

Elit Badmintoncularda Bazı Performans Bileşenleri ve Şampiyona Sıralaması Arasındaki İlişki: Cinsiyetler Arası Karşılaştırma

The Relationship Between Some Performance Components and Competition Ranking in Elite Badminton Players: Gender Comparison

Araştırma Makalesi

¹Sinem HAZIR AY TAR, ²Melih Nuri SALMAN, ³Erhan DEVRİLMEZ, ⁴Sadık ŞATIROĞLU

¹ Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Spor Bilimleri Bölümü, Ankara

² Aksaray Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Aksaray

³ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Karaman

⁴ Serbest Araştırmacı, Ankara

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, elit badmintoncularda bazı performans bileşenleri ile şampiyona sıralaması arasındaki ilişkiyi belirlemek ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapmaktır. Araştırmaya, büyükler kategorisinde Türkiye Şampiyonasına katılan 11 kadın (Yaş: 19.5 ± 2.5 yıl, Boy: 166.7 ± 8.2 cm, Vücut Ağırlığı: 58.2 ± 8.1 kg), 9 erkek (Yaş: 20.2 ± 2.2 yıl, Boy: 177.3 ± 5.8 cm, Vücut Ağırlığı: 74.5 ± 6.2 kg) toplam 20 elit badmintoncu katılmıştır. Sporculara antropometrik ölçümler, el kavrama kuvveti, sürat, sıçrama ve çeviklik, anaerobik güç ve kapasite ile omuz ve diz eklemine ait izokinetik kuvvet testleri uygulanmış, bu ölçümlerin tamamlanmasından bir hafta sonra sporcular Türkiye Büyükler Badminton Şampiyonasına katılmışlardır. Cinsiyetler arasında yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; endomorfi ve ektomorfi özellikleri ile yorgunluk indeksi ve elastik kuvvet özelliklerinde cinsiyetler birbirine benzer bulunmuştur ($p > 0.05$). Türkiye şampiyonasında elde

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the relationship between some performance components and competition rankings and to make a comparison between genders in elite badminton players. Eleven female (Age: 19.5 ± 2.5 years, Height: 166.7 ± 8.2 cm, Body Weight: 58.2 ± 8.1 kg) and 9 male (Age: 20.2 ± 2.2 years, Height: 177.3 ± 5.8 cm, Body Weight: 74.5 ± 6.2 kg) players who competed at Turkish National Championship were participated in this study. Anthropometric measurements, hand grip, speed, agility, vertical and squat jumps, anaerobic power, anaerobic capacity and isokinetic strength were measured. After a week from these measurements players competed at the Championship. According to comparative results between genders there were similarities at ectomorphy and mesomorphy in anthropometric measurements; fatigue index and elastic strength in motor skills ($p > 0.05$). According to the Spearman Correlation Analysis, Championship rankings were

edilen sıralama ile ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre; kadın sporcularda vücut ağırlığı ($r_s = -.721; p=0.019$), yağsız vücut kitlesi ($r_s = -.648; p=0.43$), 180°/sn baskın kol omuz dış rotator kuvveti ($r_s = -.760; p=0.011$), 60 ve 180 °/sn diz ekstansiyon zirve tork kuvveti sağ ve sol bacak toplamları (sırasıyla: $r_s = -.782; p=0.008$; $r_s = -.879; p=0.001$), 180 °/sn diz fleksiyon zirve tork kuvveti sağ ve sol bacak toplamları ($r_s = -.709; p=0.022$) ile şampiyona sıralaması arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur. Erkek sporcularda ise bu ilişki sadece yağsız vücut kitlesi ($r_s = -.793; p=0.033$) ve anaerobik kapasite ($r_s = -.847; p=0.016$) özelliğinde anlamlıdır. Sonuç olarak kadın badmintoncularda elde edilen iyi yarışma derecelerinin vücut ağırlığı, yağsız vücut kitlesi ile alt ve üst gövdeye ait izokinetik kas kuvvetinin yüksek olmasıyla; erkek badmintoncularda ise yağsız vücut kitlesi ve anaerobik kapasitenin yüksekliği ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler

Badminton, Antropometri, Kas Kuvveti, Anaerobik Performans, Sıralama Derecesi

Key Words

Badminton, Anthropometry, Muscle Strength, Anaerobic Performance, Ranking

GİRİŞ

Badminton, kısa süreli ve yüksek şiddetli aktiviteleri takip eden kısa dinlenme periyodlarının yer aldığı bir raket sporu olarak tanımlanmaktadır. Badmintonun resmi müsabakaları kadın ve erkeklerde tekler ve çiftler yarışmaları ile kadın ve erkek sporcuların birlikte yarıştıkları karışık çiftler kategorilerinde düzenlenmektedir. Tekler kategorisinde yapılan oyun analizi çalışmalarına göre ortalama maç süresinin kadınlarda 22.8 dk, erkeklerde 31.4 dk; bu süre içerisinde ortalama ralli süresinin kadınlarda 6.1 s, erkeklerde 7.7 s; ralliyi takip eden ortalama dinlenme süresinin kadınlarda 14 s, erkeklerde 15.4 s; rallilerde gerçekleşen ortalama vuruş sayısının kadınlarda 5.4, erkeklerde 6.8 adet olarak gerçekleştiği belirtilmiştir (Abian-Vicen ve diğ., 2013; Cabello ve diğ., 2004; Faude ve diğ., 2007). Yapılan bir diğer çalışmada ise; badminton maçlarının süresinin; yarışma seviyesi, rakiplerin denkliliği ve sporcuların performans özelliklerine göre değişebilmekle birlikte ortalama 40 dk sürdüğü, ortalama ralli süresi 7 s takip eden dinlenme süresinin de 15 s olduğu belirtilmektedir (Phomsoupha ve Laffaye, 2015).

significantly correlated with body weight ($r_s = -.721; p=0.019$), lean body weight ($r_s = -.648; p=0.43$), 180 °/s dominant shoulder external rotation ($r_s = -.760; p=0.011$), 60 and 180 °/s knee extension ($r_s = -.782; p=0.008$; $r_s = -.879; p=0.001$ respectively), 180 °/s knee flexion sum of peak torque strength ($r_s = -.709; p=0.022$) in female players. On the other hand in males, there was a significant correlation only in between lean body mass and anaerobic capacity and rankings, ($r_s = -.793; p=0.033$; $r_s = -.847; p=0.016$ respectively). As a conclusion; it was found that better position in ranking was related to upper and lower body isokinetic strength, body weight and lean body mass in female players and higher lean body mass and anaerobic capacity in male players.

