

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

**VÜCUT YAĞININ SAPTANMASINDA ÇEŞİTLİ
ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERLE BİYOELEKTRİK
EMPEDANS VE ÇİFT FOTON ABSORBSİYOMETRİ
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Volkan ÖZKAYA**

**Tezi Yöneten
Doç.Dr.Betül ÇİÇEK**

**Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Mayıs 2010
KAYSERİ**

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

**VÜCUT YAĞININ SAPTANMASINDA ÇEŞİTLİ
ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERLE BİYOELEKTRİK
EMPEDANS VE ÇİFT FOTON ABSORBSİYOMETRİ
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Volkan ÖZKAYA**

**Tezi Yöneten
Doç.Dr.Betül ÇİÇEK**

**Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
TSY.09.772 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Mayıs 2010
KAYSERİ**

Doç.Dr.Betül ÇİÇEK Danışmanlığında **Volkan ÖZKAYA** tarafından hazırlanan “**Vücut Yağının Saptanmasında Çeşitli Antropometrik Ölçümlerle Biyoelektrik Empedans Ve Çift Foton Absorbsiyometri Yöntemlerinin Karşılaştırılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beslenme ve Diyetetik** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

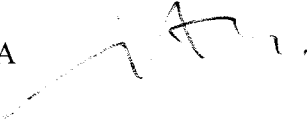
27/05/2010

JÜRİ**İmza**

Başkan : Prof. Dr. Neriman İNANÇ



Üye : Doç. Dr. Mustafa KULA



Üye : Doç. Dr. Betül ÇİÇEK(Danışman)

**ONAY**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

27/05/2010

Prof.Dr.Saim ÖZDAMAR
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans Eğitimimin başlangıcından itibaren ve tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi aşamasında engin bilgi ve deneyimini esirgemeyen, her zaman anlayışlı ve hoşgörülü olan saygı değer hocam ve danışmanım Doç. Dr. Betül ÇİÇEK'e,

Ders döneminde mesleki anlamda katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Neriman İNANÇ, Prof. Dr. Mualla AYKUT ve Doç. Dr. Habibe ŞAHİN'e,

Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Görevlisi Sayın Dr. Ahmet ÖZTÜRK'e,

Veri toplama aşamasında destek veren Özel Dünya Göz Hastanesi İzmit Şubesi, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı öğretim görevlisi Yard. Doç. Dr. Serkan İŞGÖREN'e ve Anabilim Dalı çalışanlarına,

Değerli aileme, bu süreçte her zaman beni destekleyen ve cesaretlendiren, daima sabır ve özveri ile yanımda olan değerli eşim Dyt. Şebnem Özgen ÖZKAYA'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

**VÜCUT YAĞININ SAPTANMASINDA ÇEŞİTLİ ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERLE
BİYOELEKTRİK EMPEDANS VE ÇİFT FOTON ABSORBSİYOMETRİ
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
ÖZET**

Günümüzde teknolojiye ilerlemelerle birlikte vücut yağ miktarının saptanmasında antropometrik ölçümlerden çeşitli çevre ve deri kıvrım kalınlığı (DKK) ölçümlerine ek olarak, bilgisayarlı tomografi, magnetik rezonans, biyoelektrik empedans (BIA) ve daha çok kemik-mineral yoğunluğunun ölçümü için kullanılan çift foton absorptiometri (DEXA) cihazları kullanılmaktadır. Bu araştırma, vücut yağının saptanmasında DKK ve BIA ölçümlerinden elde edilen değerlerin DEXA ölçümü ile saptanan sonuçlarla karşılaştırmak ve sağlıklı popülasyondaki geçerliliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya yaşları 18–65 arasında olan, gönüllülük esasına dayalı rastgele seçilmiş, yaşları benzer olan 134 birey alınmıştır. Bireylerin 67'si (%50) kadın ve 67'si (%50) erkektir. Araştırmada BIA, DEXA ölçümleri uygun cihazlarla yapılmış ve bireylerin 7 farklı vücut bölgesinden alınan DKK ile 8 farklı bölgeden de çevre ölçümleri alınarak, forma kaydedilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler, SPSS 15.0 istatistik programı yardımı ile değerlendirilmiş, antropometrik ölçümlerden elde edilen verilerin karşılaştırılmasında Student's t-testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Vücut yağ yüzdesini saptamada kullanılan denklemlerin birbirleri arasındaki uyumu belirlemek için Bland-Altman yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel karşılaştırmalar MedCALC 9.2 paket programı ile yapılmıştır. Araştırma kapsamına alınan bireylerin yaş ortalaması 37.3 ± 10.6 yıl, BKİ ortalaması ise 28.3 ± 6.7 kg/m²'dir. Bireylerin çevre ölçümleri incelendiğinde, en yüksek ortalama değerler bel ve kalça değişkenleridir. Vücut yağ yüzdesini hesaplamada kullanılan DEXA, BIA ölçümleri ve deri kıvrım kalınlığı formülleri arasındaki ilişki incelendiğinde DEXA-BIA iyi korelasyon ($r=0.86$, $p<0.001$) göstermektedir. DEXA-DKK formülleri arasındaki ilişkiye bakıldığında Yuhasz ve Black formülleri ile iyi korelasyon gösterirken ($r=0.56$, $r=0.74$, $p<0.001$), diğer formüller ile DEXA ölçümü çok iyi korelasyon ($r>0.75$, $p<0.001$) göstermektedir. BIA ölçümü ile Yuhasz formülü iyi korelasyon gösterirken ($r=0.68$, $p<0.001$), BIA yöntemi ile diğer formüller çok iyi korelasyon ($r>0.75$, $p<0.001$) göstermektedir. DEXA'nın referans yöntem olarak kullanıldığı bu araştırmada; DEXA, BIA ve DKK yöntemleri arasındaki korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmış ve dolayısıyla bu yöntemlerin birbiri yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoelektrik İmpedans Analizi, Deri kıvrım kalınlığı, Çift Foton Absorbsiyometri, Vücut Bileşimi, Vücut Yağ Yüzdesi

**THE COMPARISON OF VARIOUS ANTHROPOMETRIC INDICES, BIOELECTRIC
IMPEDANCE AND DUAL PHOTON ABSORPTIOMETRY TECHNIQUES TO
DETERMINE BODY FAT**

ABSTRACT

Along with the technical improvements, in addition to the conventional anthropometric indices as various girth measurements and skinfold thickness (SFT); computerized tomography, magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance (BIA) and dual photon absorptiometry (DEXA) which is mainly preferred for bone mineral density analyses are used to determine body fat. This research is conducted to compare the body fat values obtained from SFT and BIA measurements to DEXA and to validate the results in a healthy population. Totally, 134 voluntary subjects similarly aged between 18-65 years are included. Of the subjects, half was (50%) male and half was (50%) female. Proper equipments were used for BIA and DEXA analyses and the SFT from 7 different sites and girth from 8 different sites were measured and recorded. The data was analyzed with SPSS 15.0 software. Student's t-test and Mann-Whitney U tests were performed to compare anthropometric indices. The concordance between the body fat percent equations was determined by Bland-Altman analysis. The statistical analysis were performed with MedCALC 9.2 package program. The mean age of the subjects were 37.3 ± 10.6 years and mean body mass index of the subjects were 28.3 ± 6.7 kg/m². According to the girth measurements, the highest values represented waist and hip circumferences. According to the body fat percent equations, DEXA and BIA measurements; DEXA and BIA gave good correlation ($r=0.86$, $p<0.001$). DEXA and SFT equations (Yuhasz and Black) gave good correlation ($r=0.56$, $r=0.74$, $p<0.001$), while the other equations gave very good correlation with DEXA ($r>0.75$, $p<0.001$). BIA and Yuhasz equation gave good correlation ($r=0.68$, $p<0.001$), while the other equations gave very good correlation ($r>0.75$, $p<0.001$). As DEXA is accepted as a gold standard in the current study, significant correlations were detected between DEXA, BIA and SFT and the replacement within these measurements were concluded.

Key words: Bioelectric Impedance Analysis, Body Composition, Body Fat Percent, Skinfold Thickness, Dual Photon Absorptiometry,

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

İÇ KAPAK	I
KABULONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ.....	XI
KISALTMALAR	XII
 1.GİRİŞ VE AMAÇ	 1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. VÜCUT BİLEŞİMİ.....	3
2.1.1. Atomik Düzey Modeli	5
2.1.2. Moleküler Düzey Modeli.....	7
2.1.3. Hücresel Düzey Modeli	9
2.1.4. Doku-Sistemler Düzeyi Modeli	10
2.1.5. Tüm Vücut Düzeyi Modeli.....	11
2.2. VÜCUT YAĞININ SAPTANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER	13
2.2.1.Direkt (Doğrudan)Yöntemler	14
2.2.1.1. Kadavra Analizi (Nekropsi).....	14
2.2.2. İndirekt (Dolaylı) Yöntemler.....	14
2.2.2.1. Laboratuar Yöntemleri	14
2.2.2.1.1. Sualtı Ağırlık Ölçüm Yöntemi (Hidrodansitometre)	16
2.2.2.1.2. Sulandırılmış Helyum.....	16
2.2.2.1.3. Toplam Vücut Potasyum Ölçümü (K^{40})	17
2.2.2.1.4. Toplam Vücut Suyunun İzotop Dilüsyon İle Saptanması (TBW)	17
2.2.2.1.5. Nötron Aktivasyon Analizi	17

2.2.2.1.6. Akustik Pletismografi	18
2.2.2.1.7. Total Vücut Elektriksel Geçirgenliği (Total Body Electrical Conductivity, TOBEC)	18
2.2.2.1.8. Ultrasonografi (US)	19
2.2.2.1.9. Bilgisayarlı Tomografi (Computerized Tomography, CT) ..	19
2.2.2.1.10. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi (Magnetic Resonance Imaging, MRI)	21
2.2.2.1.11. Biyoelektriksel İmpedans Analiz (Bioelectric Impedance Analysis, BIA)	22
2.2.2.1.12. Çift Enerjili X- Işınları Absorbsiyometrisi (Dual Energy X-Ray Absorptiometry, DEXA)	25
2.2.2.2. Saha Yöntemleri	27
2.2.2.2.1. Antropometrik Ölçümler	27
2.2.2.2.1.1. Deri Kıvrım Kalınlığı	28
2.2.2.2.1.2. Çevre Ölçümleri	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
3.1. VERİLERİN TOPLANMASI	34
3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE YÖNTEMİ	34
3.2.1. Antropometrik Ölçümler	34
3.2.1.1. Biyoelektrik Empedans Analizi Ölçümleri	39
3.2.1.2. Çift Enerjili X- Işınları Absorbsiyometrisi Ölçümleri	40
3.3. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER VE VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	41
3.4. KULLANILAN FORMÜLLER	43
4. BULGULAR	46
4.1. BİREYLERE İLİŞKİN TANIMLAYICI ÖZELLİKLER	46
4.2. CİNSİYETE GÖRE BIA İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE FARKLI DENKLEMLERLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI	54
4.2.1. Erkeklerin BIA ile Saptanan VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması	54
4.2.2. Kadınlara Göre BIA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması	57

