

ÇOCUK VE GENÇ ATLETLERDE VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ: KARŞILAŞTIRMA ÇALIŞMASI

Sultan HARBİLİ¹, Tahir HAZIR², Sinem HAZIR², Zambak ŞAHİN³,
Erbil HARBİLİ¹, Caner AÇIKADA²

¹ Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

² Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

³ University of Idaho, College of Education, Department of Health, Physical Education,
Recreation and Dance

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, çocuk ve genç atletlerde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan antropometrik yöntem ve biyoelektrik impedans (BİA) kestirim formüllerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya 11–17 yaşlarında 41 erkek (VA=55.3 ± 7.6 kg, Boy=166.1 ± 6.7 cm) ve 48 kız (VA=47.2 ± 7.3 kg, Boy=158.0 ± 7.6 cm) atlet katılmıştır. Yağsız vücut kitlesi (YVK) ve vücut yağ yüzdesi (VYY) antropometrik yöntem (D-W) (Durnin-Womersley, 1974) ve dört farklı BİA formülü (Deurenberg ve diğ., 1990; Schaeffer ve diğ., 1994; Sun ve diğ., 2003; Tanita 401A BİA analizör) ile kestirilmiştir. VYY ve YVK'lar için kestirim formülleri arasındaki farklar ANOVA, ilişkiler Pearson'un korelasyon tekniği, antropometrik yöntem ve BİA kestirimleri arasındaki tutarlılık Bland-Altman analiziyle belirlenmiştir. Kız atletlerin VYY'si erkeklerden yüksek, YVK'sı düşüktür (p<0.01). D-W'den kestirilen VYY ve YVK, Schaeffer ve diğ. (1994) hariç diğer BİA formüllerinden kestirilenden önemli derecede farklıdır (p<0.01). Deurenberg ve diğ. (1990) ile Sun ve diğ. (2003) formülleri hariç, diğer BİA formüllerinden kestirilen VYY ve YVK'lar önemli derecede farklıdır (p<0.01). VYY ve YVK için D-W ve BİA formülleri arasında önemli yüksek ilişkiler olmasına rağmen, Bland-Altman analizi tutarlılık alt ve üst sınırlarının yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları çocuk ve genç atletlerde antropometrik yöntem ve BİA formülleri ile kestirilen VYY ve YVK'nın birbirlerinin yerine kullanılamaz olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Vücut Yağ Yüzdesi, Yağsız Vücut Kütlesi, Biyoelektrik İmpedans, Antropometri.

BODY COMPOSITION ASSESMENT IN CHILD AND YOUNG ATHLETES: COMPARISON STUDY

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare anthropometric method and bioelectrical impedance (BIA) regression equations used in assessment of body composition in child and young athletes. Forty -one boy (Body weight=55.3 ± 7.6 kg, Height=166.1 ± 6.7 cm), 48 girl (Body weight=47.2 ± 7.3 kg, Height=158.0 ± 7.6 cm) athletes aged 11-17 participated in this study. Lean body mass (LBM) and percentage of body fat (BF %) were estimated by using anthropometric method (D-W) (Durnin-Womersley, 1976) and four different equations of the BIA (Deurenberg et al., 1990; Schaeffer et al., 1994; Sun et al., 2003; Tanita BIA analyzer, 401A). The differences and relationships between LBM and BF% were determined with ANOVA and Pearson's correlation techniques, respectively. The consistency between anthropometric method and BIA regression equations were determined by the Bland-Altman analysis. BF% of girls was higher than boys, however, LBM of girls was lower than boys ($p<0.01$). BF% and LBM estimated from D-W were significantly different from other BIA estimations except from Schaeffer et al. (1994) ($p<0.01$). BF% and LBM estimated from BIA were significantly different from others, except from Deurenberg et al. (1990) and Sun et al. (2003) estimations ($p<0.01$). Although BF% and LBM represented high correlation between D-W and BIA estimations, Bland-Altman analysis showed that consistency of upper and lower limits were high. The results of this study showed that BF% and LBM estimated from anthropometric and BIA regression equations can not be used interchangeably in child and young athletes.

Key Words: Percentage of body fat, Lean body mass, Bioelectrical impedance, Anthropometry.

GİRİŞ

Vücut boyutu, yapısı ve kompozisyonu ile ilgili çalışmaların genel amacı, bireysel olarak fiziksel uygunluğun belirlenmesi ve geliştirilmesidir. Bir çok spor branşı açısından ise sporcuların vücut kompozisyonu, optimal sağlık ve performans için gerekli olan optimal vücut profilinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir (Palo ve diğ., 2000; Artioli ve diğ., 2009).

Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde dört farklı model (yağ kitle, yağsız

vücut kitlesi, total vücut suyu ve mineral kitlesi) kullanılmakla beraber, tüm vücut için 2C modeli (yağ kitle ve yağsız vücut kitlesi) en çok kullanılan modeldir. Bu modelde yağ kitle ve yağsız vücut kitlesinin toplamı vücut ağırlığına eşit kabul edilir (Lohman, 1984; Lukaski, 1987). Hidrostatik tartım 2C modeline dayalı olarak vücut kompozisyonunu belirleyen bir yöntemdir. Bu yöntem birçok yöntem için referans olmasına rağmen, hem denek hem de tes-

ti yapan için çok teknik ve zaman alıcı olması, yağsız vücut kitlesindeki (YVK) su ve kemik içeriğinin sabit kabul edilmesi bu yöntemin sporcularda kullanımını sınırlandırmaktadır. Manyetik görüntüleme, DEXA, ve kişinin hava içinde yarattığı değişikliklerden bireyin yoğunluğunu hesaplamak üzere geliştirilen hava değişim pletismografi gibi yöntemlerin pahalı ve çok teknik olması bu yöntemlerin yaygın olarak kullanılmasını engellemektedir.

Vücut kompozisyonunun belirlenmesindeki bir başka yöntem ise total vücut suyunun (TVS) ölçülmesini esas alan yöntemdir. Sağlıklı çocuklar, yetişkinler ve yaşlılar için total vücut suyu relatif olarak sabit bulunmuştur (Wang ve diğ., 1999). Bu yüzden TVS'yi ölçen bütün tekniklerden indirekt olarak YVK belirlenebilir (Ellis, 2000). Bioelektrik İmpedans Analiz (BIA) yöntemi TVS'nin ve buna bağlı olarak YVK'nın ölçülmesinde saha koşullarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Houtkooper ve diğ., 1989; Houtkooper ve diğ., 1992; Cable ve diğ., 2001; Tyrrell ve diğ., 2001; Sung ve diğ., 2001; Kim ve diğ., 1994; Goldfield ve diğ., 2006; Isiwara ve diğ., 2007; Ostojic, 2006). BIA yağ dokunun su içermediği ve yağ harici dokularda su miktarının sabit olduğu varsayımına dayanır. BIA yönteminde vücuttan elektrik akımı geçtiğinde, iki elektrot arasında oluşan voltaj düşüklüğü (farkı), vücudun o bölgesindeki vücut sıvısının hacmine bağlıdır. Voltaj düşüklüğünün ölçülmesi sonucunda direnç (impedans) hesaplanır. İmpedans yumuşak dokunun elektriksel iyon iletim özelliği ile ölçülür. Elektrik akımına karşı oluşan direnç, TVS ve elektrolitlerin dağılımı ile ters orantılıdır. Yağ ve kemik zayıf iletkenler iken yağsız yumuşak doku yüksek ileticidir ve daha az di-

renç oluşturur (Wang ve diğ., 1999; Kushner, ve diğ., 1992). Bu metod güvenilir, hızlı, kolay ölçüm yapılabilen, taşınabilir ve minimum bilgi ve beceri gerektirdiği için diğer yöntemlerden avantajlıdır. BIA'nın ana sınırlılığı ölçüm kriterlerinin yerine getirilmesi ve doğru formüllerin kullanılmasıdır. BIA yemekten, fiziksel aktiviteden ve hidrasyon durumundan etkilenir (Houtkooper ve diğ., 1992; Cable ve diğ., 2001; Tyrrell ve diğ., 2001; Sung ve diğ., 2001). Bu nedenle ideal BIA ölçümü sabah, aç karnına, mesanenin boşaltılmasından sonra yapılmalıdır (Webster ve Barr, 1993).

