmektedir. On metre geçiş süreleri 1.02sn ile 1.95sn ve bu sürelerle bağlı olarak 10m hızlar $5.14 \text{m} \cdot \text{sn}^{-1}$ ile $9.85 \text{m} \cdot \text{sn}^{-1}$ arasında deği-

şim sergilemiştir. Sprint koşularında rüzgar hızının $-0.33 \pm 0.30 \text{m} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve sıcaklığın $21.13 \pm 0.98^\circ \text{C}$ olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.'te verilmiş olan $60^\circ \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda izokinetik kuvvet kriterlerinin 100m hız değişkenleriyle ilişkisine bakıldığında sadece $V_{40-50\text{m}}$ ile bu açısal hızdaki izokinetik kriterlerden BB fleksiyon arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişki ($p < .05$) bulunmuştur. Diğer hız değişkenleri ve $60^\circ \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda diğer izokinetik kuvvet kriterleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Tablo 6.'da görüldüğü üzere $V_{10-20\text{m}}$, $V_{20-30\text{m}}$ ve $V_{30-40\text{m}}$ hız değişkenleri BB diz

Tablo 6. Sprinterlerin müsabaka döneminde $180^\circ \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda BB ve BOB rölatif izokinetik kuvvet kriterlerinin 100m sprint koşu hız değişkenleriyle ilişkisi

HIZ DEĞİŞKENLERİ	180°.sn-1 AÇISAL HIZDA BB ve BOB İZOKİNETİK KRİTERLERİ					
	BB EKSTANSİYON	BB FLEKSİYON	BOB EKSTANSİYON	BOB FLEKSİYON	BB E/F ORANI	BOB E/F ORANI
V100m	0.46	0.45	0.61*	0.11	0.06	-0.30
Vmaks	0.36	0.30	0.64*	-0.12	-0.00	-0.52*
V0-10m	0.54*	0.43	0.56*	0.30	-0.07	-0.10
V10-20m	0.42	0.61*	0.54*	0.15	0.30	-0.20
V20-30m	0.54*	0.62*	0.49*	0.30	0.17	-0.07
V30-40m	0.61*	0.61*	0.56*	0.15	0.10	-0.22
V40-50m	0.30	0.38	0.59*	-0.01	0.13	-0.40
V50-60m	0.44	0.38	0.52*	0.04	0.02	-0.29
V60-70m	0.18	0.14	0.41	0.05	-0.04	-0.24
V70-80m	0.32	0.15	0.45	-0.08	-0.16	-0.37
V80-90m	0.11	0.06	0.30	-0.04	-0.06	-0.24
V90-100m	0.06	0.13	0.35	-0.08	0.08	-0.31

* $p < .05$

Tablo 7. Sprinterlerin müsabaka döneminde $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısız hızda BB ve BOB rölaf izokinetik kuvvet kriterlerinin 100m sprint koşu hız değışkenleriyle ilişkisi

HIZ DEĞİŞKENLERİ	300 ⁰ .sn-1 AÇISAL HIZDA BB ve BOB İZOKİNETİK KRİTERLERİ					
	BB EKSTANSİYON	BB FLEKSİYON	BOB EKSTANSİYON	BOB FLEKSİYON	BB E/F ORANI	BOB E/F ORANI
V100m	0.49*	0.48*	0.40	0.24	-0.02	-0.16
Vmaks	0.35	0.31	0.30	0.07	-0.05	-0.37
V0-10m	0.32	0.21	0.16	0.15	-0.23	0.10
V10-20m	0.42	0.49*	0.31	0.19	0.16	-0.08
V20-30m	0.55*	0.58*	0.37	0.32	0.07	0.05
V30-40m	0.66*	0.61*	0.48*	0.37	-0.08	-0.03
V40-50m	0.28	0.35	0.28	0.04	0.15	-0.39
V50-60m	0.44	0.40	0.32	0.20	-0.05	-0.10
V60-70m	0.28	0.29	0.32	0.18	-0.01	-0.16
V70-80m	0.38	0.29	0.32	0.14	-0.18	-0.26
V80-90m	0.28	0.29	0.32	0.16	-0.02	-0.23
V90-100m	0.19	0.25	0.26	0.08	0.10	-0.29

