

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN  
BİYOELEKTRİK İMPEDANS DENKLEMLERİNİN GENÇ  
ERKEK VE KADINLARDA GEÇERLİĞİ**

**Yasin Ergün ACAR**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA  
2024**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN  
BİYOELEKTRİK İMPEDANS DENKLEMLERİNİN GENÇ  
ERKEK VE KADINLARDA GEÇERLİĞİ**

**Yasin Ergün ACAR**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Tahir HAZIR**

**ANKARA  
2024**

**YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN  
BİYOELEKTRİK İMPEDANS DENKLEMLERİNİN GENÇ ERKEK VE  
KADINLARDA GEÇERLİĞİ**

**Yasin Ergün ACAR**

**Prof. Dr. Tahir HAZIR**

Bu tez çalışması 28 Mayıs 2024 tarihinde jürimiz tarafından “Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı:**

*Prof. Dr. Nazan KOŞAR*

*Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi*

**Tez Danışmanı:**

*Prof. Dr. Tahir HAZIR*

*Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:**

*Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER*

*Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:**

*Prof. Dr. Hüsrev TURNAGÖL*

*Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi*

**Üye:**

*Doç. Dr. Beril KÖSE*

*Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi*

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

*Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN*

**Enstitü Müdürü**

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

26 / 06 / 2024

Yasin Ergün ACAR

i

<sup>i</sup>“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı** ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

\* Tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Tez Danışmanının Prof. Dr. Tahir HAZIR danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

*Yasin Ergün ACAR*

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın hazırlanması sürecinde yardımlarını ve desteğini hiç esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Tahir HAZIR'a ve değerli hocam Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER'e,

Veri toplama sürecinde laboratuvarlarını kullandığım ve tez çalışmam boyunca desteklerini gördüğüm Egzersizde Beslenme ve Metabolizma Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Hüsrev TURNAGÖL, Prof. Dr. Şükran Nazan KOŞAR'a, Dr. Öğretim Üyesi Süleyman BULUT'a ve Dr. Yasemin GÜZEL'e ve Doç. Dr. Muhammed Mustafa ATAKAN'a,

Veri toplama sürecindeki destekleri için Gören KÖSE'ye,

Her zaman desteğini gördüğüm sevgili eşim Burcu Bahar Acar'a ve hayatı anlamlı kılan oğullarım Celal Sarp ve Teoman Berk'e

sonsuz teşekkürler.

## ÖZET

**ACAR, YE. Yağsız Vücut Kütlesinin Kestiriminde Kullanılan Biyoelektrik İmpedans Denklemlerinin Genç Erkek ve Kadınlarda Geçerliliği. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2024.** Bu çalışmanın amacı genç erkek ve kadınlarda elden-ayağa ve ayaktan-ayağa yöntemle ölçülen Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA) değerlerinden yağsız vücut kütlesini (YVK) kestiren seçilmiş formüllerin referans yöntem Dual Enerji X-ışını Absorbsiyometre (DXA) ile ölçülen değerlerle karşılaştırarak geçerliklerini belirlemektir. Çalışmaya yaşları 18 ila 25 arasında değişen 113 erkek, 82 kadın toplam 195 yetişkin kişi gönüllü olarak katılmıştır. Vücut kompozisyonu ölçümleri ayaktan-ayağa BIA, elden-ayağa BIA ve referans yöntem olarak seçilmiş olan DXA kullanılarak yapılmıştır. İki farklı BIA yönteminden elde edilen rezistans, reaktans ve impedans değerleri kullanılarak tek frekans ölçüm yapan (50 kHz) BIA cihazlar için geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan 8 denklem kullanılarak katılımcıların YVK belirlenmiştir. BIA denklemlerinden ve referans yöntemden elde edilen YVK ve vücut yağ yüzdesi (VYY) değerleri arasındaki farklar Bağımlı Gruplarda t Testi ile analiz edilmiştir. Her bir BIA denkleminde ve DXA'dan elde edilen YVK ve VYY değerlerinden regresyon modellenerek korelasyon katsayısı ve kestirimin standart hatası belirlenmiştir. Her bir BIA denklemi ve DXA'dan elde edilen YVK ve VYY arasında Bland-Altman %95 tutarlık sınırları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda erkeklerde YVK kestirimi için Lukaski denkleminin, VYY kestirimi için ise Kyle01 ve Lukaski denklemlerinin geçerli olduğu; kadınlarda ise YVK kestirimi için Deurenberg90, Deurenberg91 ve Sun denklemlerinin, VYY kestirimi için Deurenberg90 denkleminin geçerli olduğu bulunmuştur. Kyle03 denklemi ise her iki cinsiyette en yüksek hata ve fark ortalamasına sahip bulunmuştur. Farklı BIA yöntemleriyle elde edilen impedans değerinin kullanıldığı denklemler referans yöntemle karşılaştırıldığında ise ayaktan ayağa BIA yönteminden elde edilen değerlerin daha yüksek standart hata ve fark ortalamasına sahiptir. Bu çalışmanın bulguları vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan BIA denklemlerinin popülasyon spesifik olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Vücut Kompozisyonu, Biyoelektrik İmpedans Analizi, Dual Enerji X-ışını Absorbsiyometre



## ABSTRACT

**ACAR, YE. Validity of Bioelectric Impedance Equations Used in Estimation of Fat Free Mass in Young Men and Women. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Sport Sciences and Technology Program Master's Thesis, Ankara, 2024.** The aim of this study was to determine the validity of selected equations that predict fat free mass (FFM) from Bioelectric Impedance Analysis (BIA) values measured by two different methods in young men and women with reference method Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA). A total of 195 young adult individuals, 113 males and 82 females between 18 and 25 years, participated in the study voluntarily. Body composition parameters measured by foot-to-foot (FF) BIA, hand-to-foot (HF) BIA and selected reference method DXA. The FFM of the participants were determined by commonly used 8 equations which were developed for single frequency (50 kHz) BIA devices by using resistance, reactance and impedance values obtained from two different BIA. Differences between FFM and Body Fat Percentage (%BF) values obtained from BIA equations and reference method (DXA) were analyzed by paired samples t-test. The correlation coefficient and standard error of the estimation were determined by regression modeling from FFM and %BF values obtained from each BIA equation and DXA. Bland-Altman 95% consistency limits were determined for FFM and %BF which was obtained from the BIA equations and DXA. Results indicated that, Lukaski equation were found to be valid for FFM and Kyle01 and Lukaski equations are valid for %BF estimation in men; however, Deurenberg90, Deurenberg91 and Sun equations were found to be valid for FFM and Deurenberg90 equation was valid for %BF in women. The Kyle03 equation had the highest error and difference average in both genders. When the equations using the impedance value obtained from the different BIA methods compared with the reference method, the FF BIA method had higher standard error and mean difference. The findings of this study demonstrated that the BIA equations used for body composition assessment are population specific.

**Key Words:** Body Composition, Bioelectric Impedance Analysis, Dual Energy X-ray Absorptiometry

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1.Araştırmanın Amacı	2
1.2.Araştırmanın Önemi	3
1.3.Problem	3
1.4.Alt Problemler	4
1.5.Hipotezler	4
1.6.Sınırlılıklar	5
1.7.Sayıtlar	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	6
2.1. Vücut Kompozisyonu ve Cinsiyet	7
2.2. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri	8
2.2.1 Sualtı Tartımı Yöntemi (Hidrostatik dansitometri)	9
2.2.2. Hava Hacmi Pletismografisi (Bod Pod)	10
2.2.3. Antropometrik Ölçüm	12
2.2.4 Biyoelektrik Impedans Analizi (BIA)	13
2.2.5 Dual Enerji X-Işını Absorbsiyometre (DXA)	16
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	19
3.1. Araştırma Grubu	19
3.1. Araştırma Planı	19
3.3. Verilerin Toplanması	20
3.3.1. Fiziksel Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesi	20

3.3.2. İdrar Yoğunluğu	21
3.3.3. Boy Uzunluğu	21
3.3.4. Vücut Ağırlığı	21
3.4. Vücut Kompozisyonu	21
3.4.1. Ayaktan-Ayağa Biyoelektrik İmpedans Analizi	22
3.4.2. Elden-Ayağa Biyoelektrik İmpedans Analizi	22
3.4.3. Dual Enerji X-ışını Absorbsiyometre (DXA)	23
3.5. YVK Kestirim Denklemleri	25
3.6. Verilerin Analizi	26
<b>4. BULGULAR</b>	28
4.1 Katılımcıların Demografik Bilgileri	28
4.2 Erkek ve Kadınlarda $BIA_{E\_A}$ ve $BIA_{A\_A}$ Yöntemiyle Ölçülen YVK Değerlerinin Geçerliği.	29
4.3 Erkek ve Kadınlarda $BIA_{E\_A}$ ve $BIA_{A\_A}$ Yöntemiyle Ölçülen VYY Değerlerinin Geçerliği.	40
<b>5. TARTIŞMA</b>	53
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	57
6.1. Sonuç	57
6.2. Öneriler	57
<b>7. KAYNAKLAR</b>	58
<b>8. EKLER</b>	
<b>EK-1:</b> Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri	
<b>EK-2:</b> Katılımcı Davet Afişi	
<b>EK-3:</b> Aydınlatılmış Onam Formu	
<b>EK-4:</b> Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi	
<b>EK-5:</b> Orjinallik Raporu	
<b>EK-6:</b> Dijital Makbuz	
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>	

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

- A\_A** : Ayaktan ayağa ölçüm yapan Biyoelektrik İmpedans Analizi  
**E\_A** : Elden ayağa ölçüm yapan Biyoelektrik İmpedans Analizi  
**BIA** : Biyoelektrik İmpedans Analizi  
**BKI** : Beden Kütle İndeksi  
**DXA** : Dual Enerji X-ışını Absorbsiyometre  
**R** : Rezistans  
**STY** : Sualtı Tartım Yöntemi  
**TVS** : Toplam Vücut Suyu  
**VYY** : Vücut Yağ Yüzdesi  
**YK** : Yağ Kütleli  
**YVK** : Yağsız Vücut Kütleli  
**Z** : İmpedans  
**Xc** : Reaktans

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Vücut Kompozisyon Modelleri	7
2.2. Bod Pod hava hacim pletismografisi, temel sistemlerin görünümü	11
2.3. BIA silindir modeli.	14
2.4. DXA X-ışını sistemi ve ölçüm yöntemi.	17
3.1. Araştırma Planı	20
3.2. A_A Biyoelektrik Impedans Analizörü (SC330) ile vücut kompozisyonu ölçümü	22
3.3. E_A Biyoelektrik Impedans Analizörü (BIA 310e) ile vücut kompozisyonu ölçümü	23
3.4. Dual Energy X-Işını Absorbsiyometre (DXA) Kalibrasyonu	24
3.5. Dual enerji X-ışını Absorbsiyometre (DXA) ile vücut kompozisyonu ölçümü	24
4.1. Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi.	32
4.2. Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi.	34
4.3. Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları	37
4.4. Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları	39
4.5. Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi	44
4.6. Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi	46

- 4.7.** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları 49
- 4.8.** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları 51

**TABLULAR**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>4.1.</b> Katılımcıların cinsiyete göre yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları	28
<b>4.2.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen, $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ yöntemleri ile kestirilen YVK değerleri.	30
<b>4.3.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ denklemlerinden kestirilen YVK değerlerine ait t-Testi sonuçları.	30
<b>4.4.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ve $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ yöntemleri ile ölçülen YVK değerlerinin uyumluluk korelasyon katsayıları.	31
<b>4.5.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ yöntemleri ile hesaplanan VYY değerleri.	41
<b>4.6.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ yöntemleri ile hesaplanan VYY değerlerine ait t-Testi sonuçları.	42
<b>4.7.</b> Erkek ve kadınlarda DXA ve $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ yöntemleri ile ölçülen VYY değerlerinin uyumluluk korelasyon katsayıları.	43

## 1. GİRİŞ

Obezite, tüm dünyada yaşam kalitesini etkileyen en önemli bir risk faktörüdür. Aynı zamanda insülin direnci, hipertansiyon gibi sistemik hastalıklarla da yakın ilişkilidir (1). Bu nedenle, vücut kompozisyonunun belirlenmesi, beslenme durumunun değerlendirilmesinde ve sağlık risklerinin tahmin edilmesinde önemli rol oynamaktadır (2). Vücut kompozisyonunda yaşam boyunca başta yağ kütlesi (YK) ile yağsız vücut kütlesi (YVK) oranı olmak üzere birçok değişiklik meydana gelir (3).

Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesindeki son metodolojik gelişmeler araştırmacıların sporculardaki yağ ve kas kütlesini daha kesin olarak belirlemesini sağlamıştır (4). Vücut kompozisyonu analizinde kullanılan farklı yöntemlerden biri olan Dual enerji X-ışını absorpsiyometre (DXA) pratik, hassas ve kesin sonuçlarıyla referans yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (4, 5). Bu nedenle literatürde DXA ile ölçülmüş vücut kompozisyonu değerlerini diğer yöntemlerle karşılaştıran birçok çalışma bulunmaktadır (6-8). İnvaziv olmayan bir yöntem olması ve 5 ila 10 dakikalık tüm vücut taramasıyla bölgesel vücut kompozisyonu analizi yapması DXA'nın diğer avantajlarıdır (4).

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA) ise vücudun elektrik iletkenliğine ve oluşturduğu direncin de Ohm kanuna dayandığı varsayımına dayanmaktadır (7). Bunun yanında BIA, portatif, nispeten ucuz, ham verisi tekrar üretilebilir, invaziv olmayan ve kullanımı kolay bir cihaz olması nedeniyle, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde; DXA, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi daha invaziv ve pahalı yöntemlere alternatif ve geçerli bir yöntemdir (2, 6). Bu yöntem katılımcıların ölçüm sırasında normal hidrasyon seviyesinde olduğu varsayımına dayanmaktadır (5, 9).

Bazı BIA cihazlarının vücut yağ oranını belirlemede YK'nın dağılımındaki farklılıklardan dolayı (örn. android veya jinoid) sınırlılıkları bulunmaktadır (7). Ancak elden-ayağa (E\_A) BIA cihazlarında akım vücudun üst bölgesinden aşağıya doğru gönderilmektedir. Bu nedenle E\_A BIA cihazları, vücut yağ dağılımından etkilenmediği için diğer taşınabilir BIA cihazlara oranla (örn. Elden-ele BIA) daha güvenilirdir (8).



BIA kullanımında ortaya çıkan dezavantaj YVK'yı belirlemede kullanılan denklemlerden kaynaklanmaktadır. Bu denklemlerde cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, rezistans, reaktans ve/veya impedans ölçümleri kullanılarak YVK kestirilmektedir (10). Ne var ki yaş ve etnik köken gibi diğer faktörlerde geçerliği olumsuz olarak etkileyebilmektedir (11). Nitekim Kyle ve ark. (12) çalışmalarında BIA denklemlerinin ve referans değerlerinin etnik gruplar için geliştirilmesi gerektiğini ve popülasyon çalışmalarıyla (ırk, yaş ve cinsiyete özgü) geçerliğinin sağlanmasını önermektedir.

BIA yöntemiyle YVK kestirimi denklemlerinin geçerliğinin karşılaştırıldığı ya da farklı yaş, ırk, cinsiyet, hastalık veya sporcu popülasyonlarına yönelik çok fazla çalışma bulunmaktadır. Örneğin Eliakim ve ark. (5) İsrail'li ergen balerinler (n=59) üzerinde yaptıkları çalışmada deri kıvrım kalınlığı, BIA ve DXA yöntemleriyle belirlenen YVK değerleri arasında yüksek korelasyon olduğunu bildirmiştir. Ancak bunun yanında Pichard ve ark. (13) elit sporcular (n=17 elit sporcu, n=17 kontrol grubu) üzerinde yaptığı çalışmalarında 12 farklı BIA denkleminde elde ettikleri YVK değerleri ile DXA arasında geçerlilik çalışmasında 12 BIA denkleminin kontrol gruplarında yüksek ilişkili olduğunu, ölçüm grubunda ise yalnızca 1 denklemin ilişkili olduğunu bildirmiştir. Langer ve ark. (3) Brezilya askeri öğrencileri (n=396) üzerinde yaptıkları çalışmada 8 BIA denkleminin geçerliğini DXA yöntemini referans alarak araştırmış, kullandığı denklemlerden kestirdiği YVK değerleri ile DXA değerleri arasında anlamlı fark olduğunu belirtmiştir.

Ancak Türk popülasyonu için farklı BIA yöntemlerinin ve literatürde bulunan BIA denklemlerin geçerliliği çalışmaları bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, araştırma problemleri ve hipotezleri aşağıda sunulmuştur.

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

Bu tez çalışması, genç erkek ve kadınlarda iki farklı yöntemle ölçülen BIA değerlerinden YVK'yi kestiren literatürde yaygın olarak kullanılan seçilmiş formüllerin referans yöntem DXA ile karşılaştırarak geçerliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 1.2. Araştırmanın Önemi

Vücut kompozisyonu bileşenleri (yağ kütlesi, yağsız kütle, yumuşak yağsız kütle, kemik mineral içeriği) hem sağlık ve zindelik hem de sportif performansla ilişkilidir. Bu nedenle vücut kompozisyonunun güvenilir ve geçerli olarak ölçülmesi antrenmanın ve egzersizin etkilerinin değerlendirilmesi, sporcuların beslenme durumunun takip edilmesi ve spor dalına özgü optimal vücut kompozisyonunun sürdürülebilirliğinin sağlanması, egzersiz ve kilo verme programlarının etkilerini izlenmesinde önem taşımaktadır. Ayrıca insanın yaşam kalitesini ve toplum sağlığını, iş yaşamını olumsuz yönde etkileyen ve ekonomik kayıplara neden olan metabolik hastalıklar, obezite, sarkopeni ve osteoporoz gibi hastalıkların değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Bu nedenle vücut kompozisyonunun güvenilirliği ve geçerliği yüksek ve aynı zamanda kolay ulaşılabılır, ucuz, özel bilgi ve beceri gerektirmeyen yöntemler ile değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir. BIA teknolojisi geniş popülasyonların vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan kolay ulaşılabılır, ucuz, özel bilgi ve beceri gerektirmeyen bir yöntemdir. Bununla beraber BIA teknolojisi ile vücut kompozisyonu, vücut boyutları (boy, vücut ağırlığı) ve BIA parametreleri (rezistans, reaktans, impedans) kullanılarak üretilmiş kestirim denklemleri ile değerlendirilmektedir. Kestirim denklemlerinin genel olarak üretildikleri popülasyona özgü olduğu ve popülasyonun özelliklerini taşımayan bireylerde yüksek hata verdiği bilinmektedir. Ülkemizde BIA teknolojisi kullanılarak üretilmiş popülasyona özgü deklemler bulunmamaktadır. Buna karşılık literatürde çok sayıda BIA denklemi mevcuttur. Bu çalışma bir referans yöntemle karşılaştırılarak literatürde yaygın olarak kullanılan denklemlerden hangilerinin genç erkek ve kadınlarda vücut kompozisyonunun geçerli olduğunu göstermesi açısından önem taşımaktadır.

## 1.3. Problem

Genç erkek ve kadınlarda vücut kompozisyonunun kestirilmesinde biyoelektrik impedans denklemleri geçerli midir?

#### 1.4. Alt Problemler

1. Genç erkeklerde, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerli midir?
2. Genç erkeklerde, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerli midir?
3. Genç kadınlarda, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerli midir?
4. Genç kadınlarda, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerli midir?
5. Genç erkeklerde, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerli midir?
6. Genç erkeklerde, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerli midir?
7. Genç kadınlarda, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerli midir?
8. Genç kadınlarda, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerli midir?

#### 1.5. Hipotezler

1. Genç erkeklerde, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerlidir.
2. Genç erkeklerde, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerlidir.
3. Genç kadınlarda, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerlidir.
4. Genç kadınlarda, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen YVK değerleri geçerlidir.
5. Genç erkeklerde, ayaktan-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerlidir.
6. Genç erkeklerde, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerlidir.

7. Genç kadınlarda, ayakta-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerlidir.

8. Genç kadınlarda, elden-ayağa BIA yöntemi kullanılarak farklı kestirim formüllerinden belirlenen VYY değerleri geçerlidir.

### **1.6. Sınırlılıklar**

Bu çalışma 18-25 yaş arasında sağlıklı kadın ve erkek üniversite öğrencileri ile sınırlandırılmıştır.

### **1.7. Sayıtlar**

Tüm katılımcıların aydınlatılmış onam formunda beyan ettikleri 12 saat öncesinde ağır egzersiz yapmamaları, alkol ve kafeinli içecek tüketmedikleri ve gece açlığı ile çalışmaya katıldıkları koşullara uydukları varsayılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

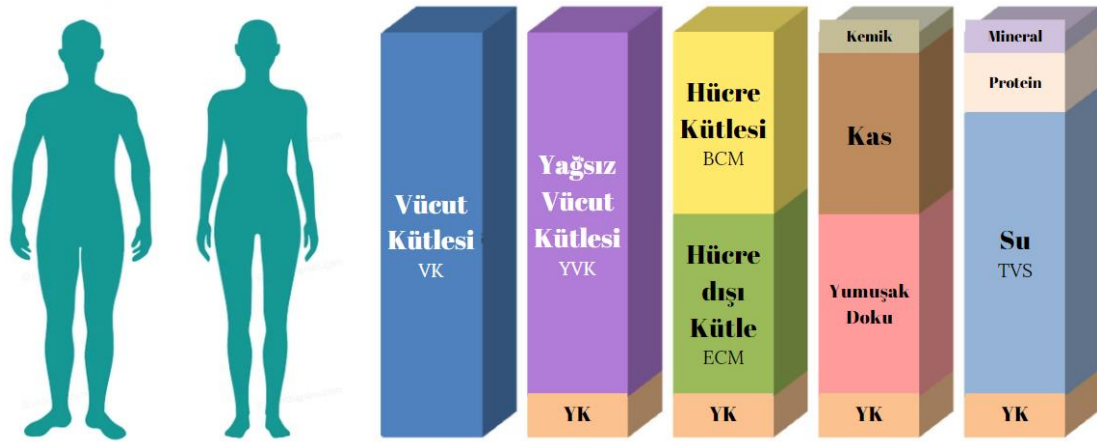
Vücut kompozisyonu, insan vücudunu oluşturan dokuların oranlarını ifade eder ve vücut fonksiyonları, sağlık ve aşırı yağlanma ile ilişkili olumsuz sağlık sorunlarıyla ilişkili olan fiziksel uygunluğun önemli bir parametresidir (10). Vücut kompozisyonu ölçümü, objektif yöntemlerle beslenme durumunun değerlendirilmesidir ve beslenme uzmanlarının, sağlık çalışanlarının ve spor bilimcilerin ilgi alanıdır (14). Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi diyet, antrenman ve gıda takviyesi kullanımının etkilerinin belirlenmesinin önemli bir parçasıdır (6). Beslenme bozuklukları kas ve yağ dokusunun azalmasına sebep olurken çeşitli hastalıklar vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturmaktadır (15). Aynı zamanda vücut kompozisyonunun hassasiyetle belirlenmesi sağlık ve atletik performans için kritik öneme sahiptir (6).

Obezite ve yaşam tarzı hastalıklarının yaygınlığının artmasıyla birlikte vücut kompozisyonu daha kesin ve hassas vücut kompozisyon yöntemlerine ihtiyaç artmaktadır (14, 15). Klinik uygulamalarda vücut kompozisyonunun ölçülmesinin asıl amacı yağsız vücut kütleini (YVK) ve yağ kütleini (YK) ölçerek beslenme durumunun belirlenmesidir (16). Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, beslenme durumu, fonksiyonel kapasite, doğumdan yetişkinliğe kadar büyüme ve gelişimin takibi, sağlık ve hastalık durumlarının takibi ve tedavi müdahalelerinin gözlemlenmesinde bilgi sağlamaktadır (14).