Saha koşullarında kalabalık popülasyonlar için vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise deri kıvrımı kalınlıkları, çap çevre gibi ölçümleri kapsayan antropometrik yöntemdir (Lohman, 1981). Antropometrik veriler kullanılarak vücut yoğunluğu, yağsız vücut kitlesi ve yağ kitlesi kestirimlerinde çoklu regresyon formülleri kullanılır. Bu formüller çoğu kez tek bir ölçüme dayalı olarak ve su altı tartım gibi laboratuvar ölçümleri sonucunda elde edilir. Bu açıdan antropometrik ölçümler yoluyla yapılan değerlendirmelerde temel sınırlılık; bir referans sisteme dayalı olması ve ölçücüler arasındaki güvenilirliğin düşük olmasıdır (Housh ve diğ., 1989).

Ergenlik ve ergenlik öncesi dönem vücut yağ oranının, YVK'nin ve büyümenin hızlı olduğu çocukluk dönemidir (Webster ve Barr, 1993). Bunun yanında çocuk ve genç sporcularda antrenman vücut kompozisyonunu değiştirecek bir potansiyele sahiptir (Malina ve Bouchard, 1991). BIA yöntemi ile sporcuların vücut kompozisyonundaki değişimler değerlendirilirken ölçüm aracının kendi formülünden elde edilen değerler kullanılabileceği

gibi, ölçülen impedans değerlerinden BİA için geliştirilen formüller de kullanılabilir. Bu formüllerin seçiminde cinsiyet, etnik köken, yağsızlık oranı, sağlık durumu ve yaş önemlidir (Yannakoula ve diğ., 2000). BİA kullanımı giderek yaygınlaşan bir yöntemdir ve bu yöntemin çocuk sporcularda kullanımı ile ilgili birçok soru mevcuttur. Bu çalışmanın amacı çocuk ve genç atletlerde vücut kompozisyonunun belirlenmesinde sıklıkla kullanılan antropometrik kestirim formülü ve dört farklı biyoelektrik impedans (BİA) kestirim formülleri arasındaki farkları saptamaktır.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Bu çalışmaya; yıldız ve genç takım düzeylerinde resmi atletizm yarışmalarında atlama, atma, kısa ve uzun mesafe branşlarından birinde veya birkaçında yarışmacı olan, 11–17 yaş aralığında 41 erkek ve 48 kız sporcu katılmış ve cinsiyetler arasında yaş dağılımı benzer bulunmuştur (Erkek: $\bar{X}=14.24 \pm 1.44$ yıl; Kız: $\bar{X}=13.89 \pm 1.21$ yıl; $F=1.53$, $p>0.05$). Sporcuların antrenman yaşları kızlarda 42.00 ± 18.57 ay, erkeklerde ise 35.19 ± 20.95 aydır.

Verilerin Toplanması

Antropometri: Sporcuların boy uzunlukları ± 1 mm hata ile stadiometrede (Holtain Ltd., UK), vücut ağırlıkları (VA) 0.1 kg hata ile baskülle (Tanita 401A, Japan) ölçülmüştür. Deri kıvrım kalınlıkları vücudun sağ tarafından, ± 2 mm hata ile skinfold kaliperle (Holtain Ltd., UK) olmak üzere dört bölgeden (biceps, triceps, subscapula, suprailiac) iki kez ölçülmüştür (Callaway ve diğ., 1989). Ölçümlerin teknik hatası sırasıyla % 4.82, 5.32, 3.71, 6.12 olarak bulunurken, deri kıvrımı kalın-

lıklarının tekrarlı ölçümlerde test-tekrar-test güvenilirlik katsayıları 0.985'ten büyük bulunmuştur. Hesaplamalarda iki ölçümün ortalaması kullanılmıştır.

Vücut Yağ Yüzdesi (VYY) ve Yağsız Vücut Kütlesinin Belirlenmesi (YVK): VYY ve YVK'lar antropometrik yöntemle ve dört farklı bioelektrik impedans formülü ile belirlenmiştir. Antropometrik yöntem ve bioelektrik impedans formülleri Tablo 1'de verilmiştir.

-Antropometrik Yöntem: Deri kıvrımı kalınlıkları kullanılarak Durnin-Womersley (D-W) formülü (1976) ile kız ve erkek çocuklar için ayrı ayrı vücut yoğunlukları (VY) kestirilmiş (Tablo 1) ve Siri formülü (Siri, 1956) yardımıyla VYY hesaplanmıştır.

-Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA): BİA ölçümü, bir impedans analizöründe (Tanita, Model 401A, Japan) ayakta ayağa metodu ile bütün deneklerde kahvaltıdan 3 saat sonra yapılmıştır. İmpedans analizörü elektrotların bulunduğu bir tabla, gösterge paneli ve yazıcıdan ibarettir. Ölçümlerden önce elektrotlar sulandırılmış alkolle temizlenip kurulandıktan sonra denek ayak tabanı elektrotlara temas edecek şekilde tablanın üzerine çıkarılmış ve impedans değerleri yazıcı aracılığıyla kayıt edilmiştir. Analizörün test-tekrar test güvenilirlik katsayısı ($r=0.986$, Hazır ve diğ., 2003) çok yüksek olduğu için impedans ölçümleri bir kez alınmıştır. Tanita BİA'dan VYY, diğer bioelektrik impedans formüllerden YVK kestirilmiştir. VYY'nin kestirimi $[(VA - YVK) / VA] * 100$ formülünden, YVK'nın kestirimi ise $[VA - (VA * VYY)]$ formülünden hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi: Tüm ölçümlerin tanımlayıcı istatistiği ($\bar{X} \pm SD$) yapıldıktan sonra farklı formüllerle kestirilen VYY ve YVK'ye ait varyasyon katsayıları (VK

Tablo 1. VYY ve VYK'nın kestirilmesinde kullanılan antropometrik yöntem ve BIA formüller

Yöntem	Formül
Durnin-Womersley (1974)	Kız: Vücut Yoğunluğu=1.1553-0.0643* Log X (Bic + Trc + Subs+ Supili2) Erkek: Vücut Yoğunluğu=1.1369-0.0598* Log X (Bic + Trc + Subs+ Supili2)
Deurenberg ve diğ. (1990)	YVK=0.483 (Ri) + 0.308 VA (kg) + 1.16 (C) + 7.04 (Boy (cm))-8.5
Schaeffer ve diğ. (1994)	YVK=0.15 + 0.65*Ri + 0.68 (yaş (yıl))
Sun ve diğ. (2003)	Erkek: YVK=-10.68 + 0.65* Ri + 0.26* VA + 0.02* direnç Kız: YVK=9.53 + 0.69* Ri + 0.17* VA + 0.02* direnç
Tanita 401A	Üretici firma formülü

Ri: Rezistiv İndex=Boy (cm²) / İmpedans (ohm); C: Cinsiyet E=1, K=0

(%)=SD x 100/ \bar{X}) hesaplanmıştır. Test-Tekrar test güvenilirlik katsayıları tek yönlü ANOVA'dan sınıfıçi korelasyon katsayısı (R) ile belirlenmiştir. Cinsiyet ve değişik formüllerden kestirilen VYY ve VYK'lar arasındaki farklar 2 x 5'lik (Cinsiyet x Yöntem) Tek Faktör Bağımlı (Yöntem) Çift Yönlü ANOVA ile saptanmıştır. F istatistiği anlamlı çıktığında hangi yöntemlerin farklı olduğu Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Farklı formüllerle kestirilen VYY ve YVK'lar arasındaki ilişkiler Pearson'un r katsayısı ile gösterilmiştir. Antropometrik yöntemle BIA formülle-

ri arasındaki tutarlılık Bland-Altman analiziyle belirlenmiştir. Tüm istatistik işlemler SPSS 10.0 paket programında yapılmış ve $\alpha=0.05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Kız ve erkek çocukların fiziksel özellikleri Tablo 2'de, farklı formüllerle kestirilen VYY'leri Tablo 3'te ve YVK'leri Tablo 4'te gösterilmiştir. Kız ve erkek denekler arasında yaş farkı olmamakla beraber, erkekler daha ağır ($p<0.01$) ve daha uzundur ($p<0.01$) (Tablo 2). Buna bağlı olarak BMI değerleri de erkeklerde önemli derecede yüksektir ($p<0.01$).