*p<.05

ekstansiyon torkuyla, V_{10-20m} , V_{20-30m} ve V_{30-40m} hız değışkenleri BB diz fleksiyon torkuyla istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişki sergilemiştir (p<.05). 100m sprint koşusunun V_{100m} , V_{maks} , V_{0-10m} 'den V_{50-60m} 'ye kadar hız değışkenlerinin tümüyle $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısız hız izokinetik kriterlerden BOB diz ekstansiyon torkuyla istatistiksel anlamlı ilişki belirlenmiştir (p<.05). V_{maks} ile BOB E/F oranı arasında istatistik-

sel olarak anlamlı negatif ilişki bulunmuştur (p<.05). Diğer hız ve izokinetik kuvvet kriterleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Tablo 7.'de $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısız hızda izokinetik kuvvet kriterlerinin 100m hız değışkenleriyle ilişkisine bakıldığında V_{100m} , V_{20-30m} ve V_{30-40m} hız değışkenleriyle BB diz ekstansiyon torkuyla istatistiksel anlamlı pozitif ilişki (p<.05) sergilediği gö-

rılmektedir. V_{100m} , V_{10-20m} , V_{20-30m} ve V_{30-40m} hız değişkenleriyle BB diz fleksiyon torqu arasında istatistiksel anlamlı pozitif ilişki ($p<.05$) belirlenmiştir. V_{30-40m} ile sol diz ekstansiyonu arasında istatistiksel anlamlı pozitif ilişki ($p<.05$) vardır. BOB fleksiyon, BB E/F oranı ve BOB E/F oranıyla hız değişkenlerinin hiçbirisiyle istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır.

TARTIŞMA

Bu çalışmadaki sprinterlerin birinci mezosiklüs müsabaka döneminde 60, 180 ve 300°.sn⁻¹'deki açısal hızlarda BB ve BOB diz ekstansiyon-fleksiyon hareketine bağlı olarak zirve tork değerleri incelendiğinde açısal hız artışıyla birlikte her iki bacakta absöüt ve rölatif olarak izokinetik zirve torkun azaldığı görölmektedir. Siqueira ve diğ. (2002)'nin çalışmasında kullanılan açısal hızlar 60°.sn⁻¹ ve 240°.sn⁻¹'den oluşmakla birlikte baskın bacaktaki zirve torklar 60°.sn⁻¹'de 200.4Nm ve 240°.sn⁻¹'de 349.1Nm olarak belirlenmiştir. Cheung ve Hong (1999) sprinterlerin baskın bacak izokinetik ortalama zirve torklarını 60°.sn⁻¹'de 192.78Nm, 180°.sn⁻¹'de 140.22Nm ve 300°.sn⁻¹'de 104.78Nm olarak belirlemiştir ve hız arttıkça izokinetik zirve torkun azaldığı görölmektedir. Sprinterlerle ilgili Dowson ve diğ. (1998), Alexander (1989) ve Alexander (1990)'ın bulgularında da açısal hız arttıkça bu tür azalma sergilenmektedir. Sato ve diğ. (2004)'nin sprinterlerle ilgili çalışmasında baskın bacak ekstansiyonlarının izokinetik konsentrik zirve torkları 60°.sn⁻¹'de 208.9Nm, 180°.sn⁻¹'de 146.1Nm ve 300°.sn⁻¹'de 116.4Nm olarak belirlenmiştir. Rankin ve Thompson (1983)'ın Amerikalı erkek üniversiteli sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada 31 sprinterlerin diz

ekleminde 60°.sn⁻¹, 180°.sn⁻¹ ve 300°.sn⁻¹ açısal hızlarda konsentrik en yüksek tork değeri 60°.sn⁻¹'de sergilenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Cheung ve Hong (1999), Dowson ve diğ. (1998), Alexander (1989), Alexander (1990), Sato ve diğ. (2004) ve Rankin ve Thompson (1983)'in çalışmalarını desteklemektedir.