Üst düzey sportif performans için sağlıklı olmak önkoşuldur ve vücut kompozisyonu da sporcunun sağlığında kritik rol oynamaktadır (17, 18). Sağlıksız vücut kompozisyonu spor performansını etkilediği gibi, düşük kemik yoğunluğu, menstruasyon bozukluğu, düzensiz beslenme alışkanlığı ve kardiyovasküler hastalıklarda risk faktörleri ile ilişkilidir (17). Vücut kompozisyonu aynı zamanda yeme bozuklukları ve sağlıksız kilo yönetimi uygulamaları riskiyle de ilişkilidir ve özellikle kiloya duyarlı spor yapan sporcular için aşırı kilo vermeye veya nadiren kilolu olmasına da yol açar (18). Kiloya duyarlı spor ile uğraşan sporcular ve siklet sporcuları düşük vücut ağırlığını korumak için kalori alımlarını kısıtlama eğilimindedirler (5). Üstelik zayıflık ve görünümün performans açısından önemli

olduğu branşlarda kilo verme amacıyla müshil kullanımı, diüretik kullanımı ve kendini kusturma gibi istenmeyen hatta patolojik davranışlara yol açabilmektedir. Vücut kompozisyonunun dikkatli şekilde değerlendirilmesi ve istenilen VYY oranının doğru belirlenmesi, yüksek atletik performans ile kilo alımı arasındaki dengeyi sağlayacak enerji alımının belirlenmesi ve riskli kilo kaybının önlenmesi için önemlidir (5). Genel olarak YK'nin YVK'sine oranının düşük olması sporcular için uygundur ve spora özgü teknik beceriler ve lokomotor aktiviteler için temel dayanağı sağlar (17).

Vücut kompozisyonu, kullanılan vücut kompozisyonu modeline göre YK, YVK, kas kütlesi, toplam vücut suyu (TVS) ve kemik mineral kütlesi gibi vücut bileşenlerini tanımlamaktadır (19) (Şekil 2.1.). Klinik uygulamalarda ve epidemiyolojide vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde sıklıkla uygulanan model vücudun yağ kütlesi ve yağsız kütleyle ayrılmasıdır. YK su içermeyen vücut bileşenlerini gösterirken; geri kalan vücut bileşenleri (iskelet kası, iç organlar ve esansiyel yağ) yağsız kütleyle dahil edilmektedir (7).



Şekil 2.1. Vücut Kompozisyon Modelleri (19).

## 2.1. Vücut Kompozisyonu ve Cinsiyet

Vücuttaki sıvı ve elektrolit dağılımını etkileyen egzersiz, gıda tüketimi, sıvı alımı ve ilaç kullanımı gibi birçok faktör bulunmaktadır ve bu durum vücut kompozisyonu ölçümünü de etkileyebilir (9). Kadınlarda menstrual döngü sırasında su ve sodyum tutulumu da dahil olmak üzere birçok fizyolojik fonksiyonunu etkileyen

belirgin hormonal değişiklikler meydana gelir (20). Menstrual döngüde hormonal dalgalanmalarla ilişkili olarak TVS ve dağılımındaki değişikliklerin vücut kompozisyonunu etkileyip etkilemediği araştırılmaktadır. Menstrual döngü sırasında kadınların vücut kütlelerinde ve kompozisyonunda değişimler yaşadıkları ve bu değişimlerin de menstrual döngünün belirli aşamalarında oluşan şişkinlik/ödem kaynaklı sıvı tutulumundan kaynaklı olduğu literatürde bildirilmiştir (20). Başlıca üreme hormonları östradiol ve progesteronun vücut sıvısı ve sodyum düzenlemesi üzerinde etkileri olduğu ve TVS ve sodyum içeriğini etkilediği hücreler arası sıvı dağılımını değiştirdiği bilinmektedir (20, 21). Bu bağlamda geç foliküler fazda artan östrojen hücreler arası sıvıyı arttırırken; mid-luteal fazda en yüksek seviyesine çıkan progesteron vücutta su tutulmasına sebep olur (21). Hücreler arası sıvı artışı ve sıvı tutulumu da menstrual döngü sırasında kadınların vücut kompozisyonunun doğru değerlendirilmesini etkileyebilir (22).

Adet döngüsünün farklı aşamalarında vücut kompozisyonunu belirlemek için bazı araştırmalar yapılmıştır, bu araştırmalarda TVS ölçümüne dayandığı için genellikle tek frekanslı BIA kullanılmıştır. Bu çalışmalarda menstrual döngünün farklı aşamalarında vücut kütlelerinde bir miktar değişiklik olsa da TVS ve VYY’inde anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir (21, 22).

Koşar ve ark. (20) 30 genç kadın üzerinde yaptıkları çalışmada mid-foliküler ve mid-luteal faz sırasında DXA ve BIA ile vücut kompozisyonlarını ölçtükleri katılımcılarda literatüre benzer olarak toplam ve bölgesel vücut kompozisyonlarında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

## **2.2. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri**

Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde YK ve YVK ve bunların alt bileşenlerini hassasiyetle belirlemeye çalışan birçok farklı yöntem bulunmaktadır (5, 6). Vücut bileşenlerinin (YVK, YK ve toplam vücut suyu (TVS)) belirlenmesinde antropometrik ölçüm, hidrostatik densitometri, toplam vücut potasyumu ölçümü, nükleer manyetik rezonans, dual enerji X-ışını absorpsiyometre (DXA), biyoelektrik impedans analizi (BIA) ve bilgisayarlı tomografi gibi bir çok nicel ölçüm yöntemi kullanılmaktadır (16).

### 2.2.1 Sualtı Tartımı Yöntemi (Hidrostatik dansitometri)

Sualtı tartımı veya hidrostatik dansitometri (STY) vücut hacmini ölçmede kullanılan temel yöntemlerden birisidir. Vücut yoğunluğunun tahmini için kullanılan teknikler içerisinde en güvenilir olarak kabul edilir ve alternatif yöntemlerin geçerliliği sıklıkla bu yöntemle göre değerlendirilir (23, 24). Daha sonra ortaya çıkan hassas ölçüm yöntemleri hariç tutulduğunda, vücut yağ yüzdesinin tahmin edilmesinde geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemde bir cismin havadaki ve su altındaki kütesinin karşılaştırılmasına dayanan Arşimet ilkesi uygulanmaktadır. Katılımcının asma bir sandalye veya çerçeveye oturtulduğu özel yapılmış bir su tankının kullanılmasıyla ölçüm gerçekleştirilir. Kişi suya daldırıldığında nefes vermesi gerektiğinden, yüksek derecede suya güven gerektirir. Su altındaki hareket ve nefes verme sırasında oluşacak değişimlerden etkilenmemesi için kişinin oturduğu sandalyenin bilgisayara bağlı ağırlık sensörleriyle hassas ve sürekli ölçüm alınmasını gerektirir (23).

Kişi tamamen suya batırıldığında suyun yer değiştirmesi ve rezerv hacim ölçümüyle birlikte vücut yoğunluğunun tahmin edilebileceği vücut hacmi belirlenebilir (14).

Ölçüm sırasında, kişi derin nefes aldıktan sonra nefesini tutması ve tamamen suyun içerisine dalması gerekmektedir. Rezerv hacim ölçülür ve en sıklıkla kullanılan yöntem kapalı devre spirometre sistemi ile ölçülen oksijen dilüsyon yöntemidir. Bireyin suda kapladığı hacim ve sualtı ağırlığının bireyin normal ağırlığı ile karşılaştırılması, tüm vücut yoğunluğunun hesaplanmasında kullanılır. Daha sonra sonuç rezerv hacim ile düzeltilir (24).

Bu yöntemde vücut yoğunluğunun belirlenmesindeki en büyük hata kaynağını rezerv akciğer hacmi oluşturmaktadır, diğer küçük hata kaynakları da su altı tartımı ve suyun sıcaklığından kaynaklanmaktadır (23). Aynı zamanda bağırsakta bulunan gaz hacmi de sonucu etkilemektedir. Bağırsakta bulunan gaz hacmi, beslenme ve egzersiz durumuna göre etkilenmektedir. Vücut rezerv hacmi, yer değiştiren suyun hacminin %2'sini oluşturmaktadır ve bu değer doğruluğu hesaplama için de kritik öneme sahip olmaktadır. Yoğunluktaki küçük değişimler tahmin edilen vücut yağ yüzdesi (VYY) değerlerinde büyük değişimlere neden olmaktadır (14).



Vücudun YK ve YVK olarak homojen ve tutarlı yoğunluğa sahip iki bileşenden oluştuğu varsayımı ile daha önceden yapılmış kadavra ölçümlerine dayanarak oluşturulan sabit değerler üzerinden vücut yoğunluğundan VYY belirlenmektedir (11, 14). Vücut yağlılığını (YK veya VYY) belirlemek için vücut hacmini ölçmek amacıyla geliştirilmiş olan bu yöntemde; vücut ağırlığı ve hacmi hatasız ölçülse bile vücuttaki hidrasyon, protein ve mineral durumundaki değişiklikler YK tahmininde kayda değer belirsizlikler oluşturmaktadır. VYY için bu hata oranının yaklaşık %3-4 olduğu tahmin edilmektedir (24).

Hidrostatik dansitometri, iki bileşenli vücut kompozisyonu modelinin deneysel temeli olmuştur. Vücut kompozisyonunun oran ve yoğunluk varsayımlarının norm değerlere yakın olduğu popülasyonlarda VYY tahminlerinde hassas sonuçlar beklenebilir (23). İki bileşenli model yaklaşımının temel sınırlaması, kas ve kemik gibi çeşitli vücut bileşenlerinin ayrı tahminleri yapılmaz. YK'nın bireysel tahmininden kaynaklı hatalar genç erkekler dışındaki popülasyonda YK'nın yüksek veya düşük tahminine sebep olabilir. İki bileşenli model, yeni tekniklerin geliştirilmesinde yetersiz ve farklı popülasyonlarda vücut kompozisyonunun tahmin edilmesinde kullanılabilecek çeşitli laboratuvar testlerinin uygulanması için sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle vücut yoğunluğundan YK tahminini iyileştirmek için iki bileşenli modelden üç veya dört bileşenli modellere geçiş olmuştur (14).

Bu yöntemdeki teknik ve biyolojik varsayımlar, yüksek yağ yüzdelerinde hataların artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle bu yöntem popülasyonun bir kısmı için daha uygundur, özellikle aşırı obez popülasyon için uygun değildir (23). Su altı tartı yöntemi heterojen popülasyonda referans yöntem olarak kullanılmamalıdır (24).

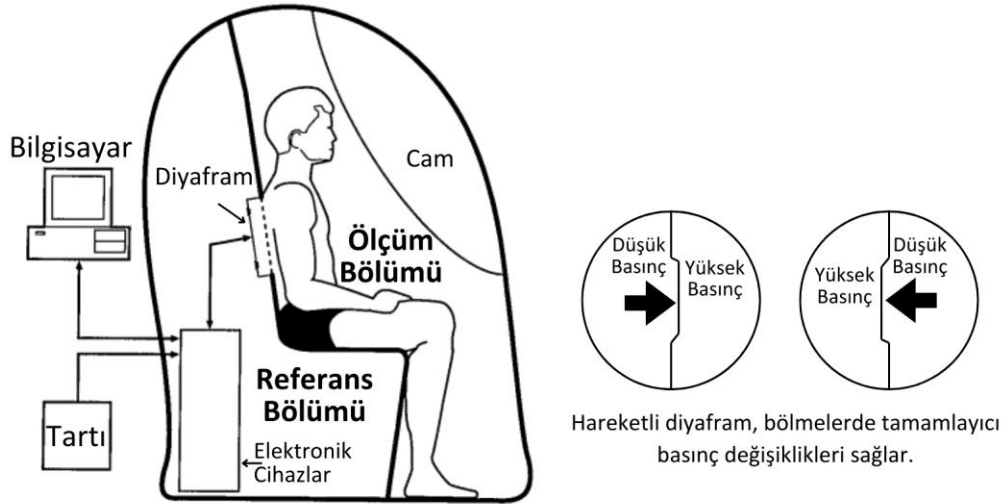
STY'deki prosedürlerin teknik zorlukları ve su korkusu, hava hacmi pletismografisi gibi alternatif yöntemlerin kullanımıyla giderilmektedir.

### **2.2.2. Hava Hacmi Pletismografisi (Bod Pod)**

Son yıllarda, STY yerine kişinin suyun içine dalması yerine hava ile doldurulmuş bir kabinin içerisine yerleştirildiği, hava hacmi pletismografisi yöntemi kullanılmaktadır (23, 24). Hava hacmi pletismografisi aynı zamanda bebeklerde, çocuklarda ve yetişkinlerde kullanılmaktadır. Bod Pod vücut kompozisyonu sistemi,

bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olarak değiştiğini belirten Boyle yasasını kullanarak fiberglas kabinin içerisine oturmuş kişinin vücut hacmini ölçmektedir (23, 25). Bod Pod ölçtüğü vücut hacminden Siri ve Berozek ve arkadaşları tarafından önerilen denklemleri kullanarak VYY hesaplamaktadır (26).

Sistem iki bölümden oluşur, birisi bireyin oturduğu ölçüm bölümü, diğeri ise referans hacim görevi görmektedir (24) (Şekil 2.2.). Basınç dönüştürücü, solunum devresi, valf, hava akışı sistemi gibi cihazlar arka taraftaki bölümde bulunmaktadır. Ön ve arkadaki bölümlerin hacmi sırasıyla 450 ve 300 l dir (27). Birey kabinin içerisine oturduktan sonra kapı kapatılıp, ölçüm sırasında elektromanyetik mıknatıslarla sızdırmazlık sağlandıktan sonra basınç hafifçe arttırılır (24, 27).



**Şekil 2.2.** Bod Pod hava hacim pletismografisi, temel sistemlerin görünümü (24, 27).

İki bölümü ayıran hareketli diyafram yavaşça basınçları değiştirerek, belirli bir sıcaklıkta basınç ve hacim arasındaki klasik ilişkiyi kullanarak bireyin hacmini belirler (24). Bu diyaframın hareketi elektronik servo sistemi tarafından kontrol edilerek ölçüm sırasında ileri geri titreşerek iki kabin arasındaki hacme eşit ama ters yönlü hareket eder. Bu hareket iki kabin arasında küçük basınç dalgalanmalarına sebep olur. Basınç farklılıklarındaki kıyaslanan değerler birbirine denk olduğunda, ölçüm bölümündeki hacim oranının, referans bölümündeki hacim değerine bölünmesi ile elde edilen değer; ölçüm bölümündeki basınç genliğinin, referans bölümündeki genliğe

bölünmesine eşittir. Referans bölümdeki hacim sabit olduğundan, ölçüm bölümündeki değişen hacim basınç genliğinin değişim oranıyla doğrusala yakın orantılıdır (27).

Bod Pod cihazının kalibrasyonu için iki aşamalı kalibrasyon test öncesinde yapılmaktadır. Bunun için cihaz boşken ve ölçüm bölümüne 50 l kalibrasyon silindiri konularak kalibrasyon yapılmaktadır (27).

Vücut kompozisyonunu belirlemeye yönelik bu yöntemin avantajları kullanımının hızlı, nispeten kolay (23) ve test maliyetlerinin düşük olmasıdır (26). Aynı zamanda hidrostatik tartı ile ölçümün uygun olmadığı obez, yaşlı ve engelli popülasyonda da ölçüm yapılabilmektedir (23).

### **2.2.3. Antropometrik Ölçüm**

Antropometrik ölçüm yöntemi, vücut kompozisyonunu kestirmek için farklı bölgelerdeki deri kıvrım kalınlıklarının, kemik uzunluklarını ve uzuv çevrelerinin ölçüm verilerini kullanmaya dayanır (23). Antropometrik ölçümler, girişimsel olmayan ve beslenme durumunun değerlendirilmesini, risk altındaki bireylerin belirlenmesini ve vücut kompozisyonunun (YK ve YVK) belirlenmesini sağlayan ölçüm yöntemidir. Uygulanmasının nispeten basit, ucuz ve yüksek düzeyde teknik beceri gerektirmemesi nedeniyle antropometrik ölçümler klinik ve geniş epidemiyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (14, 23).

Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde, 0.2mm hassasiyet ile ölçüm yapabilen Holtain, Lange ve Harpenden marka kaliperler çoğunlukla kullanılmaktadır (14).

Deri kıvrım kalınlığı ölçümü yaş ve cinsiyet grupları dahilinde deri altı yağ dokusunun YK toplamını temsil ettiğini, ölçüm yapılan bölgelerin diğer bölgeleri temsil ettiğini ve deri altı yağ dağılımında farklılıklar olmadığı varsayımına dayanmaktadır (11). Antropometrik ölçümlerin çeşitli kombinasyonlarını kullanarak vücut kompozisyonunu belirlemek için kullanılan çok sayıda regresyon denklemi bulunmaktadır (23). Yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda farklı ırklarda deri altı yağ dağılımlarının da değiştiği görülmüştür. Etnik gruplar arasında çeşitli tahmin denklemlerinin geçerliliği, deri altı yağ dokusu dağılımındaki bu farklılıklardan kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır (11).

Vücut yağının %50'sinden fazlasının deri altında bulunduğu varsayımına dayanarak (24); triceps, uyluk ve karın bölgesi gibi bölgelerin deri kıvrım kalınlıklarının kaliper ile ölçümüyle YK hesaplanabilmektedir (14, 24). Bireyler arasında vücut yağının dağılımı farklılık gösterdiğinde ölçüm sonuçları ve doğruluğu etkilenmektedir ve bu nedenle yöntemin güvenilirliği düşüktür (24).

Bu yöntemdeki olası hata kaynakları, teknisyenin ölçüm becerisi, kullanılan kaliper türü ve kullanılan tahmin denklemi olarak sıralanabilir. Yaşlı ve obez bireylerde kullanılırken de geçerliliği açısından dikkat edilmelidir (14).

#### **2.2.4 Biyoelektrik Impedans Analizi (BIA)**

Doku ve vücudun elektrik akımını iletme özelliğinde olduğu yüz yıldan uzun süredir bilinmektedir. Vücutta su içeren dokular (YVK), içerisinde çözülmüş elektrolitler buldukları için en iletken dokulardır ve elektrik akımının geçişi için en uygun yollardır, bunun yanında yağ doku ve kemikler nispeten zayıf iletkenlikte dirler (14, 24).

BIA klinik ve klinik olmayan çalışmalarda vücut kompozisyonun belirlenmesinde girişimsel olmayan, düşük maliyetli ve güvenilir bir metottur. BIA yönteminin temel prensibi düşük voltajlı (0,8 mA) elektriğin vücuttan geçiş zamanının vücut kompozisyonu karakteristiklerine bağlı olduğudur (9, 14). Doku yatağına elektrotlar aracılığıyla alternatif akımlar verilir ve akımın voltajındaki düzme "impedans" değeri olarak tespit edilir. Impedans veya biyoimpedans ( $Z$ ,  $\Omega$ ), dokunun uygulanan alternatif elektrik akımına gösterdiği dirençtir ve iletkenlikle ters orantılıdır (7, 15). Elektrolitten zengin sıvılar elektrik akımı için, yağ ve kemik dokusundaki minerallere göre daha fazla direnç oluştururlar (15).

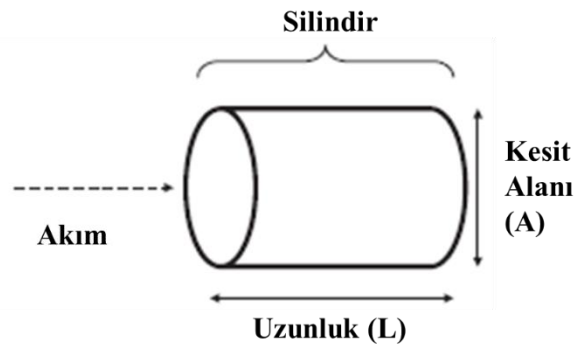
BIA vücut dokusunun elektriksel özelliğini ölçerek TVS ve YVK gibi vücut kompozisyonu parametrelerini belirlemek için kullanışlı bir yaklaşımdır (7). Ancak bu yöntemin, YVK'nin kimyasal bileşenlerinde (örneğin su, proteinler, glikojen ve mineraller) büyüme, olgunlaşma, yaşlanma ve hastalık durumlarında YVK'de meydana gelen bileşenler ve bileşenler arası önemli değişikliklerin bir sonucu olarak, sınırlılıkları bulunmaktadır (7).

Bu yöntemde katılımcıların ölçüm sırasında normal hidrasyon seviyesinde olması ölçümün geçerliliği için önemlidir (5). Ayrıca bağırsaklardaki yemek, giysi, vücut sıcaklığı, kan akışı, menstrual dönem, fiziksel aktivite ve elektrotların yerleştirilmesi ölçümün doğruluğunu etkilemektedir (14, 24).

İki bileşenli modelde, insan vücudu kemik minerali (~ %7), hücre dışı su (~ %29), hücre içi sıvı (~ %44) ve viseral protein (~ %20) içeren YVK'sinden oluşur (7). Vücut kompozisyonunun BIA ile kestirimi, vücut sıvı hacminin BIA direnç değerini kullanarak ölçümüne dayanır (7, 9).

Biyoiimpedans doku yapısına ve aynı zamanda uygulanan akımın frekansına göre değişmektedir. Biyoiimpedans hücre içi ve hücre dışı sıvılardan kaynaklanan direnç (rezistans) ( $R$ ,  $\Omega$ ) ile hücre zarının kapasitansı ile ilgili olan reaktans ( $X_c$ ,  $\Omega$ ) arasındaki vektör ilişkisinden türetilen karmaşık bir parametredir (7).

Homojen bir iletken materyalin uzunluğunun kesit alanının direnci ( $R$ ), uzunluğu ( $L$ ) ile orantılıdır ve kesit alanı ( $A$ ) ile ters orantılıdır. Bu nedenle direnç ( $R$ )= $\rho L/A$  = $\rho L^2/V$  ve hacim ( $V$ )= $\rho L^2/R$  buradaki  $\rho$ , iletken malzemenin direncidir ve  $V$ ,  $AL$ 'ye eşittir (Şekil 2.3.) (9).



**Şekil 2.3.** BIA silindir modeli (9).

Her ne kadar vücut iletkenliği sabit, düzgün bir silindir yapısında olmasa da, BIA yönteminde bu şekilde varsayılmaktadır ve impedans denklemi ( $Uzunluk^2 / R$ ) ile elektrik akımını gövdeden geçiren elektrolitler içeren su hacmi arasında ampirik bir ilişki kurulabilir (7, 9, 24). TVS üzerinden YVK tahmin edilmesinde YVK'nin %73'ünün su olduğu sabit oranı varsayımına dayanmaktadır (14, 24).

Tek frekanslı BIA genellikle el ve ayağa yerleştirilen yüzey elektrotları arasından geçen 50 kHz frekansta elektrik akımıyla çalışmaktadır (7, 24). 50 kHz'de vücut empedansı hem dirençli hem de reaktif bileşenleri içermektedir. Reaktif bileşen, voltaj ve akımı değiştiren kapasitörler gibi çalışan, hücrelerin içinden geçen elektrik akımının bir kısmı olduğu değerlendirilmektedir (24).

Çok frekanslı BIA ise ölçümün güvenilirliğini arttırmak için hem hücre içi hem de hücre dışı su oranını belirlemek için kullanılmaktadır (24). Yüksek akımlar hücre membranını geçerek tüm vücut suyunun miktarını verirken, düşük akımlar hücre membranını geçemez ve sadece hücre dışı (ekstraselüler) sıvı miktarını verirler (15). Ayrıca elektrik sinyalinin frekansı değiştiğinde, elektriğin yönü de değişeceğinden hücre içi ve dışı sıvılar ayrı olarak belirlenip ölçülebilirler (14, 24). Çok frekanslı BIA 1 Khz ~ 1 Mhz frekansları aralığında kullanılmaktadırlar (24).

Bazı BIA cihazları elden-ayağa (E\_A), ayaktan-ayağa (A\_A) (Bipedal BIA) veya elden-ele gibi farklı elektrot yerleşimleri kullanılmaktadırlar (7). BIA cihazlarının bazıları vücut yağ dağılımından kaynaklı farklılıklardan dolayı tüm vücut yağını ölçmekte sınırlıdırlar. Ancak E\_A BIA ile elektrik akımı vücudun üst kısmından alt kısmına doğru yönlendirildiği için vücut yağ dağılımından daha az etkilenir ve ayaktan-ayağa ya da elden-ele BIA cihazlarına göre daha güvenilirdir (10).