Badmintonun fizyolojisini inceleyen çalışmalarda; maçın kardiyovasküler şiddetinin maksimal kalp atım hızının % 90-94'ü arasında olduğu, maç sonunda ulaşılan kan laktatı değerinin 2.9 ila 12.2 mmol/L değerleri arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 4.4 mmol/L olduğu belirtilmektedir (Cabello ve diğ., 2004; Majumdar ve diğ., 1997; Mikkelsen ve diğ., 1979). Simule edilen maç ortamında elde edilen oksijen tüketimi değerleri ise elit kadınlarda 36.4 ml/kg/dk, elit erkeklerde 46 ml/kg/dk olarak belirlenmiştir. Bu değerler maksimal oksijen tüketimi değerinin yüzdesi (% VO_{2max}) olarak değerlendirildiğinde kadın ve erkeklerde sırasıyla % 72.6 ve % 74.8'dir (Faude ve diğ., 2007). Bu sonuçlardan hareketle badminton oyununun yüksek aerobik ve anaerobik enerji sistemlerine ihtiyaç duyduğunu; kullanılan enerji yolunun % 60-70 oranında aerobik sistem, % 30-40 oranında ise anaerobik sistem olduğu bildirilmiştir (Faccini ve Dal Monte, 1996; Phomsoupha ve Laffaye, 2015). Faude ve diğ., (2007) yaptıkları çalışmada badminton oyununun yüksek şiddetli yapısı nedeniyle anaerobik alaktik ve laktik anaerobik enerji

üretiminin öneminin arttığı, ralliler ve şiddetli antrenmanlar sonrası toparlanma sürecinde ise aerobik dayanıklılık kapasitesinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca oyunun hızlı yapısı ile birlikte oyun içerisinde sergilenen yön değiştirme, sıçrama, koşu, vuruşlar gibi hareket kalıplarında maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, patlayıcı kuvvet, elastik gibi kuvvet bileşenlerinin de önemli olduğu vurgulanmaktadır (Chin ve diğ., 1995).

Her ne kadar sportif başarı; fiziksel, fizyolojik, psikolojik, sosyolojik ve teknik-taktik özellikler gibi karmaşık ve çeşitli bir takım faktörler tarafından etkilense de araştırmacılar branşın yapısı ve fizyolojik gereksinimlerinin belirlenmesi yoluyla antrenman programında uygulanacak spora özgü yaklaşımların bulunmasını amaçlamaktadırlar (Campos ve diğ., 2009; Jeyaraman ve diğ., 2012). Yapılan çalışmalarda badminton oyununun yapısında sporcuların sürat, çeviklik, dayanıklılık, esneklik ve kuvvet gibi motorik özellikleri en yüksek limitlerinde ve kısa sürede uygulamaları gerektiği gözlenmektedir (Raman ve Nageswaran, 2013). Badminton becerileri ve motorik özellikler arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada (Tiwari ve diğ., 2011) patlayıcı kuvvet ($r= 0.55$), kol kuvveti ($r= 0.69$) ve kassal dayanıklılık ($r= 0.75$) arasında anlamlı ilişki olduğu belirtilmiştir. Jaworski ve Zak, (2016), beceri seviyesini belirleyen faktörleri üç farklı seviyede müsabık olan genç (11-19 yaş) badmintoncuları araştırdıkları çalışmalarında oyunun kalitesini baskın olarak etkileyen değişkenlerin sporcuların dayanıklılık, esneklik, çeviklik, alt gövde kuvveti ve statik kuvvet gibi motorik becerileri olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde benzer çalışmalar olmasına rağmen Türk elit badmintoncularında, performans bileşenleri ve müsabaka sıralaması arasındaki ilişkisi araştırılmamıştır. Bu çalışmanın amacı; bazı performans bileşenlerini cinsiyetler arasında karşılaştırmak ve Türkiye Şampiyonası sıralaması ile aralarındaki ilişkiyi belirlemektir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Bu araştırmaya, büyükler kategorisinde Türkiye Şampiyonasına katılan 11 kadın (Yaş: 19.5 ± 2.5 yıl, Boy: 166.7 ± 8.2 cm,

Vücut Ağırlığı: 58.2 ± 8.1 kg), 9 erkek (Yaş: 20.2 ± 2.2 yıl, Boy: 177.3 ± 5.8 cm, Vücut Ağırlığı: 74.5 ± 6.2 kg) toplam 20 elit badmintoncu katılmıştır.

İşlem Yolu: Sporculara antropometrik ölçümler, ek kavrama kuvveti, sürat ve çeviklik, anaerobik güç ve kapasite ile izokinetik kuvvet ölçümleri yapılmış, bu ölçümlerin tamamlanmasından bir hafta sonra sporcular Şampiyonaya katılmışlardır. Sporcular tüm testlere dinlenik halde girmiş, antropometrik testler, izokinetik kuvvet testleri ve el kavrama kuvveti testleri sabah 9.00-12.00 saatleri arasında; sürat, çeviklik, sıçrama ile anaerobik güç ve kapasite testleri 13.30-17.00 saatleri arasında alınmıştır. Sporculara testlere girmeden önce bilgilendirme yapılmış, gerekli onay alınmıştır. Motorik özelliklere ilişkin data üç günde toplanmıştır.

Antropometrik Ölçümler: Boy uzunluğu sporcu anatomik duruşta iken inspirasyon aşamasında, baş frontal düzlemde ve baş üstü tablası verteks noktasına degecek şekilde stadiometre (Holtain, England) ile alınmıştır. Vücut ağırlığı, spor kıyafeti ve ayakkabısız olarak baskül üzerinde (Inbody230, Korea) sporcu anatomik duruşta iken alınmıştır. Deri kıvrım kalınlıkları Harrison ve diğ. (1988) önerdiği şekilde skinfold kaliper ile (Holtain, England), 7 bölgeden (Biceps, Triceps, Subscapula, Suprailiak I, Suprailiak II, Abdominal ve Baldır), çevre (Biceps, Fleksiyonda biceps, El Bileği ve Baldır) ve çap (Humerus ve Femur epikondil) ölçümleri, Harpenden kaliper ile (Holtain, England) aynı kişi tarafından vücudun sağ bölümünden iki kez alınmış ve hesaplamalarda bu değerlerin ortalamaları kullanılmıştır. Vücut yoğunluğu Durnin and Womersley (1974) formülünden hesaplandıktan sonra vücut yağ yüzdesi Siri (1956) formülünden, somatotip Heath-Carter yöntemiyle (Heath ve Carter, 1967) saptanmıştır. Yağsız vücut kitesinin kestirimi [Vücut ağırlığı- (Vücut ağırlığı*Vücut yağ yüzdesi)] formülünden hesaplanmıştır (Nieman, 1999).