Tablo 2. Kız ve erkek atletlerin fiziksel özellikleri

	Kız	Erkek	F
Yaş (yıl)	14.24 ± 1.44	13.89 ± 1.21	1.53
Vücut ağırlığı (kg)	47.23 ± 7.26	55.35 ± 7.62	26.43*
Boy (cm)	157.97 ± 7.60	166.08 ± 6.87	27.49*
BMI (kg/m ²)	18.74 ± 1.81	20.02 ± 1.76	11.39*

p < 0.01

Kız çocukların VYY'leri erkek çocuklardan önemli derecede yüksek bulunmuştur ($F_{1;87} = 65.95$; $p=0.000$). VYY'nin belirlenmesinde kullanılan kestirim formülleri arasında önemli fark saptanmıştır ($F_{4;348} = 39.59$; $p=0.000$). Kestirim formülü x Cinsiyet etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlıdır ($F_{4;348} = 24.14$; $p<0.01$). Bir başka deyişle; kız ve erkek atletlerde VYY farkının, bir kestirim formülünden diğerine önemli derecede değiştiği saptanmıştır (Şekil 1). Tanita BİA analizöründe üretici firma formülüyle kestirilen VYY diğer formüllerden kestirilen VYY'den önemli derecede yüksektir ($p=0.000$). Deurenberg ve diğ. ve Sun ve diğ.'nin formüllerinden kestirilen VYY'leri benzer ($p=0.657$), her iki formül ise D-W ($p=0.000$) ve Schaeffer

ve diğ.'den kestirilenden önemli derecede düşük bulunmuştur ($p=0.000$) (Tablo 3). D-W ile Schaeffer ve diğ.'nin formülünden kestirilen VYY'ler benzerdir ($p=1.000$).

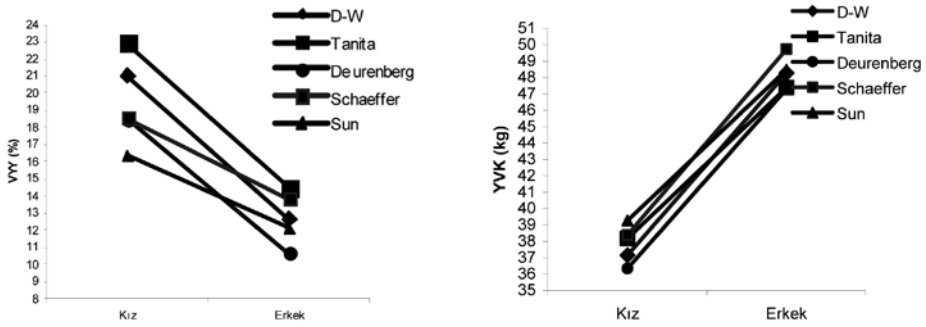
VYY'nin aksine erkeklerin YVK'sı kız çocuklarından belirgin şekilde yüksektir ($F_{1;87} = 83.18$; $p=0.000$) (Tablo 4). Bunun yanında erkek ve kız atletlerde YVK farklarının (Kestirim formülü x Cinsiyet etkileşimi) kestirim formülüne bağlı olarak önemli miktarda değiştiği de saptanmıştır ($F_{4;348} = 14.37$; $p=0.000$) (Şekil 1). Değişik formüllerden kestirilen YVK'lar arasında önemli farklar saptanmıştır ($F_{4;348} = 43.26$; $p<0.01$). Tanita BİA analizöründe üretici firma formülüyle kestirilen YVK diğer formüllerden kestirilen YVK'dan önemli derecede düşüktür ($p<0.006$). Deurenberg

Tablo 3. Kız ve erkek atletlerin vücut yağ yüzdeleri ($\bar{X} \pm Ss$).

Yöntem	Kız	Erkek
D-W	21.01 \pm 2.67	12.64 \pm 2.19
Tanita	22.91 \pm 4.68	14.46 \pm 3.33
Deurenberg ve diğ. (1990)	18.47 \pm 4.28	10.62 \pm 4.29
Schaeffer ve diğ. (1994)	18.55 \pm 6.63	13.82 \pm 5.92
Sun ve diğ. (2003)	16.35 \pm 5.21	12.11 \pm 4.50

Tablo 4. Kız ve erkek atletlerin yağsız vücut kitleleri (kg) ($\bar{X} \pm Ss$).

Yöntem	Kız	Erkek
D-W	37.16 \pm 4.76	48.27 \pm 6.17
Tanita	38.18 \pm 4.60	47.38 \pm 4.88
Deurenberg ve diğ. (1990)	36.34 \pm 5.62	47.30 \pm 6.38
Schaeffer ve diğ. (1994)	38.40 \pm 5.57	49.73 \pm 5.89
Sun ve diğ. (2003)	39.27 \pm 4.88	48.48 \pm 5.90



Şekil 1. Cinsiyete bağlı olarak farklı formüllerle kestirilen VYY ve YVK değerleri.

ve diğ. ile Sun ve diğ.'nin formüllerinden kestirilen YVK'lar benzer ($p=0.052$), her iki formül ise D-W ($p=0.000$) ve Schaeffer ve diğ.'den kestirilenden önemli derecede yüksektir ($p=0.000$) (Tablo 4). D-W ile Schaeffer ve diğ.'nin formülünden kestirilen YVK'lar benzerdir ($p=1.000$).

Cinsiyete göre farklı formüllerle kestirilen VYY'ler ve YVK'lar arasındaki ilişki katsayıları sırasıyla Tablo 5 ve 6'da gösterilmiştir. Hem erkek hem de kızlarda

D-W'den ve BİA formüllerinden kestirilen VYY'leri arasındaki ilişki katsayıları önemli ($p<0.029$) olmakla beraber çok değişken bulunmuştur. Erkeklerde D-W ve Tanita, D-W ve Deurenberg formülleri arasındaki ilişki katsayıları (sırasıyla $r=0.316$, $r=0.460$), D-W ve Scheffer, ile D-W ve Sun formülleri arasındaki ilişkilerden (sırasıyla $r=0.620$, $r=0.652$) daha düşüktür. Benzer şekilde Tanita ile diğer BİA formüllerinden kestirilen VYY arasındaki ilişkiler de ($r=0.449$

Tablo 5. Cinsiyetlere göre değişik formüllerden kestirilen VYY değerleri arasındaki ilişki katsayıları

FORMÜLLER	D-W	Tanita	Deurenberg ve diğ.	Schaeffer ve diğ.
Erkek				
Tanita	0.316*	-		
Deurenberg ve diğ.	0.460*	0.612*	-	
Scheffer ve diğ.	0.620*	0.449*	0.891*	-
Sun ve diğ.	0.652*	0.677*	0.919*	0.922*
Kız				
Tanita	0.515*	-		
Deurenberg ve diğ.	0.425*	0.781*	-	
Scheffer ve diğ.	0.528*	0.659*	0.942*	-
Sun ve diğ.	0.510*	0.800*	0.998*	0.925*

- 0.677) düşüktür (Tablo 5). Buna karşın, Tanita'nın dışındaki diğer BIA formüllerinden kestirilen VYY değerleri arasındaki ilişkiler ($r=0.891-0.922$) yüksektir (Tablo 5). Erkeklerin aksine kızlarda D-W ve Tanita arasındaki ilişki daha yüksek, D-W ve Deurenberg arasındaki ilişki ise daha düşüktür (Tablo 5). Kızlarda Tanita ve diğer BIA formülleri arasındaki ilişkiler orta düzeyde, erkeklerde ise daha yüksektir ($r=0.659-0.800$). Erkeklerde olduğu gibi kızlarda da Tanita'nın dışındaki diğer BIA formüllerinden kestirilen VYY değerleri arasındaki ilişkiler ($r=0.942-0.998$) yüksektir.