Elde edilen impedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile; yağsız vücut kütlesi (YVK) vücut yağ yüzdesi (VYY), toplam vücut suyu (TVS) ve beden kütle indeksi (BKI) gibi vücut kompozisyonu değerleri hesaplanabilmektedir (15).

BIA kestirim denklemleri ya popülasyona özgüdür ya da genellenmişlerdir. Bu denklemler TVS, YVK ve biyoimpedans değerleri (impedans, rezistans ve reaktans) arasındaki ilişkileri kuran teorik ve ampirik verilere dayanmaktadır (28).

Farklı beden kütle indeksine (BKI) sahip popülasyonlarda YVK değerlerindeki farklılıkları belirlemek için çok frekanslı elden-ayağa BIA ile ayaktan-ayağa BIA analizlerini karşılaştıran birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar ayrıca DXA ile kıyaslandığında Ayaktan-ayağa BIA'nın aşırı kilolu ve obez bireylerde düşük VYK değeri ölçtüğü belirlenmiştir (7). Bununla birlikte, BIA cihazları, özellikle de tek frekans BIA, yaş, ırk, cinsiyet ve fiziksel uygunluk gibi özelliklere bağlıdır ve sonuçlar

etnik gruplardan oluşan popülasyonları değerlendirirken büyük ölçüde değişiklik gösterebilir (29).

VYY ve YVK kestirimi için birçok BIA denklemi bulunmaktadır. Genel olarak BIA denklemleri vücut kompozisyonlarının ölçüldüğü referans yöntemlerle doğrulanır, dolayısıyla BIA yöntemi dolaylı bir yaklaşımdır. Bununla birlikte her BIA denkleminin geçerliliğinin belirlenmesinde kullanılan referans yöntemlerin çeşitliliği nedeniyle farklı VYY ve YVK değeri tahmin edebilir. Ayrıca referans yöntemden kaynaklı hatalar da BIA denkleminin tahmin hatasını etkileyebilir (10).

BIA, kolay kullanımı, tekrarlanabilir olması, ucuz ve taşınabilir olması nedeniyle günümüze en çok kullanılan vücut kompozisyonu ölçüm yöntemidir (14, 24). BIA, klinik, laboratuvar, fitness endüstrisi ve sporcularda saha ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır (29).

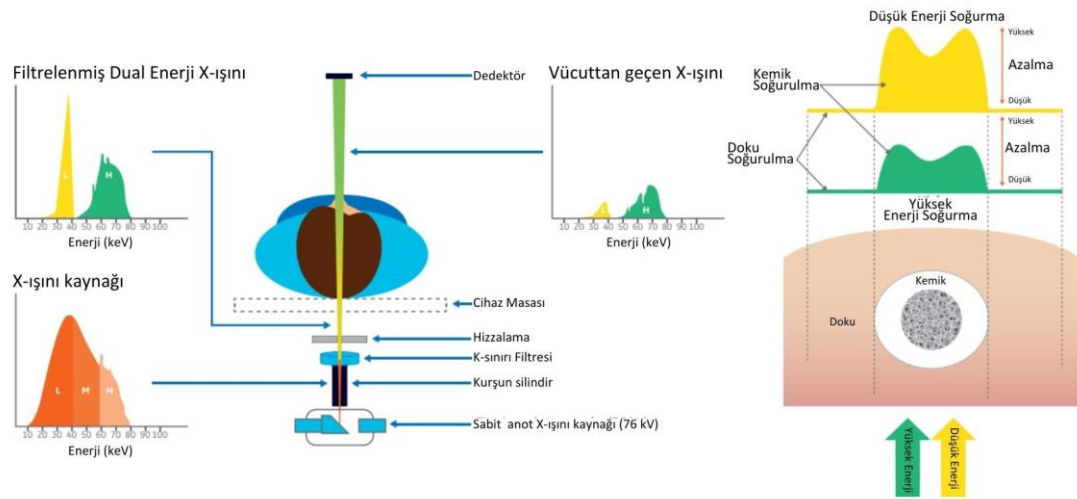
### **2.2.5 Dual Enerji X-Işını Absorbsiyometre (DXA)**

DXA klinik çalışmalarda ve vücut kompozisyonu araştırmalarında altın standart olarak kabul edilen nispeten yeni bir teknolojidir. (16, 28). DXA, hızlı, kolay, girişimsel olmayan, bireyi 5 mrem'den az radyasyona maruz bırakan bir ölçüm yöntemidir (15). DXA ölçümü sırasında birey, cihazın masasına anatomik pozisyonda sırtüstü yatar ve x-ışını arkadan öne doğru dedektöre yönlendirilir (14).

DXA vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan, farklı enerji seviyelerine sahip (70 ve 140 keV) iki düşük dozlu X-ışını ile vücudun taranması prensibine dayanan bir tekniktir. Bu iki enerji seviyesinin dokulardaki soğurulma miktarının belirlenmesi ile kemik ve yumuşak doku birbirinden ayrılır (15). Kalsiyum gibi kemikte bulunan mineraller, yumuşak dokulardan daha fazla düşük emisyonlu X-ışınlarını soğurdukları için kemik mineral yoğunluğunda hassas ve geçerli ölçüm yapabilmektedir (Şekil 2.4.) (30). DXA, vücut dokularından geçerken ortaya çıkan X-ışınlarının soğurulmasını ölçmek için düşük emisyonlu X-ışınlarını kullanır. Yüksek soğurulma kemik dokuyu gösterirken, düşük soğurulma yağ dokuyu belirtmektedir (7). X-ışınlarındaki zayıflama, dokular tarafından soğurulma farklılıkları, yağ, kas ve kemik dokularının yoğunluk ve kimyasal bileşimlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (14).

Kemik mineral ölçümlerinde kullanılmaya başlanan DXA, geliştirilen bilgisayar yazılımlarıyla kemik dışı dokuyu, YK ve YVK olarak ölçebilmektedir (15). Bu yazılımlar sayesinde DXA üç bileşenli modelinde yer alan kemik, YK ve YVK ölçümlerini tüm vücutta ve bölgesel olarak yapabilmektedir (14-16, 28). DXA kemik mineral, yağ ve yağsız yumuşak dokuyu hassas olarak tespit edebildiği için kemik mineral yoğunluğu ölçümünde ve vücut kompozisyonunun belirlenmesinde günümüzde referans metottur (7, 14).

DXA taraması için enerji değişimi ve K-sınırı filtresi olmak üzere iki farklı x-ışını yönlendirme yaklaşımı bulunmaktadır. K-sınırı filtresi kullanımında x-ışını kaynağından çıkan orta enerji aralığındaki ışınlar filtrelenir düşük ve yüksek aralıktaki ışınlar sadece bireye yönlendirilir. Bu yöntemde ölçüm performansını artırırken kişinin aldığı dozu da azaltmış olur.



**Şekil 2.4.** DXA X-ışını sistemi ve ölçüm yöntemi (30).

DXA, kemik üzerindeki yağ miktarının, kemiksiz dokulardaki yağ miktarı ile aynı olduğu varsayımına dayanmaktadır, ancak aslında yağ miktarı dokularda değişkendir ve VYY belirlemede DXA'nın dezavantajıdır. Ancak yapılan çalışmalar DXA'nın YK belirlemede vücut yoğunluğuna dayalı yöntemlerden daha geçerli olduğunu göstermiştir (14).



Bununla birlikte DXA'nın, taşınabilir olmaması, yüksek maliyeti ve düşük düzeyli radyasyon yayması nedeniyle eğitimli kullanıcıya ihtiyaç duyulması sınırlılıklarını oluşturmaktadır (6, 16).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

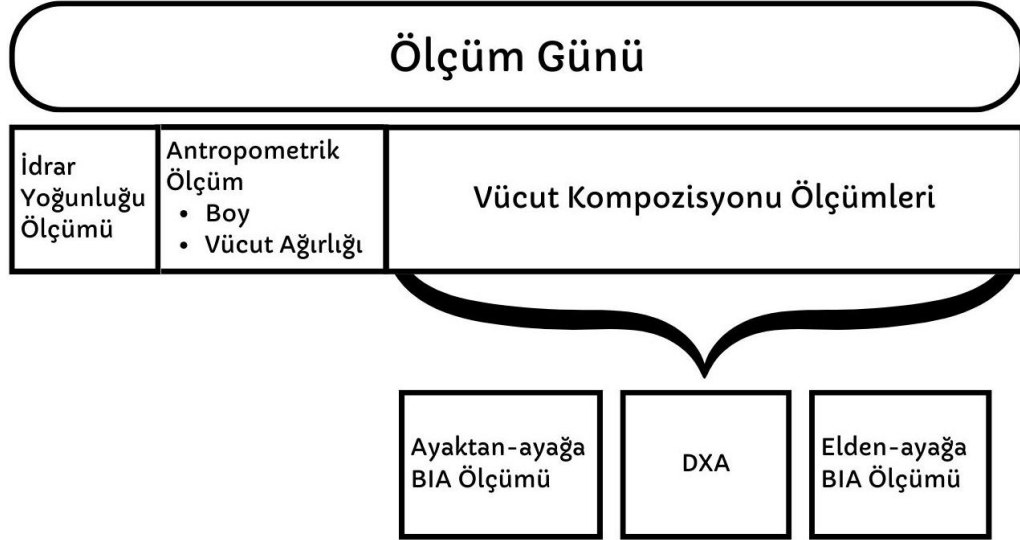
Bu çalışmaya yaşları 18 ila 32 arasında değişen toplam 195 yetişkin (113 erkek, 82 kadın) gönüllü olarak katılmıştır. Çalışma öncesinde Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik kurulundan (Karar No: GO 18/50-12) 16.01.2018 tarihinde bilimsel ve etik açıdan uygun bulunduğu dair etik kurul izni alınmıştır (EK-1). Katılımcılar afiş ve birebir görüşme yöntemi ile duyuru yapılarak araştırmaya katılmaya davet edilmişlerdir (EK-2). Afişler Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesinde farklı fakülte binalarının girişine asılmıştır. Davete olumlu yanıt veren katılımcılara çalışmanın amacı, karşılaşılabilecekleri risk ve rahatsızlıklar anlatılmış ve aydınlatılmış onam formu (EK-3) imzalatılmıştır. Kadın katılımcılar, menstrual döngüsünün vücut kompozisyonu üzerindeki etkisini elimine etmek amacıyla, laboratuvara mid-foliküler fazda (7-9. günler) davet edilmişlerdir. Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde vücudun sıvı seviyesi (hidrasyon durumu) önemli olduğu için katılımcılar, laboratuvara gelmeden 12 saat öncesinden ağır egzersiz yapmamaları, nikotin, alkol ve kafeinli içecekler tüketmemeleri, su tüketimine özellikle dikkat etmeleri ve ölçüm sabahında bir şey yememeleri konularında bilgilendirilmişlerdir.

#### 3.1. Araştırma Planı

Bu çalışmanın ölçümleri Nisan 2018 - Şubat 2019 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamında katılımcılara Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi – Kısa Form uygulandıktan sonra (Ek-3) (31) katılımcılardan idrar örneği alınarak idrar yoğunluğundan vücudun hidrasyon durumu belirlenmiştir. İdrar dansitesi  $> 1,030$  olan katılımcıların vücut kompozisyonu ölçümleri ertelenerek başka bir ölçüm günü yapılmıştır. İdrar dansitesi belirlendikten sonra antropometrik ölçümler (boy ve vücut ağırlığı) yapılmıştır. Vücut kompozisyonu ölçümleri için sırasıyla ayaktan ayağa biyoelektrik impedans analizi, dual enerji X-ışını absorpsiyometre (DXA) ve elden

ayağa biyoelektrik impedans analizi yöntemleri ile vücut kompozisyonu ölçümleri yapılmıştır. Tüm ölçümler sabah 09.00-11.00 saatleri arasında, bir gecelik açlık sonrasında alınmıştır (Şekil 3.1.).



**Şekil 3.1.** Araştırma Planı

### 3.3. Verilerin Toplanması

#### 3.3.1. Fiziksel Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesi

Katılımcıların fiziksel aktivite düzeyleri, Türkiye’de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmış olan Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form ile değerlendirilmiştir (Ek-3) (31, 32). Yedi sorudan oluşan bu form yürüme, orta şiddetli ve şiddetli aktivitelerde ve otururken harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır. Kısa formun toplam skorunun hesaplanmasında yürüme, orta şiddetli aktivite ve şiddetli aktivitenin süre (dakikalar) ve frekans (günler) toplamı üzerinden gerekli olan enerji MET-dakika skoru ile hesaplanmaktadır. Bu aktiviteler için standart MET değerleri oluşturulmuştur. (Yürüme = 3.3 MET, Orta Şiddetli Fiziksel Aktivite = 4.0 MET, Yüksek Şiddetli Fiziksel Aktivite = 8.0 MET, Oturma = 1.5 MET) (13). Bu değerler kullanılarak katılımcıların günlük ve haftalık fiziksel aktivite düzeyleri hesaplanmıştır.

### 3.3.2. İdrar Yoğunluğu

Katılımcılardan vücut kompozisyonu ölçümleri yapılmadan önce hidrasyon düzeylerini belirlemek amacıyla yaklaşık 5 ml idrar numunesi alınmıştır. Bir el refraktometresi (ATAGO, URC-NE d:1,000-1,050) kullanılarak idrar yoğunluğu belirlenmiştir. Bunun için idrar numunesinin orta bölümünden Pasteur pipeti ile alınan yaklaşık 1 mL örnek refraktometrenin oküler lens camı üzerine yayılmış ve laboratuvarın ışık yoğunluğu yüksek bir bölümünde dansite değeri okunarak kaydedilmiştir. İdrar özgül ağırlığı değerinin  $\geq 1,030$  olması, hipohidrasyon durumunun göstergesi olarak kabul edilmiştir (33).

### 3.3.3. Boy Uzunluğu

Katılımcıların boy uzunlukları  $\pm 0,1$  cm hata ile duvara monte Harpenden stadiyometrede (Holtain Ltd., Crosswell, Crymych, UK.) kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcılar boy uzunluğu; ayakkabısız olarak, topuklar bitişik, kalça ve sırt duvara yaslı, baş dik ve ileriye bakar konumda anatomik pozisyonda dururken ölçülmüştür.

### 3.3.4. Vücut Ağırlığı

Katılımcıların vücut ağırlıkları ayakkabısız olarak ve minimal kıyafet içerisinde (şort, tshirt), üzerinde metal eşya bulunmadan, elleri vücudun yanında hareketsiz şekilde dururken  $\pm 0,1$  kg hata ile elektronik baskül (Tanita SC330) kullanılarak ölçülmüştür. Her katılımcı için giysi ağırlığı -0,5 kg dar kabul edilmiştir. Vücut ağırlığı değerleri analizörün yazıcısından çıktı olarak alınmış ve kaydedilmiştir.

## 3.4. Vücut Kompozisyonu

Tüm katılımcıların vücut kompozisyonu ölçümleri, ayaktan-ayağa biyoelektrik impedans, elden-ayağa biyoelektrik impedans ve dual-enerji X-ışını absorpsiyometresi yöntemleri sırasıyla ardışık olarak, aynı günde ve açıklanan prosedürler ile yapılarak kayıt altına alınmıştır.

### 3.4.1. Ayaktan-Ayağa Biyoelektrik İmpedans Analizi

Katılımcıların biyoelektrik impedans değeri tek frekanslı (50 kHz) ölçüm yapan ayaktan-ayağa (A\_A) impedans analizörü (Tanita SC330) kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcıların kişisel bilgileri (boy, yaş, cinsiyet) cihaza girildikten sonra üzerinde metal eşya bulunmadan, minimal kıyafet ve çıplak ayak ile analizörün metal plakalarına ayak tabanları denk gelecek şekilde basmaları ve elleri vücudun yanında serbest halde ve hareketsiz şekilde durmaları sağlanmıştır. BIA parametresi (impedans) analizörün yazıcısından çıktı olarak alınmış ve kaydedilmiştir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** A\_A Biyoelektrik İmpedans Analizörü (SC330) ile vücut kompozisyonu ölçümü

### 3.4.2. Elden-Ayağa Biyoelektrik İmpedans Analizi

Elden ayağa biyoelektrik impedans ölçümleri, DXA ölçümü sonrasında cihazın iletken olmayan masası üzerinde yapılmıştır. Katılımcı sırtüstü yatar pozisyonda avuç içi yere bakacak şekilde kolları vücudundan yaklaşık 30° ayrılmış ve bacakları yaklaşık 45° açık bir şekilde pozisyonlandırılmıştır. Ölçümler 50 kHz tek frekans ve 800µA akım veren ikisi toprak ikisi kaynak (ölçüm) olmak üzere 4 elektrotlu tetrapolar analizörde (Biodynamics BIA 310e) yapılmıştır. Ölçümler için tek kullanımlık, kendinden yapışkanlı, elektriği çabuk ileten hidrojel ile kaplı (Ag/AgCl), 25,4 mm çapında pediatrik elektrokardiyografi (EKG) elektrotları (Beybi, Türkiye)

kullanılmıştır. İki elektrot sağ el ve bileği üzerine; biri elin dorsal yüzeyine 3. metakarpofalangeal eklemin 1 cm proksimaline, diğeri bileğin dorsal yüzeyine ulnanın başı hizasında bilek çizgisinin merkezine yapıştırılmıştır. İki elektrot sağ ayak ve bileği üzerine; biri ayağın dorsal yüzeyine 2. metatarsfalangeal eklemin 1 cm proksimaline, diğeri bileğin dorsal yüzeyine lateral ve medial malleol arasını ortalayacak şekilde yapıştırılmıştır. Elektrotların yapıştırıldığı yerler alkolle silinerek gerektiğinde fazla kıllar temizlenmiştir. Tüm elektrotlar aralarında en az 5 cm mesafe olacak şekilde yerleştirilmiştir. Elden-ayağa rezistans ve reaktans değerleri analizörün ekranından kaydedilmiştir (Şekil 3.3).

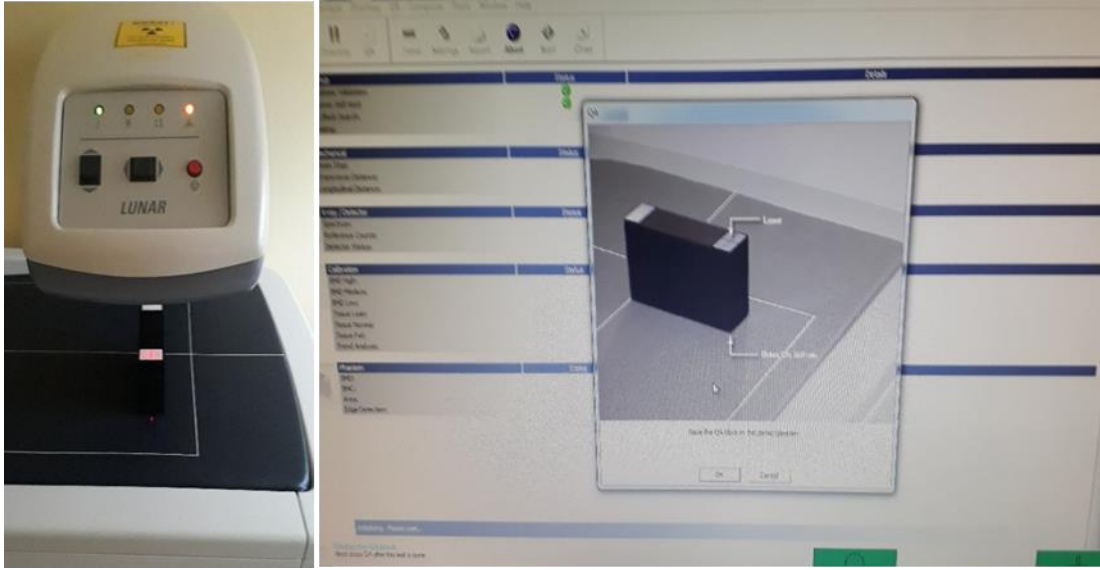


**Şekil 3.3.** E\_A Biyoelektrik Impedans Analizörü (BIA 310e) ile vücut kompozisyonu ölçümü

### 3.4.3. Dual Enerji X-ışını Absorbsiyometre (DXA)

Katılımcıların referans yöntem olarak kullanılacak vücut kompozisyonu değerleri, DXA tarayıcı (GE Lunar Prodigy 6847, Yazılım Ver.:14.10.022, GE Healthcare, Madison, WI, USA) kullanılarak yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu her ölçüm günü sabahında üretici firmanın protokolüne uygun olarak yapılmıştır (Şekil 3.4). Katılımcıların kişisel bilgileri (boy, vücut ağırlığı, doğum tarihi, etnik köken) cihazın yazılımına girilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir. Sonrasında katılımcıların cihazın masasına, üzerlerinde metal eşya bulunmadan ve ayakkabısız olarak anatomik

pozisyonda sırtüstü yatmaları sağlanmıştır. Katılımcıların vücutları cihazın tarama aralığı sınırları içerisinde kalacak şekilde konumlandırıldıktan sonra ayak bilekleri ve diz eklemlerine takılan cırt cırtlı kemerler ile bacaklarının hareketsiz kalması sağlanmış ve ölçüm süresince kıpırdamamaları konusunda bilgilendirilmişlerdir. Tarama katılımcıların vücut boyutlarına bağlı olarak 3-5 dakika içinde tamamlanmıştır. Ölçüm sonuçları raporlanarak kaydedilmiştir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.4.** Dual Energy X-ışını Absorbsiyometre (DXA) Kalibrasyonu



**Şekil 3.5.** Dual enerji X-ışını Absorbsiyometre (DXA) ile vücut kompozisyonu ölçümü

### 3.5. YVK Kestirim Denklemleri

Tek frekans ölçüm yapan (50 kHz) BIA cihazlarından geliştirilen ve uygulamada YVK kestiriminde yaygın olarak kullanılan 8 denklem kullanılmıştır. Bu denklemlerden DEURENBERG90 ve DEURENBERG91 impedans (Z) değerinden kestirim yaptığı için hem ayaktan-ayağa (A\_A) hem de elden-ayağa (E\_A) BIA cihazlarından elde edilen impedans değerlerinden YVK (D90\_BIA<sub>A\_A</sub>, D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>A\_A</sub> ve D91\_BIA<sub>E\_A</sub>) hesaplanmıştır. Böylece 8 kestirim denkleminde 10 adet YVK kestirilmiştir. VYY değerleri ise  $VYY = ((VA - YVK) / VA) * 100$  formülü ile belirlenmiştir. YVK kestirimi için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır.