Bu çalışmada 60°.sn⁻¹'de fleksiyon/ekstansiyon oranı BB için 0.68, BOB için 0.66'dır. Siqueira ve diğ. (2002)'nin çalışmasında aynı test uygulanmış ve fleksiyon/ekstansiyon oranı BB'de 0.57 iken BOB'de 0.56 olarak bulunmuştur ve bu çalışmada bulunan değerlerinden oldukça küçüktür. Bunların yanı sıra Thomas ve diğ. (1983) 60°.sn⁻¹ açısal hızda üst düzey sprinterlerin en yüksek sağ ve sol bacak ekstansiyon/fleksiyon oranlarına sahip olduklarını (0.60±0.09 ve 0.55±0.05) ve daha dengeli kas kuvveti sergilediklerini belirlemiştir. Osternig (1986) agonist ve antogonist kuvvetlerindeki oranın dengesiz olması halinde zayıf kas gruplarının daha sakatlanabilir olacağını ifade etmiştir. Nosse (1982) diz fleksör/ekstensor oranının 0.43'ten 0.90 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Osternig (1986)'e göre 0.60 oranı geniş çapta kabul edilen orandır. Bu oran değeri test edilen açısal hız arttıkça artış sergilemektedir ve düşük hızlarda (30-45°.sn⁻¹) yaklaşık 0.60 iken yüksek hızlarda (300°.sn⁻¹) yaklaşık 0.80'dir (Thomas ve diğ., 1983). Bu çalışmaya katılan sprinterlerin oranları Thomas ve diğ. (1983)'nin çalışmasına katılan sprinterlerle benzerlik sergilemektedir ve her iki bacak kuvvetinin birbirine oldukça dengeli olduğu fikrini desteklemektedir.

Paasuke ve diğ. (2001) istemli kasılmanın başlangıcındaki motor ünitelerdeki artan ateşlemenin sinirsel adaptasyon-

la bağlantılı olduğunu bulmuştur ve özel nöromusküler adaptasyonun belirtisi olarak patlayıcı türde kuvvet (güç) antrenmanı sırasında artan diz ekstansiyon zirve torkunun antrenman yüklenmesine bağlı meydana geldiğini açıklamışlardır. Olmo ve Castilla (2005) vücut kütlelerinin hızlı ivmelenmesini içeren sprint koşusu üretilen yüksek düzey kassal kuvvet kapasitesi için genellikle önemli bir faktördür ve bu kassal kapasite için sprint koşusu kinematığında yer alan farklı kas grupları arasında diz ekstansörleri ve fleksörleri önemli rol oynadığını belirlemiştir. Ozcağar ve diğ. (2003) $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda bir kısım kuvvet değerleriyle kısa mesafeli sprint arasında anlamlı ilişki bulmakla birlikte izokinetik çalışmaların fonksiyonel sportif fonksiyonları tam olarak predikte edemeyeceğini, fiziksel kondisyonlanma için fikir verebileceğini belirlemiştir. Dowson ve diğ. (1998) yaptıkları çalışmada en güçlü korelasyonun yüksek açısal hızda ($240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) konsentrik diz ekstansiyondaki izokinetik tork ve ivmelenme süresiyle (0-15m derecesiyle $r=-0.518$, $p<0.01$ ve 30-35m derecesiyle $r=-0.688$, $p<0.01$) arasında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada en düşük açısal hızda ($60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) sadece BB diz ekstansiyon torku ile 40-50m arası hız değişkeniyle ilişki belirlenmişken, yüksek açısal hızlarda ($180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) sergilenen kuvvet değişkenleri 60m'ye kadar olan 10'ar m'lik hız değişkenleriyle daha fazla sayıda ilişki sergilemiştir. Test edilen $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda BB'nin ekstansiyon ve fleksiyon değişkenleriyle hız değişkenleri arasında ilişki bulunmuşken BOB'nin sadece ekstansiyon değişkenleriyle hız değişkenleri arasında ilişki bulunmuştur. Bu çalışmaya katılan tüm sprinterlerin BB'si