El Kavrama Kuvveti: El kavrama kuvveti ölçümü sporcu ayakta ve dik pozisyondayken, kol düz ve omuzdan 10-15 derecelik bir açı yapı-

cak şekilde yan tarafta iken deneğin el ölçüsüne göre ayarlanabilen dijital dinamometre ile ölçülmüştür (Takei A5401, Japan). Ölçümler her iki el için 2 kez yapılmış ve ortalamalar kaydedilmiştir. Baskın el kavrama kuvveti ile, her iki el kavrama kuvveti toplamları istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır.

Sıçrama Testleri: Skuat sıçrama (SS) ve aktif sıçrama (AS) testleri Optojump sistem (Microgate, Italy) kullanılarak ölçülmüştür. Testler Bosco (1983) protokolüne uygun olarak yapılmıştır. Testlerden önce sporcular genel bir ısınma yapmış daha sonra testler uygulanmıştır. Her iki sıçrama için de iki deneme yaptırılmış ve en iyi derece hesaplamalarda kullanılmıştır. Aktif sıçramadan skuat sıçrama yüksekliğinin çıkartılması ile elde edilen ve elastik kuvvet olarak adlandırılan (AS-SS) hesaplama ise patlayıcılık ve hızlanma performansı yorumlanmasında kullanılmıştır.

Sürat ve Çeviklik Testleri: Sporcuların sürat performansları, 5 ve 10. metreye yerleştirilmiş iki kapılı fotoselli elektronik kronometre sistemi ile (Witty System, Microgate, Italy) telemetrik olarak ölçülmüştür. Çeviklik performansı için literatürde yaygın olarak kullanılan T-testi, Semenik (1990) protokolüne göre uygulanmıştır. Bu test sırasında da sürat ölçümlerinde kullanılan fotoselli elektronik kronometre sistemi kullanılmıştır. Sporculara tüm testlerden önce genel ve özel ısınma yaptırılmıştır. İstatistiksel hesaplamalar için 3 deneme sonunda elde edilen en iyi derece değerlendirilmeye alınmıştır.

Anaerobik Güç ve Kapasite Testi: Anaerobik güç ve kapasitenin belirlenmesi için sporculara Monark marka, kefeli tip ve optik tur sayaçlı bisiklet ergometresinde (814E, İsveç) Wingate testi uygulanmıştır. Sporcular 60-70 W iş yükünde, 60-70 rpm'de, 5 dakika süre ile ısındıktan sonra teste başlamıştır. Isınma sonunda, hesaplanan yük (75gr/kg) kefeye yerleştirilerek sporcudan 4 saniye içerisinde maksimal pedal hızına ulaşması istenmiş ve süre sonunda kefe indirilerek ağırlıktan doğan direnç tekere yansıtılmıştır. Testin başlaması ile sporcu 30 saniye boyunca pedal hızını mümkün olduğunca korumaya çalışmış ve test süresince sözel ola-

rak motive edilmiştir (Dotan, 2006). Testin ilk 5 saniyelik periyodundan elde edilen zirve güç değeri, test süresince elde edilen ortalama güç değeri (Anaerobik kapasite) ve zirve güç ile minimum güç değerinin hesaplamalarda kullandığı $[(\text{zirve güç} - \text{minimum güç}) / \text{zirve güç}] * 100$, başlangıçta sergilenen gücün test sonunda yüzdesel olarak düşüş oranını gösteren, anaerobik yorgunluk indeksi değeri istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır. Yorgunluk indeksi değeri %, zirve güç ve anaerobik güç değerleri W.kg-1 olarak gösterilmiştir.

İzokinetik Kuvvet Testleri: Alt ve üst gövdeye ait kuvvet ölçümleri, konsantrik olarak izokinetik dinamometre ile ölçülmüştür (IsoMed2000, Germany). Isınmada alt ekstremitte için bisiklet ergometresi, üst ekstremitte için kol ergometresi kullanılmış; ısınma 50-60 W iş yükünde, 50-60 rpm'de, 10 dakika süre ile yapılmıştır. Sporcu dinamometreye 90°'lik kalça eklemi açısıyla oturtulmuş, diz eklemi rotasyon eksenine ile dinamometre şaftının rotasyon eksenine aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Sabitleme için kemerler kalça üzerinden, göğüs ve diz üzerinden bağlanmıştır. Test protokolü 60 ve 180 °/s açısal hızlarda izokinetik üç denemenin ardından, yine aynı hızlarda bir dakikalık aralarla sırasıyla 5 ve 15 test tekrarı ile yapılmıştır. Bu test sonrası her iki hız ve bacak için fleksiyon ve ekstansiyon zirve tork kuvvet (ZTK) değeri toplamları istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır.

Omuz eklemi iç ve dış rotasyon izokinetik kuvvet testi için sporcu dinamometreye 90°'lik kalça eklemi açısıyla oturtulmuş, omuz 90° abduksiyonda, dirsek, dirsek sabitleyici bağlantı noktası içerisine omuz eklemi ile dirsek eklemi ve dinamometre şaftının rotasyon eksenine aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Sporcunun sabitlenmesi için göğüs ve kalça üzerinden kemerler bağlanmıştır. Dinamometrenin omuz adaptörü, dirsek 90° fleksiyonda distal uç tam kavranacak şekilde tutturulmuştur. Test protokolü 120 ve 180 °/s açısal hızlarda izokinetik üç denemenin ardından, yine aynı hızlarda bir dakikalık aralarla sırasıyla 5 ve 15 test tekrarı

ile yapılmıştır. Bu test sonrası sporcunun baskın tarafı iç ve dış rotasyon ZTK değeri istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır.

Türkiye Büyükler Badminton Şampiyonası: Sporcular performans testlerinden sonra Türkiye Badminton Federasyonunun resmi olarak düzenlediği büyükler kategorisindeki Şampiyonaya katılmış, buradan elde ettikleri sıralama istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır.