#### DEURENBERG90 (D90\_BIA) (3)

$$YVK = -8,5 + (0,438 \times Boy(cm)^2 / Z) + (0,308 \times VA) + (7,04 \times Boy(m)) + (1,6 \times CNS) \quad (3.1.)$$

#### DEURENBERG91 (D91\_BIA) (34)

$$YVK = -12,44 + (0,34 \times Boy(cm)^2 / Z) + (0,273 \times VA) + (0,127 \times YAŞ) + (15,34 \times Boy(m)) + (4,56 \times CNS) \quad (3.2.)$$

#### LOHMAN (L\_BIA) (34)

$$YVK_{(Erkek)} = +5,32 + (0,485 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,338 \times VA) \quad (3.3.)$$

$$YVK_{(Kadın)} = +5,49 + (0,476 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,295 \times VA) \quad (3.4.)$$

#### KYLE01 (K01\_BIA) (8)

$$YVK = -4,104 + (0,518 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,231 \times VA) + (0,13 \times Xc) + (4,229 \times CNS) \quad (3.5.)$$

#### KYLE03 (K03\_BIA) (35)

$$VYY = -4,211 + (0,267 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,095 \times VA) + (0,058 \times Xc) + (-0,012 \times YAŞ) + (1,909 \times CNS) \quad (3.6.)$$

#### SUN (S\_BIA) (36)

$$YVK_{(Erkek)} = -10,68 + (0,65 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,26 \times VA) + (0,015 \times R) \quad (3.7.)$$

$$YVK_{(Kadın)} = -9,53 + (0,69 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,17 \times VA) + (0,016 \times R) \quad (3.8.)$$

#### LUKASKI (LU\_BIA) (37)

$$VYY = -4,03 + (0,734 \times Boy(cm)^2 / R) + (0,116 \times VA) + (0,096 \times Xc) + (0,878 \times CNS) \quad (3.9.)$$



**SEGAL (SEG\_BIA) (2)**

$$VYY_{(Erkek)} = +22,66827 + (0,00132 \times Boy(cm)^2) + (-0,04394 \times R) + (0,3052 \times VA) + (-0,1676 \times YAŞ) \quad (3.10.)$$

$$VYY_{(Kadın)} = +14,59453 + (0,00108 \times Boy(cm)^2) + (-0,0209 \times R) + (0,23199 \times VA) + (-0,06777 \times YAŞ) \quad (3.11.)$$

CNS: Cinsiyet (Erkek=1 Kadın=0), VA: Vücut Ağırlığı (kg), Z: İmpedans, R: Rezistans, Xc: Reaktans

**3.6. Verilerin Analizi**

Tüm istatistik analizler kadın ve erkekler için ayrı ayrı yapılmıştır. Tüm değişkenlerin normal dağılıma uyumu One-Sample Kolmogorov-Smirnov Testi ile kontrol edilmiştir. Tüm değişkenler için normal dağılımdan sapma önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri yapıldıktan sonra erkek ve kadınlar için ayrı ayrı 8 BIA denkleminde elde edilen hem YVK hem de VYY değerlerinin referans yöntemden (DXA) farkları Bağımlı Gruplarda t Testi ile analiz edilmiştir. Hem YVK hem de VYY için her bir formül ayrı ayrı referans yöntem (DXA) ile karşılaştırılmıştır. Bu nedenle alfa yanılma düzeyi ( $\alpha = 0,05$ ) için Bonferroni düzeltmesi ( $0,05/10 = 0,005$ ) uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların etki boyut (Effect Size (ES)) Cohen'in d istatistiği ile belirlenmiştir. Cohen's  $d \leq 0,2$  önemsiz,  $\leq 0,6$  küçük,  $\leq 1,2$  orta,  $\leq 2,0$  büyük  $\leq 4,0$  çok büyük,  $> 4,0$  mükemmel yakın etki olarak değerlendirilmiştir (Hopkins, 2002). Referans yöntem ve BIA formüllerinden kestirilen YVK ve VYY değerleri arasındaki doğruluk düzeyi Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı ( $\rho_c$ ) ile belirlenmiştir (38). Konkordans korelasyon analizi iki farklı yöntemle ölçülen (DXA ve BIA) değerlere karşılık gelen bire-bir çizgisine ( $45^\circ$  çizgisi veya  $x = y$  çizgisi) olan değişkenliği (sapmayı) ölçerek iki ölçüm arasındaki uyumu değerlendiren ve korelasyon katsayısı (konkordans katsayısı) ile gösterilen bir yöntemdir. Konkordans uyum katsayısı aynı Pearson'un r katsayısı gibi -1 ila 1 arasında değişen bir değerdir. Lin'in korelasyon katsayısı  $\rho_c$  :  $< 0,90$  "zayıf",  $0,90 - 0,95$  "orta",  $0,95 - 0,99$  "yüksek" ve  $> 0,99$  "mükemmel" olarak değerlendirilmiştir (39). Bireysel seviyede değerlendirme için her bir BIA denklemi ve DXA'dan elde edilen YVK ve hesaplanan VYY arasında Bland-Altman grafikleme yapılmış ve % 95 tutarlık sınırları belirlenmiştir. Her bir BIA

denklemleri ve DXA arasındaki YVK farkının ölçülen YVK değerlerinin boyutu ile ilişkili olup olmadığı (trend) iki yöntemden elde edilen YVK değerleri arasındaki farklar ve iki yöntemin ortalaması arasındaki Pearson korelasyon katsayısıyla belirlenmiştir. Aynı işlem VYY için de yapılmıştır. Tüm istatistik analizler SPSS ve Excel programlarında yapılmış ve  $p = 0.05$  yanılma düzeyi kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

Genç erkek ve kadınlarda elden-ayağa ve ayaktan-ayağa yöntemle ölçülen BIA değerlerinden YVK'yi kestiren seçilmiş formüllerin referans yöntem DXA ile karşılaştırarak geçerliklerini belirlemek amacıyla yapılmış olan bu çalışmada, 8 BIA denkleminde elde edilen 10 YVK ve VYY değerlerinin referans yöntemden (DXA) farkları analiz edilerek, karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bulguları, sırasıyla, katılımcıların demografik bilgileri, YVK değerlerinin geçerliliği, VYY değerlerinin geçerliliği alt başlıklarında sunulmuştur.

### 4.1 Katılımcıların Demografik Bilgileri

Katılımcıların fiziksel özellikleri Tablo 4.1'de sunulmuştur. Erkek katılımcıların yaş ortalaması  $21,5 \pm 2,9$  yıl, kadın katılımcıların yaş ortalaması  $22,3 \pm 3,3$  yıldır. Erkek katılımcıların boy ortalaması  $177,3 \pm 5,6$  cm, vücut ağırlığı ortalaması  $76,7 \pm 9,2$  kg, kadınların boy ortalaması  $166,7 \pm 7,4$  cm, vücut ağırlığı ortalaması  $60,2 \pm 9,9$  kg olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** Katılımcıların cinsiyete göre yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları

	Erkek	Kadın
<b>Yaş (yıl)</b>	$21,5 \pm 2,9$	$22,3 \pm 3,3$
<b>Boy (cm)</b>	$177,3 \pm 5,6$	$166,7 \pm 7,4$
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	$76,7 \pm 9,2$	$60,2 \pm 9,9$

Fiziksel Aktivite Değerlendirme Anketi-Kısa Formuna göre erkeklerde 6 katılımcının (%5) düşük (Kategori 1), 21 katılımcının (% 18) orta (Kategori 2), 86 katılımcının ise (% 76) yüksek (Kategori 3) fiziksel aktivite düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Kadınlarda ise 14 katılımcı (%17) düşük (Kategori 1), 39 katılımcı (% 47) orta (Kategori 2), 29 katılımcı ise (% 35) yüksek (Kategori 3) fiziksel aktivite düzeyine sahiptir.

#### 4.2 Erkek ve Kadınlarda $BIA_{E_A}$ ve $BIA_{A_A}$ Yöntemiyle Ölçülen YVK Değerlerinin Geçerliliği.

Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerleri Tablo 4.2’de, fark ortalamaları ve t-Testi sonuçları tablo 4.3’te gösterilmiştir.

Erkelerde 8 denklemden kestirilen 10 YVK değerlerinden sadece  $LU_{BIA_{E_A}}$  formülünden kestirilen değerler DXA ile ölçülen değere benzerdir ( $p = 0,980$ ;  $ES = 0,16$ ). Buna karşılık  $D90_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 1,90$ ),  $D91_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,59$ ),  $K01_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,004$ ;  $ES = 0,28$ ),  $K03_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 1,22$ ),  $S_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,67$ ),  $D90_{BIA_{A_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,99$ ) ve  $D91_{BIA_{A_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,47$ ) denklemlerinden kestirilen YVK değerleri DXA ile ölçülen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük;  $L_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,65$ ) ve  $SEG_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,001$ ;  $ES = 0,33$ ) denklemlerinden kestirilen YVK değerleri ise DXA ile ölçülen YVK değerlerinden anlamlı derecede yüksektir (Tablo 4.2, Tablo 4.3).

Kadınlarda ise DXA ile ölçülen YVK değerleri ile karşılaştırıldığında  $D90_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,101$ ;  $ES = 0,18$ ),  $D91_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,292$ ;  $ES = 0,12$ ) ve  $S_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,912$ ;  $ES = 0,43$ ) denklemlerinden kestirilen YVK değerleri benzer bulunmuştur. Buna karşılık erkeklerin aksine diğer tüm denklemler YVK değerlerini DXA’dan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek kestirmiştir ( $L_{BIA_{E_A}}$  için  $p = 0,000$ ;  $ES = 1,42$ ),  $K01_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,50$ ),  $K03_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 2,07$ ),  $LU_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,56$ ),  $SEG_{BIA_{E_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 1,05$ ),  $D90_{BIA_{A_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,75$ ),  $D91_{BIA_{A_A}}$  ( $p = 0,000$ ;  $ES = 0,83$ ) (Tablo 4.2, Tablo 4.3).

**Tablo 4.2.** Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen, BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> yöntemleri ile kestirilen YVK değerleri.

	<b>Erkekler YVK (kg)</b>	<b>Kadınlar YVK (kg)</b>
<b>DXA</b>	62,32 ± 7,31	41,47 ± 5,52
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	58,65 ± 6,16	41,09 ± 5,53
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	60,37 ± 5,36	41,73 ± 5,13
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	64,17 ± 6,60	44,39 ± 5,29
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	61,54 ± 5,57	42,60 ± 4,46
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	56,02 ± 5,00	49,50 ± 6,92
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	60,42 ± 6,69	41,50 ± 4,70
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	61,88 ± 6,46	42,79 ± 4,77
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	63,40 ± 5,69	43,87 ± 4,84
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	58,84 ± 5,75	43,25 ± 6,06
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	60,52 ± 5,07	43,40 ± 5,54

(YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg), \*DXA: Dual enerji x-ışını absorpsiyometre, D90\_BIA<sub>E\_A</sub>: Deurenberg90 elden-ayağa Biyoelektrik impedans analizi (BIA), D91\_BIA<sub>E\_A</sub>: Deurenberg91 elden-ayağa BIA, L\_BIA<sub>E\_A</sub>: Lohman elden-ayağa BIA, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>: Kyle01 elden-ayağa BIA, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>: Kyle03 elden-ayağa BIA, S\_BIA<sub>E\_A</sub>: Sun elden-ayağa BIA, LU\_BIA<sub>E\_A</sub>: Lukaski elden-ayağa BIA, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub>: Segal elden-ayağa BIA, D90\_BIA<sub>A\_A</sub>: Deurenberg90 ayakta-ayağa BIA, D91\_BIA<sub>A\_A</sub>: Deurenberg91 ayakta-ayağa BIA)

**Tablo 4.3.** Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> denklemlerinden kestirilen YVK değerlerine ait t-Testi sonuçları.

	<b>DXA Erkekler</b>			<b>DXA Kadınlar</b>		
	<b>p</b>	<b>ES</b>	<b>Fark</b>	<b>p</b>	<b>ES</b>	<b>Fark</b>
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	1,25	-3,7±2,9	<b>0,101</b>	<b>0,18</b>	<b>-0,4±2,1</b>
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,59	-1,9±3,3	<b>0,292</b>	<b>0,12</b>	<b>0,3±2,2</b>
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,65	1,9±2,9	0,000	1,42	2,9±2,1
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,004	0,28	-0,8±2,8	0,000	0,50	1,1±2,3
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	1,22	-6,3±5,2	0,000	2,07	8,0±3,9
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,67	-1,9±2,8	<b>0,912</b>	<b>0,43</b>	<b>0,0±2,1</b>
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,980</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,4±2,7</b>	0,000	0,56	1,3±2,3
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,001	0,33	1,1±3,3	0,000	1,05	2,4±2,3
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,000	0,99	-3,5±3,3	0,000	0,75	1,8±2,4
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,000	0,47	-1,8±3,8	0,000	0,83	1,9±2,3

(ES: Effect Size; Ortalamalar arası farkın etki boyutu, Fark: DXA değeri – Denklem değeri  
\*Denklem açıklamaları Tablo4.2. ile aynı)

DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerleri arasındaki doğruluk düzeyini gösteren Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayıları ( $\rho_c$ ) Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Erkeklerde 8 BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinden hiçbiri Lin'in korelasyon katsayısı değerlendirmesine göre mükemmel ve yüksek doğruluk düzeyine sahip değildir. LU\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,93$ ), K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,91$ ), L\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,90$ ) ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,90$ ) orta düzeyde doğruluk düzeyine sahiptir. Diğer BIA denklemleri ise zayıf ( $\rho_c < 0,90$ ) düzeyde oldukları saptanmıştır (Tablo 4.4).

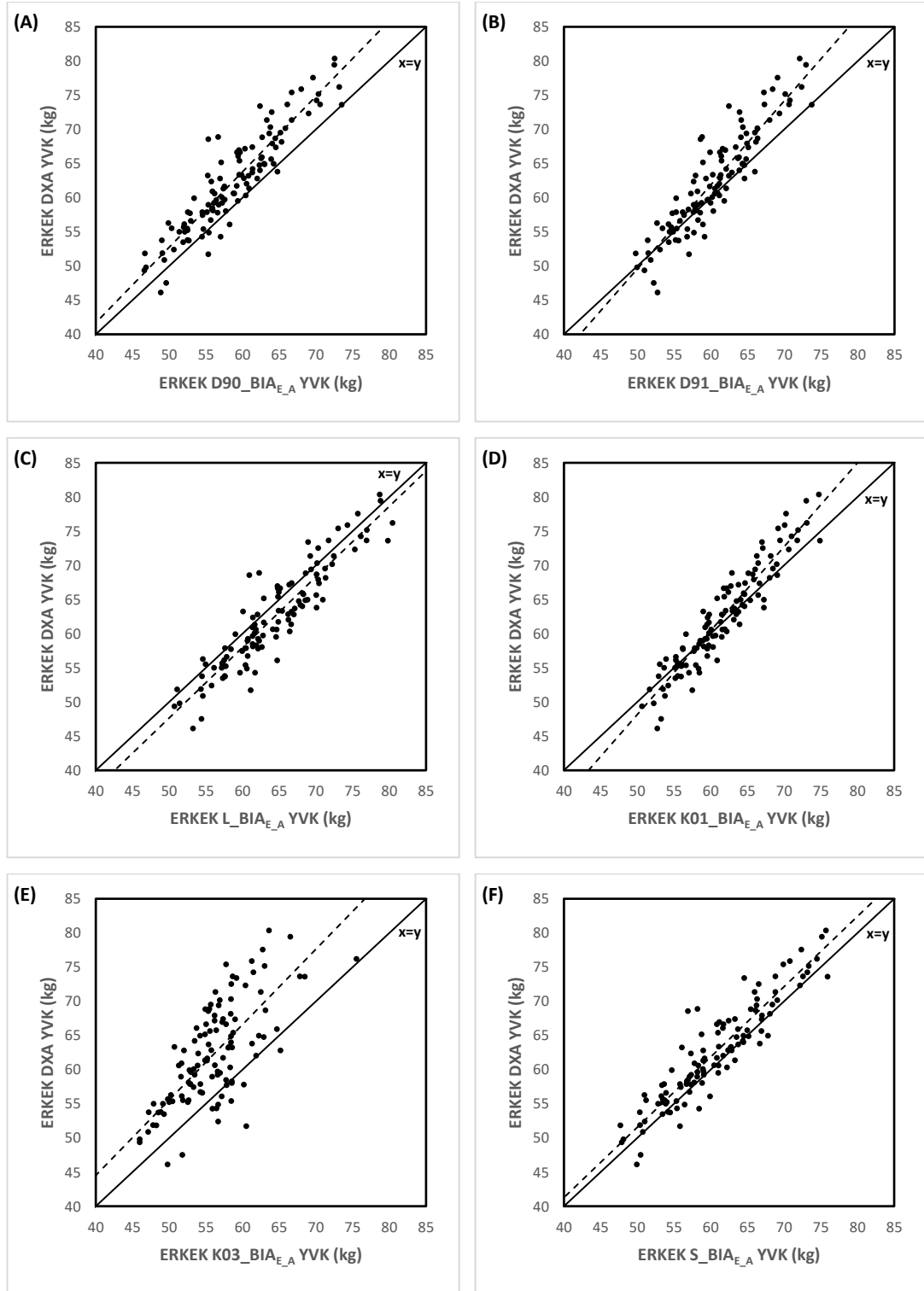
Kadınlarda da erkeklere benzer şekilde BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinden hiçbiri referans yöntemle mükemmel ve yüksek uyumluluk düzeyine sahip değildir. D90\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,93$ ), D91\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,91$ ) ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $\rho_c=0,92$ ) orta düzeyde doğruluk düzeyine sahiptir (Tablo 4.4). Diğer BIA denklemlerinin uyumluluğunun ise zayıf ( $\rho_c < 0,90$ ) düzeyde olduğu saptanmıştır. Her iki cinsiyette de en düşük uyum K03\_BIA<sub>E\_A</sub>'da gözlenmiştir (Tablo 4.4). Bunun yanında hem erkek hem de kadınlarda sadece S\_BIA<sub>E\_A</sub> formülü orta düzeyde uyum gösteren ortak formüldür (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** Erkek ve kadınlarda DXA ve BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> yöntemleri ile ölçülen YVK değerlerinin uyumluluk korelasyon katsayıları.

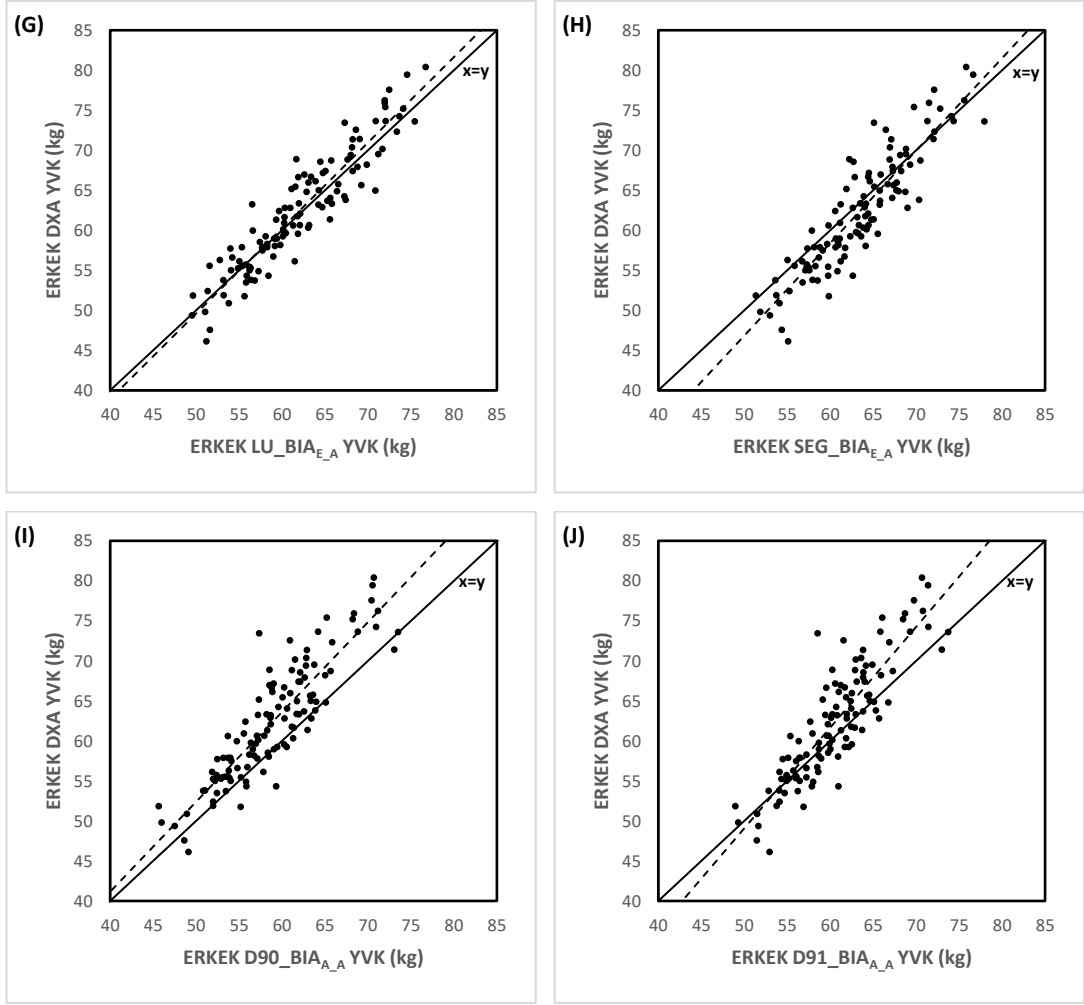
	Erkekler	Kadınlar
	$\rho_c$	$\rho_c$
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,81	<b>0,93</b>
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,85	<b>0,91</b>
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,90</b>	0,81
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,91</b>	0,87
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,47	0,44
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,90</b>	<b>0,92</b>
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,93</b>	0,87
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,88	0,81
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,75	0,88
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,79	0,86

( $\rho_c$ : Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı \*Denklemler açıklamaları Tablo 4.2. ile aynı)

DXA ile ölçülen YVK değerleri ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin saçılım grafikleri oluşturulmuş ve iki yöntem arasındaki uyum düzeyini gösteren trend çizgisi ve bire bir çizgisi eklenerek erkek katılımcıların grafikleri Şekil 4.1'de, kadın katılımcıların grafikleri de Şekil 4.2'de sunulmuştur.