4.3. CİNSİYETE GÖRE DEXA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE BIA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ	60
4.3.1. Erkek de DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle BIA Cihazı ile Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması	60
4.3.2. Kadınlara Göre DEXA İle Belirlenmiş Vücut Yağ Kütle Değerleri İle BIA Cihazı ile Belirlenmiş Vücut Yağ Kütle Değerlerinin Karşılaştırması	63
4.4. CİNSİYETE GÖRE DEXA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE VE FARKLI DENKLEMLERLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI.....	63
4.4.1. Erkekler DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması	67
4.4.2. Kadınlara Göre DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması	74
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	75
6.KAYNAKLAR	90
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 2.1. Vücut bölümleri ve bunların belirlenmesinde kullanılan yöntemler	5
Tablo 2.2. Vücut bileşim düzeyleri ve bunların bileşenleri	6
Tablo 2.3. Vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajları	6
Tablo 3.1. Deri kıvrım kalınlıkları ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamalar	37
Tablo 4.1. Araştırma Kapsamına Alınan Bireylerin Antropometrik Özellikleri ve Bunlara Ait Değerler	49
Tablo 4.2. Yöntemlerden elde edilen VY% değerler farkları	50
Tablo 4.3. Erkek Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi	53
Tablo 4.4. Kadın Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi	72
Tablo 4.5. Araştırmaya Katılan Tüm Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi	72
Şekil 2.1. Atomik düzey ve bileşenleri	6
Şekil 2.2. Moleküler düzey ve bileşenleri	8
Şekil 2.3. Vücut bileşen modelleri	9
Şekil 2.4. Hücresel düzey ve bileşenleri	10
Şekil 2.5. Doku-Sistem düzey ve bileşenleri	11
Şekil 2.6. Tüm vücut düzeyi ve bileşenleri	11
Şekil 3.1. Bel çevresi ölçümü	35
Şekil 3.2. Kalça çevresi ölçümü	35
Şekil 3.3. Holtain kaliper ve deri kıvrım kalınlığı sıkıştırılması	36
Şekil 3.4. Triceps deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.5. Biceps deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.6. Subskapular deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.7. Suprailliak deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.8. Abdomen deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.9. Göğüs deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.10. Uyluk deri kıvrım kalınlığı	38
Şekil 3.11. TBF-300 biyoelektriksel empedans analizatörü	39
Şekil 3.12. Norland XR-36 kemik dansitometresi	41

Şekil 4.1.	Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning–Womersley 1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	54
Şekil 4.2.	Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	55
Şekil 4.3.	Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	56
Şekil 4.4.	Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	56
Şekil 4.5.	Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	57
Şekil 4.6.	Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	58
Şekil 4.7.	Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.3 (DW-3)denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	59
Şekil 4.8.	Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	59
Şekil 4.9.	Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	60
Şekil 4.10.	Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	61
Şekil 4.11.	Kadınların DEXA ile saptanan VYK ve BIA cihazı saptanan VYK’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	61
Şekil 4.12.	Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	62
Şekil 4.13.	Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve Deurenberg ve ark. (DEU) denklemi ile hesaplanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	63
Şekil 4.14.	Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve Sloan-Weir (S-W) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	64
Şekil 4.15.	Erkeklerin Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	64

Şekil 4.16.	Erkeklerin Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	65
Şekil 4.17.	Erkeklerin Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	66
Şekil 4.18.	Erkeklerin Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	66
Şekil 4.19.	Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve Deurenberg ve ark. (DEU) denklemi ile hesaplanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi.....	67
Şekil 4.20.	Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve Sloan-Weir (S-W) denklemi ile hesaplanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi	68
Şekil 4.21.	Kadınların Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi ...	68
Şekil 4.22.	Kadınların Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi ...	69
Şekil 4.23.	Kadınların Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi ...	70
Şekil 4.24.	Kadınların Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi ...	70

KISALTMALAR

AD	: Adipoz Doku
BIA	: Biyoelektriksel İmpedans Analiz
BKİ	:Beden Kitle İndeksi
Ca	: Kalsiyum
C	: Karbon
CHO	: Karbonhidratlar
Cl	: Klor
CT	: Bilgisayarlı Tomografi
DEXA	: Çift Foton Absorbsiyometresi
DKK	: Deri Kıvrım Kalınlığı
EKS	: Ekstrasellüler Sıvı
ESS	: Ekstrasellüler Solid
FFM	: Yağsız Kütle
g	: Gram
H	: Hidrojen
H ³	: Trityum
H ²	: Döteryum
İK	: İskelet Kası
ICF	: İntrasellüler sıvı
K	: Potasyum
KM	: Kemik Mineral
LTM	: Yağsız Kemiksiz Doku Kitlesi
M	: Mineral
MRI	: Manyetik Rezonans Görüntüleme

XIII

Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
N	: Nitrojen
n	: Kişi sayısı
O	: Oksijen
P	: Fosfor
S	: Kükürt
SS	: Standart Sapma
SFT	: Skinfold
TBW	: Toplam Vücut Suyu
TOBEC	: Total Vücut Elektriksel Geçirgenliği
Tvpro	: Total Vücut Proteini
US	: Ultrasonografi
VA	: Vücut Ağırlığı
VHK	: Vücut Hücre Kitlesi
VY	: Vücut Yoğunluğu
VYK	: Vücut Yağ Kütlesi
VY%	: Vücut Yağ Yüzdesi
YDM	: Yumuşak Doku Mineral
$\bar{X}$	: Ortalama

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda hızla değişen bilimsel ve teknolojik gelişmeler, bir yandan bireylerin beslenme alışkanlıklarını değiştirip bir yandan da onları hareketsiz bir yaşama yönlendirerek bireylerin sağlık durumunu olumsuz etkilemektedir. Bunun en belirgin örneği; Türkiye’ de ve dünyada giderek artan aşırı kiloluluk, obezite ve obeziteye bağlı olarak ortaya çıkan kronik hastalıkların prevalansındaki artıştır.

Sağlıklı olmanın temel göstergelerinden biri, dengeli bir vücut bileşimine sahip olmak ve bu dengeyi devam ettirebilmektir. Aşırı kiloluluk ve obezitenin oldukça arttığı günümüzde bu konu daha da önem kazanmaktadır. Ancak sadece aşırı kilolu ve obez bireylerde değil, kabul edilebilir Beden Kitle İndeksi (BKİ) değerine sahip bireylerde, sporcularda, yaşlılarda ve bazı hastalıklarda da vücut bileşimi dengesinin sağlanması ve bunun sürdürülmesi önem taşımaktadır.

Aşırı kiloluluk ve obezitenin saptanmasında öncelikli olarak BKİ kullanılsa da yapılan çalışmalarda aşırı kiloluluğun tanımlanmasında tek başına BKİ’nin yeterli olmadığı gösterilmektedir. Literatüre göre, obezitenin tanımlanmasında vücuttaki yağ ve yağsız kütlenin saptanmasının, BKİ’nden çok daha geçerli olduğu gösterilmektedir.

BKI'nin yanı sıra vücut bileşimini belirlemede sıklıkla antropometrik ölçümler, BIA ve DEXA gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. DEXA ve BIA cihazlarının pahalı olması ve bu cihazların her klinikte kullanılamamasına bağlı olarak, daha basit ve ucuz olan antropometrik yöntemlere başvurulmaktadır. Farklı yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirleriyle uyumsuz çıkması ve kesin sonuç vermemesi nedeniyle en geçerli, güvenilir, hasta açısından az risk teşkil eden ve düşük maliyetli yöntemin bulunması ile ilgili araştırmalar son dönemde giderek artmaktadır. En uygun yöntemin belirlenmesi; sağlık harcamalarını asgari düzeye indirip, bireylerin en az riske maruz kalarak doğru teşhis ve tedaviye ulaşmalarına olanak sağlayacaktır.

Bu çalışma; beslenme durumunun önemli göstergeleri olan yağsız vücut kütlesi, vücut yağı kütlesi ve vücut yağı yüzdesinin belirlenmesinde kullanılan skinfold ve BIA ölçümlerinden elde edilen değerler ile altın standart olarak kabul edilen DEXA ile saptanan sonuçları karşılaştırmak ve sağlıklı birey popülasyonundaki geçerliliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. VÜCUT BİLEŞİMİ

Vücut bileşiminin araştırılması yazılı tarih kadar eskidir. Vücut biçimi ve bileşimi, yüzyıllar boyu değişik nedenlerle güncelliğini daima korumuştur (1,2). Bu araştırmaların tarihi, Khorsabad’da bulunan ve İsa’dan önce 800 yıllarına ait olduğu saptanan yazıtlarda, Asur Kralı II. Sargon’un, savaşta yenilmezliğini, boy ve kuvvetinin tanrılar tarafından artırılmasına bağladığını ifade etmesiyle görülmektedir (3). Milattan önce 440’da, Hippocrates ise vücudun dört bölüme ayrılarak incelenebileceğini belirtmiştir. Bu bölümler kan, balgam, siyah safra ve sarı safradır. Buna benzer bir hipotez aynı zamanda eski Çinli bilginler tarafından da önerilmiştir. Bu bilginler insan vücudunda beş ögenin bulunduğunu (metal, odun, su, ateş ve toprak) ve bu öğelerin insan vücudunu dengede tuttuğunu, bu öğelerdeki herhangi bir orantısızlığın hastalığa yol açabileceğini belirtmişlerdir. Daha sonraları İbn-i Sina (Avicenna) (980–1037) organ boyutlarıyla ilgili yüzeysel bilgiler vermiştir. Bu tarihten 500 yıl sonra Andreas Vesalius (1514–1564) de “*Humani Corporis Fabrica*” adlı incelemesinde organ boyutları ve ağırlıkları hakkında bilgi vermiştir (4). Modern anlamdaki vücut bileşimi araştırmalarının gerçek anlamda temel çalışmaları 19. yüzyıl (yy) ortalarında ve 20. yy başlarında yapılan çalışmalarla; bu çalışmaları takiben,

Behnke'nin 1940'ların başında, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesi için su altı tartım yöntemi ve iki bileşen modeli vücut bileşim araştırmalarına bir basamak olmuştur (5). 1900'lü yılların başlarında subkutan yağ dokusu, deri kıvrım kalınlığı(DKK) ölçüm yöntemiyle belirlenmeye başlanmıştır. Daha sonra 1960 ve 1970'lerde, bu ölçümler toplam vücut yoğunluğu ve vücut yağ kestirimi için birçok antropometrik denklemler oluşturulmuştur (6-11). Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren vücut bileşimini değerlendirme konusundaki araştırmalar hızla artmıştır. Bu gelişmeye paralel olarak vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan birçok yeni yöntem geliştirilmiştir (12).

Vücut bileşimi genel olarak yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların orantılı bir şekilde bir araya gelmesi olarak tanımlanmaktadır (13,14). Erişkin bir insanın vücut bileşiminin %16'sını protein, %15-20'sini yağ, %0.5'ini karbonhidrat, %4.5'ini mineral ve %60'ını su oluşturmaktadır (15).

Vücut bileşimi; genetik, iklim, yaş, cinsiyet ve beslenmeyle değişmektedir (15). Yağ kütlesi vücudun en değişken kısmıdır ve aynı cins, boy ve ağırlıktaki bireyler arasında değişkenlik gösterir. Genellikle kadındaki vücut yağ miktarı erkektekinden fazladır. Kadınlarda yağ kütlesi toplam vücut ağırlıklarının yaklaşık %25'ini, erkeklerde ise bu oran %15'ini içermektedir (15-18).