Verilerin Analizi: İncelenen tüm parametrelere ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış sonuçlar tablolar kullanılarak gösterilmiştir. İncelenen değişkenlerde normallik incelemeleri (Shapiro-Wilk ve Levene analizi) sonrasında cinsiyetler arasındaki fark Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Motorik özellikler ile Türkiye Şampiyonasındaki sıralama ilişkisi Spearman Korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. İlişki kuvvetinin değerlendirilmesinde Hopkins ve diğ. (2009) sınıflaması (0,00-0,19 İlişki yok ya da önemsenmeyecek derecede düşük ilişki, 0,20-0,39 Zayıf ilişki, 0,40-0,69 Orta düzeyde ilişki, 0,70-0,89 Kuvvetli ilişki, 0,90-1,00 Çok kuvvetli ilişki) kullanılmıştır. Uygulanan tüm istatistiksel işlemlerde SPSS 21 paket programı ile $\alpha=0.05$ yanılma düzeyi kullanılmıştır.

BULGULAR

Sporcuların antropometrik özelliklerine ilişkin sonuçları Tablo 1'de, performans bileşenlerine ait test sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir. Cinsiyetler arasında yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; yaş ile antropometrik ölçümlerden endomorfi ve ektomorfi özelliği birbirine benzer bulunmuştur ($p<0.05$; Tablo 1). Kadın sporcuların vücut tipi ektomormik mezomorf, erkek sporcuların vücut tipinin ise endomorfik mezomorf olarak bulunmuştur (Tablo 1). Motorik özelliklerde; yorgunluk indeksi ve AS-SS değerlerinde cinsiyetler birbirine benzer değerler sergilemiştir ($p>0.05$). Diğer tüm özelliklerde ise cinsiyetler arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$; Tablo 2).

Türkiye şampiyonasında elde edilen sıralama ile ölçülen performans bileşenleri arasındaki Spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre (Tablo 3); kadın badmintoncularda vücut ağırlığı ($r_s = -0.721$; $p=0.019$), yağsız vücut kitlesi ($r_s = -0.648$; $p=0.43$), 180 °/sn baskın kol omuz dış rotator ZTK ($r_s = -0.760$; $p=0.011$), 60 ve 180 °/sn diz ekstansiyon sağ ve sol bacak ZTK toplamları (sırasıyla: $r_s = -0.782$; $p=0.008$; $r_s = -0.879$; $p=0.001$), 180 °/sn diz fleksiyon sağ ve sol bacak ZTK toplamları ($r_s = -0.709$; $p=0.022$) ile şampiyona sıralaması arasındaki ilişki negatif yönlü orta ve yük-

Tablo 1. Antropometrik özelliklere ait ortalama ve standart sapma değerleri ile cinsiyetler arası karşılaştırma istatistiği sonuçları

Değişken	CİNSİYET				Mann-Whitney U Testi	
	KADIN		ERKEK		Z	p
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma		
Yaş (yıl)	19,7	2,5	19,9	2,3	-0,2289	0,8189
Boy (cm)	166,6	8,7	176,3	6,3	-2,4190	0,0156*
Vücut Ağırlığı (kg)	57,6	8,4	73,5	6,8	-3,4773	0,0005*
Endomorfi	2,79	0,74	2,50	0,85	-1,0228	0,3064
Mezomorfi	3,57	0,72	5,21	0,80	-3,4812	0,0005*
Ektomorfi	3,07	1,18	2,28	0,86	-1,4406	0,1497
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	20,7	2,1	23,6	1,8	-2,6477	0,0081*
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	18,7	2,5	12,5	2,9	-3,4773	0,0005*
Yağsız Vücut Kitlesi (kg)	46,7	5,9	64,2	6,1	-3,6298	0,0003*

* $p<0.05$, cinsiyetler arasındaki fark anlamlıdır.

Tablo 2. Motorik özelliklere ait ortalama ve standart sapma değerleri ile cinsiyetler arası karşılaştırma istatistiği sonuçları

Değişken	CİNSİYET				Mann-Whitney U Testi	
	KADIN		ERKEK		Z	p
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma		
60 °/sn Diz Ekstansiyon-Sağ ve Sol Bacak ZTK Toplamı (Nm)	293,8	64,2	377,1	46,9	-2,7761	0,0055*
180 °/sn Diz Ekstansiyon- Sağ ve Sol Bacak ZTK Toplamı (Nm)	202,7	41,7	293,0	14,7	-3,5942	0,0003*
60 °/sn Diz Fleksiyon- Sağ ve Sol Bacak ZTK Toplamı (Nm)	155,5	40,6	205,9	36,9	-2,2862	0,0222*
180 °/sn Diz Fleksiyon- Sağ ve Sol Bacak ZTK Toplamı (Nm)	140,6	28,0	194,9	28,8	-3,1843	0,0015*
120 °/sn Omuz Dış Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	31,5	7,0	38,9	8,3	-1,9706	0,0488*
180 °/sn Omuz Dış Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	29,8	7,1	40,9	9,7	-2,5012	0,0124*
120 °/sn Omuz İç Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	34,7	9,4	59,7	13,5	-3,4042	0,0007*
180 °/sn Omuz İç Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	37,1	9,7	57,9	13,3	-2,9882	0,0028*
Anaerobik Güç (W/kg)	9,46	0,99	11,7	1,3	-3,1054	0,0019*
Anaerobik Kapasite (W/kg)	6,83	0,92	8,7	0,5	-3,6856	0,0002*
Yorgunluk İndeksi (%)	38,9	10,5	45,4	10,7	-1,3064	0,1914
Skuat Sıçrama (cm)	26,8	3,2	34,1	3,4	-3,3273	0,0009*
Aktif Sıçrama (cm)	30,7	3,8	39,1	4,3	-3,1749	0,0015*
AS-SS (cm)	3,9	1,2	5,0	2,5	-0,7187	0,4723
5 m Sürat (sn)	1,12	0,05	,99	0,04	-3,6857	0,0002*
10 m Sürat (sn)	1,96	0,07	1,74	0,06	-3,7868	0,0002*
T Testi (sn)	10,42	0,51	9,20	0,48	-3,5529	0,0004*
Baskın El Kavrama Kuvveti (kg)	31,9	4,5	45,3	4,3	-3,8026	0,0001*
Baskın ve Baskın Olmayan El Kavrama Kuvveti Toplamı (kg)	56,6	7,7	82,7	7,8	-3,6326	0,0003*

*p<0.05, cinsiyetler arasındaki fark anlamlıdır.

sek düzeylerde anlamlı bulunmuştur. Erkek badmintoncularında ise bu ilişki sadece yaşsız vücut kitlesi ($r_s = -.793; p=0.033$) ve anaerobik kapasite ($r_s = -.847; p=0.016$) özelliğinde anlamlıdır.