D-W ve BIA formüllerinden kestirilen YVK'lar arasındaki ilişkiler hem erkek hem de kızlarda VYY'ye göre daha yüksektir. Formüllerden elde edilen YVK'lar arasındaki ilişki katsayıları $r > 0.862$ 'dir ($p=0.000$) (Tablo 6). Her iki cinsiyette de D-W ve BIA, BIA ve BIA YVK değerleri arasındaki ilişkiler daha yüksek ve homojendir.

VYY ve VYK için yapılan Blant-Altman analizi sonuçları Tablo 7 ve 8'de verilmiştir. Kızlarda Tanita hariç diğer BIA formülleri VYY'yi antropometrik yöntemle göre düşük kestirdiği hesaplanmıştır (Tablo 7). Buna karşılık erkeklerde, BIA formüllerinden kestirilen VYY değerleri antropometrik yöntemle daha yakın olmakla beraber, kızlardan farklı olarak Deurenberg ve diğ. ile Sun ve diğ. düşük, Schaeffer ve diğ. ile Tanita'nın yüksek kestirdiği saptanmıştır (Tablo 7). Tutarlılık alt ve üst sınırları dikkate alındığında, her iki cinsiyette de BIA formüllerinden elde edilen VYY'lerin antropometrik yöntemle karşılaştırılabilir olmadığı belirlenmiştir (Şekil 2).

Antropometrik yöntemle kestirilen VYY'e göre; Deurenberg ve diğ. (Kız: % -5.20/10.27, Erkek: % -5.78/9.83), Schaeffer ve diğ. (Kız: % -8.33/13.25, Erkek: % -11.41/9.05), Sun ve diğ. (Kız: % -3.38/12.69, Erkek: % -7.70/8.76), Tanita (Kız: % -11.09/7.29, Erkek: % -7.60/3.97)

Tablo 6. Cinsiyetlere göre değişik formüllerden kestirilen YVK değerleri arasındaki ilişki katsayıları

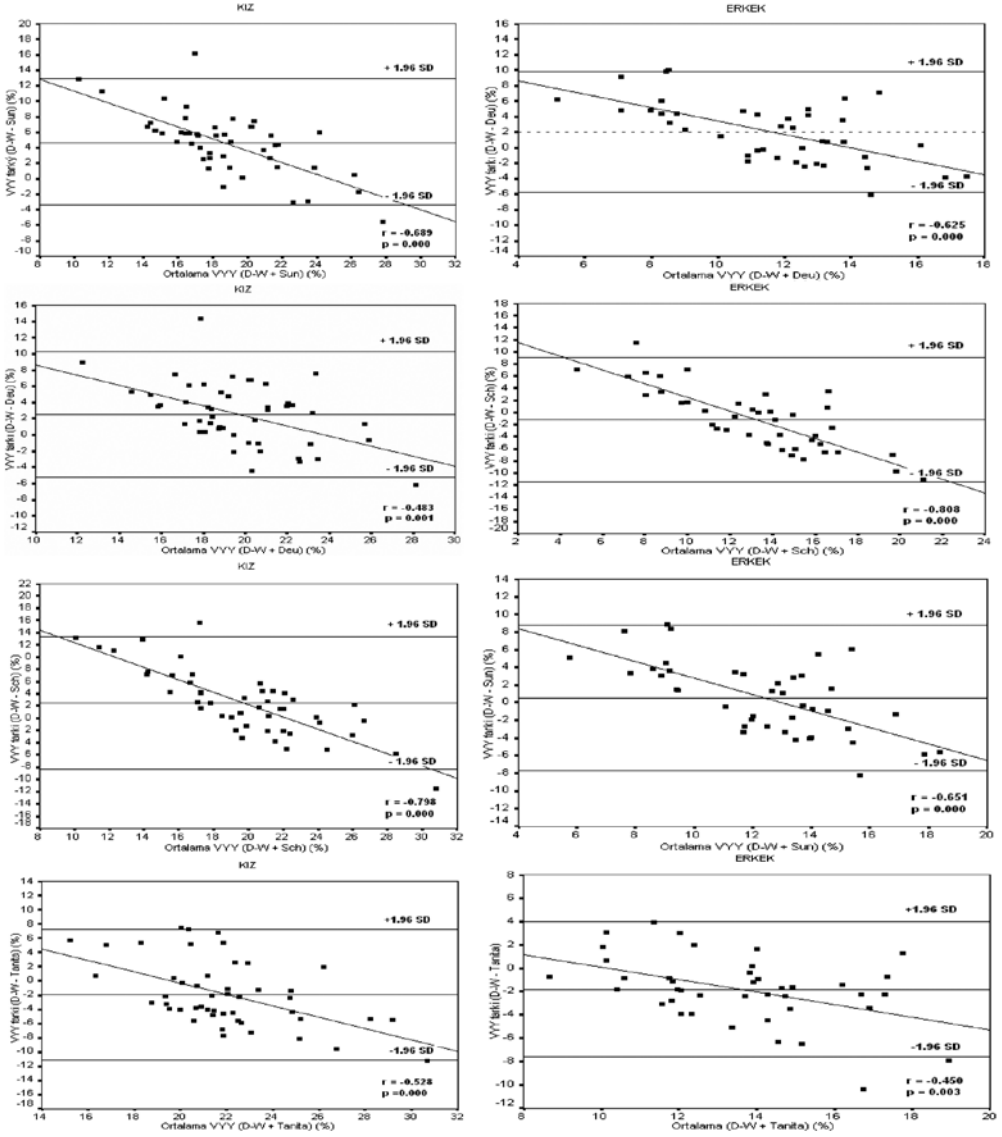
FORMÜLLER	D-W	Tanita	Deurenberg ve diğ.	Schaeffer ve diğ.
Erkek				
Tanita	0.918*	-		
Deurenberg ve diğ.	0.943*	0.949*	-	
Scheffer ve diğ.	0.862*	0.879*	0.969*	-
Sun ve diğ.	0.924*	0.957*	0.995*	0.967*
Kız				
Tanita	0.969*	-		
Deurenberg ve diğ.	0.942*	0.980*	-	
Scheffer ve diğ.	0.896*	0.947*	0.982*	-
Sun ve diğ.	0.932*	0.976*	0.999*	0.985*

Tablo 7. Kız ve erkeklerde BİA formüllerinden hesaplanan VYY'lerin DW formülüne göre tutarlılık sınırları