Vücut bileşiminin değerlendirilmesi pek çok alanda kullanılmaktadır. Toplam vücut yağının belirlenmesi yaygın, popüler ve aynı zamanda halk sağlığı, fiziksel antropoloji, spor ve egzersiz bilimi ve daha spesifik olarak kinantropometri, fizyoloji, biyomekanik, oksoloji ve ergonomi alanında kullanılmaktadır (19-21). Vücut bileşiminin değerlendirilmesi genellikle sağlık riski oluşturabilecek bileşenlerin yetersiz ya da aşırı olup olmadığının belirlenmesi için gereklidir. Obezite ve osteoporoz gibi bazı kronik hastalıklarda vücut yağ ve kemik mineral yoğunluğunun düzeyi, uygun tıbbi girişimin ve klinik tanının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (21,22). Örneğin intraabdominal adipoz doku ve subkutan abdominal doku arasındaki oranın bilinmesi, kardiyovasküler, pulmoner, metabolik ve diğer hastalıkların klinik değerlendirilmesinde oldukça önemlidir (23,24). Bebeklik ve çocukluk döneminde beslenme durumu değerlendirilirken vücut bileşiminin saptanması, bu erken dönemde optimal beslenmenin belirlenmesinde etkili olabilmektedir (22). Ayrıca bu ölçümler kişinin ideal ağırlığını, egzersiz durumunu ve diyetinin içeriğini belirlemek amacıyla da

kullanılabilmektedir. Periyodik yapılan vücut bileşimi ölçümleri ise egzersiz ve diyetin veya büyüme gelişme ile ilgili veya hastalıklarla ilgili durumlarda vücut bileşimindeki değişikliği incelemek amacıyla kullanılabilmektedir (20, 23, 24).

Vücut bileşimi belirlenirken vücut çeşitli bölümlere ayrılarak değerlendirilir (14). Birçok araştırmacı tarafından vücut bileşimini iki bölümde incelenirken (yağsız kütle ve yağ kütlesi) Heymsfield ve ark. (12) vücut bileşiminin beş düzeyde incelenebileceğini belirtmişlerdir. Bu düzeyler; atomik, moleküler, hücresel, doku sistemi ve tüm vücut olarak ifade edilmiştir (25).

Tablo 2.1’de vücut bölümleri ve bunların belirlenmesinde kullanılan yöntemler özetlenmiştir (26).

Tablo 2.1. Vücut bölümleri ve bunların belirlenmesinde kullanılan yöntemler

Model	Ölçülen	Yöntem
Atomik	Oksijen, karbon, hidrojen ve diğer mineraller(azot, kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt ve sodyum gibi)	Manyetik Rezonans, Kadavra Analizi, İn vitro Nötron Aktivasyon Yöntemi
Moleküler	Yağ (lipidler) ve yağsız doku (su, protein ve mineraller)	Dual Foton Absorbsiyometresi
Hücresel	Hücre topluluğu (konektif doku hücreleri, epitelyal hücreler, nöral hücreler ve adale hücreleri), ekstrasellüler sıvı, ekstrasellüler mineraller	K^{40} Ve K^{42} Yöntemi
Anatomik (doku)	Kan ve serum ölçümleri, cilt altı yağ dokusu, abdominal yağ dokusu, iskelet kasları, düz kaslar ve kemik	Kadavra Analizi, Bilgisayarlı Tomografi, Batın Ultrasonografisi, Cilt Altı Ultrasonografisi, Plikometre
Tüm vücut	Elektrik geçirgenlik, sudaki ağırlık, Antropometri, Dansitometre	Biyoelektrik impedans, Toplam Vücut Elektriksel Geçirgenliği

2.1.1. Atomik Düzey Modeli

Atomlar ve elementler insan vücudunun temel taşlarıdır. İnsan vücudunda 106 elementin, yaklaşık 50 tanesi çeşitli organ ve dokulara dağılmış şekilde bulunur (18). Altı temel element (oksijen(O), karbon(C), hidrojen(H), nitrojen(N), kalsiyum(Ca) ve fosfor(P)) vücut ağırlığının >%98’ini, tek başına O ise >%60’ını (%23 C, %10 H,

%25 N, %1.4 Ca, %1.1 P), geriye kalan 44 element ise vücut ağırlığının <%2'sini oluşturur (27). Vücut bileşimini atomik düzeyde tanımlayan vücut ağırlığı denklemi olarak belirlenmiştir (18). 70 kg ağırlığındaki referans bir erkeğin atomik düzeydeki vücut bileşimi şekil 2.1.'de görülmektedir.

$$\text{Vücut Ağırlığı} = \text{O} + \text{C} + \text{H} + \text{N} + \text{Ca} + \text{P} + \text{S} + \text{K} + \text{Na} + \text{Cl} + \text{Mg} + \text{R}^*$$

R*: Geriye kalan elementler

Düzey I: Atomik			
	Element	Miktar (kg)	Vücut Kitle %
	Oksijen	43.0	61.0
	Karbon	16.0	23.0
	Hidrojen	7.0	10.0
	Nitrojen	1.8	2.6
	Kalsiyum	1.0	1.4
	Geri kalan	1.2	2.0

Şekil 2.1. Atomik düzey ve bileşenleri

Tablo 2.2'de vücut bileşim düzey modelleri ve bunların bileşenleri özetlenmiştir (22).

Tablo 2.2. Vücut bileşim düzeyleri ve bunların bileşenleri.

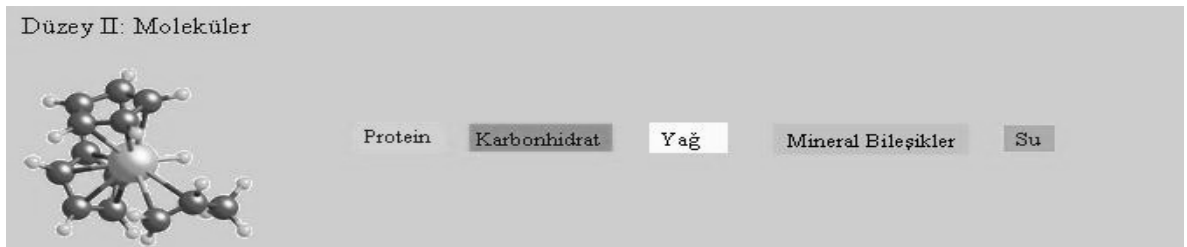
Düzey	Vücut Bileşim Modeli	Bileşen sayısı
Anatomik	BM = H+O+N+C+ Na+K+Cl+P+Ca+Mg+S	11
Moleküler	BM = VYK + TBW + TVPro + KM + YDM + CHO	6
	BM = VYK + TBW + TVPro + M	4
	BM = VYK + TBW + Yağsız katı	3
	BM = VYK + KM + Rezidüel	3
	BM = VYK + FFM	2
Hücresel	BM = Hücreler + EKS + ESS	3
	BM = VYK + VHK + EKS + ESS	4
Doku-Organ	BM = AD + İK + Kemik + Viseral Organlar + Diğer Dokular	5
Tüm Vücut	BM = Baş + Gövde + Ekstremiteler	3

(AD, adipoz doku; VHK, vücut hücre kütlesi; CHO, karbonhidratlar; EKS, ekstrasellüler sıvı; ESS, ekstrasellüler solid; FFM, yağsız doku kütlesi; VYK, Vücut yağ kütlesi, M, mineral; KM, kemik mineral; YDM, yumuşak doku mineral; İK, iskelet kası; TVPro, toplam vücut proteini; TBW, toplam vücut suyu)

Vücutta bulunan elementlerin saptanması sonucu çeşitli vücut bölümleri hakkında bir fikir sahibi olunabilir. Sağlıklı bireylerde toplam vücut potasyumunun hesaplanması intrasellüler sıvı miktarı ve toplam hücre kütlesi hakkında bilgi verir (21,28). Dışarıdan verilen Bromit (Br) gibi maddelerin dilüsyon volümleri saptanarak ekstrasellüler sıvı volümü hesaplanabilir. Atomik düzey modelinde doğrudan sonuç veren yöntem in vivo nötron aktivasyon analizidir. Belli enerji düzeyine sahip nötronlarla vücut ışınlandıktan sonra, bu nötronların vücutta oluşturduğu izotopların yaydığı gamma ışınlarının enerjisi hesaplanır (28). Böylece, organizmada var olan elementin değişime uğrayan izotopunun yaydığı enerji hesaplanarak o elementin miktarı saptanır. Ca, H, Na, N miktarı bu yöntemle hesaplanabilir (29). Altın standart yöntemlerden biri olmasına karşın dünyada sayılı merkezlerde uygulanması ve hastayı radyasyona maruz bırakması nedeniyle yaygın kullanım alanı yoktur (28). Bunun dışında intrasellüler sıvı miktarı ve toplam hücre kütlesi hakkında bilgi veren toplam vücut potasyum ölçümü (K^{40}) de kullanılmaktadır (30). Nadir olarak ise civa ve iyot gibi iz elementler “in vivo” da X-ray floresan analizi ile ölçülebilenken, kadmiyum nötron aktivasyon analizi ile de ölçülebilmektedir (31,32).

2.1.2. Moleküler Düzey Modeli

İnsan vücudunda bulunan çok sayıdaki kimyasal bileşik beş temel gruba ayrılabilir. Bu gruplar lipit, su, protein, karbonhidrat ve minerallerdir (18,33). Vücuttaki yağ miktarı %10-50 arasında değişmektedir. Normal bir insanda vücut bileşiminin %60-70'i sudur (34). Bunun yaklaşık %34'ü intrasellüler, %26'sı ise ekstrasellüler ortamda bulunmaktadır (18). Ekstrasellüler alanda bulunan su; interstisyel alan, plazma, bağ dokusu, kemik ve gastrointestinal sistem olarak beş ayrı kompartımanda yer alır (35).



Şekil 2.2. Moleküler düzey ve bileşenleri

Proteinler vücut bileşiminin %15'ini oluşturmaktadır. Vücutta birçok protein türü vardır; noninvaziv yöntemlerle kas ve kas dışı proteinler olarak ölçülebilmektedirler (36).

Normal sağlıklı bir insanda 1 kg kadar glikojen vardır. Glikojenin yaş ve vücut ağırlığına göre yaklaşık %1'i karaciğer, %2'si ise iskelet kasında bulunur (12).

Mineraller sağlıklı bir insanda vücut ağırlığının %5'ini oluşturmaktadır. Kemik ve yumuşak doku mineral deposu olarak ikiye ayrılarak değerlendirilir. Kemik dokusundaki temel mineral kalsiyum tuzudur (hidroksiapatit). Yumuşak dokuda bulunan mineraller ise bilindiği gibi Na, K, Mg, Cl gibi iyonlardır (37).

Her ne kadar moleküler düzeyde vücut 5 ayrı grupta incelense de, pratikte vücut bileşimini değerlendiren yöntemlerde bu gruplar birleştirilmektedir (38). Örneğin iki kompartmanlı model; vücutu yağ kütlesi ve yağsız kütle (Vücut ağırlığı = Yağ dokusu + yağsız vücut kütlesi) olarak ikiye ayırır (25,27,39). Bu metot yetişkinler arasında kullanılan en yaygın yaklaşımdır. İki kompartman modeli, büyümeyle birlikte yağsız doku kütlesindeki su, protein ve mineral miktarının değişmesi nedeniyle bebeklerde ve genç çocuklarda ideal bir ölçüm yöntemi değildir (22).