TARTIŞMA

Vücut kompozisyonu ve yapısının genetik faktörler temelinde, spor branşlarına ve yapılan antrenmanın içeriğine göre şekillendiği bildirilmektedir (Arden ve Spector, 1997).

Badmintoncuların antropometrik özelliklerini inceleyen çalışmalarda dünya sıralamasında üst sıralarda yer alan badmintoncuların, alt sıralarda yer alan badmintonculara göre ortalama 5 cm daha uzun oldukları belirlenmiştir. Buradan uzun boya sahip olmanın file üstünden yapılan vuruşlarda bir avantaj sağladığı yorumu yapılmıştır (Lee ve diğ., 2000). Araştırmamızda şampiyona sıralaması ile yaşsız vücut kitlesi hariç antropometrik özelliklerin hiçbirinde anlamlı bir

Tablo 3: Türkiye Şampiyonası sıralaması ile incelenen performans bileşenlerine ait ilişki tablosu

Değişken	TÜRKİYE ŞAMPİYONASI SIRALAMASI	
	KADIN r_s	ERKEK r_s
Yaş (yıl)	-,520	,055
Boy (cm)	-,430	-,429
Vücut Ağırlığı (kg)	-,721*	-,250
Endomorfi	,055	,536
Mezomorfi	-,280	,357
Ektomorfi	,122	-,429
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	-,238	,071
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	,055	,500
Yağsız Vücut Kütlesi (kg)	-,648*	-,793*
60 °/sn Diz Ekstansiyon-ZTK Toplamı (Nm)	-,782**	-,486
180 °/sn Diz Ekstansiyon-ZTK Toplamı (Nm)	-,879**	,029
60 °/sn Diz Fleksiyon-ZTK Toplamı (Nm)	-,576	-,543
180 °/sn Diz Fleksiyon-ZTK Toplamı (Nm)	-,709*	-,486
120 °/sn Omuz Dış Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	-,468	,072
180 °/sn Omuz Dış Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	-,760*	,037
120 °/sn Omuz İç Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	-,579	-,357
180 °/sn Omuz İç Rotasyon Baskın Kol ZTK (Nm)	-,614	-,250
Anaerobik Güç (W/kg)	-,485	-,256
Anaerobik Kapasite (W/kg)	-,644	-,847*
Yorgunluk İndeksi (%)	-,317	,286
Skuat Sıçrama (cm)	-,097	,143
Aktif Sıçrama (cm)	-,297	,500
AS-SS (cm)	-,612	,468
5 m Sürat (sn)	,305	-,182
10 m Sürat (sn)	,350	-,214
T Testi (sn)	,479	,071
Baskın El Kavrama Kuvveti (kg)	-,554	,020
Baskın ve Baskın Olmayan El Kavrama Kuvveti Toplamı (kg)	-,620	-,306

*p<0.05, **p<0.01

ilişki bulunmamasına rağmen erkek sporcuların bayan sporculardan 10.3 cm daha uzun olduğu, vücut yağ yüzdesinin daha düşük, vücut ağırlığı, kaslılık oranları ve yağsız vücut kütlesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.05; Tablo

1). Türk badmintoncularla yapılan çalışmalarda hem kadınlarda hem de erkeklerde elde edilen antropometrik özellikler ile çalışmamızdan elde edilen değerlerin benzer olduğu gözlenmektedir (Poyraz ve diğ., 2015; Revan ve diğ., 2007). Vücut

yağ yüzdesinin belirlenmesinde kullanılan formül ve ölçüm yöntemleri farklılıkları nedeniyle yorumlanması sınırlansa da; Phomsoupha ve Laffaye, (2015) yaptıkları meta-analiz çalışmasında elit erkek badmintoncularda vücut yağ yüzdesinin ortalama %12.85, elit kadın badmintoncularda da ortalama %18.45 olduğunu, vücut kitle indeksinin ise 18.9 ila 23.6 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmaya katılan kadın ve erkek badmintonculardan elde edilen sonuçlar ile literatürde aynı seviyede yarışan badmintonculardan elde edilen sonuçlar benzerdir.

Literatürde vücut yapısının tanımlanmasında üç bileşen kullanılmaktadır. Bunlardan endomorfi vücut yağlılığı, mezomorfi vücut kaslılığı ve ektomorfi vücut inceliğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu bileşenlerin en yüksek değerde olanı baskın özellik olarak kabul edilirken, vücut ağırlığının taşındığı sporlarda mezomorfi bileşeni baskın olmak üzere ikinci baskın vücut tipi özelliğinin ektomorfi olması önerilmektedir (Heath ve Carter, 1967). Literatürde elit erkek badmintoncuların ortalama endomorfi değerinin 2.2, mezomorfi değerinin 3.9, ektomorfi değerinin 2.9 olduğu bildirilmektedir (Mathur ve diğ., 1985). Türk badmintoncularla yapılan çalışmada ise endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi değerleri sırasıyla kadınlarda 3.7, 3.1 ve 2.3; erkeklerde 3.5, 2.1, 2.8 olarak bulunmuştur (Revan ve diğ., 2007). Bu araştırmada ise endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi değerleri sırasıyla kadınlarda 2.79, 3.57, 3.07; erkeklerde 2.50, 5.21 ve 2.28 olarak bulunmuştur. Genel olarak badmintoncuların uzun boylu, ince ve oyunun gerektirdiği hareketleri sergileyebilecek oranlarda kaslı bir vücut yapısına sahip oldukları belirtilmektedir (Phomsoupha ve Laffaye, 2015). Yağ doku kuvvet üretimine katkıda bulunmadığı için belirli bir değerin üzerindeki vücut yağlılığı, özellikle dikey sıçrama performansını ve yatayda gerçekleştirilen hareketleri olumsuz yönde etkileyecektir. Ayrıca, antrenman ve yarışma sırasında fazladan enerji harcanmasına neden olarak yorgunluğun erken ortaya çıkmasında rol oynayacaktır (Hallis, 1969). Bu araştırmada yağsız vücut kitlesi ile şampiyona sıralaması arasında kadın bad-