	Deurenberg ve diğ.	Schaeffer ve diğ.	Sun ve diğ.	Tanita
Erkek				
Fark Ortalaması	2.02	-1.18	0.53	-1.81
Fark SD	3.90	5.12	4.12	2.89
Fark SH	1.05	1.38	1.11	0.78
Tutarlılık Alt Sınırı	-5.78	-11.41	-7.70	-7.60
Tutarlılık Alt Sınırı % 95 Güven Aralığı	-3.64/-7.91	-8.62/-14.21	-5.45/-9.95	-6.02/-9.19
Tutarlılık Üst Sınırı	9.83	9.05	8.76	3.97
Tutarlılık Üst Sınırı % 95 Güven Aralığı	7.69/11.96	6.25/11.84	6.51/11.01	2.39/5.56
Kız				
Fark Ortalaması	2.54	2.46	4.66	-1.90
Fark SD	3.87	5.39	4.02	4.60
Fark SH	0.96	1.35	1.00	1.14
Tutarlılık Alt Sınırı	-5.20	-8.33	-3.38	-11.09
Tutarlılık Alt Sınırı % 95 Güven Aralığı	-3.25/-7.15	-5.61/11.04	-1.36/-5.41	-8.77/-13.40
Tutarlılık Üst Sınırı	10.27	13.25	12.69	7.29
Tutarlılık Üst Sınırı % 95 Güven Aralığı	8.32/12.22	10.54/15.97	10.67/14.72	4.98/9.61

formüllerinin VYY'yi düşük ya da yüksek kestirdiği saptanmıştır. YVK ile ilgili Blant-Altman analizi sonuçları VYY'ye paralel ancak biraz farklıdır. BİA formüllerinden elde edilen YVK değerleri VYY'ye göre antropometrik yöntemle daha tutarlı olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). BİA formüllerinden elde edilen YVK'ların antropometrik yönetime göre

fark ortalamaları erkeklerde daha belirgin olmakla beraber her iki cinsiyette de düşük bulunmuştur. VYY'deki bulgulara paralel olarak kızlarda Tanita hariç diğer BİA formülleri antropometrik yöntemden daha yüksek YVK kestirirken, erkeklerde Deurenberg ve diğ. ile Sun ve diğ. yüksek, Schaeffer ve diğ. ile Tanita daha düşük kestirmiştir. Buna kar-



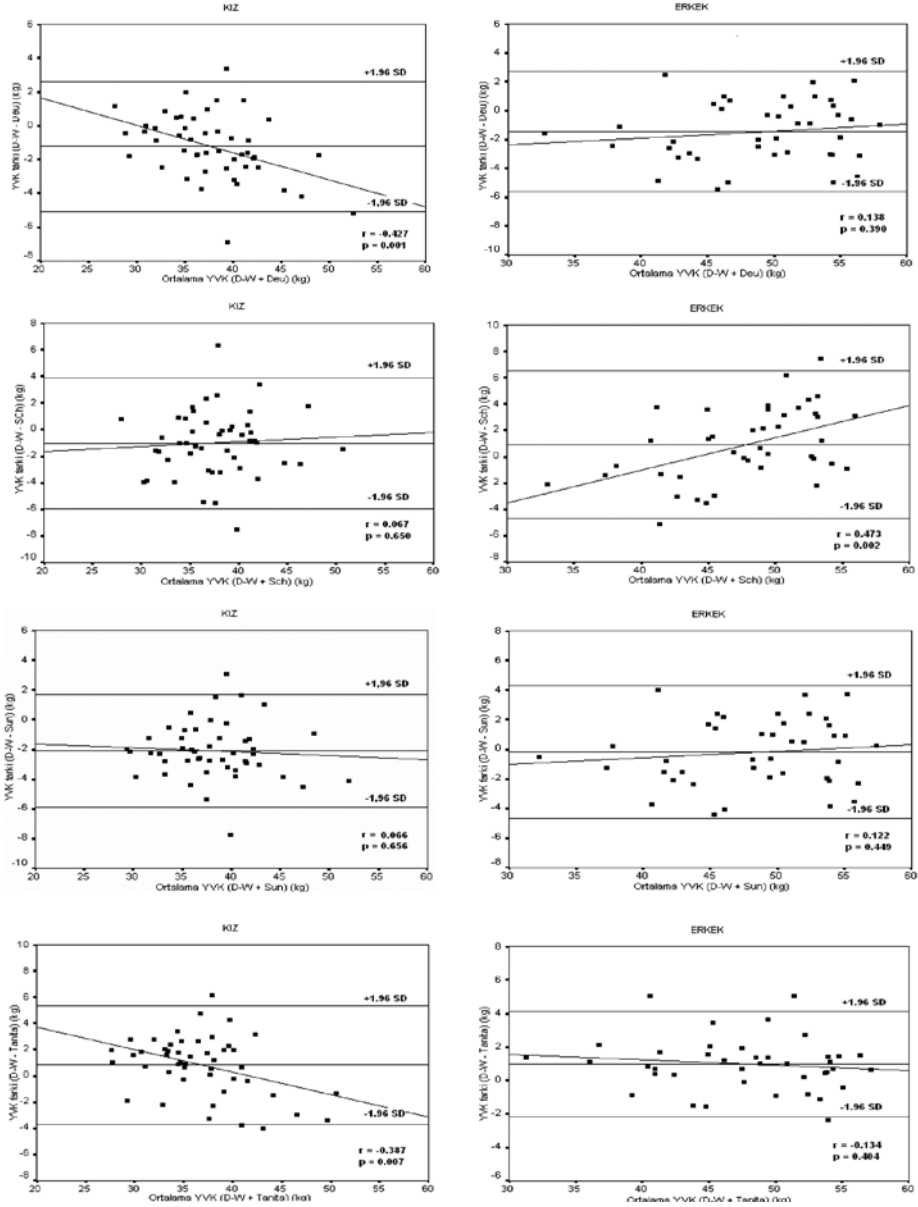
Şekil 2. Bland–Altman Analizine göre antropometrik yöntemle (Durnin-Womersley) kestirilen VYY ile BİA formüllerinden kestirilen VYY'ler arasındaki fark ortalamaları, formüller arasındaki farkların ortalamaya göre dağılımı ve tutarlılık alt ve üst sınırları (Orta çizgi: fark ortalaması, alt çizgi: tutarlılık alt sınırı, üst çizgi: tutarlılık üst sınırı).

Tablo 8. Kız ve erkeklerde değişik BİA formüllerinden hesaplanan YVK'lerin DW formülüne göre tutarlılık sınırları

	Deurenberg ve diğ.	Schaeffer ve diğ.	Sun ve diğ.	Tanita
Erkek				
Fark Ortalaması	-1.46	0.90	-0.20	0.98
Fark SD	2.08	2.81	2.24	1.57
Fark SH	0.56	0.76	0.61	0.42
Tutarlılık Alt Sınırı	-5.62	-4.73	-4.69	-2.16
Tutarlılık Alt Sınırı % 95 Güven Aralığı	-4.48/-6.76	-3.19/-6.27	-3.47/-5.92	-1.30/-3.92
Tutarlılık Üst Sınırı	2.70	6.52	4.28	4.11
Tutarlılık Üst Sınırı % 95 Güven Aralığı	1.56/3.83	4.98/8.06	3.06/5.51	3.26/4.97
Kız				
Fark Ortalaması	-1.24	-1.02	-2.11	0.82
Fark SD	1.92	2.47	1.88	2.26
Fark SH	0.48	0.62	0.47	0.57
Tutarlılık Alt Sınırı	-5.09	-5.95	-5.88	-3.71
Tutarlılık Alt Sınırı % 95 Güven Aralığı	-6.06/-4.12	-4.71/-7.19	-4.93/-6.83	-2.57/-4.85
Tutarlılık Üst Sınırı	2.60	3.91	1.66	5.35
Tutarlılık Üst Sınırı % 95 Güven Aralığı	1.64/3.57	2.67/5.16	0.71/2.60	4.21/6.49