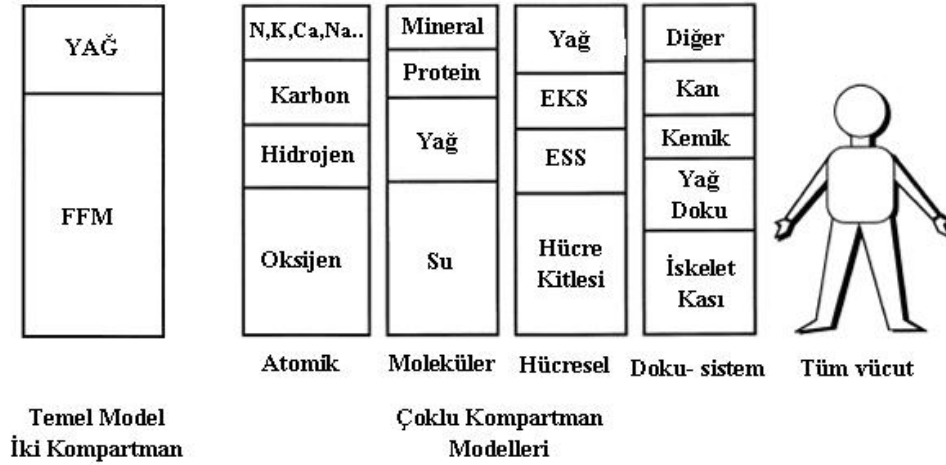
Üç kompartmanlı model; İki kompartman modeline alternatif olan üç kompartman modeli vücutu yağ, su ve solid (Vücut ağırlığı= yağ dokusu + yağsız vücut kütlesi + kemik mineral içeriği) olarak 3 gruba bölmektedir (39,40).

Dört kompartmanlı model; Vücut ağırlığı=yağ dokusu+su+mineral rezidüel (glikojen, protein) olarak incelenmektedir (38). Dört kompartman modeli, vücut kütlesi ve ağırlığı, toplam vücut volümü, toplam vücut suyu ve kemik mineral miktarının ölçümünde kullanılmaktadır (40). Dört kompartman modeli, vücut bileşiminin belirlenmesinde en kesin yöntem olarak kabul edilir. Ayrıca çocuk ve yetişkinler için oluşturulan yeni bir vücut bileşimi metodunun geçerliliği için kriter metot olarak da sıklıkla kullanılmaktadır (22).

Farklı etnik gruplarda multikomponent modeli, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi çalışmasında güçlü referans model olarak önerilse de, etnik gruplar arasında hala iki kompartman modeline dayalı tahmin eşitlikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (39,41).

Moleküler seviyede vücut bileşimlerini belirlemede kullanılan yöntemlerde doku dansitesi esas alınır. Su, glikojen ve yağ dokusu homojen olduğu için gravimetrik

yöntemlerle dansiteleri kolayca hesaplanabilir. Protein, kemik dokusu ve yumuşak doku ise; amino asit, mineral ve elektrolitlerden oluşan heterojen bir yapıda olduğundan dansitelerini tayin etmek güçtür (42). Moleküler düzeyde vücut kompozisyonunu belirlemede kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Dual enerji x-ray absorbsiyometri (DEXA) ve BIA, bu yöntemler içerisinde son yıllarda en çok kullanılmaya başlayan yöntemlerdir (12,18).

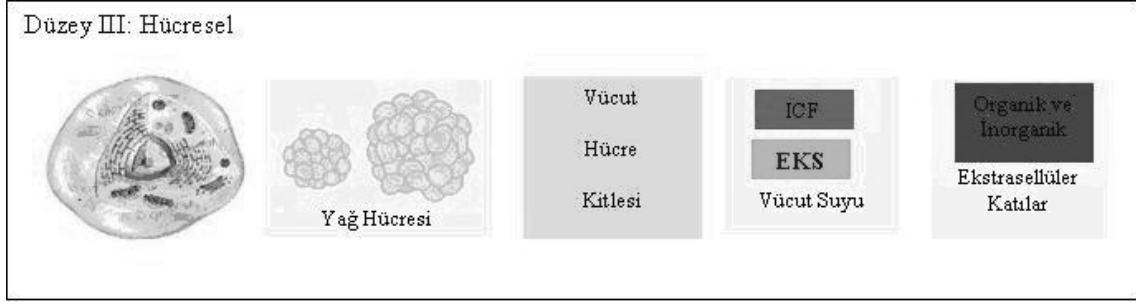


Şekil 2.3. Vücut bileşen modelleri

2.1.3. Hüresel Düzey Modeli

Hücreler; metabolizma, büyüme ve üremeyi içine alan yaşamın karakteristiklerine sahip yapılardır. Farklı özelliklere sahip binlerce hücre insan vücuduna dağılmış halde bulunur (18). Hücre kütlesi, hüresel düzeyin ölçülen en önemli bileşenidir (43). Hücre seviyesinde organizma 3 grupta incelenmektedir; hücre kütlesi, ekstrasellüler sıvı ve ekstrasellüler solid (40).

1. Hücreler: Hücre ağırlığı = kaslardaki hücreler + bağ (yağ hücreleri de dahil) + epitel ve sinir dokuları
2. Ekstrasellüler sıvılar = plazma + hücreler arası sıvı (interstisyel sıvı)
3. Ekstrasellüler katılar = organik + inorganik ekstrasellüler katılar



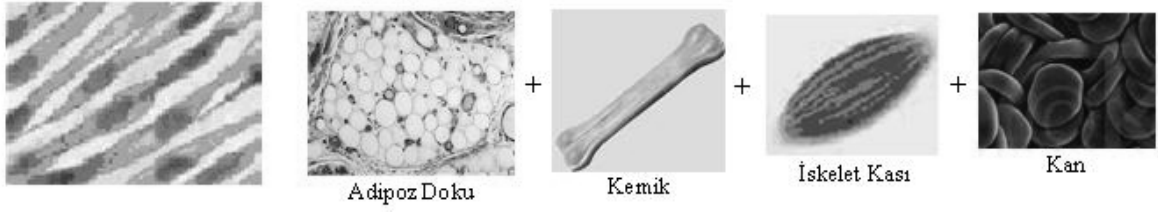
Şekil 2.4. Hücresel düzey ve bileşenleri

Ekstrasellüler sıvı yaklaşık %95 oranında su içermektedir ve bu intravasküler boşluktaki plazmada ve ekstrasellüler boşluktaki dokular arasında bulunur. Ekstrasellüler katılar organik ve inorganik kimyasal bileşiklerden oluşmaktadır. Referans bir erkeğin kuru kemik düzeyinin %65'ini inorganik ekstrasellüler katılar oluşturur. Kemikte bulunan başlıca element Ca ve P'dur. Diğer inorganik bileşikler arasında bikarbonat, sitrat, Mg ve Na yer alır (18,43). Ekstrasellüler sıvı ve plazma hacminin ölçülmesinde, İzotopik Dilüsyon değerlendirilmesi yapılmaktadır. Ekstrasellüler katı ise nötron aktivasyon analizi ile saptanmaktadır (18). Vücuttaki K'nın %95'inden fazlasının intrasellüler sıvı bölümünde yer aldığı düşünüldüğünde, vücut hücre kütlesinin değerlendirilmesinde de atomik düzey modelinde olduğu gibi, K^{40} tüm vücut taraması kullanılmaktadır (43).

2.1.4. Doku-Sistemler Düzeyi Modeli

Doku düzeyi modelinde organizmanın temel bileşenleri; yağ dokusu, iskelet kası, viseral organlar ve iskelet dokusu olarak belirtilir (40,43). Doku-sistemler düzeyi modelinde; Bilgisayarlı Tomografi (CT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve Ultrason (US) metotları deri altı yağın, viseral adipoz dokunun ve bölgesel kas kütlesinin tahmini için kullanılmaktadır (30). Yirmi dört saatlik idrarda kreatinin ve N-metil histidin atımı ile iskelet kas kütlesi; DEXA ve MRI ile kemikler; organlar ise MRI ve CT ile ölçülebilmektedir (18).

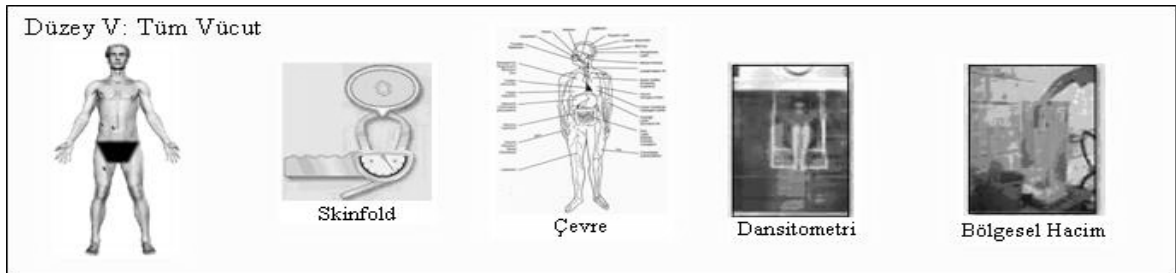
Düzy IV: Doku



Şekil 2.5. Doku-Sistem düzey ve bileşenleri

2.1.5. Tüm Vücut Düzeyi Modeli

Vücudu baş, gövde ve uzuvlar olarak üç bölgeye ayırır (44). İnsan ve hayvanların atomik, moleküler, hücrel ve doku-sistem düzeyinde vücut bileşimleri benzerdir. Tüm vücut düzeyinde vücut bileşimi insanları hayvanlardan ayırmaktadır. Vücut bileşimi; vücut yapısı, şekli, dış görünüşü ve fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Tüm vücut düzeyinde vücut bileşimini saptamak için birçok antropometrik ölçüm önerilir (18). Deri kıvrım kalınlığı, vücut ağırlığı, BKI, yüzey alan, bölge uzunluğu, bölgesel ve toplam vücut su hacmi ve vücut yoğunluğu (hidrodensitometri) ölçümleri en çok kullanılan antropometrik uygulamalardır (30,43). Tüm vücut düzey modelinin ölçüm yöntemleri Şekil 2.6.'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Tüm vücut düzeyi ve bileşenleri.

Bahsedilen beş modelden herhangi birisiyle, araştırmanın amacına uygun olarak birkaç vücut komponenti veya kompartımanı araştırılabilir. Örneğin ilaç metabolizma çalışmaları için plazma volümü, beslenme ve metabolik durumun değerlendirilmesi için kas kütlesi ve protein depolarının ölçümü hedeflenir. Bu amaçla vücut bileşiminin farklı yönlerinin değerlendirilebildiği çok sayıda yöntem geliştirilmiştir (18).

Vücut bileşiminin beş düzeyi birbiri ile ilişkilidir. Bunun anlamı herhangi bir düzey hakkındaki bilgi diğer bir düzey için de kullanılabilir. Bu konu, vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan birçok yöntemin temelini oluşturduğundan oldukça önemlidir. Bugün kullanılmakta olan vücut bileşimi yöntemleri varsayımlar üzerine kurulmuştur ve çoğunlukla kadavra analizleri veya gözlem araştırmalarından deneysel olarak elde edilmiştir (18). Geleneksel olarak vücut bileşiminin değerlendirilmesinde iki kompartmanlı modeller temel alınmaktadır. Bunlar VYK ve FFM'dır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak vücut bileşimi çok kompartmanlı yöntemlerle (multi kompartman) değerlendirilmeye başlanmıştır (30). Genellikle bu değerlendirme içinde EKS ve intrasellüler (ICF) sıvı içeren toplam vücut suyu (TBW), VYK, kemik (BM) ve protein (P) yer almaktadır (45).

iki kompartmanlı modeller: $VYK + FFM = VA$

çok kompartmanlı modeller: $TBW (EKS + ICF) + VYK + BM + P = VA$

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler sayesinde insan vücuduna ilişkin ölçüm olanakları oldukça artmıştır. Vücut kompozisyonu ölçümünde farklı yaş, etnik köken ve sağlık durumuna göre farklılıkların olabileceği göz önüne alınmalıdır (46-48). Birçok araştırmacı subkutan yağ miktarının kestirimini toplam yağ oranı, yaş, cinsiyet, yağlılık derecesi gibi biyolojik faktörler ve ölçüm tekniğine bağlı olarak %20-70 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yetişkinler için geliştirilen vücut kompozisyonu kestirim denklemleri, vücut yağ yüzdesini fazla belirlemesine (%7-13) rağmen literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (49).