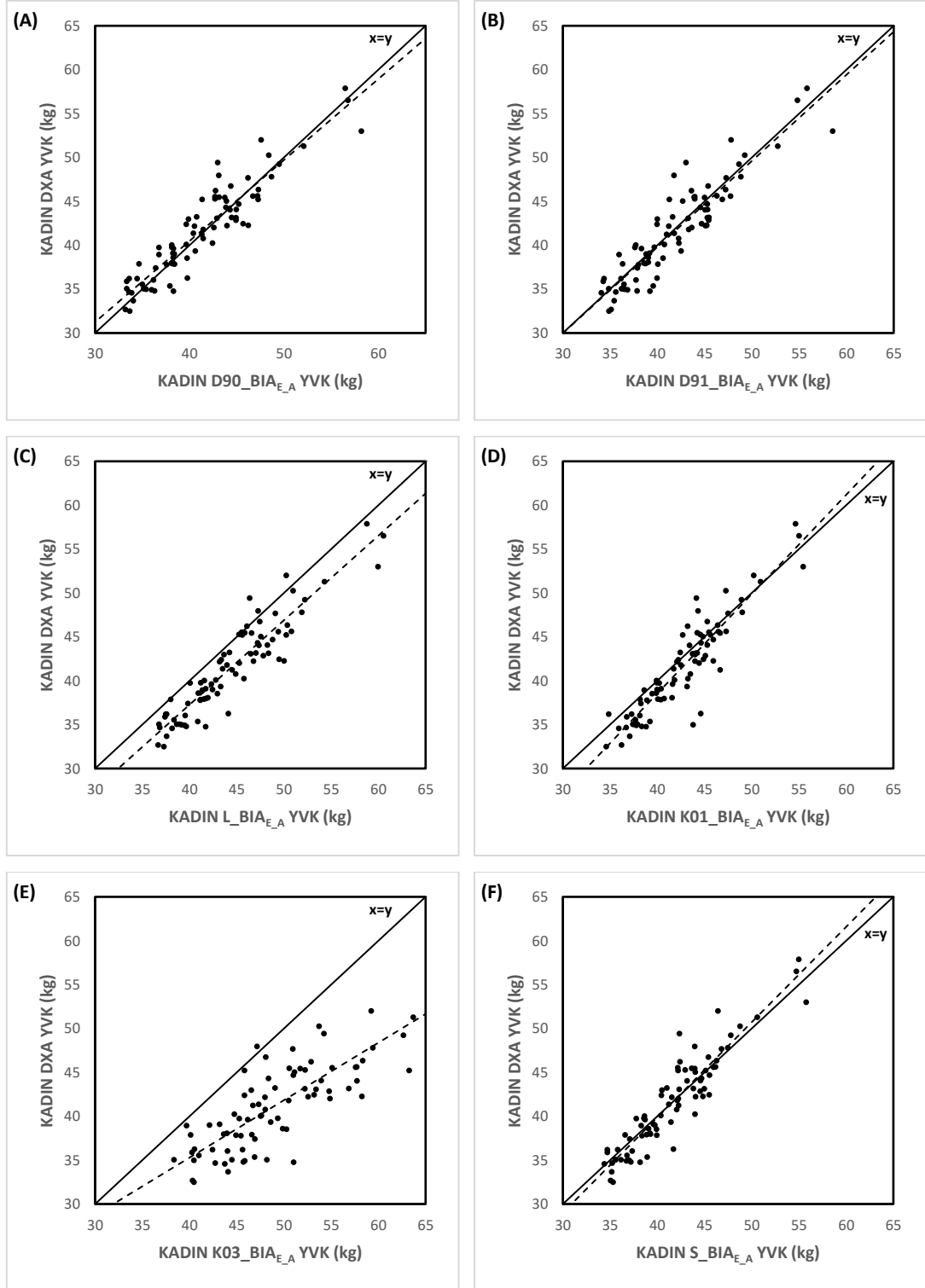


**Şekil 4.1.** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi. ( $x=y$ : Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))

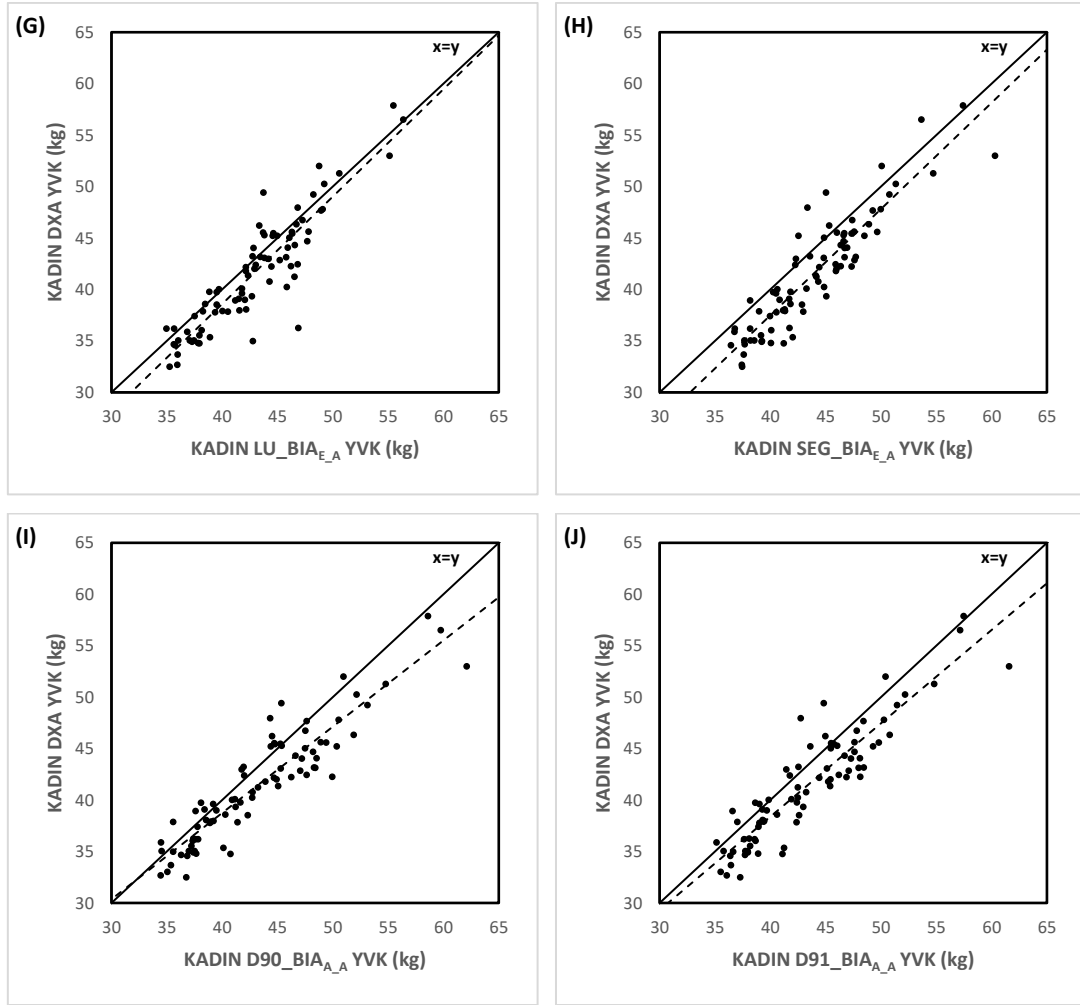


**Şekil 4.1. (Devam)** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))





**Şekil 4.2.** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))



**Şekil 4.2. (Devam)** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin uyum düzeyi. ( $x=y$ : Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))

DXA ile ölçülen YVK değerleri ile BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin % 95 tutarlılık sınırları belirlenerek Bland-Altman grafikleme yapılmış ve erkek katılımcıların grafikleri Şekil 4.3'te, kadın katılımcıların grafikleri ise Şekil 4.4'te sunulmuştur.

Erkeklerde DXA ile ölçülen ve BIA denklemleri ile kestirilen YVK değerlerinin aralarındaki fark (hata) ortalamaları; D90\_BIA<sub>E\_A</sub> için -3,7 kg, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için -1,9 kg, L\_BIA<sub>E\_A</sub> için 1,9 kg, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için -0,8 kg, K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için -6,3 kg, S\_BIA<sub>E\_A</sub> için -1,9 kg, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için -0,4 kg, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için 1,1 kg, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için -3,5 kg ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için -1,8 kg olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub>, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>, S\_BIA<sub>E\_A</sub>, LU\_BIA<sub>E\_A</sub>,

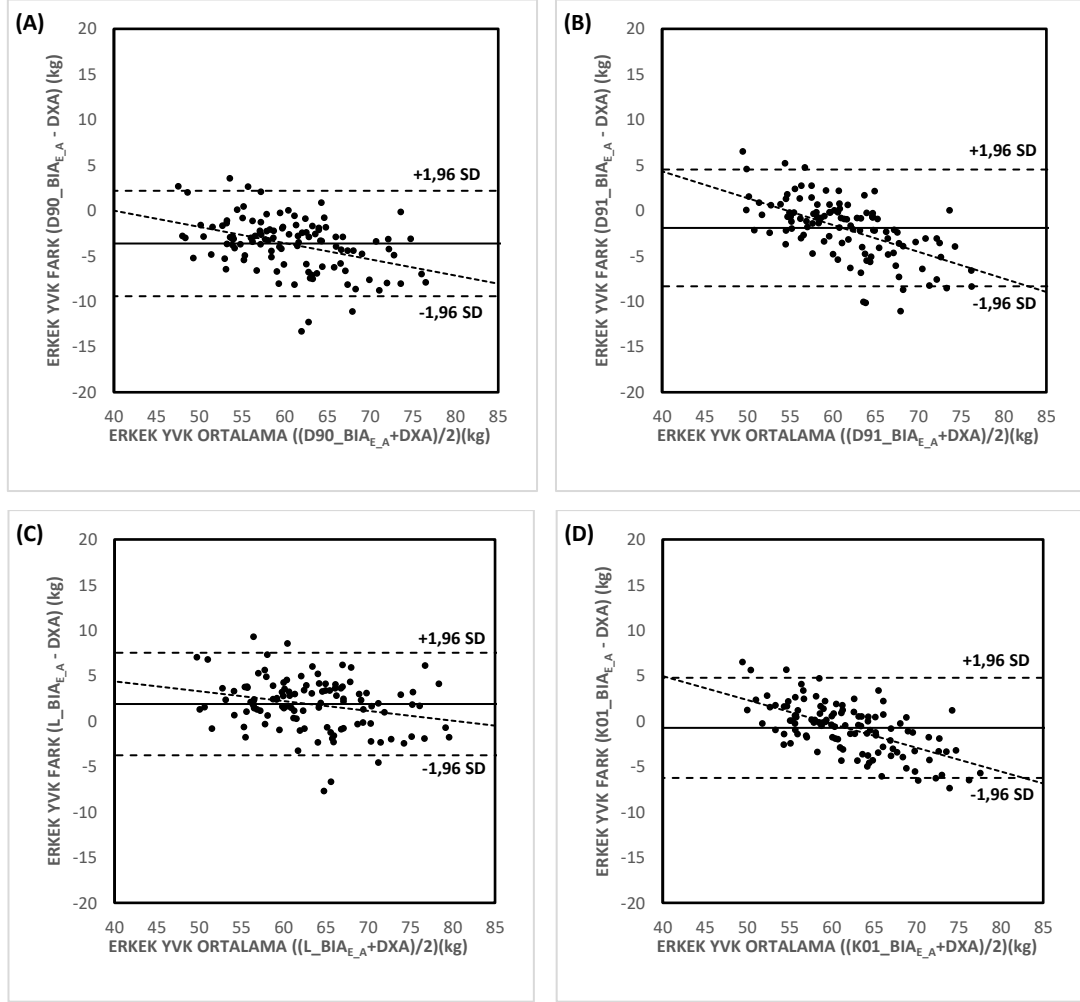
D90\_BIA<sub>A\_A</sub> ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub>'nın DXA ile ölçülen YVK değerlerine göre düşük, diğer denklemlerin ise (L\_BIA<sub>E\_A</sub> ve SEG\_BIA<sub>E\_A</sub>) yüksek kestirim hatasına sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 4.3.). Bland-Altman analizi erkeklerde en düşük yaygınlığın LU\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = -5,7 kg, üst sınır = 4,9 kg) denkleminde, en yüksek yaygınlığın ise K03\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = -16,5 kg, üst sınır = 3,9 kg) denkleminde olduğunu göstermiştir.

Kadın katılımcıların fark (hata) ortalamaları ise D90\_BIA<sub>E\_A</sub> için -0,4 kg, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için 0,3 kg, L\_BIA<sub>E\_A</sub> için 2,9 kg, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için 1,1 kg, K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için 8,0 kg, S\_BIA<sub>E\_A</sub> için 0,0 kg, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için 1,3 kg, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için 2,4 kg, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için 1,8 kg ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için 1,9 kg olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4.). Bu bulgular kadınlarda D90\_BIA<sub>E\_A</sub> hariç, diğer tüm denklemlerin yüksek kestirim hatasına sahip olduğunu göstermiştir. Bland-Altman analizi kadınlarda en düşük yaygınlığın D90\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = -4,4 kg, üst sınır = 3,7 kg) ve L\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = -1,1 kg, üst sınır = 7,0 kg), en yüksek yaygınlığın ise K03\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = 0,4 kg, üst sınır = 15,6 kg) denklemlerinde olduğunu göstermiştir.

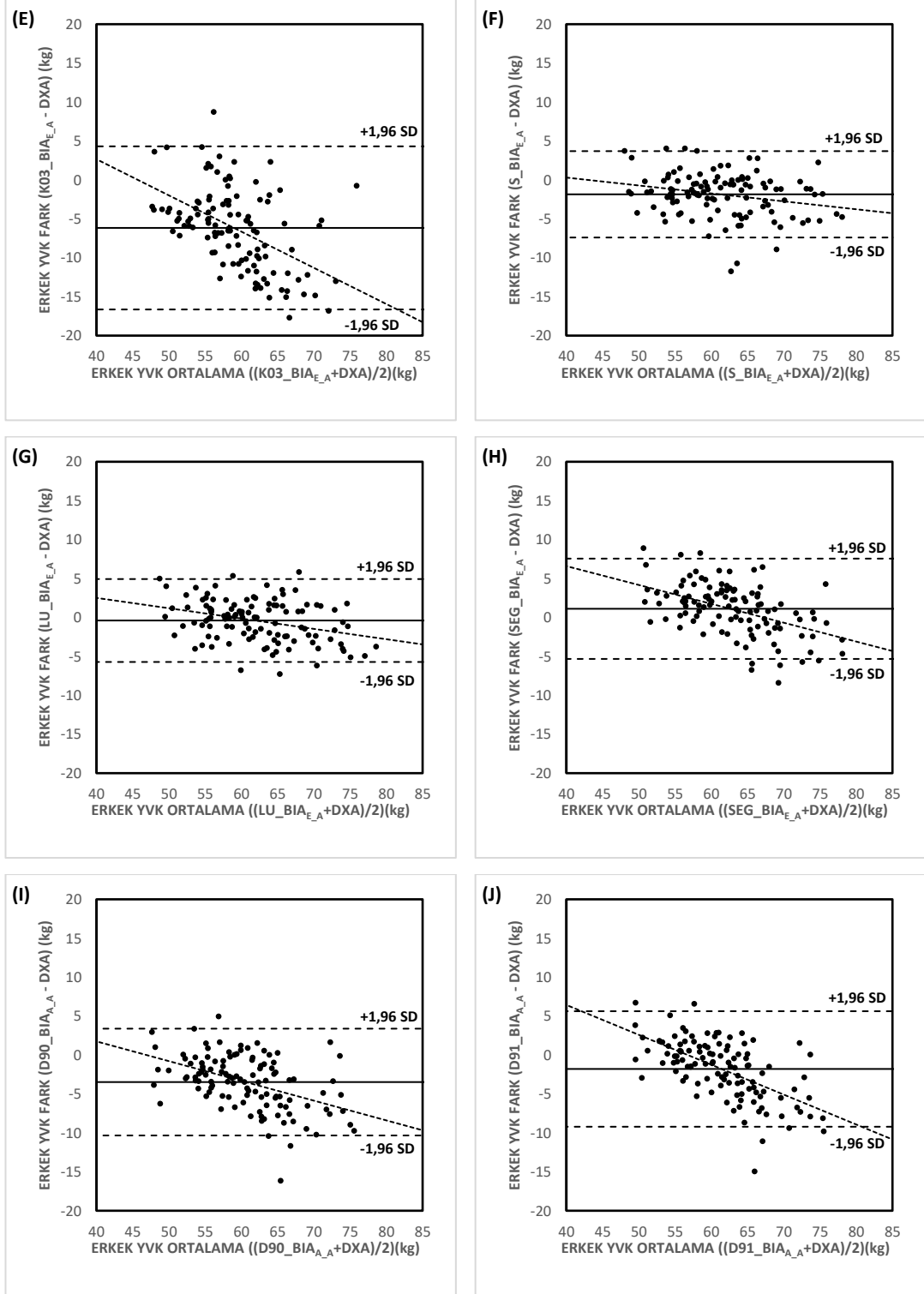
DXA ile ölçülen YVK değerleri ile BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerleri arasında fark (hata) ve iki ölçümün ortalamaları arasındaki Pearson korelasyon analizi, erkeklerde tüm denklemlerde trend olduğunu göstermiştir (Şekil 4.3.). (D90\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,420$ ,  $p=0,000$ ; D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,617$ ,  $p=0,000$ ; L\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,260$ ,  $p=0,005$ ; K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,641$ ,  $p=0,000$ ; K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,486$ ,  $p=0,000$ ; S\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,236$ ,  $p=0,012$ ; LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,330$ ,  $p=0,000$ ; SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için  $r=-0,515$ ,  $p=0,000$ ; D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için  $r=-0,460$ ,  $p=0,000$ ; D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için  $r=-0,609$ ,  $p=0,000$ ) Bu bulgular erkeklerde tüm BIA denklemlerinde farkın (hata), YVK'nin ölçülen değerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Kadınlarda K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>, S\_BIA<sub>E\_A</sub>, LU\_BIA<sub>E\_A</sub>, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> ve D90\_BIA<sub>A\_A</sub> denklemlerinde fark (hata) ve ortalama değerler arasında anlamlı ilişki (trend) gözlemlenmiştir (sırasıyla  $r=-0,477$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=0,377$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,399$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,329$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,303$ ,  $p=0,006$ ), ( $r=0,234$ ,  $p=0,034$ ) (Şekil 4.4.). Buna karşılık D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub>, L\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>A\_A</sub> denklemlerinde anlamlı ilişki (trend) saptanmamış olması, (sırasıyla  $r=-0,004$ ,  $p=0,971$ ), ( $r=-0,178$ ,  $p=0,109$ ), ( $r=-0,114$ ,  $p=0,309$ ), ( $r=0,010$ ,  $p=0,930$ ) bu denklemlerde farkın (hata)

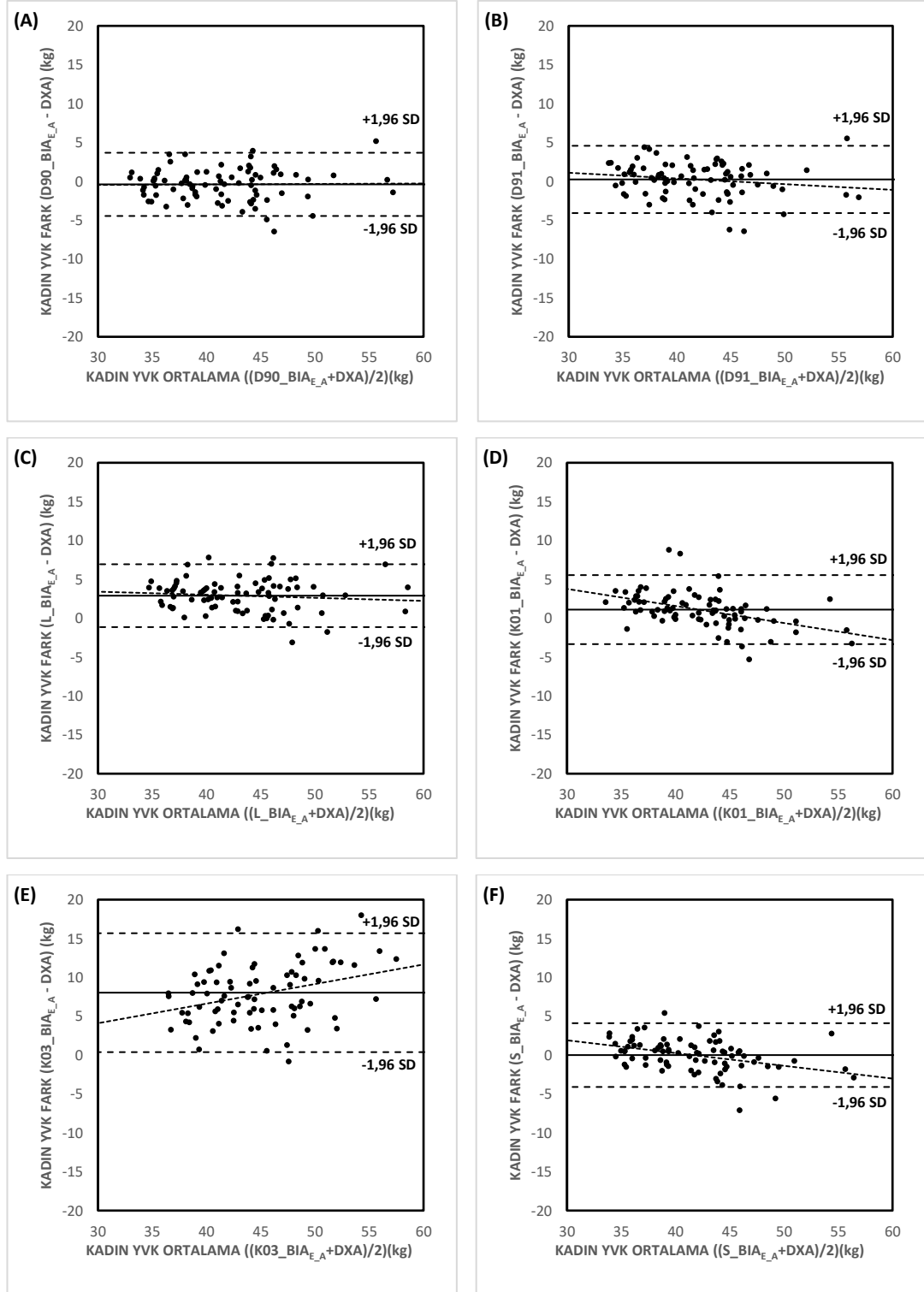
varyansının) sabit olduğunu, YVK ölçüm değerlerinden bağımsız olduğunu göstermektedir (Şekil 4.4.).



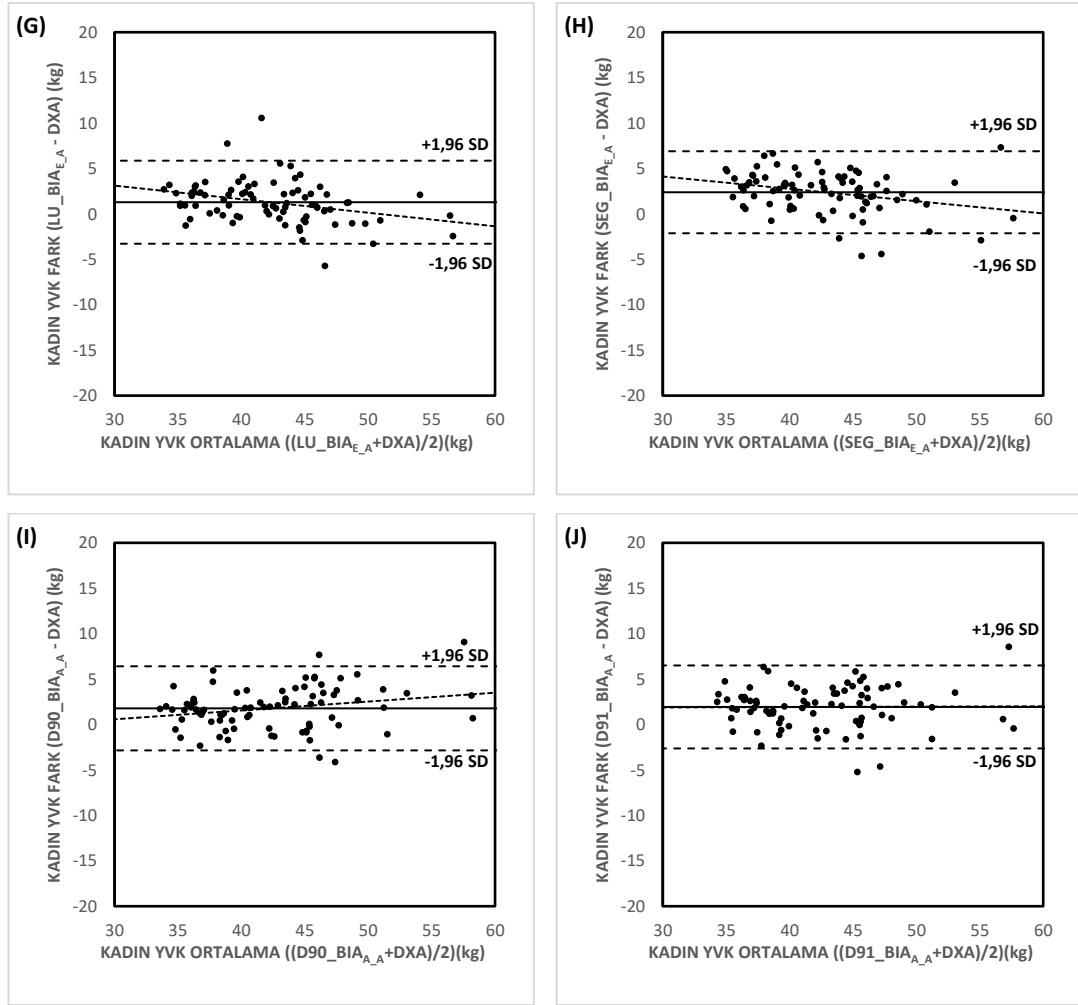
**Şekil 4.3.** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))



**Şekil 4.3. (Devam)** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))



**Şekil 4.4.** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))



**Şekil 4.4. (Devam)** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen YVK değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (YVK: Yağsız vücut kütlesi (kg))

### 4.3 Erkek ve Kadınlarda BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> Yöntemiyle Ölçülen VYY Değerlerinin Geçerliliği.

Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden kestirilen VYY değerleri Tablo 4.5'te, fark ortalamaları ve t-Testi sonuçları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Erkelerde DXA ile karşılaştırıldığında K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $p = 0,770$ ;  $ES = 0,02$ ) ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub>'dan ( $p = 0,136$ ;  $ES = 0,13$ ) kestirilen VYY değerleri benzer bulunmuştur (Tablo 4.5., Tablo 4.6.). Buna karşılık D90\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $p = 0,000$ ;  $ES = 1,06$ ),

D91\_BIA<sub>E\_A</sub> (p = 0,000; ES = 0,36), K03\_BIA<sub>E\_A</sub> (p = 0,000; ES = 1,16), S\_BIA<sub>E\_A</sub> (p = 0,000; ES = 0,43), D90\_BIA<sub>A\_A</sub> (p = 0,000; ES = 0,83) ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> (p = 0,007; ES = 0,26) denklemlerinden kestirilen VYY değerleri DXA'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek, L\_BIA<sub>E\_A</sub> (p = 0,000; ES = 0,92) ve SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> (p = 0,001; ES = 0,59) denklemlerinden kestirilen VYY değerleri ise DXA'dan anlamlı derecede düşüktür (Tablo 4.6.).