şılık tutarlılık alt ve üst sınırları dikkate alındığında BİA formüllerinden elde edilen YVK'ların da antropometrik yöntemle karşılaştırılabilir olmadığı saptanmıştır (Şekil 2). Antropometrik yöntemle kestirilen YVK'ya göre; Deurenberg ve diğ. (Kız: -5.09/2.60 kg, Erkek: -5.62/2.70 kg), Schaeffer ve diğ. (Kız: -5.95/3.91 kg, Erkek: -4.73/6.52 kg), Sun ve diğ. (Kız: -5.88/1.66 kg, Erkek: -4.69/4.28 kg), Ta-

nitita (Kız: -3.71/5.35 kg, Erkek: -2.16/4.11 kg) formüllerinin YVK'yı düşük ya da yüksek kestirdiği belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Bland-Altman analizleri her iki cinsiyette VYY için yöntemler arasındaki farkların VYY değerlerine bağlı olarak (Şekil 2), YVK için yöntemler arasındaki farkların cinsiyete ve formüle göre değiştiğini göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Bland–Altman Analizine göre antropometrik yöntemle (D-W) hesaplanan YVK ile BIA formüllerinden hesaplanan YVK'ler arasındaki fark ortalamaları, formüller arasındaki farkların ortalamaya göre dağılımı ve tutarlılık alt ve üst sınırları (Orta çizgi: fark ortalaması, alt çizgi: tutarlılık alt sınırı, üst çizgi: tutarlılık üst sınırı).

TARTIŞMA

BİA yöntemi ile vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi büyük popülasyonlara ulaşmada ve uygulamadaki kolaylığından dolayı son yıllarda saha çalışmalarında sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Houtkooper ve diğ., 1992; Cable ve diğ., 2001; Tyrrell ve diğ., 2001; Sung ve diğ., 2001; Kim ve diğ., 1994; Goldfield ve diğ., 2006; Isiwara ve diğ., 2007). Bir çok çalışmada, çocuklarda BİA yönteminin YVK'nın kestiriminde güvenilir ve geçerli bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Houtkooper ve diğ., 1992; Tyrrell ve diğ., 2001; Deurenberg ve diğ., 1991). Bununla birlikte BİA yönteminin YVK'nın su içeriğinin bireysel farklılıklar göstermesinden ve vücut suyunun yaşla birlikte değişmesinden (Deurenberg ve diğ., 1989; Segal ve diğ., 1988) kaynaklanan yöntem hataları içerdiği veya kestirim formüllerinin etnik kökenden etkilenebileceği belirtilmektedir (Going ve diğ., 2006).

Bu çalışmada kızların VYY'si erkeklerden daha yüksek, YVK'sı daha düşük bulunmuştur (Tablo 3 ve 4). 11-12 Yaşlar, kızlarda ve erkeklerde cinsiyetler arası farklılıkların başladığı dönemlerdir. Bu dönemde cinsiyet hormonlarının artması ile vücut kompozisyonunda kızlarda ve erkeklerde değişimler meydana gelir (Malina ve Bouchard, 1991). Kızlarda östrojen hormonunun artması ile yağ kitlesinde artış gözlenirken, erkeklerde testosteron hormonunun artması ile YVK'da hızlı bir artış gözlenir. Buna ek olarak, cinsiyetler arası farklılıkların bir diğer nedeni, kadın ve erkekler arasındaki vücut suyu dağılımından kaynaklanmaktadır. Genelde kadınlarda hücre dışı / hücre içi sıvı oranının yüksek ol-

ması, daha düşük spesifik vücut direnci oluşturmaktadır. Direncin düşük olması, kadınlarda rezistiv indeksin (Ri) daha yüksek değerlerde olmasına ve VYY ve YVK'yı doğrudan etkilenmesine neden olur (Webster ve Barr, 1993). Çocuklarda BİA ölçümlerinde cinsiyetin etkisi 10 yaşına kadar minimum iken 10 yaşından sonra cinsiyetler arası farklılıkların gözlenmeye başlaması ile bu etki artmaktadır (Deurenberg ve diğ., 1991).

Deri kıvrımı kalınlıkları kullanılarak D-W formülüyle kestirilen vücut yoğunluğundan Siri formülü ile elde edilen VYY ve YVK değerleri, BİA formüllerinden kestirilenlerden önemli derecede farklı bulunmuştur. Schaeffer formülünden kestirilen VYY hariç Deurenberg ve Sun BİA formüllerinden kestirilen VYY D-W'den kestirilenlerden önemli derecede düşük, Tanita BİA analizöründe üretici firma formülünden kestirilen VYY D-W'den kestirilenlerden önemli derecede yüksektir (Tablo 3). 7-14 yaş erkek (n=609) ve kız (n=645) çocuklarında yapılan bir çalışmada BİA yöntemi ile deri kıvrımı kalınlıklarından kestirilen VYY'si arasında önemli fark saptanmıştır (Rowe ve diğ., 2006). D-W'nin vücut yoğunluğunu kestiren formülleri erkek ve kızlar için ayrı ayrı geliştirilmiş olmakla beraber, kestirim formülünün standart hatasına bağlı olarak vücut yoğunluğunda meydana gelen potansiyel değişimlerin aynı bireyde VYY'nin \pm % 3-4 hatalı kestirdiği gösterilmiştir (Beddoe ve Samat, 1998). Schaeffer, Deurenberg ve Sun BİA formüllerinin kestirim formüllerinin üçünde de Ri kestirici olarak kullanılmıştır. D-W formülünde olduğu gibi cinsiyeti bir faktör olarak dikkate alan Deurenberg ve Sun formülleri değil, yaş bir

kestirici olarak kullanan Schaeffer formülünden kestirilen VYY D-W formülü yardımıyla kestirilen VYY ile benzer bulunmuştur. Schaeffer ve diğ. (1994) formülü total vücut potasyumunu ölçen yöntemi referans alınarak geliştirilmiştir ve açıklayıcılık katsayısı yüksek bulunmuştur ($R^2=0.975$). Cinsiyeti dikkate alan Deurenberg ve Sun BİA formüllerinden kestirilen VYY ve YVK değerleri benzer, her iki formül yaşı dikkate alan Schaeffer formülünden farklıdır. Deurenberg ve diğ. (1990)'nin formülü densiometre referans kullanılarak (açıklayıcılık katsayısı $R^2=0.975$), Sun ve diğ. (2003)'nin formülü ise, çok bileşenli model (densiometre, isotop dilüsyon, DEXA) kullanarak geliştirilmiştir (Kız: $R^2=0.83$; Erkek: $R^2=0.90$). BİA yönteminin YVK'yı kestirmekte sultalı tartım yöntemi ile geçerliliği yetişkinlerde (Cable ve diğ., 2001), ve çocuklarda (Isiwara ve diğ., 2007; Tyrrell ve diğ., 2001; Houtkooper ve diğ., 1992; Sung ve diğ., 2001; Kim ve diğ., 1994) gösterilmiştir. Hücre içi sıvının yaşla birlikte artması sonucunda tüm vücut impedansında meydana gelen artışlar YVK'yı doğrudan etkilemektedir (Deurenberg ve diğ., 1990). Çocuklukla yetişkinlik arasındaki hücre dışı ve hücre içi sıvının farklı dağılımı ile Rİ yaşla birlikte değişmektedir. Rİ, YVK'nın kestiriminde çok önemli bir parametredir ve YVK ile Rİ arasında yüksek ilişki ($r=0.83-0.97$) olduğu gösterilmiştir (Cordain ve diğ., 1988; Davies ve diğ., 1988). Hücre içi sıvının spesifik direnci, hücre dışı sıvıya göre daha yüksektir. Çocukluktan yetişkinliğe doğru hücre içi sıvının relatif olarak artması, daha yüksek dirençlerin oluşmasına ve Rİ'nin azalmasına neden olmaktadır (Deurenberg ve diğ., 1990). Bu nedenle