Sağlıklı normal bireylerin vücut bileşiminin belirlenmesinde vücut yoğunluğu kullanılarak ölçümler yapılmaktadır. Vücut yağ oranına yüksek olan bireyler, vücut yağ oranına düşük olan bireylere göre daha az vücut yoğunluğuna sahiptirler. Vücut yağ oranının doğrudan ölçülmesi için tek yöntem diseksiyon ve kadavra analiz yöntemidir. Bu nedenle diğer tüm yöntemler dolaylı yöntemlerdir. Vücut bileşimini belirlemek, basit ve ucuz saha yöntemlerinden karmaşık ve pahalı laboratuvar yöntemlerine kadar değişmektedir. Bu yöntemlerde ölçülecek kişinin becerisi, araç-gereç farklılıkları, bireyle iletişim gibi faktörler geçerlilik ve güvenilirliği etkilemektedir (46).

2.2. VÜCUT YAĞININ SAPTANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Vücut bileşiminin belirlenmesi ile ilgili yöntemler; direkt ve indirekt ölçüm yöntemleri olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Direkt yöntem sadece kadavra üzerinde uygulanmaktadır. Canlı bireyler üzerinde uygulanması mümkün değildir. İndirekt metotlar ise laboratuvar ve saha yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Laboratuvar metotlar; vücut kompozisyonun değerlendirilmesinde kullanılan saha metotları ve tahmini eşitlikler için referans veya kriter metotlardır. Laboratuvar metotları genellikle daha pahalı, daha zor ve zaman alıcıdır (24).

Tablo 2.3’ de vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajları özetlenmiştir (12).

Tablo 2.3. Vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajları

Yöntem	Güvenirlilik	Maliyet	Radyasyon	Zaman	Hasta uyumu
Kadavra analizi	+++	--			
Nötron aktivasyon	+++	--	--	++	++
Dansitometri	++	+		++	+/-
Dilüsyon tekniği	++	+/-	-	+	+
⁴⁰ K analizi	++	-	-	++	++
DEXA	++	-	-	++	++
CT	++	--	--	++	++
MRI	++	--		++	+
US	+	++		+	+
BIA	+	+		+++	+++
Antropometri	+	+++		++	++
+++; mükemmel ++; çok iyi +; iyi +/-; kötü değil -; kötü --; çok kötü					

2.2.1.Direkt (Doğrudan)Yöntemler

2.2.1.1. Kadavra Analizi (Nekropsi)

Vücut bileşimini belirlemede kullanılan en kesin yöntemdir. Bu ölçüm daha çok “altın standart” olarak vücut yağ miktarının belirlenmesinde ve diğer yöntemlerden elde edilen verilerle karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Kadavra diseksiyonuyla gerçekleştirilebilir. Ancak insan kadavrasındaki çalışmalar sınırlıdır (2,50). Kadavra çalışmaları visceral yağ ve retroperitoneal yağ miktarını ayırabilen tek yöntemdir. Ayrıca kadavra çalışmaları ile ilgili incelenen dokuların *vital* olanlardan su içeriği bakımından farklı olduğu ve sonuçların karşılaştırmasının yanıltıcı olabileceği ile ilgili çalışmalar da mevcuttur (51).

2.2.2. İndirekt (Dolaylı) Yöntemler

Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan indirekt yöntemler laboratuvar ve saha yöntemleri olarak ayrılmaktadır.

2.2.2.1. Laboratuvar Yöntemleri

2.2.2.1.1. Sualtı Ağırlık Ölçüm Yöntemi (Hidrodansitometre)

Vücut bileşiminin en hassas ölçümlerinden birisi, sualtı ölçümü yoluyla vücut yoğunluğunun ölçülmesidir. Bu teknik, Arşimet’in “su içindeki ağırlık kaybı, kütle hacmine eşittir” prensibine dayanmaktadır (14,24). Kişinin yerdeki ağırlığından, su içinde tartılan ağırlığı çıkartılır. Vücut hacmi, kişi su içinde iken havuzdan taşan suyun hacmine eşittir. Su altındaki ağırlık; akciğer hacmine göre düzeltilerek havadaki ağırlıktan çıkarılır, suyun dansitesine göre düzeltilir ve böylece vücut hacmi bulunur. Sonra vücut ağırlığı, vücut hacmine bölünerek vücut dansitesi elde edilir (52). Bu metoda göre bireylerin vücut yoğunlukları hesaplanır ve VY%’si saptanır (53). İki kompartmanlı bir ölçüm sistemidir. Sualtı ağırlık ölçüm yöntemi ile vücut yoğunluğu ölçümü; vücut bileşiminin belirlenmesi için “altın standart” olarak kabul edilmektedir (54-56).

Sualtı ölçüm yönteminde, toplam vücut yoğunluğunun ölçülmesinde deneklerin suya batırılması gerekir. Bu işlem öncesinde, erkek bireyler mayo, bayan bireyler iki parçalı mayo giymeli ve tartılmalıdır (57). Bireyler ölçüm öncesi boşaltımını yapmış olmalıdır. Geçerli bir ölçüm için bireyin maksimum solunum yaptıktan sonra soluğunu tutması ve tamamen suyun içerisine dalması gerekmektedir (52). Reziduel volüm(RV) ölçülür ve

en sıklıkla kullanılan yöntem kapalı devre spirometre sistemi ile ölçülen oksijen dilüsyon yöntemidir. Bireyin suda kapladığı hacmin ve sualtı ağırlığının bireyin normal ağırlığı ile karşılaştırılması, tüm vücut yoğunluğunun hesaplanmasında kullanılır. Daha sonra sonuç reziduel akciğer hacmi ile düzeltilir (56).

Kas ve kemik dokusunun yoğunluğu, sudan fazla iken, yağ dokusunun yoğunluğu daha azdır. Bu nedenle fazla miktarda kas ve kemik dokusu olan birey suda daha ağır ölçülmektedir. Bu nedenle daha fazla vücut yoğunluğuna ve daha düşük yağ yüzdesine sahip olmaktadır. Ölçümler yapıldıktan sonra vücut yoğunluğu hesaplanır ve formüller aracılığıyla VY% belirlenir(18).

Vücut yoğunluğu (VY)= $VA / [(VA - \text{sudaki ağırlık} / \text{su yoğunluğu}) - (RV + 0.11)]$ (58).

Vücut yoğunluğu belirlendikten sonra; vücut yoğunluğundan, yağ oranının hesaplanması;

Yağ % = $(495 / \text{Vücut Yoğunluğu}) - 450$ (Siri) (59)

Yağ % = $(420.1 / \text{Vücut Yoğunluğu}) - 381.3$ (Keys-Brozek) (18)

Yağ % = $(457 / \text{Vücut Yoğunluğu}) - 414.2$ (Brozek) (18,59)

Yağ % = $(505.3 / \text{Vücut Yoğunluğu}) - 461.4$ (Behnke- Formülü) (18) formülleri ile yapılmaktadır.

Sualtı ağırlık ölçümlerinde çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Bu yöntemle vücut yağı bir denklem aracılığıyla belirlenmektedir (59). Elde edilen bu değer, vücut yağ yüzdesine çevrilirken yine bir denklem kullanılmaktadır. Bu denklemin de en az diğer denklem kadar güvenilir olması beklenmektedir (60). Ayrıca yağ ve yağsız kütle yoğunlukları; yaş, cinsiyet, vücut yağlılık ve aktivite düzeyi ile değişmektedir. Bu nedenle farklı popülasyonlar için farklı yoğunluk denklemleri kullanılmalıdır (61).

Bu yöntemin yanılma derecesi 0.0015-0.0020 g/ml veya vücut yağ miktarının %1'den daha düşüktür (62). Bununla birlikte başta çocuklar olmak üzere tümüyle suya daldırma bireylerin önemli bir kısmı için olanaksız olabilir (63). Son yıllarda geliştirilen pletismografik yöntemler, kişinin tamamen suya batırılmasına ve akciğer hacminin hesaplanmasına gerek göstermemektedir. Ancak daha pahalı bir donanım gerektirmektedir (38).

2.2.2.1.2. Sulandırılmış Helyum

Havanın yer değişim yöntemi ile vücut hacmini ölçmesi temeline dayanan 1953'te ortaya konulmuştur. Bu yöntemde bireyler 15 lt hacminde helyum ölçme sistemine bağlanmış 400 lt hacimli bir odaya yerleştirilmekte, gazın yoğunluğu ile bireylerin hacmi hesaplanmakta ve vücut yağı yüksek olan bireyler için helyum yoğunluğundaki değişkenlikler gözlemlenmektedir (13,14).

2.2.2.1.3. Toplam Vücut Potasyum Ölçümü (K^{40})

Tüm vücut sayacı (Whole body counter) kullanılarak K^{40} (potasyum) ölçülür (63). K, başlıca intrasellüler yerleşim gösteren bir katyondur ve depo halindeki trigliseritlerin yapısında bulunmamaktadır. Bu yüzden vücut yağ oranının tespit edilmesinde ayırt edici bir etkidir. Vücuttaki tüm K miktarı yağsız kütleye aittir (14,65). Vücut potasyumu sıklıkla vücut hücre kütlesi (VHK) veya vücuttaki metabolik aktif dokuların ölçümü için referans metot olarak kabul edilmektedir (24). Tüm vücut gama spektrometresi aracılığıyla vücuttaki K miktarı ölçülür. Yağsız vücut kütlelerinin K miktarı elde edilen bulgulara göre kadınlarda 45-60 mmol/kg, erkeklerde 50-70 mmol/kg olarak bulunurken; bazı çalışmalarda erkeklerde 2.66g/kg, kadınlarda 2.5g/kg; diğer bir çalışmada ise erkeklerde 2.46 g/kg, kadınlarda 2.34g/kg olarak bulunmaktadır (64,65).

Vücut potasyum miktarı radyoaktif sayımla ortaya çıkarılır. Sayım; sodyum iyodür (NaI) kristallerinin dedektör olarak veya likit sayacıyla yapılır. Bu çalışmalarda yağsız ağırlığın kilogramı başına erkeklerde 2.66g, kadınlarda 2.5g K^{40} içerdiği kabul edilmiştir. Yağsız dokunun K^{40} 'ı doğal olarak emmemesi nedeniyle kas kütlesi hesaplanabilmektedir. Sonra ağırlıktan kas kütlesi çıkarılarak yağ kütlelerinin hesaplanması yapılmaktadır (13,14,66).

$$LBW = \frac{{}^{40}K \text{ (g) miktar}}{\text{Katsayı}}$$

Maliyetinin yüksek olması ve ulaşılabilir olmaması nedeniyle rutinde ve klinikte kullanımı pratik olmayan bir metottur (14,24,67).