Kadınlarda DXA ile ölçülen VYY değerleri ile karşılaştırıldığında 8 denklemden sadece D90\_BIA<sub>E\_A</sub>'dan kestirilen VYY benzer bulunmuştur (p = 0,932; ES = 0,01) Tablo 4.6.). Buna karşılık erkeklerin aksine diğer tüm denklemler VYY değerlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük kestirmiştir (D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,003; ES = 0,34, L\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,000; ES = 1,69, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,000; ES = 0,72, K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,000; ES = 2,58, S\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,013; ES = 0,28, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,000; ES = 0,77, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için p = 0,000; ES = 1,29, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için p = 0,000; ES = 1,02, D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için p = 0,000; ES = 1,09) (Tablo 4.6.).

**Tablo 4.5.** Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> yöntemleri ile hesaplanan VYY değerleri.

	<b>Erkekler VYY (%)</b>	<b>Kadınlar VYY (%)</b>
<b>DXA</b>	19,44 ± 5,31	31,38 ± 5,37
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	23,30 ± 3,64	31,35 ± 3,96
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	20,91 ± 4,10	30,18 ± 4,23
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	16,05 ± 4,05	25,66 ± 5,03
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	19,38 ± 4,44	28,47 ± 6,02
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	26,66 ± 2,69	17,47 ± 2,11
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	20,99 ± 4,34	30,42 ± 5,35
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	18,97 ± 5,46	28,12 ± 7,01
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	16,95 ± 4,20	26,44 ± 5,07
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	22,94 ± 4,10	27,81 ± 3,79
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	20,62 ± 4,60	27,43 ± 4,03

(VYY: Vücut yağ yüzdesi (%)) \*Denklem açıklamaları Tablo4.2. ile aynı)



**Tablo 4.6.** Erkek ve kadınlarda DXA ile ölçülen ve BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> yöntemleri ile hesaplanan VYY değerlerine ait t-Testi sonuçları.

	DXA Erkekler			DXA Kadınlar		
	p	ES	Fark	p	ES	Fark
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	1,06	3,8±3,7	<b>0,932</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0±3,3</b>
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,36	1,4±4,1	0,003	0,34	-1,2±-3,5
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,92	-3,4±3,7	0,000	1,69	-5,7±3,4
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,770</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,1±3,6</b>	0,000	0,72	-2,9±4,1
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	1,16	7,2±6,2	0,000	2,58	-13,9±5,4
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,43	1,5±3,6	0,013	0,28	-1,0±3,5
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	<b>0,136</b>	<b>0,13</b>	<b>-0,5±3,6</b>	0,000	0,77	-3,3±4,3
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,000	0,59	-2,5±4,2	0,000	1,29	-4,9±3,8
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,000	0,83	3,5±4,2	0,000	1,02	-3,6±3,5
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,007	0,26	1,2±4,6	0,000	1,09	-3,9±3,6

(ES: Effect Size; Ortalamalar arası farkın etki boyutu, Fark: DXA değeri – Denklem değeri  
\*Denklem açıklamaları Tablo4.2. ile aynı)

DXA ile ölçülen ve BIA denklemlerinden hesaplanan VYY değerleri arasındaki doğruluk düzeyi Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayıları ( $\rho_c$ ) Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Erkeklerde 8 BIA denkleminde hesaplanan 10 VYY değerlerinin hepsi Lin'in korelasyon katsayısı değerlendirmesine göre zayıf düzeydedir (Tablo 4.7)( $\rho_c < 0,90$ ). K03\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemi diğer denklemlerden farklı olarak korelasyon katsayısı negatif ( $\rho_c = -0,07$ ) ve en düşük doğruluk düzeyine sahiptir.

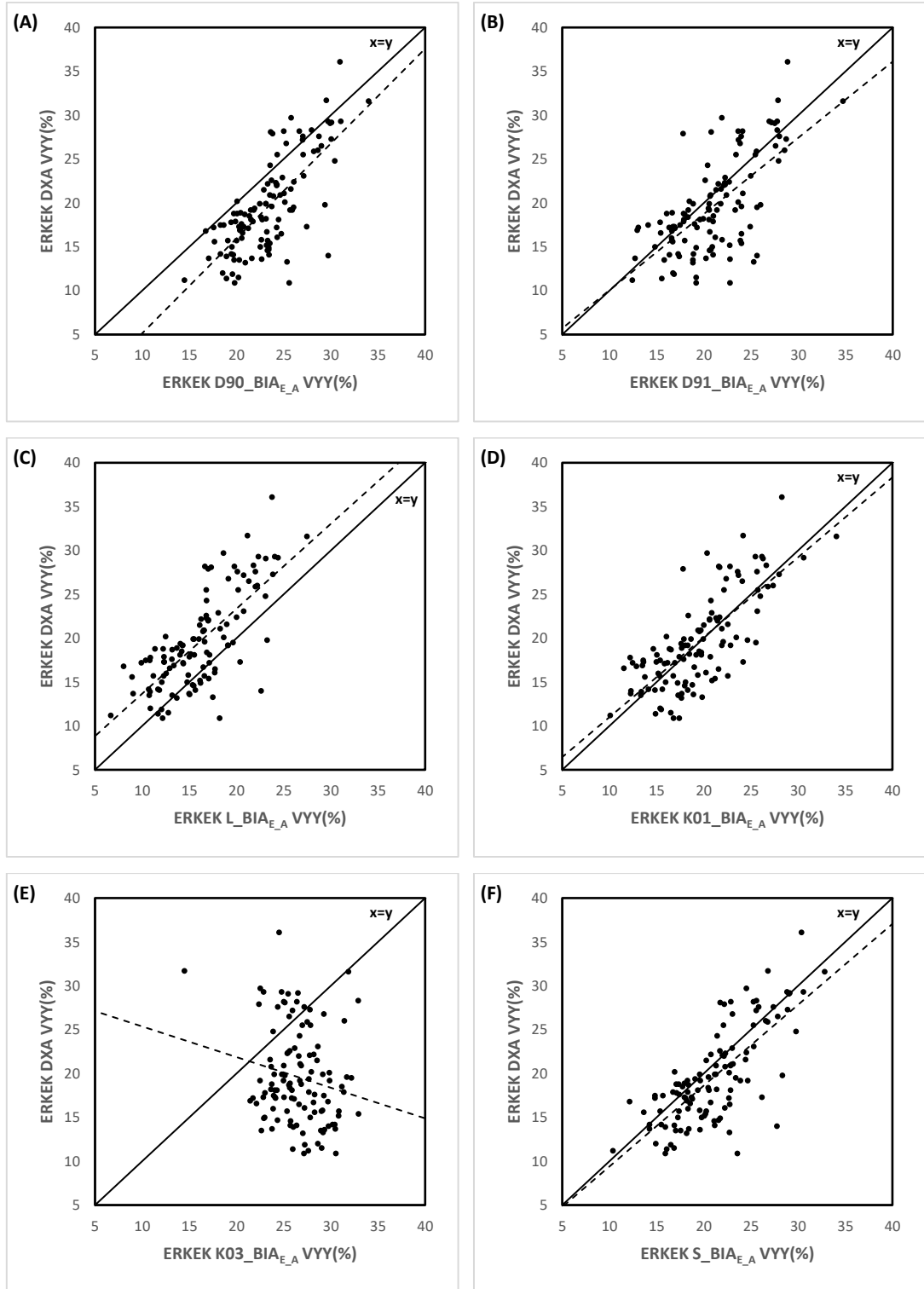
Kadınlarda da erkeklere benzer şekilde BIA denklemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin tümünün zayıf düzeyde Lin'in korelasyon katsayısına ( $\rho_c < 0,90$ ) sahip oldukları saptanmıştır (Tablo 4.7). K03\_BIA<sub>E\_A</sub> denkleminin kadınlarda da en düşük doğruluk düzeyine ( $\rho_c = 0,02$ ) sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7.** Erkek ve kadınlarda DXA ve BIA<sub>E\_A</sub> ve BIA<sub>A\_A</sub> yöntemleri ile ölçülen VYY değerlerinin uyumluluk korelasyon katsayıları.

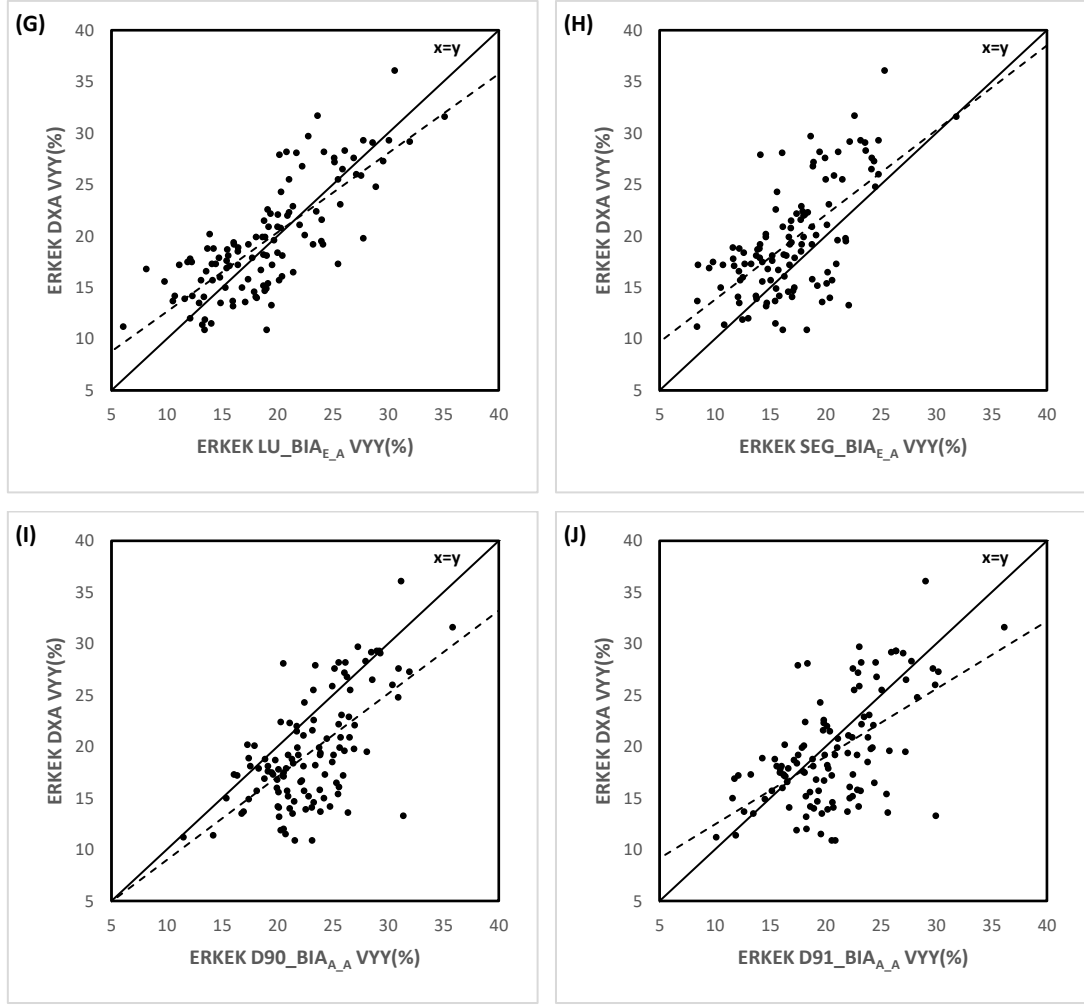
	<b>Erkekler</b>	<b>Kadınlar</b>
	<b><math>\rho_c</math></b>	<b><math>\rho_c</math></b>
<b>D90_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,51	0,76
<b>D91_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,61	0,71
<b>L_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,55	0,50
<b>K01_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,73	0,67
<b>K03_BIA<sub>E_A</sub></b>	-0,07	0,02
<b>S_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,69	0,78
<b>LU_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,77	0,68
<b>SEG_BIA<sub>E_A</sub></b>	0,54	0,51
<b>D90_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,47	0,55
<b>D91_BIA<sub>A_A</sub></b>	0,55	0,52

( $\rho_c$ : Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı \*Denklemler açıklmaları Tablo4.2. ile aynı)

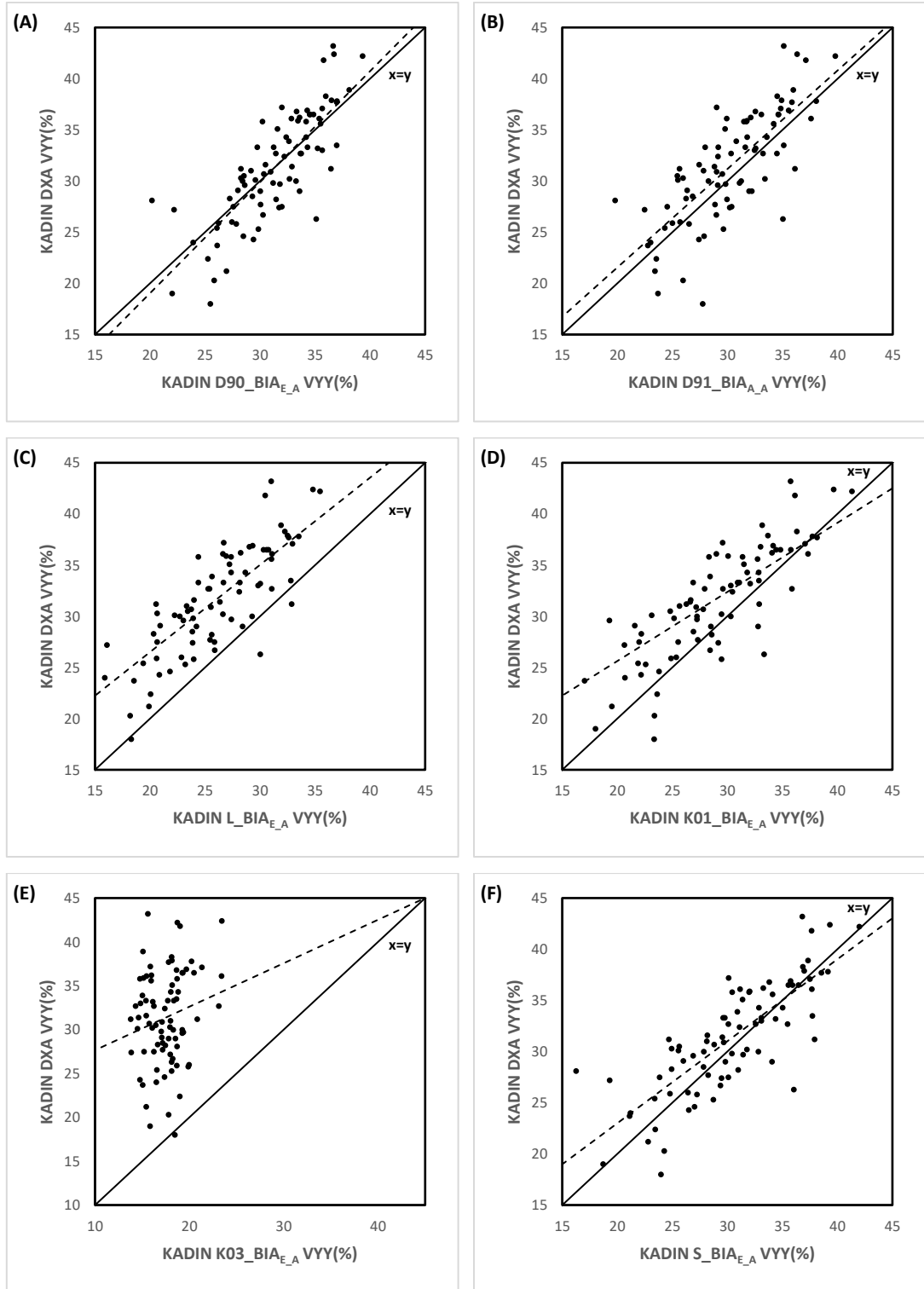
DXA ile ölçülen VYY değerleri ile BIA denklemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin saçılım grafikleri oluşturularak iki yöntem arasındaki uyum düzeyini gösteren trend çizgisi ve bire bir çizgisi eklenerek erkek katılımcıların grafikleri Şekil 4.5'te, kadın katılımcıların grafikleri de Şekil 4.6'da sunulmuştur.



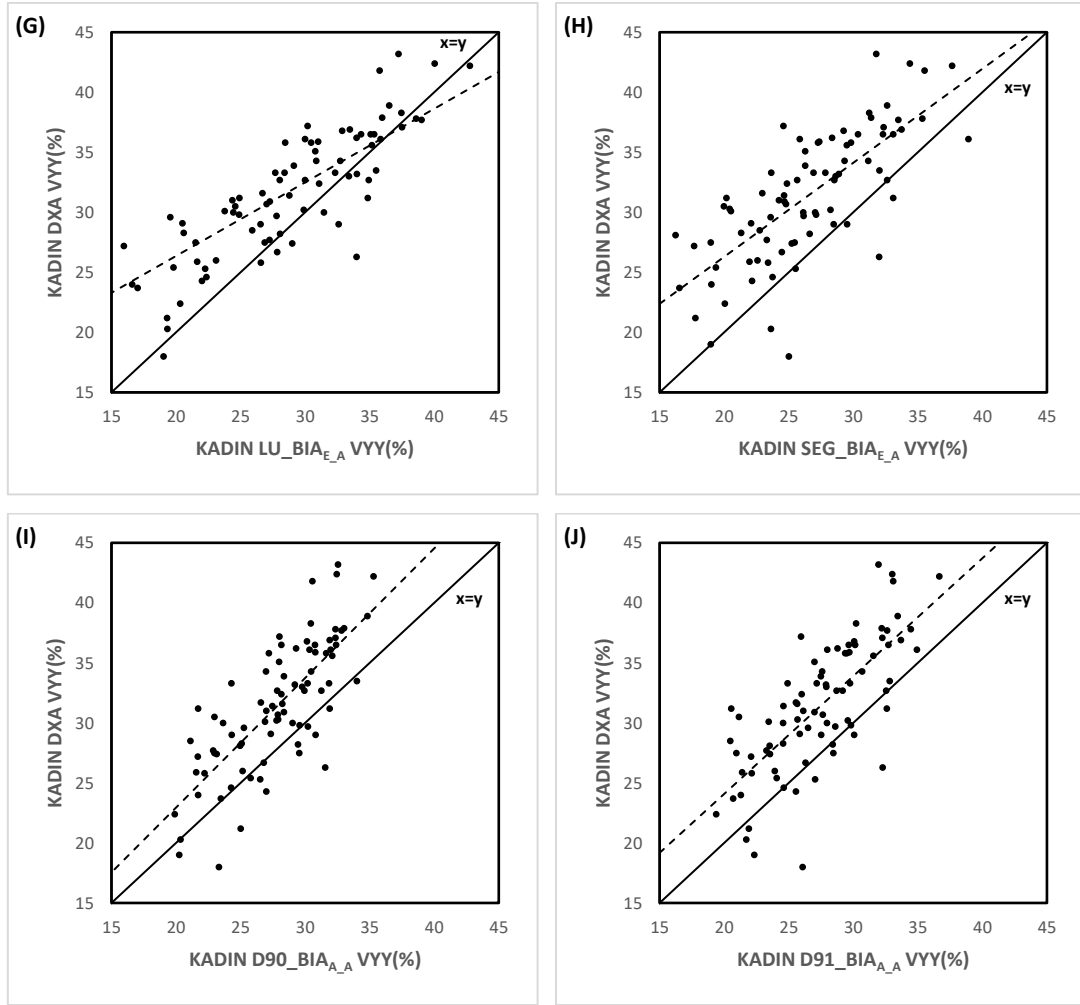
**Şekil 4.5.** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))



**Şekil 4.5. (Devam)** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))



**Şekil 4.6.** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))



**Şekil 4.6. (Devam)** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin uyum düzeyi. (x=y: Bire bir çizgisi, kesikli çizgi: iki yöntem arasındaki uyum düzeyi.) (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))

DXA ile ölçülen VYY değerleri ve BIA denklemlerinden hesaplanan VYY değerlerinin %95 tutarlılık sınırları belirlenerek Bland-Altman grafiklemesi yapılmış ve erkek katılımcıların grafikleri Şekil 4.7’de, kadın katılımcıların grafikleri ise Şekil 4.8’de sunulmuştur.

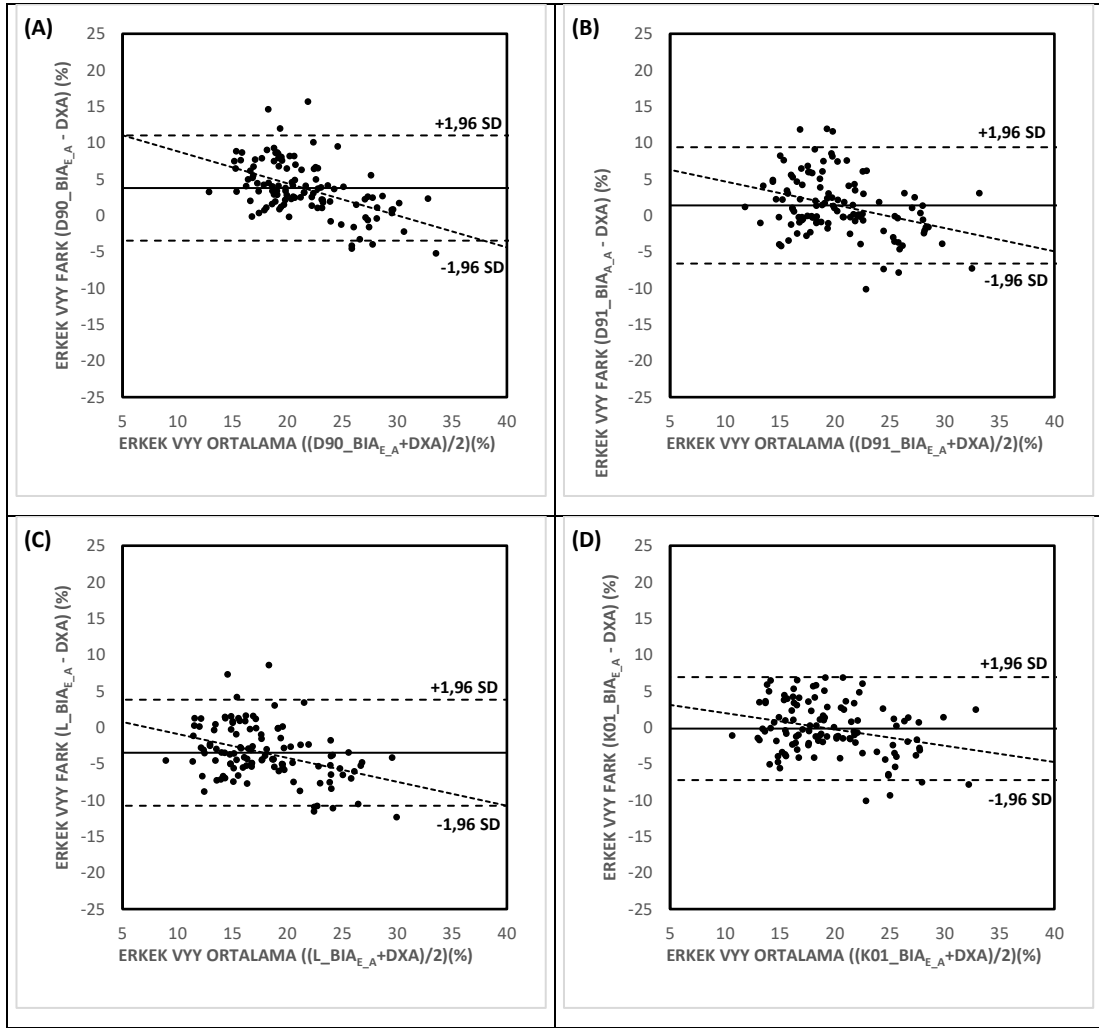
Erkeklerde DXA ile ölçülen ve BIA denklemleri ile hesaplanan VYY değerlerinin fark (hata) ortalamaları; D90\_BIA<sub>E\_A</sub> için %3,8, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için %1,4, L\_BIA<sub>E\_A</sub> için %-3,4, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için %-0,1, K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için %7,2, S\_BIA<sub>E\_A</sub> için %1,5, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için %-0,5, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için %-2,5, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için %3,5 ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için %1,2 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, L\_BIA<sub>E\_A</sub>, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, LU\_BIA<sub>E\_A</sub>, ve SEG\_BIA<sub>E\_A</sub>’nın DXA’dan ölçülen VYY değerlerine göre düşük,

diğer denklemlerin ise yüksek kestirim hatasına sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 4.7.). En düşük yaygınlığın K01\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = %-7,1, üst sınır = %6,9) ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = %-7,5, üst sınır = %6,5) denklemlerinde, en yüksek yaygınlığın ise yine K03\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = %-5,0, üst sınır = %19,4) denkleminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.7.).