mintoncularda orta ($r_s = -.648; p=0.43$) ve erkek badmintoncularda ise yüksek düzeyde anlamlı ($r_s = -.793; p=0.033$) negatif ilişki bulunmuştur. Diğer bir ifade ile şampiyonada iyi derece alan sporcuların yağsız vücut kitlesi yüksektir. Her ne kadar kadın badmintoncularda vücut ağırlığında artış ile şampiyona sıralamasında daha iyi dereceler gözlenirse de ($r_s = -.721; p=0.019$) bu bulguyu, yağsız vücut kitlesindeki artış ile bulunan ilişki dışında hiçbir antropometrik bulgu desteklemediği. Yağsız vücut kitlesi, vücut ağırlığını oluşturan yağ kitle dışı tüm vücut bileşenlerini ifade etmekte ve bu bileşenlerden en yüksek oranı kas kitlesi oluşturmaktadır. Bu nedenle yağsız vücut kitlesi, her ne kadar formül ile hesaplanırsa da, kuvvet ve dayanıklılık performansı ile ilişkili parametrelerden birisi olarak kabul edilmektedir (Laubach ve McConville 1969; Maughan ve diğ., 1983). Erkek badmintoncularda diğer kuvvet parametrelerinde şampiyona sıralamasıyla anlamlı ilişki bulunmamasına rağmen yağsız vücut kitlesindeki bulunan yüksek ilişki, yağsız vücut kitlesinin kuvvet ve dayanıklılık performansı ile yüksek ilişki olmasıyla açıklanabilir. Benzer sonuçlara kros kayak (Carlsson ve diğ., 2014) ve kürekçilerle (Cosgrove ve diğ., 2010) yapılan çalışmalarda da rastlanmaktadır. Kadın voleybolcularda farklı mevkilere göre vücut kompozisyonu ve motorik özelliklerin karşılaştırıldığı bir çalışmada; vücut kompozisyonu ve yapısının mevkilere göre farklılaştığı ve yağlılık değerleri düşük olan sporcuların daha iyi alt ve üst gövde kuvveti, hız ve çeviklik performansı sergiledikleri bildirilmiştir (Milic ve diğ., 2016).

Badmintonda vücut ağırlığının taşındığı her yöne yer değiştirme ve sıçrama içeren hareket kalıpları tekrarlı olarak ve maksimum eforla yapılması gerektiğinden alt ve üst ekstremitelerdeki kas kuvvetinin önemini ortaya çıkmaktadır. Ölçülen motorik özelliklerden biri olan izokinetik kuvvet ile şampiyona sıralaması arasındaki ilişki sadece kadınlarda yüksek düzeylerde anlamlı bulunmuştur ($r_s = -.709$ ila $r_s = -.879$; Tablo 3). Çalışmamızda uyguladığımız izokinetik testlerde; alt gövdede 60 %/sn, üst gövdede 120 %/sn test hızlarında sporcunun maksimal kuvvet bileşen-

lerini, alt ve üst gövdede 180 °/sn'lik test hızında ise sporcunun çabuk kuvvet bileşenleri uygulandıkları ekstremite üzerinde test edilmiştir. Buna göre şampiyonada iyi derece elde eden sporcuların diz ekstansörlerinde maksimal ve çabuk kuvvet bileşenlerinde yüksek kuvvet ürettiği, ayrıca diz fleksörlerinin de sadece hızlı hareket edebilmeyi temsil eden (çabuk kuvvet) 180 °/sn hızda yüksek kuvvet değerleri sergilediği gözlenmiştir. Buradan hareketle badminton'da sıklıkla öne doğru ve farklı yönlere (side-cross lunge) gerçekleşen lunge hareketlerinin ve oyunun doğasındaki hızlı hareket edebilme özelliğinin, bu hızdaki izokinetik testlerle açıklanabildiğini söyleyebiliriz. Ek olarak, araştırmamızda üst gövde kuvvetini değerlendirmede kullanılan el kavrama kuvveti her iki cinsiyette de baskın olarak kullanılan el ve her iki elin el kavrama kuvveti toplamlarında şampiyona sıralamasıyla anlamlı ilişki gözlenmemiştir ($p>0.05$; Tablo 3). Ancak kadın badmintoncularda 180 °/sn baskın kol omuz eklemine ait dış rotator kas gruplarında kuvvetin artmasıyla yarışmada daha iyi dereceler elde edildiği gözlenmiştir ($r_s=-.760$; $p=0.011$). Yapılan bir çalışmada badminton'da topa vuruş aşamalarında omuz dirsek ve el bileğinin farklı açılarda harekete katıldığı ve önden vuruşta ilk önce deltoid, sonrasında triceps ve el bileği ekstansör kaslarının devreye girdiğini belirtmişlerdir (Tsai ve diğ., 2006). Aynı zamanda vuruş gücünün eklem açısı ve eklemlerin açısal hızlarına bağlı olduğu bilinmektedir. Kadın badmintoncularda üst gövdeye ait kuvvet testlerinde şampiyona sıralamasını en iyi açıklayan testin, 180°/sn hızda yapılan baskın kola ait omuz dış rotasyon izokinetik kuvvet testi olduğu söylenebilir. Dış rotator kas grubu kuvveti ile yarışma sıralaması arasındaki pozitif ilişkiyi literatürde doğrudan destekleyecek bir çalışma bulunmamıştır. Bununla birlikte cinsiyetler arası kas kuvveti farkı literatürde en çok araştırılan konulardan biridir. Araştırma bulguları erkeklerin kadınlardan daha fazla kas kitlesi ve kas kuvvetine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu farklılığın üst ekstremite kas gruplarında daha da yüksek olduğu belirtilmektedir (Heyward ve diğ., 1986; Levine

ve diğ., 1984). Çalışmamızda da kadın ve erkek sporcular arasında alt ve üst gövdede incelenen tüm hızlarda izokinetik kas kuvveti farkı gözlenmiştir ($p<0.05$; Tablo 2). Badminton, voleybol, tenis gibi baş üstü sporlarda baskın olarak kullanılan tarafın, baskın olmayan tarafa göre daha kuvvetli olduğu, aynı zamanda baskın olan tarafa ait internal rotatör kas gruplarındaki kuvvetin dış rotatörlere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Berckmans ve diğ., 2017; Ng ve Lam, 2002). Araştırmacılar antrenman ve müsabakalar sırasında tekrarlayan spesifik kassal aktivitenin spora spesifik adaptasyon olarak adlandırılan bu farka neden olduğunu konusunda fikir birliğine varmışlardır.