2.2.2.1.4. Toplam Vücut Suyunun İzotop Dilüsyon İle Saptanması (TBW)

Yağ dokusunun su içermemesi prensibine dayanan bir yöntemdir (67). Toplam vücut suyu, sağlıklı ve hasta bireylerde izotop dilüsyonu yöntemiyle ölçülebilir (68). İki kompartman esasına dayanır. Döteryum (H^2), Tritium (H^3) veya oksijen izotopu (O^{18}) ile işaretli su içirildikten sonra bunların çeşitli vücut salgılarındaki yoğunlukları ölçülerek toplam vücut suyu miktarı bulunur. Bu izotoplar vücutta aynen su gibi dağılım gösterir ve su gibi atılır (30,52,67). Vücut suyunun indirekt olarak vücut yağı ile ilgili olması nedeniyle vücuttaki toplam su miktarı tespit edilerek vücut yağı tahmin edilir. Bu teknik, radyoaktif elementlerin vücuda enjeksiyonunu gerektirdiğinden kullanımı sınırlıdır (14). H^3 elementinin kullanılması çocuklarda, doğurganlık çağındaki kadınlarda ve tekrarlanması gereken ölçümlerde tercih edilmemektedir. Ama sayımı, kolaylığı yönünden tercih sebebidir. H^2 stabil bir izotop olduğundan çocuklarda ve gebe kadınlarda kullanılabilir. Buna karşın, ölçüm yöntemi zordur (52). Yağsız doku kütlesi nispeten sabit bir şekilde ortalama % 73.2 oranında su içerdiğinden, hesaplanan toplam vücut suyu 0.732 ile çarpılarak yağsız kütle miktarı bulunur. Daha sonra bireyin ağırlığından yağsız kütle düzeyi çıkartılarak toplam yağ dokusu hesaplanır. Döteryum dilüsyonu ile hesaplanan toplam vücut suyu yaş ve cinsiyete göre değişiklik gösterebilir. Bu izotopların dışında Na^{22} , Na^{24} ve K^{42} gibi çeşitli radyoaktif ve üre, brom, antiprin ve etanol gibi radyoaktif olmayan maddeler de kullanılmaktadır (52,67).

2.2.2.1.5. Nötron Aktivasyon Analizi

İnsan vücudunun multielementer ölçümü için mevcut tek yöntemdir. Atomik düzeyde in vivoda kimyasal analize dayanmaktadır. Bu yöntem bazı izotopların çekirdeklerinin yüksek ve düşük enerji nötronlarına dönüşüm yeteneğine dayanır (69). Vücut bileşimini belirleyerek yağ miktarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Protein, su, mineral ve yağdan oluşan dört kompartmanlı bir modele dayanır ve toplam vücut protein miktarı hesaplanır. Vücut birleşiminin belirlenmesinde kadavra analizlerine en yakın sonuç veren bir yöntemdir (24). Vücuttaki hedef elementlerin atomlarının nötronlar tarafından bombalanması, Ca^{49} ve N^{15} gibi dengesiz izotopların oluşmasına neden olur. Böyle izotoplar karakteristiği olan gama ışını salarak dengeli hale gelirler. Bu enerji ölçülerek o elementin miktarı belirlenir (52). Tüm elementlerin birikimi ise emisyon ölçümüyle belirlenebilmektedir (24). Ölçüm işlemi standart gama spektrografik analizlerle yapılmaktadır (52). Bu ölçümler analiz edilerek azot (vücut proteini ölçümü), hidrojen

(vücut suyunun ölçümü), karbon (yağ ölçümü) ve kalsiyum (kemik mineral ölçümü) değerleri belirlenmektedir. Cl, P, Mg ve Na gibi diğer elementler de vücudun diğer özgün bölümleri için ölçülebilmektedir (12,67).

Doğru sonuç vermesine rağmen sistemin pahalı oluşu, dünyadaki sayılı merkezlerde bulunması, deneyimli personel gerektirmesi ve radyasyon yayması yaygın olarak kullanılmasını engellemektedir (12,24,52). Tüm elementlerin analizi için gereken toplam radyasyon dozu, bir kardiyografi radyasyon dozunun yaklaşık altı katıdır (66). Yayılan radyasyon, ortalama 0.5-2.5 mSv olabilmektedir (52).

2.2.2.1.6. Akustik Pletismografi

Yöntem, Helmholtz yasasına dayanır. Kapalı bir boşluktaki titreşimin frekansı, boşluğun hacminin karesiyle ters orantılıdır. Kişi böyle bir ortama konulduğunda, oda hacmi azalırken, titreşim frekansı artacaktır. Bireyin ağırlığından yola çıkarak, vücut yoğunluğu tahmin edilmektedir. Buradan da, formüller yardımıyla vücut bileşimi hesaplanmaktadır (2).

2.2.2.1.7. Toplam Vücut Elektriksel Geçirgenliği (Toplam Body Electrical Conductivity, TOBEC)

Toplam vücut yağının belirlenmesinde kullanılır (52). Elektromanyetik alanlarda yağ ve su bileşenlerinin cevabı birbirinden farklılık göstermektedir. Bu yöntem ilk önce kasaplık et ve canlı hayvanların yağsız et miktarının ölçümünde kullanılmış ve daha sonra insanlara uygulanmış bir yöntemdir. Yağsız dokunun elektrik enerjisini yağ dokusundan daha iyi iletmesi sistemine dayanmaktadır (18,52,68). Bu yöntem içinden 2.5-5.0 mHz alternatif radyo dalgası geçen uzun sarmal bobinden oluşmaktadır. İçi boşken ve içinde birey varken ölçülen manyetik alan farklılıklarının hesabı ile yağsız doku miktarı belirlenir (18).

Birey elektromanyetik bir alana yerleştirildiğinde, elektriksel geçirgenlikteki değişikliğe dayalı bir yöntemdir. Yöntem basit, hızlı ve risksiz olup, sualtı ölçümü yapılamayan bireylerde kullanılabilir (68). Ölçümün, tekrarlanabilirliği yaklaşık ikidir ve tahmin edilen yağsız vücut kütlelerinde bulunan hata yetişkinlerde 3 kg'dır (18). Bu yöntem çocuklarda da kullanılabilir (52). Cihazın pahalı oluşu ve taşınmasının pratik olmayışı yaygın kullanımını engellemektedir (67).

2.2.2.1.8. Ultrasonografi (US)

Vücuda yüksek frekansta ses dalgaları (ultrasound) gönderip, farklı doku yüzeylerinden yansımalarının (eko) tespiti temeline dayanan bir görüntüleme yöntemidir (14). Bu tekniğin temel prensibi, bir prob (probe) içinde elektrik enerjisinin yüksek frekanslı ultrasonik enerjiye çevrilmesidir. Bu daha sonra vücuda kısa pulslar halinde gönderilir (52). Ses dalgaları iki farklı yapıdaki maddeyi ayıran yüzeyle (kas-yağ gibi) karşılaştığında, bir bölümü yoluna devam ederken, bir bölümü yansır. Yüzeye dik olarak gelen ses dalgaları, dik olarak yansıyarak transdüsere gelir. Ses dalgaları yayıldıktan sonra deriyi geçerek yağ dokusuna ve oradan da kas dokusuna ulaşır. Yağ dokusundan yansıyan ses dalgaları geriye, transdüsere döner. Kas-hava yüzeyinden ultrasonik radyasyonun yaklaşık tümü yansımaktadır. Bunun önemi, transdüser ile deri arasında hava olduğunda akustik geçişin pratik olarak mümkün olmamasıdır. Bu nedenle prob ile deri arasına uyumu sağlamak için jel sürülür (2, 68, 70).

Ultrases veya ultrasonik dalga maddeyi geçerken emilim ve yansıma nedeniyle yoğunluğu azalır. Emilim; sesin frekansı, dokunun soğrulma katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır (14,66). Suyun soğrulma katsayısı çok düşük, kemiğin ise çok yüksektir. Bu nedenle ses sıvılardan zayıflamadan geçer (14).

Yüksek frekanslı problar ile daha iyi sonuç alınmaktadır. Prob kullanılırken uygulanan basınç sonuçların tekrarlanabilirliğini etkileyebilir. Elde edilen sonuçlar DKK ile ilgili denklemlere konarak toplam vücut yağı hesaplanabilir (30). Bu özelliğiyle US deri kıvrım kalınlığı net olarak ölçülemeyen şişman denekler için yararlı olabilir (71). US ayrıca batın içindeki yağın da değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Gerek şişman, gerekse normal ağırlıktaki kişilerde US ile doğrudan deri altı yağ dokusu ve abdominal viseral yağ miktarı ölçülebilir. Abdominal yağ miktarının hesaplanmasında CT ile uyumlu sonuçlar da verebilmektedir (52).

US, çalışma maliyetinin az olması ve yan etkisinin olmaması nedeniyle avantaj sağlarken; ölçüm yapan kişinin eğitilmiş olması, bilgi ve beceri gerektirmesi ve payının değişiklik göstermesi yöntemin dezavantajını oluşturmaktadır (66).

2.2.2.1.9. Bilgisayarlı Tomografi (Computerized Tomography, CT)

Bilgisayarlı Tomografi (CT) ile vücudun kesit şeklinde görüntüleri elde edilir. Yöntem, vücudun ince bir kesitten geçen x-ışınlarının detektörlerle ölçülerek bilgisayar

yardımıyla görüntü oluşturmaları temeline dayanır (24). Uygun yazılım programı kullanılarak incelenen bölgedeki doku dağılımı hakkında görsel ve sayısal bilgiler alınabilir (1,71).

Toplam vücut kütlelerinin ve farklı organ kütlelerinin rekonstrüksiyonu vücudu 10 cm aralıklarla tarama temeline dayanır. Doğrulukta ve tahminde <%1 hata payı olup mükemmel sonuç vermektedir (72). CT, toplam adipoz doku kütlelerinin subkutan ve viseral komponentlere ayrılması veya yağsız dokunun iskelet kası ve viseral veya organ kütlelerine ayrılmasına olanak vermektedir. Benzer olarak kemik yoğunluğunu kortikal veya trabeküler olarak tanımlayabilmektedir (73). Kadavra çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile iyi bir ilişki göstermektedir (38). Lumbal 3-4 veya lumbal 4-5 arasındaki tek bir görüntü bile *noninvaziv* bir şekilde viseral yağ miktarını hesaplamak için yeterlidir. Böyle bir görüntü on saniyede alınabilir. Fazla görüntülü çalışmalar daha da kesin sonuç vermektedir. Fakat alınan radyasyon daha da artmaktadır. Bununla birlikte periton görüntülenmediği için retroperitoneal yağ ile intraperitoneal yağ arasında ayrım yapamamaktadır. Abdominal CT, derin abdominal yağ miktarını doğru ve kesin olarak belirleyen bir yöntemdir (74).

CT'nin bazı araçlarda X-ray kaynağı ve dedektör kişiyi 360⁰ çevreleyen tek bir birimden oluşurken bazı araçlarda sadece dedektör çevrelerken, x-ışını kaynağı dönmektedir. Ölçüm sırasında rotasyonun her bir derecesinde her bir dedektör için geçen yoğunluk kaydedilir, böylece ışının izlediği yol boyunca geçtiği yapılar hakkında bilgi vermektedir. Taranan vücut bölgesinin birçok görüntü özeti çapraz kesit görüntüsünü üretmek için kümeli veriler sağlamaktadır (75). Elde edilen bu basit anatomik görüntü, MRI kullanılarak elde edilen görüntülere benzerdir. Ancak CT, dokuların her bir pikseldeki yoğunluğunu daha doğru değerlendirme imkanı sağlamaktadır (76).

Tetkikte kullanılmakta olan 60-120 kilovolt pik (kVp) X-ışınları dokulardan geçerken dokunun yoğunluğuna bağlı olarak gücünü yitirir ve etkinliğini azalmaktadır. Meydana gelen etkinlikteki azalma, hava ve sudaki etkinlik azalmasına göre kodlanarak, CT sayısı olarak ifade edilir. Havanın CT sayısı -1000, suyun ise 0 Hounsfield Ünitesi (HU) olarak tanımlanmaktadır. İncelenen bölgedeki VYK'si ve FFM alanlarını birbirinden ayırmak için iki yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem belirli bir birleşen için bir ilgi alanı çizilmesi ve bilgisayarın bu ilgi alanı çerçevesinde kesitteki toplam

alanı hesaplamasıdır. İkinci yöntem olarak bilgisayara dokuyu tanıtarak bu dokunun yoğunluğundaki benzer alanları hesaplatmaktır (30,65).