Kadın katılımcıların fark (hata) ortalamaları ise D90\_BIA<sub>E\_A</sub> için % 0,0, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -1,2, L\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -5,7, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -2,9, K03\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -13,9, S\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -1,0, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -3,3, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> için % -4,9, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> için %-3,6 ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> için % -3,9 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler D90\_BIA<sub>E\_A</sub> denkleminin VYY değerinin referans yönteme yakın olduğunu diğer denklemlerin ise düşük kestirim hatasına sahip olduklarını göstermektedir (Şekil 4.8.). En düşük yaygınlık D90\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = %-6,4, üst sınır = %6,4), en yüksek yaygınlık ise K03\_BIA<sub>E\_A</sub> (alt sınır = %-24,5, üst sınır = %-3,4) denklemlerindedir.

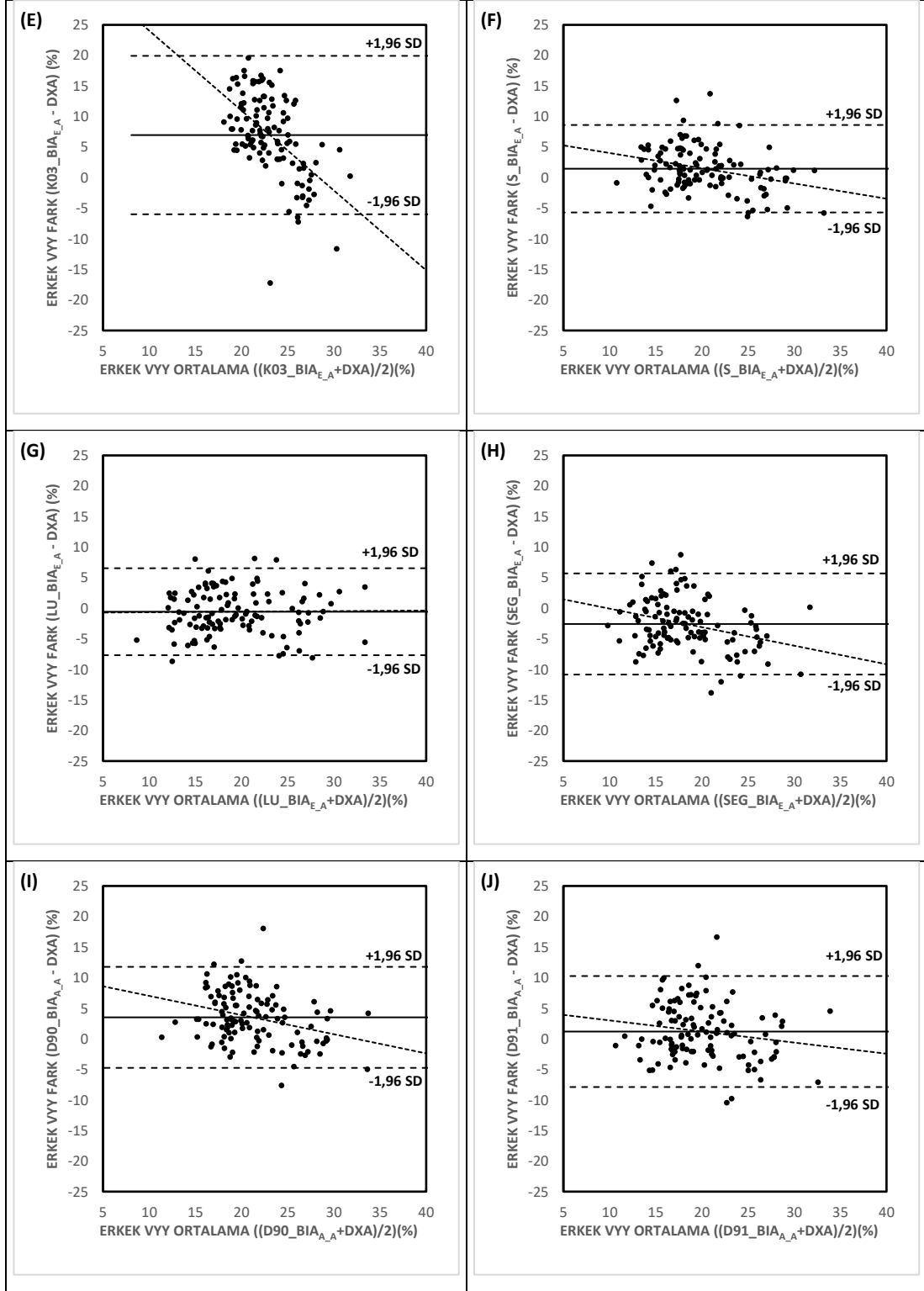
Erkeklerde DXA ile ölçülen VYY ile BIA denklemleri ile hesaplanan VYY değerleri arasındaki farklar (hata) ve iki ölçümün ortalamaları arasındaki Pearson korelasyon analizi, D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub>, L\_BIA<sub>E\_A</sub>, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>, S\_BIA<sub>E\_A</sub>, SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> ve D90\_BIA<sub>A\_A</sub> denklemlerinde anlamlı ilişki (trend) olduğunu göstermiştir. (sırasıyla  $r=-0,491$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,327$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,369$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,262$ ,  $p=0,005$ ), ( $r=-0,594$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,290$ ,  $p=0,002$ ), ( $r=-0,294$ ,  $p=0,002$ ) ve ( $r=-0,314$ ,  $p=0,001$ ). LU\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=-0,045$ ,  $p=0,638$ ) ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> ( $r=-0,170$ ,  $p=0,072$ ) denklemlerinde ise anlamlı ilişki (trend) gözlenmemiştir.

Kadınlarda DXA ile ölçülen VYY ile BIA denklemleri ile hesaplanan VYY değerleri arasındaki farklar (hata) ve iki ölçümün ortalamaları arasındaki Pearson korelasyon analizi, D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>, LU\_BIA<sub>E\_A</sub>, D90\_BIA<sub>A\_A</sub> ve D91\_BIA<sub>A\_A</sub> denklemlerinde anlamlı ilişki (trend) belirlenmiştir. (sırasıyla  $r=-0,457$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,740$ ,  $p=0,000$ ), ( $0,405$ ,  $p=0,000$ ), ( $r=-0,482$ ,  $p=0,000$ ) ve ( $r=-0,395$ ,  $p=0,000$ ) Buna karşılık diğer denklemlerde anlamlı ilişki (trend) gözlenmemiştir (D91\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=-0,347$ ,  $p=0,001$ ), L\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=-0,107$ ,  $p=0,341$ ), K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=0,169$ ,  $p=0,129$ ), S\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=-0,008$ ,  $p=0,940$ ) ve SEG\_BIA<sub>E\_A</sub> ( $r=-0,086$ ,  $p=0,442$ ) (Şekil 4.8.).

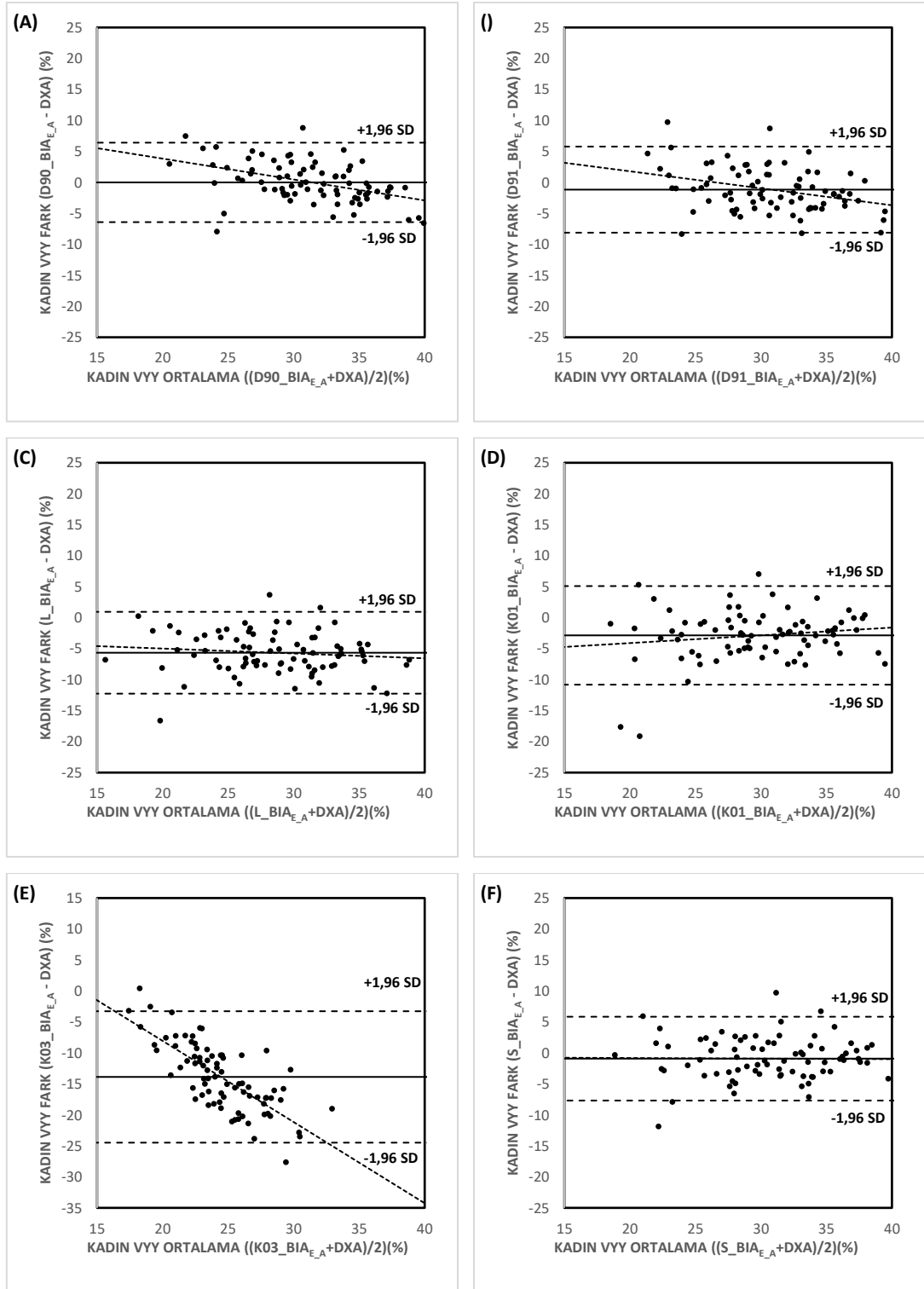


**Şekil 4.7.** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))

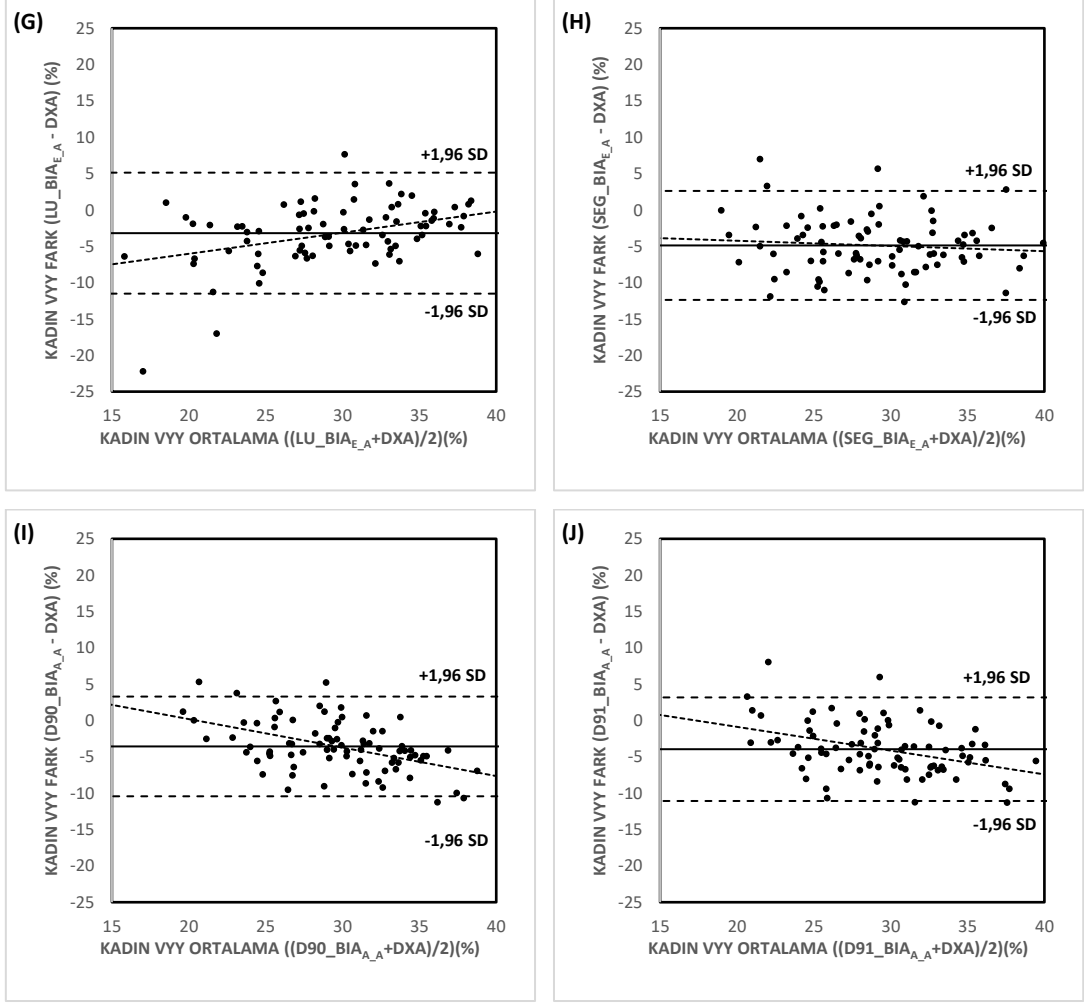




**Şekil 4.7. (Devam)** Erkek katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))



**Şekil 4.8.** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))



**Şekil 4.8. (Devam)** Kadın katılımcıların DXA ile ölçülen ve BIA yöntemlerinden kestirilen VYY değerlerinin tutarlılık sınırları. Sürekli çizgi: Fark ortalaması, Kesikli çizgiler: Alt ve üst tutarlılık sınırları. Noktalı çizgi: Ortalama ve fark değerleri arasındaki trend. (VYY: Vücut yağ yüzdesi (%))

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı yetişkin genç erkek ve kadınlarda, elden-ayağa ve ayaktan-ayağa BIA yöntemi ile elde edilen BIA parametrelerini kullanarak (impedans, rezistans ve reaktans) literatürde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan 8 farklı kestirim denkleminde (D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub>, L\_BIA<sub>E\_A</sub>, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, K03\_BIA<sub>E\_A</sub>, S\_BIA<sub>E\_A</sub>, LU\_BIA<sub>E\_A</sub> ve SEG\_BIA<sub>E\_A</sub>) hesaplanan YVK ve VYY değerlerini referans yöntem olarak kabul edilen DXA yöntemi ile karşılaştırarak geçerliliklerini belirlemektir.

Bu çalışmada BIA denklemlerinden elde edilen YVK ve VYY değerlerinin DXA'da ölçülenlerle arasındaki ilişki düzeyi Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı ( $\rho$ ) ile belirlenmiştir. YVK değerlerinin kestiriminde kullanılan LU\_BIA<sub>E\_A</sub>, K01\_BIA<sub>E\_A</sub>, L\_BIA<sub>E\_A</sub> ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemlerinin orta, diğer BIA denklemlerinin ise zayıf ( $\rho < 0,90$ ) uyum (doğruluk) düzeyine sahip oldukları saptanmıştır. VYY değerlerinde ise tüm denklemlerin zayıf ( $\rho < 0,90$ ) uyum (doğruluk) düzeyine sahip oldukları saptanmıştır (Tablo 4.4, Tablo 4.7).

Fark istatistikleri ve Lin'in uyumluluk (Concordance) analizleri dikkate alındığında bu çalışmanın ana bulgusu, genç erkeklerde LU\_BIA<sub>E\_A</sub> ve genç kadınlarda D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub>, S\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemlerinin vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde YVK değerlerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini; VYY değerleri açısından vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde ise genç erkeklerde K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemlerinin, genç kadınlarda ise D90\_BIA<sub>E\_A</sub> denkleminin kullanılabileceğini göstermiştir.

Bireysel seviyede değerlendirme için yapılan Bland-Altman grafikleme ve %95 tutarlık sınırları, YVK açısından erkeklerde LU\_BIA<sub>E\_A</sub> denkleminin en düşük yaygınlığa ve en düşük fark (hata) ortalamasına sahip olduğunu, kadınlarda ise D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemlerinin yaygınlık değerlerinin ve fark (hata) ortalamalarının düşük olduğunu göstermiştir. VYY değerleri için yaygınlıkları ve fark (hata) ortalamaları dikkate alındığında ise erkeklerde K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemlerinin, kadınlarda ise YVK'ye benzer şekilde D90\_BIA<sub>E\_A</sub> denkleminin referans değere yakın olduğu gözlenmiştir. Cinsiyetten bağımsız olarak YVK ve VYY değerleri açısından en yüksek fark (hata) ortalamasına, en düşük uyum

korelasyon katsayısına ve en geniş yaygınlığa sahip denklemin  $K03\_BIA_{E\_A}$  olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.6, Tablo 4.7). Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, tüm BIA denklemlerinin popülasyon spesifik ve formüle bağımlı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada geçerliği incelenen  $D90\_BIA$  ve  $D91\_BIA$  kestirim denklemlerinde hem elden ayağa hem de ayaktan ayağa BIA cihazından alınan impedans değerleri ayrı ayrı kullanılarak elde edilen YVK ve VYY değerleri referans yöntemle karşılaştırıldığında cinsiyetten bağımsız olarak ayaktan ayağa BIA yönteminden elde edilen sonuçların daha düşük uyumluluk korelasyon katsayısına sahip olduğunu göstermiştir (Tablo 4.3, Tablo 4.4). Bu iki denklem için tüm vücut impedans değerlerinden elde edilen YVK ve VYY değerlerinin kullanılabilirliği daha yüksektir. Böylece bu çalışmanın bulguları genç erkek ve kadınlarda elden ayağa BIA yöntemini kullanan denklemlerin vücut kompozisyonu belirlemede daha geçerli sonuçlar sunduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular genç erkeklerde  $K01\_BIA_{E\_A}$  ve  $LU\_BIA_{E\_A}$ , genç kadınlarda ise  $D90\_BIA_{E\_A}$ ,  $D91\_BIA_{E\_A}$  ve  $S\_BIA_{E\_A}$  denklemlerinin tek seferlik değerlendirme için kullanılabileceğini ancak özellikle atletik popülasyonda vücut kompozisyonunun sürdürülebilirliğini değerlendirmek ve dönemsel takip için elde edilen değerlerin dikkatli yorumlanması gerektiğini göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular aynı formülleri kullanan diğer çalışmaların bulguları ile uyumludur. Langer ve ark.(3) DXA yöntemini referans olarak benzer yaş aralığında (17-24 yaş) Brezilyalı erkek askeri öğrencilerde (n=396) 6 tanesi ( $D90\_BIA$ ,  $D91\_BIA$ ,  $L\_BIA$ ,  $S\_BIA$ ,  $LU\_BIA$  ve  $SEG\_BIA$ ) bu çalışmada da kullanılan 8 BIA denkleminin geçerliğini inceledikleri çalışmada, BIA denklemlerinden kestirilen YVK değerlerinin DXA'dan anlamlı derecede farklı olduğunu, ortak denklemlerden  $D91\_BIA$  ( $\rho_c=0,91$ ) ve  $S\_BIA$  ( $\rho_c=0,90$ )'nın orta düzeyde, diğer denklemlerin ise zayıf doğruluk düzeyine sahip olduklarını rapor etmişlerdir (3). Bland-Altman grafiklemesi ve %95 tutarlılık sınırları değerlendirmelerine göre de tüm BIA denklemlerinin çok geniş tutarlılık sınırlarında olduğunu ve  $L\_BIA$  ve  $S\_BIA$  dışındaki denklemlerde trend olduğunu belirtmektedir.  $LU\_BIA$  denklemi hariç bu çalışmada kullanılan denklemlerden elde edilen YVK değerleri de Langer ve ark.'nın bulgularına benzer şekilde DXA'dan anlamlı derecede

farklıdır. Ancak bu çalışmada Langer ve ark.'nın çalışmalarında kullandıkları denklemlerden biri olan LU\_BIA formülü kullanılarak genç erkeklerde kestirilen YVK değerleri DXA'da ölçülen değerlerle benzer bulunmuştur. Ek olarak Langer ve ark.'nın çalışmasında DXA ile karşılaştırıldığında D90\_BIA ve D91\_BIA denklemlerinin YVK değerlerini düşük kestirdiği diğer denklemlerde ise yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da D90\_BIA, D91\_BIA'nın yanı sıra S\_BIA'nın YVK değerleri DXA'dan anlamlı derecede düşük, SEG\_BIA ve L\_BIA'nın ise yüksektir. Bu bulgular BIA denklemlerinin popülasyondan popülasyona farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Nickerson ve ark. (10) 18-40 yaş aralığındaki sağlıklı, aktif kadın (n=40) ve erkeklerde (n=42) yaptıkları çalışmada referans yöntem olarak DXA, sualtı tartımı ve biyoelektrik impedans spektroskopisi verilerinden oluşturdukları 4 bileşenli model ile 3 tanesi bu çalışmada da kullanılan (D91\_BIA, K01\_BIA ve S\_BIA) 4 BIA denkleminin geçerliliğini incelemişler ve sadece S\_BIA denkleminin her iki cinsiyette YVK ve VYY değerlerinde yüksek geçerliliğe sahip olduğunu bulmuşlardır. Yine bu çalışma ile benzer şekilde etki büyüklükleri referans yöntemine yakın bulunmuştur. %95 tutarlılık sınırları değerlendirildiğinde VYY ve YVK değerleri için geniş tutarlılık sınırlarında olduğu ve kadınlarda S\_BIA VYY değerlerinde pozitif diğer değerlerde negatif yönlü trend olduğunu bulmuştur (10).

Bunun yanında Eliakim ve ark.(5) 14-17 yaş aralığında İsrail'li ergen balerinler (n=59) üzerinde yaptıkları çalışmada BKI, deri kıvrım kalınlığı, BIA yöntemlerinden belirlediği VYY değerlerini referans yöntem DXA karşılaştırmış ve deri kıvrım kalınlığı değerinin (r=0,8), BKI (r=0,66) ve BIA (r=0,63) değerlerinden daha yüksek korelasyon katsayısına sahip olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada YVK değerleri kullanılan BIA cihazının (RJL 101) yazılımından alınmış ve BIA kestirim denklemi çalışmada belirtilmemiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunu balerinlerin düşük yağ yüzdesine sahip olmalarına bağlamışlardır (5).