Kuvvet bileşenlerinden maksimal kuvvet, patlayıcı kuvvet, elastik kuvvet ile tüm bu bileşenlerin birbirleriyle etkileşimini test eden ve literatürde yaygın olarak kullanılan sıçrama testleri (AS, SS ve AS-SS) sonuçları, her iki cinsiyette de şampiyona sıralamasıyla anlamlı ilişki sergilememiştir ($p>0.05$). Bununla beraber, 5 ve 10 m sürat performansı ve çeviklik performansının (T testi) da şampiyona sıralamasıyla anlamlı ilişki sergilemediği gözlenmiştir ($p>0.05$; Tablo 3). Singh ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada badminton performansı ile el bileği esnekliği ($r=0.55$) ve çeviklik performansı ($r=0.49$) arasında anlamlı ilişki olduğunu belirtirken ($p<0.05$), Yadav (2017) sadece otur eriş testi ($r=0.44$) ile anlamlı ilişki belirlemiştir. Bununla birlikte Seth (2015) badminton performansı belirleyicilerinin yana adımla sıçrama ($r=0.499$), dinamik denge ($r=0.502$), el ($r=0.562$) ve ayak ($r=0.619$) reaksiyon zamanının oluşturduğu koordinatif beceriler ile teknik beceriler (kısa servis testi, uzun servis testi, forehand ve backhand testi becerileri) olduğunu belirtmektedirler. Tiwari ve diğ. (2011) badminton becerileri ile kondisyonel özelliklerin ilişkilerini inceledikleri çalışmalarında patlayıcı kuvvet ($r=0.55$), kol kuvveti ($r=0.69$) ve kassal dayanıklılık ($r=0.75$) arasında anlamlı ilişki olduğu belirtilmiştir. Jaworski ve Zak, (2016), beceri seviyesini belirleyen faktörleri (26 adet) üç farklı seviyede müsabık olan genç (11-19 yaş) badmintoncularda araştırdıkları çalışmalarında oyunun

kalitesini baskın olarak etkileyen değişkenlerin sporcuların dayanıklılık, esneklik, çeviklik, alt gövde kuvveti ve statik kuvvet gibi motorik becerileri olduğunu belirtmişlerdir. Jaworski ve Zak, (2016) elde ettikleri araştırma bulguları sonucunda özellikle genç sporcuların uzun süreli antrenman planlaması yaklaşımında badmintonun kompleks teknik bileşenlerinin yanında bahsi geçen motorik özelliklerin de geliştirilmesine yönelik planlanma yapılmasının önemli olduğu vurgulanmıştır.

Anaerobik güç ve kapasite testi sonuçları ise kadın badmintoncularda şampiyona sıralamasıyla herhangi bir anlamlı ilişki sergilemezken ($p>0.05$) erkek badmintoncularda anaerobik kapasitenin yüksekliği ile elde edilen derecenin iyileştiği sonucu elde edilmiştir ($r_s = -.847; p=0.016$). Bu testte (Wingate testi) alt gövdeye ait maksimum bir efor sırasında kasların adenosin trifosfat-fosfocreatin (ATP-PCr) ve anaerobik glikolizi kullanma becerisi ölçülmektedir. Kısa süreli, maksimal eforlu rallilerin yer aldığı birçok branşta bu beceri performansta oldukça önemli kabul edilmektedir (Zupan ve diğ., 2009). Araştırmamızda erkek badmintoncularda test sonucu elde edilen zirve güçten ziyade, bu gücü 30 saniye süresince yüksek oranlarda sergileme becerisi olan anaerobik kapasite özelliği ile şampiyona sıralaması arasında bulunan yüksek negatif ilişki, erkek müsabakalarında ralli sürelerinin kadınlara göre daha uzun olması ya da rallilerde daha fazla vuruş gerçekleşmesinin bir sonucu olduğunu düşündürülebilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sporcuların performans bileşenleri, laboratuvar ve saha koşullarında farklı test protokolleriyle

ölçülebilmektedir. Yapılan test ve ölçümler yetenek seçimi, eksik ve zayıf yönlerin belirlenmesi, antrenman şiddetinin belirlenmesi ve uygulanan antrenman programının verimliliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Çalışmamızda literatürde yaygın olarak kullanılan, geçerlik ve güvenilirliği yüksek test ve protokoller uygulanmış ve sonuçları ile badmintonda yarışma başarısı cinsiyetler arasında araştırılmıştır. Buna göre; kadın badmintoncularda antropometrik testler ile alt ve üst gövdeye ait izokinetik kuvvet testler, erkek badmintoncularda ise antropometrik testler ile anaerobik güç ve kapasite testi sıralamada başarılı olmayı açıklayan değişkenler olarak bulunmuştur. Buna göre; sporcuların bu özelliklerdeki gelişimi yarışmalarda iyi sonuçlar elde etmelerinde katkıda bulunabilecektir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda fiziksel uygunluğun diğer parametreleri olan aerobik dayanıklılık, koordinasyon ve esneklik gibi diğer test sonuçlarının ve saha testlerinin badmintonda başarı ile ilişkisinin araştırılması önerilir.

Yazar Notu: Çalışmanın yapılması ve yayınlanması konularında gerekli desteği sağlayan Türkiye Badminton Federasyonu Başkanı Sayın Murat Özmekik'e ve araştırmaya katılan sporculara teşekkür ederiz.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Yrd.Doç.Dr. Sinem Hazır Aytar

Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Spor Bilimleri Bölümü, Ankara, Türkiye