CT, X- ışını şiddeti ile ışının geçtiği doku dansitesinin ilişkisine dayalı, pahalı bir yöntemdir. (24,68). En büyük dezavantajı, yüksek düzeyde iyonize radyasyona maruz kalınmasıdır (76). Bir kolun 6 kez taranması, bir yıllık maksimum dozun % 40'ı kadar radyasyon alınmasına yol açar (2). Bu nedenle çocukluk çağında yağ dokusunun tayini için kullanılması uygun görülmemektedir (67). Vücutta bulunan protez veya diş dolguları görüntü bozukluğu yaparak dokuların değerlendirilmesini engeller (18). Radyasyon yayması ve maliyeti nedeniyle vücut bileşiminin bölgesel değerlendirilmesinde genellikle sınırlı kalır ve tüm vücut değerlendirmesi için kullanılmaktadır (24).

2.2.2.1.10. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi (Magnetic Resonance Imaging, MRI)

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) iyonize olmayan radyo frekans (RF) dalgası kullanılan bir görüntüleme yöntemidir (24). MRI, X-ışınları kullanmaksızın vücudun çok detaylı görüntüsünü verebilen bir yöntemdir (14).

Bu yöntem, başlıca nötron ve protonlardan oluşan atom çekirdeğinin bir mıknatıs gibi davranması temeline dayanmaktadır. Bir vücut parçasına dışarıdan bir manyetik alan uygulandığı zaman her çekirdek veya manyetik moment, dış manyetik alana uygunluk göstermek ister. Radyo dalgaları vücut dokularına yönlendirildiği zaman, bazı çekirdekler radyo dalgasından gelen enerjiyi absorbe eder ve manyetik alandaki oryantasyonunu değiştirir. Radyo dalgası kapatıldığı zaman aktive olan çekirdek emdiği radyo sinyalinin ortaya çıkarır ve bir bilgisayar aracılığıyla bu enerji görüntü haline dönüştürülür (14,52).

Salınan sinyallerin şiddeti dokudaki proton sayısı ile ilgilidir. Organizmadaki yumuşak dokuların % 75'i sudur. Normal yumuşak dokuların su içeriği % 15 oranında değişiklik göstermektedir. MRI görüntülemesinde bu farklılıklar saptanarak yumuşak dokular ayrı ayrı görüntülenebilmektedir. Kemikler su içerikleri az olduğu için çok küçük sinyaller gösterir (14).

Manyetik bir alana yatırılan birey radyo dalgaları ile taranır. Görüntünün parlaklığı incelenen bölgedeki yağ ve su protonlarının konsantrasyon ve relaksasyon (gevşeme)

özelliklerine bağlıdır. MRI incelemesinde yağ dokusu diğer daha yüksek su içeren dokulara göre nispeten kısa relaksasyon zamanı göstermesi ile ayrılır (77).

MRI tekniğinden elde edilen tek bir görüntü bile batin yağ miktarının hesaplanmasında kullanılabilir (78). CT'den avantajlı olarak radyasyon riski olmamasına rağmen, daha pahalı ve daha uzun süreli bir yöntemdir (67). İşlemin uzun sürmesi sonucu göğüs ve barsak hareketleri görüntülerin niteliğini bozabilmektedir. Hatta abdominal bölgenin görüntülenmesi sırasında intestinal sistemdeki hareketlilik görüntü kalitesini olumsuz etkilemektedir. Radyasyon yaymamasına rağmen işlemin uzun sürmesi çocuklarda kullanılmasını güçleştirmektedir (17,79).

Toplam yağ miktarının belirlenmesinden daha çok, abdominal yağ miktarının saptanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca obez bireylerin vücut boyutlarının cihazın kapasitesini aşmasından dolayı uygulama güçlükleri de bulunmaktadır (52,66).

2.2.2.1.11. Biyoelektriksel İmpedans Analiz (Bioelectric Impedance Analysis, BIA)

TOBEC gibi vücut yağ miktarının hesaplanmasında kullanılan bir yöntemdir (52). BIA saha ve klinik koşullarda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde hızlı, güvenilir, taşınabilir, kolay uygulanabilir, ölçüm yapanın deneyimine gerek duymayan, non-invaziv (tıbbi müdahale olmayan) ve diğer yöntemlere kıyasla ucuz sayılabilecek bir yöntemdir (80). BIA, deri kıvrım kalınlığına göre obez bireylerde daha güvenilir ve bireyi zorlamayan bir yöntemdir (39). Fakat deri kıvrım kalınlığı ve antropometri yöntemine göre daha pahalıdır (53).

Thomasett (81) yaptığı araştırma ile BIA'nın temel prensiplerini ortaya koymuştur. Bu yöntemde deneğin vücudundan düşük seviyeli elektrik akımı geçmekte ve impedansı veya elektrik akım yönünün tersi BIA analizörü ile ölçülmektedir. Elektrik akımı insan vücudunun su içeren dokularından geçer. Vücut suyunun miktarına göre elektrik akımının geçişinin büyüklüğü belirlenir (56). Canlı organizma içindeki ICF ve EKS bir elektrik iletken, hücre membranları ise bir kondansatör görevi görür (82). Düşük frekanslardaki akım (~ 1 kHz) başlıca ekstrasellüler sıvılardan; daha yüksek frekanslar ise (500-800 kHz) ICF ve EKS sıvılardan geçmektedir (52).

BIA ölçümleri için dış elektrot çiftine doğru değişken akım verilir ve iç elektrot çiftinden voltaj düşüş ölçümüyle impedans belirlenir (56). Bireyde TBW miktarının fazla olması elektrik akımının vücuttan düşük dirençle (rezistans, R) kolay bir şekilde

geçmesine neden olmaktadır. Fazla miktarda vücut yağına sahip olan bireylerde elektrik akımına karşı daha büyük bir direnç oluşmaktadır (83). Bu bilgiyi hacim kestirimine çevirmek için iki basit varsayım kullanılmaktadır. Birincisi, vücut silindir kondüktör olarak modellendirilebilir ve uzunluğu bireyin boyu ile doğru orantılıdır. İkincisi reaktans (X) vücudun impedansına (Z) katkısı azdır. Diğer bir deyişle, rezistansın (R) vücut impedansına eşit olduğu düşünülebilir. İki varsayım birleştirilirse, geçirgenlik hacmi Boy^2/R ile orantılıdır ve impedans indeks olarak adlandırılır. Klasik BIA yönteminde insan vücudunun silindir gibi olduğu varsayılır ve BIA, TBW'nu ölçer. Toplam su miktarı silindirin volümüne eşittir. BIA ile hücre membranı ve yağ dokusu elektrik akımına yüksek impedans göstermiştir. Çünkü vücut yağını teşkil eden adipoz dokunun göreceli su içeriğinin az olması, onun elektrik akımına karşı zayıf bir iletken olmasına neden olmaktadır (83). Yağsız vücut dokusunun suyunda elektrolitler çözülmüştür ve iyi bir geçirgenlik sağlamaktadır (56). Dolayısıyla yağ harici vücudun göreceli olarak daha fazla su içermesi (%73 su) TBW'dan yağ harici kütlenin kestirilebilmesini sağlamaktadır. Fazla miktarda yağ harici kütle ve TBW'a sahip kişilerin vücutlarından geçen akıma karşı, daha düşük yağsız vücut kütlesine sahip olanlara kıyasla, daha düşük rezistans oluşturmaktadırlar (84). Fakat BIA prensibi, besin alımı, barsaklardaki besinlerin ağırlığını, kıyafet, deri ısı ve kan akımını da içermektedir ve dolayısıyla ölçümün doğruluğunu etkilemektedir (56,85,86).

Vücut yağ kütlesi, yaş, boy ve ağırlık hesaba katıldığında TBW hesaplanabilir. Yağsız vücut kütlesi toplam vücut suyunun bir bölümüdür. Hesaplama, yağsız vücut kütlesinde % 72.3 sabit su bulunması baz alınarak yapılmaktadır (87). Eğer vücut ağırlığından yağsız vücut kütlesi çıkarılırsa vücut yağ kütlesi hesaplanır. Vücut yağ kütlesi tipik olarak regresyon analiz denklemleri, impedans indeksten doğrudan hesaplanabilir (56).

Tüm vücut ölçümlerinde impedans prensiplerini uygulayarak ağırlık, yaş ve cinsiyet gibi bağımsız değişken sayısını artırarak daha doğru denklemler geliştirilebilir. Ölçüm doğruluğu ve niteliği için bir regresyon denklemi seçiminde popülasyon ve cinsiyet spesifik olması beklenmektedir (53). BIA kestirim denklemleri popülasyona özel veya genel popülasyona yönelik olabilir. BIA ölçüm değerleri ile yağsız vücut kütlesi ve toplam vücut sıvısı arasındaki ilişki nedeniyle, BIA denklemleri yağsız vücut kütlesi veya toplam vücut suyunu kestirmeye yöneliktir. Yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi ve etnik kökene göre popülasyona özel denklemler geliştirilmiştir (84). Deurenberg ve

ark. (88), genç erkekler için oluşturulmuş denklemin yaşlı deneklerin yağsız vücut kütlelerini daha yüksek hesapladığını bildirmişlerdir. Birçok genellenmiş BIA denklemlerinde ise yaş ve cinsiyet denklemlerde bağımsız değişken olarak yer almaktadır (89).

Birçok çalışmada toplam vücut suyu kestirimi için boy (veya boy^2) ve ağırlık iyi bir kestirim değişkeni olarak bulunmuştur. Jackson ve ark. (11) standart antropometrik yöntemlerle, BIA ölçümlerini çoklu regresyon kullanarak karşılaştırmış ve sayısallaştırmıştır. Boy, vücut ağırlığı, çoklu deri kıvrım kalınlıkları toplamı gibi antropometrik bilgilerin, vücut yağ kütlesi için çok daha güçlü değişken olduğu bildirilmiştir. Helenius ve ark. (90) orta yaştaki kilolu erkek ve bayanlarda yaptığı çalışmalarda vücut yağ yüzdesini belirlemek için seçilmiş antropometrik bölgeler eklense bile H^2/R 'nin kestirim denklemlerine katkıda bulunmadığını bildirmişlerdir. Guo ve ark. (91) yaptığı çalışmada boy^2/R 'nin bayanlarda VY% için kestirim denklemi geliştirilmiş ve iyi değişken olduğu bildirilmiştir.

BIA ile ilgili yapılan çalışmaların önemli bir bölümünde, yağsız vücut kütlesi ve toplam vücut suyu gibi parametrelerin vücut ağırlığı ve boy verilerine bağlı olarak kestirim yeteneğinin arttığı gösterilmiştir. Chumlea ve ark. (92), Houtkooper ve ark. (93), Deurenberg ve ark. (94), Segal ve ark. (95), Kushner ve Schoeller (96) yaptıkları çalışmalarda normal bireylerin vücut kompozisyonu değerlerinde bir çok regresyon denklemlerinde boy ve vücut ağırlığı kullanıldığında korelasyon katsayısının 0.61-0.96 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ancak yüksek kiloluluk ve beslenme bozukluğu durumlarında bu denklemlerin doğruluğunun azaldığını bildirmişlerdir.

Günümüzde tek-frekanslı BIA aletlerinin yerine çoklu-frekans BIA aletleri kullanılmaktadır. Akım düşük frekansta EKS'dan geçerken, yüksek frekansta bütün vücut hücrelerinden geçmektedir (97). Çoklu-frekans ölçümü yapan aletlerde ise vücuttaki toplam ve ekstrasellüler sıvı bölümleri birbirinden ayırt edilebilmektedir ve bu da klinik ve beslenmede önemli bir rol oynamaktadır (98).