Talma ve ark. (40)'nın yaptığı meta analiz çalışmasında çocuk ve ergenlerde yapılmış 50 adet BIA geçerlik çalışması analiz edilmiş ve BIA cihazlarının sınıf içi korelasyon değerleri incelendiğinde yüksek güvenilirliğe sahip olduğu ancak tekrarlı test sonuçları değerlendirildiğinde VYY ortalamalarında önemli ölçüm hatalarına sahip olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak da BIA'nın VYY tahmininde pratik bir

yöntem olmasına rağmen referans yöntem ile yakınsak geçerliği, çelişkili sonuçları ve önemli ölçüm hataları olduğundan yağ kütlesi, YVK ve VYY değerlerini hassas şekilde ölçemeyeceği belirtilmiştir (40).

Vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut kütlesi, yağ kütlesi ve vücudun sıvı ve mineral dağılımı gibi vücut kompozisyonu bileşenleri hem sportif performansı hem de genel sağlık durumunu etkilemektedir (5, 6). Bunun yanında kuvvet ve dayanıklılık egzersizlerinin ve bireysel kilo verme programlarının etkisini gözlemlemek için de yaygın olarak kullanılmaktadır (18). Bu nedenle vücut kompozisyonunun pratik kullanım değeri yüksek doğru, geçerli ve güvenilir olarak değerlendiren yöntemlere ihtiyaç vardır. Sualtı tartım yöntemi ve DXA, Bod Pod gibi vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan referans yöntemler mevcuttur. STY, hem uygulayıcı hem de vücut kompozisyonu değerlendirilen birey için çok teknik, bilgi ve beceri gerektiren ve zaman alıcı bir yöntem olması, DXA ve Bod Pod'un ise çok pahalı ve ulaşılması zor yöntemler olmaları nedeniyle hem spor hem de genel sağlık amaçlı kullanımları yaygın değildir. BIA teknolojisi ucuz, zaman almayan ve üst düzey bilgi ve tecrübe gerektirmeyen ve kolay ulaşılan bir yöntem olduğu için hem atletik popülasyonda hem de sağlık için egzersiz programlarında ve özellikle kalabalık popülasyonların vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde yüksek kullanım değerine sahiptir. Bununla beraber bu çalışmanın bulguları, BIA teknolojisi kullanılarak ölçülen parametrelerden YVK ve VYY'yi kestiren denklemlerin popülasyona spesifik olduğunu göstermiştir. Ayrıca Türk popülasyonuna özel BIA denklemlerinin geliştirilmesi de bu açıdan önemlidir. Bu çalışmanın bulguları aynı zamanda BIA teknolojisini temel alan yöntemlerden elde edilen denklemlerin genellenebilir olmadığı konusunda da aydınlatıcı bilgi vermiştir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuç

Bu çalışmanın sonucunda, referans yöntem DXA ile karşılaştırılan 8 farklı BIA kestirim denkleminde LU\_BIA<sub>E\_A</sub> genç erkeklerde YVK değerinin belirlenmesinde, K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemleri genç erkeklerde VYY değerinin belirlenmesinde, D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemleri genç kadınlarda YVK değerinin belirlenmesinde ve D90\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemi ise genç kadınlarda VYY değerinin belirlenmesinde en düşük standart hata ve fark ortalamasına sahip denklemler olarak bulunmuştur. K03\_BIA<sub>E\_A</sub> denklemi ise YVK ve VYY değerinin belirlenmesinde her iki cinsiyet açısından en yüksek standart hata ve fark ortalamasına sahip bulunmuştur. Ayaktan ayağa BIA yöntemiyle elde edilen parametrelerin kullanıldığı denklemlerden elde edilen YVK ve VYY değerlerinin ise elden ayağa BIA yönteminden elde edilen parametrelerin kullanıldığı denklemlerden daha yüksek standart hata ve fark ortalamasına sahip olduğu bulunmuştur.

BIA ölçüm yönteminde elden ayağa BIA cihazlarının daha geçerli sonuçlar verdiği ve genç erkeklerde K01\_BIA<sub>E\_A</sub> ve LU\_BIA<sub>E\_A</sub>, genç kadınlarda D90\_BIA<sub>E\_A</sub>, D91\_BIA<sub>E\_A</sub> ve S\_BIA<sub>E\_A</sub> BIA kestirim denklemlerinin referans yöntem DXA ile korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu birbirinin yerine kullanılabileceği ancak kestirim hataları nedeniyle atletik popülasyonda vücut kompozisyonunun dönemsel takibi ve klinik çalışmalar gibi hassas ölçümün önem kazandığı durumlarda kullanımının uygun olmadığı bulunmuştur.

### 6.2. Öneriler

1. Genç erkek ve kadınlar için bu çalışmada kullanılan BIA denklemleri dışında denklemler kullanılabilir ve geçerlilikleri değerlendirilebilir.
2. Çoklu frekans BIA veya biyoelektrik impedans spektroskopisi (BIS) ile elde edilecek değerler ile BIA denklemlerinin geçerlilikleri değerlendirilebilir.
3. Aynı formüllerin değişik branşta erkek ve kadın sporcularda geçerliliği değerlendirilebilir.
4. Farklı yaş gruplarına uygun olarak Türk popülasyonu için geçerli BIA denklemleri geliştirilebilir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Frankenfield David C RWA, Cooney Robert N, Smith J.Stanley, Becker Dolores. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition*. 2001;17(1):26-30.
2. Sergi G, De Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging clinical and experimental research*. 2017;29(4):591-7.
3. Langer R, Borges J, Pascoa M, Cirolini V, Guerra-Júnior G, Gonçalves E. Validity of bioelectrical impedance analysis to estimation fat-free mass in the army cadets. *Nutrients*. 2016;8(3):121-33.
4. Turnagöl HH. Body composition and bone mineral density of collegiate American football players. *Journal of human kinetics*. 2016;51(1):103-12.
5. Eliakim A, Ish-Shalom S, Giladi A, Falk B, Constantini N. Assessment of body composition in ballet dancers: Correlation among anthropometric measurements, bio-electrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry. *International journal of sports medicine*. 2000;21(08):598-601.
6. Antonio J, Kenyon M, Ellerbroek A, Carson C, Burgess V, Tyler-Palmer D, et al. Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) versus a Multi-frequency Bioelectrical Impedance (InBody 770) Device for Body Composition Assessment after a 4-Week Hypoenergetic Diet. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2019;4(2):23-32.
7. Marra M, Sammarco R, De Lorenzo A, Iellamo F, Siervo M, Pietrobelli A, et al. Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. *Contrast Media & Molecular Imaging*. 2019;2019:1-9.
8. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. *Nutrition*. 2001;17(3):248-53.
9. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition*. 2004;23(5):1226-43.
10. Nickerson BS, Esco MR, Bishop PA, Schumacker RE, Richardson MT, Fedewa MV, et al. Validity of Selected Bioimpedance Equations for Estimating Body Composition in Men and Women: A Four-Compartment Model Comparison. *J Strength Cond Res*. 2017;31(7):1963-72.
11. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Acta diabetologica*. 2003;40(1):246 - 9.
12. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition*. 2004;23(6):1430-53.

13. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. *Nutrition*. 2000;16(4):245-54.
14. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian Journal of Medical Research*. 2018;148(5):648-58.
15. Sifil AA. Hemodiyaliz esnasında oluşan vücut kompozisyonu değişikliklerini saptamada Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri ve biyoelektrik impedans ölçümlerinin karşılaştırmalı analizi. [Uzmanlık Tezi]. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi; 1999.
16. Thibault R GL, Pichard C. Body composition: Why, when and for who? *Clinical Nutrition*. 2012;31(4):435-47.
17. Fields JB, Merrigan JJ, White JB, Jones MT. Body Composition Variables by Sport and Sport-Position in Elite Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(11).
18. Giovanelli L, Biganzoli G, Spataro A, Malacarne M, Bernardelli G, Spada R, et al. Body composition assessment in a large cohort of Olympic athletes with different training loads: possible reference values for fat mass and fat-free mass domains. *Acta diabetologica*. 2024;61:361–72.
19. Reber E, Gomes F, Vasiloglou MF, Schuetz P, Stanga Z. Nutritional Risk Screening and Assessment. *J Clin Med*. 2019;8(7).
20. Koşar ŞN, Güzel Y, Gören KM, Kin İşler A, Hazır T. Whole and segmental body composition changes during mid-follicular and mid-luteal phases of the menstrual cycle in recreationally active young women. *Annals of Human Biology*. 2022;49(2):124-32.
21. Kanellakis S, Skoufas E, Simitopoulou E, Migdanis A, Migdanis I, Prelorentzou T, et al. Changes in body weight and body composition during the menstrual cycle. *American Journal of Human Biology*. 2022;35(11):1-7.
22. Hicks CS, McLester CN, Esmat TA, McLester JR. A Comparison of Body Composition Across Two Phases of the Menstrual Cycle Utilizing Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, Air Displacement Plethysmography, and Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Exerc Sci*. 2017;10(8):1235-49.
23. Brodie D MV, Hutcheon R. Body Composition Measurement: A Review of Hydrodensitometry, Anthropometry, and Impedance Methods. *Nutrition*. 1998;14(3):296-310.
24. Salmi JA. Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2003;2(Suppl. 3):1-29.
25. Adeleke PA. Assessment of body composition techniques: a review of laboratory and field methods. *Journal of Human Kinetics and Health Education*. 2019;2(1):26-35.
26. Lowry DW, Tomiyama AJ. Air displacement plethysmography versus dual-energy x-ray absorptiometry in underweight, normal-weight, and overweight/obese individuals. *PLoS ONE*. 2015;10(1).
27. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1995;27(12):1692-7.
28. Heyward VH. Evaluation of body composition. *Sports Medicine*. 1996;22(3):146-56.

29. Blue MNM, Tinsley GM, Ryan ED, Smith-Ryan AE. Validity of Body-Composition Methods across Racial and Ethnic Populations. *Advances in Nutrition*. 2021;12(5):1854-62.
30. Lunar Technology Advantages <https://www.gehealthcare.de/-/jssmedia/feature/gehc/products/lunar-idxa/lunartechnology.pdf?rev=-1>: General Electric Company; 2017 [
31. Saglam M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Bosnak-Guclu M, Karabulut E, Tokgozoglu L. International physical activity questionnaire: reliability and validity of the Turkish version. *Perceptual and motor skills*. 2010;111(1):278-84.
32. Melda Ö. Üniversitede Eğitim-Öğretim Gören Öğrencilerde Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketinin Geçerliliği ve Güvenirliği ve Fiziksel Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2005.
33. Casa D. J. CSN, Galloway S. D. , Shirreffs S. M. Fluid needs for training, competition, and recovery in track-and-field athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29(2):175-80.
34. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *The American journal of clinical nutrition*. 1996;64(3):436S-48S.
35. Kyle U, Genton L, Hans D, Pichard C. Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). *Clinical nutrition*. 2003;22(6):537-43.
36. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *The American journal of clinical nutrition*. 2003;77(2):331-40.
37. Lukaski H, Bolonchuk W. Theory and Validation of the Tetrapolar Bioelectrical Impedance Method to Assess Human Body Composition. In: Ellis K, Yasamura S, Morgan W, editors. *In vivo Body Composition Studies*. London: The Institute of Physical Sciences in Medicine; 1987. p. 410-4.
38. Lawrence I, Lin K. Assay validation using the concordance correlation coefficient. *Biometrics*. 1992:599-604.
39. McBride G. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient. NIWA Client Report: HAM2005-062. 2005.
40. Talma H, Chinapaw M, Bakker B, HiraSing R, Terwee C, Altenburg T. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obesity reviews*. 2013;14(11):895-905.

## 8. EKLER

### EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri



**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 – (2)

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 16 OCAK 2018 SALI  
**Toplantı No** : 2018/02  
**Proje No** : GO 18/50 (Değerlendirme Tarihi: 16.01.2018)  
**Karar No** : GO 18/50-12

Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Tahir HAZIR' ın sorumlu araştırmacı olduğu, Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER, Arş. Gör. Gören KÖSE ile birlikte çalışacakları ve Yasin Ergün ACAR' ın yüksek lisans tezi olan, GO 18/50 kayıt numaralı, "*Vücut Kompozisyonunun Kestiriminde Kullanılan Bioelektrik İmpedans Denklemlerinin Genç Erkek ve Kadınlarda Geçerliliği*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU	(Başkan)	İZİNLİ	10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞ	(Üye)	11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ		(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım	(Üye)	12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN		(Üye)
4. Prof. Dr. Nedret SAGLAM	(Üye)	İZİNLİ	13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZUGLU	(Üye)	14. Doç. Dr. Can Ebru KURT		(Üye)
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL	(Üye)	15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖZ		(Üye)
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR		
8. Prof. Dr. Elmas Ebru ÇALIZIN	(Üye)	17. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN		
İZİNLİ				
9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)	18. Av. Meltem ONURLU		(Üye)

EK-2: Katılımcı Davet Afışı

# VÜCUT KOMPOZİSYONUNUZU ÖĞRENMEK İSTER MİSİNİZ?

Obesite, tüm dünyada yaşam kalitesini etkileyen önemli bir risk faktörüdür. Vücut kompozisyonunun belirlenmesi, beslenme durumunun değerlendirilmesi ve sağlık risklerinin tahmininde önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmada 18-25 yaş aralığındaki genç popülasyonda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan farklı ölçüm araçlarının standart yöntemle karşılaştırarak geçerliğini inceleyeceğiz.



Araştırmaya 18-25 yaş arası sağlıklı kadın ve erkek üniversite öğrencileri katılabilir.

**Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecek; size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.**

Vücut kompozisyonu analizi için Dual enerji X-ışını absorpsiyometre (DXA) ve Bioelektrik Impedans (BIA) yöntemleri kullanılacaktır.

Ölçüm öncesi bir gece açlık sonrası laboratuvarımıza gelerek ölçümlere katılmanızı ve sabah 9.00 ila 12.00 saatleri arasında **bir saatinizi** bize ayırmanızı istiyoruz. Ölçümlerde vücudun sıvı seviyesi (hidrasyon durumu) önemli olduğu için; 12 saat öncesine kadar ağır egzersiz yapmamalı ve 12 saat öncesine kadar nikotin, alkol ve kafeinli içecekler tüketmemelisiniz.



**ÖLÇÜM YERİ:** H.Ü. Beytepe Kampüsü, Spor Bilimleri Fakültesi

## ERKEK GÖNÜLLÜLER İÇİN

Ergün ACAR

E-posta mesajında iletişim bilgilerinizi belirtiniz.  
Size geri dönüş yapılacaktır.

## KADIN GÖNÜLLÜLER İÇİN

Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER

E-posta mesajında iletişim bilgilerinizi belirtiniz.  
Size geri dönüş yapılacaktır.



### EK-3: Aydınlatılmış Onam Formu

#### ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Benim adım Doç. Dr. Tahir Hazır. Yardımcı araştırmacım Uzman Y. Ergün ACAR ile beraber Vücut kompozisyonu ile ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “**Vücut Kompozisyonunun Kestiriminde Kullanılan Bioelektrik İmpedans Denklemlerinin Genç Erkek ve Kadınlarda Geçerliliği**”dir. Bu çalışmada vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan farklı ölçüm araçlarının standart yöntemle karşılaştırarak geçerliliğini inceleyeceğiz. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırmaya hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız. Obesite, tüm dünyada yaşam kalitesini etkileyen en önemli bir risk faktörüdür. Aynı zamanda insülin direnci, hipertansiyon gibi sistemik hastalıklarla da yakın ilişkilidir. Bu nedenle, vücut kompozisyonunun belirlenmesi, beslenme durumunun değerlendirilmesinde ve sağlık risklerinin tahmin edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Vücut kompozisyonu analizinde kullanılan farklı yöntemlerin içinde Dual enerji X-ışını absorpsiyometre (DXA) pratik, hassas ve kesin sonuçlarıyla referans yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir. 5 ila 10 dakikalık tüm vücut taramasıyla bölgesel vücut kompozisyonu oluşturması DXA'nın diğer avantajlarıdır. Ancak bu yöntem çok pahalı olması nedeniyle özellikle kalabalık popülasyonlarda kullanımı sınırlıdır. Vücut kompozisyon analizinde kullanılan bir diğer yöntem olan biyoelektrik impedans analizi (BIA) vücudun elektrik iletkenliğine ve oluşturduğu direncin de Ohm kanuna dayandığı varsayımına dayanmaktadır. Bunun yanında BIA, portatif, nispeten ucuz ve kullanımı kolay bir araç olması nedeniyle, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde; alternatif ve geçerli bir yöntemdir. Bu yöntem deneklerin ölçüm sırasında normal hidrasyon seviyesinde olması varsayımına dayanmaktadır. Yapılan çalışmalar BIA denklemlerinin ve referans değerlerinin etnik gruplar için geliştirilmesi gerektiğini ve popülasyon çalışmalarıyla (ırk, yaş ve cinsiyete özgü) geçerliliğinin sağlanmasını önermektedir. Bu çalışmanın amacı; Genç erkek ve kadınlarda iki farklı yöntemle ölçülen bioimpedans değerlerinden Yağsız Vücut Kitlesini kestiren seçilmiş formüllerin referans yöntemle karşılaştırarak geçerliliklerini belirlemektir. Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümünde gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılmanız araştırmanın başarısı için önemlidir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz sizin ölçüm saatinden 2 saat öncesinde hafif bir öğün tüketmeniz ve sonrasında besin alımınızı kesmeniz ve laboratuvarımıza gelerek ölçümlere katılmanızı ve sabah 9.00 ila 10.30 arasında bir buçuk saatinizi bize ayırmanızı istiyoruz. Ölçümlerde vücudun sıvı seviyesi (hidrasyon durumu) önemli olduğu için; 12 saat öncesine kadar ağır egzersiz yapmamalı ve 12 saat öncesine kadar nikotin, alkol ve kafeinli içecekler tüketmemelisiniz. Araştırma kapsamında öncelikle idrar örneğinizden idrar yoğunluğunuzu belirleyerek vücudunuzun hidrasyon durumunu belirleyeceğiz ardından boy, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kitlesini ölçeceğiz. Biz buna vücut kompozisyonu diyoruz. Vücut kompozisyonunuzu belirlemek için çıplak ayakla bir tartının üzerine çıkmanızı ve 8-10 sn beklemenizi isteyeceğiz. Daha sonra vücut kompozisyonunuzu farklı bir BIA cihazıyla ölçümü yapacağız. Bunun için 5 dk sırtüstü yatar bekleddikten sonra sağ el bileği, sağ el orta parmak, sağ ayak bileği ve sağ ayak 2. parmak olmak üzere elektrot yerleştireceğiz. Bu ölçüm 1-2 dk. sürecektir. Ardından DEXA ölçümü için cihazın ölçüm masasında en fazla 10 dk sırtüstü hareketsiz normal nefes alarak yatmanız istenecektir. Bu çalışmada karşılaşılabileceğiniz muhtemel risk ve rahatsızlıklar:

1. Vücut kompozisyonu ölçümü herhangi bir risk taşımamaktadır.
2. BIA ölçümü için yapıştırılacak elektrotlar sökülürken bir miktar acı verebilir.
3. DEXA ölçümü sırasında alacağınız radyasyon dozu çok düşük miktarda gerçekleşecek olup herhangi bir sağlık riski oluşturması beklenmemektedir.
4. Gebelerin veya gebelik şüphesi bulunanların DEXA ölçümüne katılmaları mümkün değildir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu çalışmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

**(Katılımcının/Hastanın Beyanı)**

Sayın Doç. Dr. Tahir Hazır tarafından Hacettepe Üniversitesi Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümünde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir çalışmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu çalışmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimalla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, **Doç. Dr. Tahir Hazır'ı** (iş veya (cep) no'lu telefonlardan ve Hacettepe Üniversitesi Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümünde adresinden arayabileceğimi biliyorum.

Bu çalışmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" olarak yer alma kararımı aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel. :

İmza

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel. :

İmza

**Katılımcı ile görüşen hekim**

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel. :

İmza

#### EK-4: Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

##### ULUSLARARASI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİ-KISA FORM

Bu bölümdeki sorular son 7 gün içerisinde fiziksel aktivitede harcanan zamanla ilgilidir.

Lütfen son 7 günde yaptığımız şiddetli fiziksel aktiviteleri düşünün. (işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarımızda yaptığımız spor, egzersiz veya eğlence vb.)

Şiddetli fiziksel aktiviteler yoğun fiziksel efor gerektiren ve nefes alıp verme temposunun normalden çok daha fazla olduğu aktivitelerdir. Sadece herhangi bir zamanda **en az 10 dakika** süre ile yaptığımız aktiviteleri düşünün.

**1. Geçen 7 gün** içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol, veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

**Haftada \_\_\_gün**  **Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım.** → (3.soruya gidin.)

**2.** Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

**Bilmiyorum/Emin değilim** **Günde \_\_\_saat** **Günde \_\_\_dakika**

**Geçen 7 günde** yaptığımız **orta** dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığımız fiziksel aktiviteleri düşünün.

**3.** Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi **orta** dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız? Yürüme hariç.

**Haftada \_\_\_gün**  **Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım.** → (5.soruya gidin.)

**4.** Bu günlerin birinde **orta** dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

**Günde \_\_\_saat** **Günde \_\_\_dakika**  **Bilmiyorum/Emin değilim.**

Geçen 7 günde **yürüyerek** geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığımız yürüyüş olabilir.

**5.** Geçen 7 gün, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

**Haftada \_\_\_gün**  **Yürümedim.** → (7.soruya gidin.)

**6.** Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

**Günde \_\_\_saat** **Günde \_\_\_dakika**  **Bilmiyorum/Emin değilim.**

Son soru, **geçen 7 günde hafta içinde oturarak** geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dâhildir. Bu masamızda, arkadaşımızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

**7.** Geçen 7 gün içerisinde, günde **oturarak** ne kadar zaman harcadınız?

**Günde \_\_\_saat** **Günde \_\_\_dakika**  **Bilmiyorum/Emin değilim.**



## EK-5: Orjinallik Raporu

### YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN BİYOELEKTRİK İMPEDANS DENKLEMLERİNİN GENÇ ERKEK VE KADINLARDA GEÇERLİĞİ

#### ORJİNALLİK RAPORU

**%8**

BENZERLİK ENDEKSİ

**%7**

İNTERNET KAYNAKLARI

**%3**

YAYINLAR

**%3**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

#### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<b>burkonturizm.com</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>2</b>	<b>openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>3</b>	<b>docplayer.biz.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>4</b>	<b>acikbilim.yok.gov.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>5</b>	<b>dergipark.org.tr</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>6</b>	<b>www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>7</b>	<b>f3bba6cf-80e1-40ec-9517-ec2ac1e5383b.filesusr.com</b> İnternet Kaynağı	<b>%1</b>
<b>8</b>	<b>journalofsportsmedicine.org</b> İnternet Kaynağı	<b>&lt;%1</b>

## EK-6: Dijital Makbuz

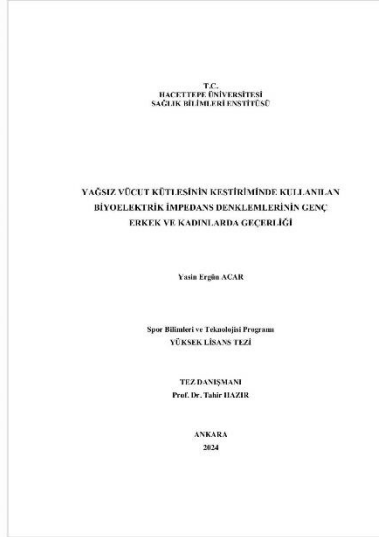


### Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Yasın Ergün Acar  
Ödev başlığı: YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN BİY...  
Gönderi Başlığı: YAĞSIZ VÜCUT KÜTLESİNİN KESTİRİMİNDE KULLANILAN BİY...  
Dosya adı: YAĞSIZ\_VÜCUT\_KÜTLESİNİN\_KESTİRİMİNDE\_KULLANILAN\_Bİ...  
Dosya boyutu: 2.22M  
Sayfa sayısı: 58  
Kelime sayısı: 14,214  
Karakter sayısı: 76,088  
Gönderim Tarihi: 25-Haz-2024 09:01ÖÖ (UTC+0300)  
Gönderim Numarası: 2408312700



## 9. ÖZGEÇMİŞ