BİA formülünün seçiminde yaş faktörünün dikkate alınması oldukça önemlidir. Yaş, total vücut suyundaki değişimi yansıması açısından boy ve vücut ağırlığına göre büyümeyi daha iyi gösteren bir faktör olarak kabul edilmektedir (Schaeffer ve diğ., 1994). Tanita BİA analizöründe üretici firmanın formülünden kestirilen VYY diğer formüllerden yüksek, YVK düşüktür. BİA yöntemi ile kestirim yapan birçok ticari ölçüm aracı geliştirilmiştir ve bu araçların kestirim formüllerinin yazılımlarında antropometrik (boy, vücut ağırlığı), fiziksel aktivite ve cinsiyet gibi faktörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada ayaktan ayağa biyoelektriksel impedans ölçer kullanılmıştır. Aynı araç kullanılarak yapılan bir çalışmada antropometri yöntemi ile geçerliliği gösterilmiştir (Eston ve diğ. 1993). Bununla birlikte standart yöntemlerle BİA karşılaştırılmalı yapılan çalışmaların sonuçları tartışmalıdır. BİA'nın total vücut yağının kestiriminde MRI ile düşük korelasyon gösterdiği (Chan ve diğ., 1998), standart yöntemlere (Gutin ve diğ., 1996) ve antropometriye (Webster ve diğ., 1993; Rowe ve diğ., 2006) göre BİA'nın VYY'yi daha yüksek kestirdiği belirtilmektedir. Bununla birlikte DEXA ile BİA arasında YVK, YK ve VYY'de sırasıyla; $r=0.98$, 0.98 ve 0.94 ilişkiler gösteren (Tyrrell ve diğ., 2001; Goldfield ve diğ., 2006) veya BİA ile standart yöntemler arasında VYY kestirimi açısından fark olmadığını belirten çalışmalar mevcuttur (Ellis, 1996; Lohman ve diğ., 2000; Ostojic, 2006).

Bu çalışmanın bulguları 11-17 yaş genç ve çocuklarda D-W ve BİA formülleri arasındaki VYY değerleri arasındaki ilişkilerin cinsiyete bağlı olarak değiştiğini göstermiştir (Tablo 5). Her iki cin-

siyette de D-W ve BİA, BİA-BİA arasındaki ilişkiler anlamlı düzeyde yüksek olmakla beraber, erkeklerde D-W ve BİA formülleri arasındaki ilişkiler, kızlardan daha düşüktür. Benzer şekilde BİA formüllerinin kendi aralarındaki ilişkilerde erkeklerde kız çocuklarından daha düşüktür. Hem erkeklerde hem de kızlarda üretici firmanın (Tanita) formülü ile kestirilen VYY değerleri D-W ve diğer BİA formülleri ile daha düşük ilişki göstermiştir. VYY'nin aksine her iki cinsiyette de D-W ve BİA formüllerinden kestirilen YVK'lar arasındaki ilişkiler yüksektir (Tablo 6). Aynı şekilde BİA formüllerinden kestirilen YVK'lar arasındaki ilişkiler de VYY'den daha yüksektir (Tablo 6). Bu bulgular, farklı yöntem veya formüllerde YVK kestiriminde ortaya çıkan değişkenliğin VYY'ye göre daha az olduğunu göstermektedir. Literatürde de BİA ve antropometrik yöntemden kestirilen VYY arasında orta düzeyde (Rowe ve diğ., 2006), BİA ve antropometri formüllerinden elde edilen YVK değerleri arasında yüksek ilişkiler bildirilmiştir (Webster ve diğ., 1993). Bu çalışmada olduğu gibi BİA YVK ve antropometri YVK arasında yüksek ilişki ($r=0.94$), BİA VYY ile antropometri VYY arasında daha düşük ($r=0.78$) ilişki saptanmıştır (Eston ve diğ., 1993). Yöntemler arasındaki tutarlılığın değerlendirilmesinde korelasyon analizi sıklıkla kullanılmakla beraber, r kat sayısı yöntemler arasındaki sistematik hatadan etkilenmez (Bland ve Altman, 1986). Yöntemler arasında yüksek r değeri, yöntemlerin birbiri yerine kullanılabilirliğini göstermez. Bu nedenle bu çalışmada kestirim yöntemi Bland-Altman analizi ile değerlendirilmiştir. Antropometri ve BİA formülleri arasında vücut

kompozisyonu parametreleri arasında anlamlı orta/yüksek ilişkiler gözlenmemesine rağmen, Bland-Altman analizi tutarlılık alt ve üst sınırlarının çok yüksek olduğunu göstermiştir. Kızlarda BİA formülleri D-W'ye göre VYY'yi % -11.9 ile +13.25, erkeklerde % -11.41 ile +9.83 düşük ya da yüksek kestirmektedir. Benzer şekilde BİA formülleri D-W'ye göre YVK'yı kızlarda -5.95 ile + 5.35 kg erkeklerde -5.62 ile +6.52 kg düşük veya yüksek kestirmektedir (Tablo 7 ve 8). Rowe ve diğ. (2006) 7-14 yaş çocuklarda BİA ve deri kıvrımı kalınlıklarından elde edilen VYY değerleri için tutarlılık sınırları arasında % 20'nin üzerinde fark saptamışlardır. Bunun yanında Bland-Altman analizinden elde edilen grafiklerde hem erkek hem de kızlarda D-W ve BİA formülleri arasındaki fark değerlerinin dağılımları ile her iki yöntemden elde edilen VYY değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı negatif ilişkiler saptanmıştır (Şekil 2). Bu ilişkiler D-W ile karşılaştırıldığında BİA formüllerinin her iki cinsiyette VYY'yi yansız kestirmediğini göstermektedir. Bir başka deyişle D-W ve BİA formülleri arasındaki farklar her iki cinsiyette VYY değerlerine bağımlı olarak değişmektedir. Bland-Altman grafiklerinde ilişki katsayılarının negatif olması her iki cinsiyette VYY'si düşük olan çocuk ve gençlerde BİA formülleri ile D-W formülü arasındaki farkların büyük, VYY'si yüksek olan çocuk ve gençlerde ise küçük olduğunu gösterir. Buna karşılık Bland-Altman analizleri YVK için D-W ve BİA formülleri arasındaki farkların cinsiyetlere göre değiştiğini göstermiştir. Kızlarda Deurenberg ve diğ. ve Tanita formüllerinden kestirilen YVK'lar ile D-W'den kestirilen YVK arasındaki farklar YVK değer-

lerine göre değişirken, Schaeffer ve diğ. ve Sun ve diğ.'nin formüllerinden kestirilen YVK farkları YVK değerlerinden bağımsızdır (Şekil 3). Erkeklerde Schaeffer ve diğ hariç, D-W ile diğer BIA formülleri arasındaki farklar YVK değerlerinden bağımsızdır. Schaeffer ve diğ. formülünden elde edilen YVK değerleri ile D-W formülünden elde edilen YVK değerleri arasındaki farklar ile her iki yöntemden elde edilen YVK değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı pozitif ilişki saptanmıştır. Bu ilişki YVK'sı düşük olan çocuk ve gençlerde bu formülden elde edilen YVK'lar ile D-W'den elde edilen YVK'lar arasındaki farkların küçük, YVK'sı büyük olan çocuk ve gençlerde büyük olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, her iki cinsiyette de, iki yöntem arasında sistematik farklılıklar olduğunu ve BIA formülünden elde edilen VYY ve YVK'nın antropometrik yöntemle karşılaştırılabilir olmadığını ve bu formüllerin birbirinin yerine kullanılamayacağını göstermiştir. Bundan dolayı, çocuklarda vücut kompozisyonu ile ilgili değerlendirmeler ve karşılaştırmalar yapılırken kestirim formülleri arasındaki farklılıklar dikkate alınmalı ve dikkatli yorumlanmalıdır.