ile BOB'sinin izokinetik kuvvet değişkenleri hem absolüt hem de rölatif olarak birbirine çok yakın değerde olmasına rağmen sprinterlerin her iki bacağının hız değişkenleri ile sergilediği ilişki benzerlik sergilememiş Ozcağar ve diğ. (2003)'nin çalışmasının sonuçlarını desteklemiştir.

Sonuç olarak bu çalışma, farklı açısal hızlar içermekle birlikte literatürde yapılmış olan diğer çalışmalardan elde edilen bir kısım bulguları desteklemiş ve Türk elit sprinterlerde müsabaka döneminde açısal hız artışına bağlı olarak izokinetik zirve torkun azaldığını ve 100m sprint koşusunun özellikle ivmelenme bölümünün hız değişkenleriyle ilişkisinin arttığını ortaya koymuştur. Ancak her iki bacağın izokinetik kuvvet değişkenlerinin hız değişkenleri ile sergilediği ilişki benzerlik göstermemiştir. Baskın ve baskın olmayan bacağına dayalı izokinetik kuvvet değişkenleri ve sprint hız değişkenleri ilişkisine yönelik ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

Yazar Notu: Bu çalışma 23-25 Nisan 2009 tarihleri arasında Rusya'nın Saint Petersburg şehrinde yapılmış olan IV International Congress "People, Sport and Health" başlıklı kongrede sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 051359) birimi tarafından desteklenmiştir.

Teşekkür: Çalışma için milli takım kamp olanağı sağlayan Atletizm Federasyonu Başkanı Mehmet Terzi'ye, bilgi ve deneyimlerini paylaşan Dr. Alper Aşçı'ya, yapılan ölçümlere yardım eden Atletizm Milli Takım Sprint Antrenörü Aydın Çetin'e, Uzman Ela Arıcan Gültekin'e, Araş. Gör. Elvin Onarıcı Güngör'e, sprinterlerini çalışmaya yönlendiren Milli Takım Antrenör-

lerine, çalışmaya katılan Milli Takım Sprinterlerine özverili katkılarından dolayı içtenlikle teşekkür edilir.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Dr. Mehmet Kale

Anadolu Üniversitesi

Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

İki Eylül Kampüsü, 26470, Eskişehir

e-posta: mkale@anadolu.edu.tr

KAYNAKLAR

- Açıkada C, Ergen E, Alpar R, Sarpyener K. (1991). Erkek sporcularda vücut kompozisyonu parametrelerinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-25.
- Alexander MJL. (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Canadian Journal of Sports Science*, 14, 148-157.
- Alexander MJL. (1990). Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 334-339.
- Berg K, Miller M, Stephens L. (1986). Determinants of 30 meter sprint time in pubescent males. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 26(3), 225-230.
- Blazevich AJ, Jenkins DG. (1998). Predicting sprint running times from isokinetic and squat lift tests: A regression analysis. *Journal of Strength Conditioning Research*, 12(2), 101-103.
- Borges O. (1989). Isometric and isokinetic knee extension and flexion torque in men and women aged 20-70. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 21, 45-53.
- Callaway WC, Chumleu WC, Bouchard C, John HH, Lohman TG, Martin AD, Mitchell CD, Mueller WH, Roche AQF, Seefeldt WD. (1988). Circumferences. (TG Lohman, AF Roche, R Martorell, Ed.). *Antropometric Standardization Reference Manual* (s. 39-54). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Carter JEL, Heath BH. (1990). *Somatotyping-Developing and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cheung CK, Hong Y. (1999). *Scientific Proceedings of the XVII International Symposium of Biomechanics in Sports*: Isokinetic specific tension of quadriceps in sprinters, distance runners and normal young adults. Australia: Edith Cowan University.
- Chu D, Korchemny R. (1989). Sprinting stride actions: analysis and evaluation. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 11(6), 6-8, 81-85.
- CSMI. (2003). *Humac@Norm™ Testing & Rehabilitation System User Guide Model 770*. USA: Stoughton, MA.
- Davies GJ, Heiderschheit B, Brinks K. (2000). Isokinetic Test Interpretation. (L Brown, Ed.), *Isokinetics in Human Performance* (s. 3-24). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Dowson MN, Nevill ME, Lakomy HK, Nevill A, Hazeldine RJ. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal Sports Science*, 16(3), 257-265.