E-posta: sinemhazir@gmail.com

Telefon No: (312) 246 66 77 / 1522

Faks No: (312) 246 66 72

KAYNAKLAR

1. **Abian-vicen J, Castanedo A, Abian P, Javier, S.** (2013) Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. *Int J Perform Anal Sport.* 13(2):310-20.
2. **Arden NK, Spector TD.** (1997) Genetic influences on muscle strength, lean body mass, and bone mineral density: a twin study. *J Bone Miner Res.*12(12):2076-81.
3. **Berckmans, K, Maenhout, AG, Matthijs L, Pieters L, Castelein B, Cools AM.** (2017) The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Phys Ther Sport.* 27:65-75.
4. **Bosco C, Luhtanen P, Komi PA.** (1983) simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 50: 273-282
5. **Cabello D, Padial P, Lees A, Rivas, F.** (2004) Temporal and physiological characteristics of elite women's and men's singles badminton. *Int J Appl Sport Sci.*16(2):1-26.
6. **Campos, Daros, LB., Mastrascusa, V., Dourado, AC., Stanganelli, LCR.** (2009) Anthropometric profile and motor performance of junior badminton players. *Brazilian Journal Biomotricity* 3(2), 146-151.
7. **Carlsson M, Carlsson T, Hammarström D, Malm C, Tonkonogi M.** (2014) Prediction of race performance of elite cross-country skiers by lean mass. *Int J Sports Physiol Perform.* 9(6):1040-5.
8. **Chin, MK, Wong, ASK, So, A. Siu, OT, Steininger, K, Lo, D.** (1995) Sport specific fitness testing of elite badminton players. *Br. J. Sports Med.* 29 (3),153-157.
9. **Cosgrove MJ, Wilson J, Watt D, Grant SF.** (1999) The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *J Sports Sci.*17(11):845-52.
10. **Dotan, R.** (2006) The Wingate anaerobic test's past and future and the compatibility of mechanically versus electro-magnetically braked cycle-ergometers. *Eur J Appl Physiol*, 98 (1), 113-116.
11. **Durnin, JVGA. and Womersley, J.** (1974) Body fat assessed from the total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.
12. **Ellenbecker, TS.** (1995). Rehabilitation of shoulder and elbow injuries in tennis players. *Clin Sports Med* 14:87-110.
13. **Faccini P, Dal Monte A.** (1996) Physiologic demands of badminton match play. *Am J Sports Med.* 24(6 Suppl):64S-6S.
14. **Faude O, Meyer T, Rosenberger F, Fries, M, Huber, G., Kindermann, W.** (2007) Physiological characteristics of badminton match play. *Eur J Appl Physiol.* 100(4):479-485.
15. **Hallis, FF.** (1969) A manual of physical education activities. *Philadelphia:* M.B. Saunders Company.
16. **Harrison, G.G., Buskirk, E.R., Carter, J.E.L., Johnson, F.E., Pollock, M.L and et al.** (1988) Skinfold Thicknesses and Measurement Technique. *Anthropometric Standardization Reference Manuel*, Champaign: Human Kinetics.
17. **Heath, BH., Carter, JE.** (1967) A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol*, 27 (1), 57-74.
18. **Heyward VH, Johannes-Ellis SM, Romer JF.** (1986) Gender differences in strength. *Res Q* 57:154-159.
19. **Hopkins, WG, Marshall, SW, Batterham, AM, Hanin, J.** (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med & Sci in Sports & Exerc*, 41, 3-13.
20. **Jaworski, J., Zak, M.** (2016) Identification of determinants of sports skill level in badminton players using the multiple regression model. *Human Movement.* 17 (1), 21-28.
21. **Jeyaraman R, District E, Nadu T.** (2012) Prediction of playing ability in badminton from selected anthropometrical physical and physiological characteristics among inter collegiate players. *Int J Adv Innov Res.* 2(3), 11.
22. **Laubach, LL, McConville, JT.** (1969) The relationship of strength to body size and typology. *Med & Sci in Sports & Exerc.* 1 (4), 189-194.
23. **Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross, Z, Janssen, I, Heymsfield, SB.** (2000) Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 72(3):796-803.
24. **Levine L, Falkel JE, Sawka MN.** (1984) Upper to lower body strength ratio comparisons between men and women. *Med Sci Sports Exerc* 16: 125
25. **Majumdar P, Khanna GL, Malik V, Sachdeva, S, Arif, M, Mandal M.** (1997) Physiological analysis to quantify training load in badminton. *Br J Sports Med.* 31(4):342-5.
26. **Mathur DN, Toriola AL, Igbokwe NU.** (1985) Somatotypes of Nigerian athletes of several sports. *Br J Sports Med.* 19(4):219-20.
27. **Maughan RJ, Watson JS, Weir J.** (1983) Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 50(3):309-318.
28. **Mili, M, Grgantov, Z, Chamari, K, Ardigò, LP, Bianco, A, Padulo, J.** (2016) Anthropometric and physical characteristics allow differentiation of young female volleyball players according to playing position and level of expertise. *Biol. Sport.* 33, 3-10.
29. **Mikkelsen F.** (1979) Physical demands and muscle adaptation in elite badminton players. In: Terauds J, editor. *Science in Racket Sport.* Del Mar: Academic Publishers; 55-67.
30. **Ng, GY, Lam, PC.** (2002) A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. *J Orthop Sports Phys Ther.*32(8):399-404.

31. **Nieman,DC.** (1999) Exercise testing and prescription: A health-related approach. *Mountain View*, CA: Mayfield.
32. **Phomsoupha, M., Laffaye, G.** (2015) The science of Badminton: Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Med.* 45, 473-495.
33. **Poyraz, A, Baş, O, Ocak, Y, Yıldırım, İ,**Tortop, Y. (2015) Avrupa badminton takım şampiyonasına katılan sporcuların bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi.* 6 (2),121-133.
34. **Raman, D, Nageswaran, AS.** (2013) Effect of game-specific strength training on selected physiological variables among badminton players. *Int J Sci Res.* 2(10):1-2.
35. **Revan S, Aydogmus M, Balci SS, Eroğlu, H.** (2007) The evaluation of some physical and physiological characteristics of Turkish and foreign national badminton team players. *J Phys Educ Sport Sci.* 1(2):63-70.
36. **Semenick, D. (1990)** Tests and measurements: The T-test. *Strength Cond J* 12: 36-37.
37. **Seth, B.** (2016) Determination factors of badminton game performance. *Int J Physical Education, Sports and Health.* 3(1),20-22
38. **Siri, W. (1956)** The gross composition of the body. In: *Adv Biol Med Phys.* Ed: Lawrence, J. New York: Academic Press. 239- 280.
38. **Singh J, Raza S, Mohammad A.** (2011) Physical Characteristics and Level of Performance in Badminton: A Relationship Study. *Journal of Education and Practice.* 2(5):213-219.
39. **Tiwari L.M., Rai V., Srinet S.** (2011) Relationship of selected motor fitness components with the performance of badminton player. *Asian J Phys Educ Comput Sci Sports,* 5 (1), 88-91.
40. **Tsai CL, Chang SS, Huang C.** (1998) Biomechanical analysis of differences in the badminton smash and jump smash between Taiwan elite and collegiate players. In: Riehle HJ, Vieten MM, editors. *16th International Symposium on Biomechanics in Sports. Konstanz.* 259-62.
41. **Yadav, SS.** (2017) Relationship of selected motor fitness variables with the performance of badminton players. *Int J Phys Educ. Sports Health.* 4(2): 145-147.
42. **Zupan MF, Arata AW, Dawson LH, Wile AL, Payn TL, Hannon ME.** (2009) Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity for men and women intercollegiate athletes. *J Strength Cond Research.* 23: 2598- 2604.