Yazışma adresi (Corresponding Address):

Dr. Sultan Harbili

Selçuk Üniversitesi

Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

42079, Selçuklu, KONYA

e-posta:sharbili@selcuk.edu.tr

KAYNAKLAR

- Artioli GG, Gualano B, Franchini E, Battista RN, Polacow VO, Lancha AH Jr. (2009). Physiological, performance, and nutritional profile of the Brazilian Olympic Wushu (kung-fu) team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 20-5.
- Beddoe AH, Samat SB. (1998). Body fat prediction from skinfold anthropometry referenced to a new gold standard: in vivo neutron activation analysis and tritium dilution. *Physiol Meas.* 19 (3),393-403.
- Bland JM, Altman DG. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 307-310.
- Cable A, Nieman DC, Austin M, Hogen E, Utter AC. (2001). Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance measurement in males. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (3), 411-4.
- Callaway WC, Chumlea WC, Bouchard C, John HH, Lohman, TG.(1988). *Circumferences.* In.T.G.Lohman,A.F.Roche, R.Martorell (Eds) *Anthropometric Standartization Reference Manuel.* Champaign: Human Kinetics.
- Chan YL, Leung SS, Lam WW, Peng XH, Metreweli C. (1998). Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 34 (1), 22-8.

- Cordain L, Whicker RE, Johnson J E. (1988). Body composition determination in children using bioelectrical impedance. *Growth, Development, and Aging*, 52 (1), 37-40.
- Davies PS, Preece MA, Hicks CJ, Halliday D. (1988) The prediction of total body water using bioelectrical impedance in children and adolescents. *Annals of Human Biology*. 15 (3), 237-40.
- Deurenberg P, Kusters CSL, Smith HE. (1990). Assesment of body composition by bioelectrical impedance in children and young adults is strongly age-depended. *European Journal of Clinical Nutrition*, 44, 261-268.
- Deurenberg P, Van Der Kooy K, Leenen R, Weststrate JA, Seidell JC. (1991). Sex and age specific predictions formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance:a cross-validation study. *International Journal of Obesity*, 15, 17-25.
- Deurenberg P, Van Der Kooy K, Paling A, Withagen P. (1989). Assesment of body composition in 8-11 year old children by bioelectrical impedance. *European Journal of Clinical Nutrition*, 43, 623-629.
- Durnin J, Womersley J. (1974) Body fat assessed from 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.
- Ellis KJ. (1996). Measuring body fatness in children and young adults: comparison of bioelectric impedance analysis, total body electrical conductivity, and dual-energy x-ray absorptiometry. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 20 (9), 866-873.
- Ellis KJ, Shypailo RJ, Abrams SA, Wong WW. (2000). The referance child and adolescent models of body composition.A contemporary comparison. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904, 374-382.
- Eston RG, Cruz A, Fu F, Fung IM. (1993). Fat-free Mass Estimation Bioelectrical impedance and antropometric techniques in chinese children. *Journal of Sports Science*, 11 (3), 241-7.
- Going S, Nichols J, Loftin M, Stewart D, Lohman T, Tuuri G, et al. (2006). Validation of bioelectrical impedance analysis (BIA) for estimation of body composition in Black, White and Hispanic adolescent girls. *International Journal of Body Composition Research*, 4 (4), 161-167.
- Goldfield GS, Cloutier P, Mallory R, Prudhomme D, Parker T, Doucet E. (2006). Validity of foot-to-foot bioelectrical impedance analysis in overweight and obese children and parents. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46 (3), 447-53.

- Gutin B, Litaker M, Islam S, Manos T, Smith C, Treiber F. (1996). Body composition measurement in 9-11 y-old children by dual-energy x- ray absorptiometry, skinfold- thickness measurements, and bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63 (3), 287-92.
- Hazır T, Harbili S, Mavili S, Pense S, Açıkada C, Güler D. (2003). Menstüral döngünün ve su alımının toplam vücut suyu ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi: Biyoelektirik İmpedans Analizi. *Spor Bilimleri Dergisi*. 14 (4), 144-161.
- Housh TJ, Johnson GO, Kenney KB, McDowell SL, Hughes RA, Cisar CJ, et al. (1989). Validity of anthropometric estimations of body composition in high school wrestlers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60 (3), 239-45.
- Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Hall MC. (1989). Validity of bioelectric impedance for body composition assessment in children. *Journal of Applied Physiology*, 66 (2), 814-21.
- Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Loan AV. (1992). Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *Journal of Applied Physiology*, 72 (1), 366-373.
- Isiwara RI, Lukito W, Schultink JW. (2007). Comparison of body compositional indices assessed by underwater weighing, bioelectrical impedance and anthropometry in Indonesian adolescent girls. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16 (4), 641-8.
- Kim HK, Tanaka K, Nakodomo F, Watanabe K. (1994). Fat-free mass in Japanese Boys Predicted From Bioelectrical impedance and antropometric variables. *European Journal of Clinical Nutrition* ,48 (7), 482-9.
- Kushner RF, Facn MD. (1992). Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications . *Journal of the American College of Nutrition*, 11 (2), 199-209.
- Lohman TG. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, (2), 181-225.
- Lohman TG. (1984). Research progress in validation of laboratory methods of assessing body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16 (6), 596-605.
- Lohman TG, Cabellero B, Himes JH, Davis CE, Stewart D, Houtcoper L, et al. (2000). Estimation of body fat from antropometri and Bioelectrical impedance in native American Children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24 (8), 982-988.
- Lukaski HC. (1987). Methods for assessment of human body composition traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46, 537-556.

- Malina RM, Bouchard C. (1991). Growth, Maturation, And Physical Activity. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ostojic SM. (2006). Estimation of body fat in athletes: skinfold vs bioelectrical impedance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*,46 (3), 442-6.
- Palo TD, Messina G, Edofenti A, Perfume F, Pisanello L, Peruzzi L, et al. (2000). Normal values of the Bioelectrical impedance Vector in Childhood and Puberty. *Nutrition*,16,417-424.
- Rowe DA, Dubose KD, Donnelly JE, Mahar MT. (2006). Agreement between skinfold-predicted percent fat and percent fat whole-body bioelectrical impedance analysis in children and adolescent. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1 (3),168-75.
- Schaeffer F, Georgia M, Zieger A, Scharer K. (1994). Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatric Research*, 35 (5), 617-624.
- Schoeller DA, Luke A. (2000). Bioelectrical impedance analysis prediction equations differ between African Americans and Caucasians, but it is not clear why. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904, 225-236.
- Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. (1988). Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 47, 7-14.
- Siri WE, (1956). The gross composition of the body. In C.A. ToBİAs & J.H. Lawrence (Eds.), *Advances in biological and medical physics*. New York: Academic.
- Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 331-40.
- Sung RYT, Lau P, Yu CW, Lam PKW, Nelson EAS. (2001). Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Archives of Disease Childhood*, 85, 263-267.
- Tyrrell VJ, Richards G, Hofman P, Gillies GF, Robinson E, Cutfield WS. (2001). Foot-to foot Bioelectrical impedance analysis: A valuable tool for the mesurement of body composition in children. *International Journal of Obesity*, 25 (2), 273-278.
- Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN. (1999). Hydration of fat-free body mass. New Physiologic modelling approach. *American Journal of Physiology*, 276, E995-1003.

- Ward LC, Heitmann BL, Craig P. (2000). Association between ethnicity, body mass index, and bioelectrical impedance. *Annals of the New York Academy of Sciences*,904,199-202.
- Webster BL, Barr SI. (1993). Body Composition analysis of female adolescent athletes: Comparing six regression equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (5), 648-53.
- Yannakoulia M, Keramopoulos A, Tsakalakos N, Matalas AL. (2000). Body composition in dancers: the bioelectrical impedance method. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (1), 228-34.