- Dvir Z. (1996). An isokinetic study of combined activity of the hip and knee extensors. *Clinic Biomechanics*, 11(3), 135–138.
- Elton K, McDonough K, Savinar E. (1985). A preliminary investigation: History, physical and isokinetic exam results versus arthroscopic diagnosis of chondro malacia patellae. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 7, 115–121.
- Gur H, Akova B, Punduk Z, Kucukoglu S. (1999). Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine Science Sports*, 9, 81–87.
- Hall PS, Roofner MA. (1991). Velocity spectrum study of knee flexion and extension in normal adults: 60–500 deg/sec. *Isokinetics Exercise Science*, 1, 131–137.
- Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock M, Roche AF, Wilmore J. (1988). Skin-fold Thicknesses and Measurement Technique. (TG Lohman, AF Roche, R Martorell, Ed.), *Antropometric Standardization Reference Manual* (s. 55–80). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hoke B, Howell D, Stack M. (1983). The relationship between isokinetic testing and dynamic patello-femoral compression. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 4, 150–153.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (1988). *Anthropometric Standardization Manual*, Champaign, IL: Human Kinetics.
- Macintyre D, Wessel J. (1988). Knee muscle torque in patello-femoral pain syndrome. *Physiotherapy Canada*, 40, 22–24.
- Nordgren B, Nordesjö LO, Rauschnig W. (1983). Isokinetic knee extension strength and pain before and after advancement osteotomy of the tibial tuberosity. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 102, 95–101.
- Nosse LJ. (1982). Assessment of selected reports on the strength relationship of the knee musculature. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 4, 78–85.
- Olmo J, Castilla N. (2005). Explosive strength-related isokinetic parameters in high level sprinters and long-distance runners: The relative power index. *Isokinetics Exercise Science*, 13, 243–249.
- Osternig LR. (1986). Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14, 45–80.
- Ozcakar L, Kunduracıoğlu B, Cetin A, Ulkar B, Guner R, Hascelik Z. (2003). Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 507–510.
- Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 41(3), 354–61.
- Rankin JM, Thompson CB. (1983). Isokinetic evaluation of quadriceps and hamstrings function: Normative data concerning body weight and sport. *Athletic Training*, 18, 178–182.

- Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. (2001). Isokinetic hamstrings:quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 36(4), 378–383.
- Sato K, Matsuo H, Katayama K, Ishida K, Honda Y, Katsumata K, Miyamura M. (2004). Ventilatory and circulatory responses at the onset of voluntary exercise and passive movement in sprinters. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 196–203.
- Siqueira CM, Pelegrini FR, Fontana MF, Greve JD. (2002). Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among nonathletes, jumper athletes and runner athletes. *Revista do Hospital das Clínicas*, 57(1), 19–24.
- Thomas TR, Zebas CJ, Bahrke MS, Araujo J. (1983). Physiological and psychological correlates of success in track and field athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 17(2), 102–109.