Elde edilen empedans değerinin sabit denklemlerde yerine konulması ile vücut yağ kütlesi, vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut kütlesi, vücut su miktarı, vücut su yüzdesi, yağsız vücut yüzdesi ve vücut kütlesi gibi vücut bileşiminin bileşenleri hesaplanabilmektedir (12).

BIA ölçüm prensiplerinde bazı hatalar bulunmaktadır. Örneğin; insan vücudu aynı

uzunluğa ve kesitsel alana sahip mükemmel bir silindir şeklinde değerlendirilmektedir. İnsan vücudu birbirine seri olarak bağlantılı 5 silindir (kafa hariç iki kol, iki bacak ve gövde) olarak tanımlanmakta ancak vücut bölümlerinin uzunlukları ve kesitsel alanları aynı olmadığından vücut akım direnci farklılık gösterecektir. Diğer bir yanılgı ise vücut dokularının spesifik direncinin sabit olduğu kabul edilmektedir. Vücudu tek bir silindir olarak düşünürsek, sabit bir frekansta (50kHz) vücuttan geçen akıma karşı oluşan impedans doğrudan iletkenin uzunluğu ve karşılıklı bölgelerle ters yönde ilişkilidir. Dolayısıyla yağ harici kütle ve toplam vücut sıvısının hacmi, boyun karesi (boy^2) ile doğrudan, impedans ile dolaylı olarak ilişkilidir (14). Ancak insan vücudu karmaşık geometrik şekillerden oluşmaktadır. Ayrıca vücut uzuvları farklı spesifik dirence sahip değildir (99).

BIA ile vücut bileşiminin ölçümünde sırasında impedans ölçümünü etkileyen faktörler bulunmaktadır. Ölçüm yapılırken kişiler oda sıcaklığında, gündüz, elbiseli fakat ayakkabı ve çoraplarını çıkartmış, aç karnına (yemekten en az 2 saat sonra), boş mesane ile (miksiyondan 30 dakika sonra) ayakta veya sırtüstü yatarken ölçülmelidir (100). Ayrıca ölçüm öncesinde yapılacak orta ve aşırı fiziksel aktivite, aşırı alkol alımı ve aşırı terleme değerleri etkileyebilmektedir (101). BIA ölçümünün doğru yapılabilmesi için çevresel faktörlerin ve diğer etkenlerin kontrol altına alınması gerekmektedir (18).

BIA vücut yağı ölçümünü laboratuvar sınırları dışına taşıyan yöntem olarak kabul edilebilir. Hızlı sonuç vermesi, uygulayan için fazla tecrübe gerektirmemesi, hastanın soyunmasına gerek duyulmaması nedenleri ile son yıllarda en gözde vücut yağı belirleme yöntemi haline gelmiştir. BIA yönteminin vücut yağının ve toplam vücut suyunun belirlenmesinde diğer indirekt yöntemler kadar güvenilir sonuç verdiği ileri sürülmektedir (52).

BIA ile vücut bileşiminin belirlenmesi (toplam vücut sıvısı ve yağ kütlesi ölçümünde), sağlıklı yetişkinlerde ve çocuklarda yaygın bir şekilde kullanılan ve geçerliliği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiş bir yöntemdir (53).

2.2.2.1.12. Çift Enerjili X- Işınları Absorbsiyometrisi (Dual Energy X-Ray Absorptiometry, DEXA)

Dual foton absorbsiyometre (Dual Photon Absorptiometry, DPA) ve DEXA kemik yoğunluğunun belirlenebilmesi için geliştirilmiş yöntemlerdir (24,57). DPA'da, vücut dokularının tanımlanabilmesi için bir radyonüklid kaynaktan foton ışınlarının

zayıflatılmış biçimi verilmektedir (24). DPA yönteminde enerji kaynağı olarak 40 ve 100 keV olmak üzere iki Gadolinium (Gd^{135}) ışını kullanılmaktadır (102). Enerji kaynağı sabit dururken bireyin yatar pozisyonunda olduğu sedye hareket halindedir. Bu yöntem, yumuşak dokuların görüntüye fazlaca karıştığı vertebra ve femur gibi bölgelerde tercih edilmektedir. Ölçüm süresi uzun olması (50-90 dakika) yöntemin uygulanabilirliğini azaltmaktadır (38).

DEXA yöntemi nispeten yeni bir tekniktir. Bu yöntem de 1980'li yıllarda kemik yoğunluğunun kestirilmesi için geliştirilmiştir (74). DPA'nın sınırlılıkları DEXA'nın geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu teknolojik gelişme, bölgesel yağ değişikliğinin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlayan yumuşak doku kütlelerinin ölçümü ve kemik mineral yoğunluğu hesaplanmasında iyi sonuçlar vermiştir (24,102). Ayrıca DEXA in vivo olarak yağsız kemiksiz doku kütlesi(LTM), yağ kütlesi, yumuşak doku kütlesi ($STM=LTM+VYK$), yağsız doku kütlesi (FFM) ve VY% hesaplanmasında kullanılmaktadır (18, 24). DEXA, DPA yöntemi gibi radyoaktif izotop içermez (74). DEXA yönteminde geniş bantlı röntgen jeneratörü kullanılmakta ve röntgen ışınları yer almaktadır. DEXA analizi yüksek enerji düzeyindeki x ışını sinyallerinin kemik tarafında azaltılması, yumuşak doku bölgelerinde ise sinyallerin direkt olarak geçmesi prensibine dayanır (103). Üç kompartımanlı bir modele dayanmaktadır (yağ dokusu, yağsız doku, kemik minerali) (57). Toplam ve lokal yağ miktarının hesaplanmasında doğru ve kesin bir yöntemdir (104). Yayıdığı radyasyon (0.005-0.01 mSV), CT yöntemi ve göğüs radyografisine göre daha düşüktür. DEXA yöntemi intraabdominal yağ dokusu ile cilt altı yağ dokusu arasında ayrım yapamamaktadır. DEXA'nın tekrarlanabilirliği çok yüksektir ve kemik mineral yoğunluğu için %0,5, toplam vücut bileşimi için yaklaşık %2'ye kadar değişim göstermektedir. Bölgesel vücut bileşimi için tekrarlanabilirlik daha azdır (18).

DEXA saha çalışmaları için uygun bir sistem değildir (34). Ancak yağ, yağsız doku ve kemik mineralinin hesaplanabilmesi avantajlarıyla kullanım alanı yaygındır (102). 150 kg ağırlığın üzerindeki bireylerde sedye hareketleri engellendiğinden uygun görüntü elde edilememektedir (105). Şişman ve sarkopenik bireylerin prognozu, şişman olmayan sarkopenik bireylerden daha kötü bulunmaktadır (106). Bununla birlikte son yılların en tercih edilen yağ dağılımı belirleyici yöntemi olduğu söylenebilir (107). DEXA'da ölçümü yapan bireyin asgari düzeyde eğitim alması yeterlidir.

DEXA yakın bir zamanda vücut bileşiminin tahmininde "altın standart" yöntem olarak

kabul edilmeye başlanmıştır (108,109). Bu zamana kadar yapılan birçok araştırmada DEXA'nın kesin sonuç veren bir ölçüm yöntemi olduğu ve su altı ağırlık ölçüm yöntemiyle doğru orantılı sonuç verdiği bildirilmiştir (57). Çoklu kopartman modeli ile vücut yağı yüzdesi hesaplamalarına bakıldığında DEXA, hidrodansitometreden daha kesin sonuç vermektedir (110,111). Ancak hidrodansitometrenin DEXA'dan daha iyi sonuç verdiğini belirleyen çalışmalar da mevcuttur (112). Üretici firmaların geliştirmiş olduğu model ve yazılım versiyonuna göre sonuç farklılık göstermektedir (113). Kullanılan bu yöntemde hata payı kemik dokusunda %1.8, yağ dokusunda %1.5 ve yağsız dokuda %1.5 olarak bildirilmiştir (12). Ayrıca popülasyonun bölgesel yağ dağılımındaki değişiklikler hataya neden olabilmektedir (114).

DEXA; vücudun kemik ve yumuşak doku kütlelerinin belirlenmesinde etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak bu yumuşak doku kütlelerinin, yağ kütlesi ve yağsız doku kütlesi olarak ayrılabilmesi güvenilirliği henüz net değildir. Araştırmalara göre, standart bölgede yağlanma fazla olduğunda DEXA yağ ölçümünü daha az hesaplamaktadır (24). Ancak Kort'a (115) göre, yazılımdaki gelişmeler sonucu bu problem düzeltilmiş ve DEXA, ekzojen yağın santral veya periferik bölgede yer almasını ayırt edebilmektedir.

DEXA, hızlı (10-20 dakika), kolay, noninvaziv, hasta uyumu yüksek ve hastayı güvenli düşük düzeyde radyasyona maruz bırakan bir yöntemdir (116). Radyasyon oranının düşük dozda olması nedeniyle bebek ve çocuklarda da kullanımı uygundur (66). Hamile kadınlarda kullanımı önerilmediğinden, doğurganlık yaşındaki kadınlarda hamilelik testi gerekmektedir. 193 cm'den uzun olan deneklerin veya tarama alanı 58-65 cm'den geniş olan kişilerin, vücutlarının bir bölümü tarama dışında kalabildiğinden tüm vücut değerlendirilmesi yapılamamaktadır (102).

2.2.2.2. Saha Yöntemleri

2.2.2.2.1. Antropometrik Ölçümler

Antropo-plikometri (anthropo-plicom-etry), insan vücut bileşimi (vücut yağ miktarı veya oranı ve vücut yağ dağılımı) hakkında ağırlık, uzunluk, vücut çevreleri ve deri kıvrım kalınlıklarına dayanarak fikir edinmeye çalışan bir bilimdir. Antropometri, insan vücudunun ebadı, ağırlığı, uzunluğu, segmentel uzunlukları, vücut çevreleri ve oranları ölçümleri ile plikometri (plicometry) ise deri kıvrım kalınlıkları (Skinfold thickness, SFT) ölçümü ile vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılır (26,63).

Antropometrik ölçümlerden elde edilen veriler standartlarla ve referans verilerle bireylerin sağlık, gelişim-büyüme ve beslenme durumları değerlendirilebilmekte, çeşitli hastalıklarda beslenme etkileri izlenebilmekte ve vücut bileşimi saptanabilmektedir. Ayrıca antropometri bireysel ve toplumsal özellikleri basit ve güçlü tahmin edici olduğundan, ileriki yıllarda oluşabilecek hastalık, sağlık, fonksiyonel bozukluklar ve mortalitenin hastalıklarla ilişkisini gösterebilmektedir (18). Antropometrik yöntemler objektif, spesifik (istenileni ölçer), duyarlı ve sayılarla ifade edilebilmektedir. Ölçümlerde ulusal ve uluslararası standartlar kullanılmaktadır. Vücut yağının saptanmasında DKK ve çevre ölçümleri kullanılmaktadır (117). Antropometrik ölçümlerin noninvaziv olması ve uygulama kolaylığı nedeniyle avantajları bulunmaktadır (118).

Vücut boyutlarının ve oranlarının değerlendirilmesi için; vücudun çap, çevre, uzunluk ve deri altı yağ kalınlıklarının kullanılması gerekir. Tüm vücut ve bölgesel yapılarının değerlendirmede, aynı zamanda çap, çevre, uzunluk ve deri altı yağ kalınlıklarının kullanılmaktadır (14). BKİ veya bel/kalça oranları gibi antropometrik indeksler hastalık riski olan bireylerin belirlenmesinde deri kıvrım kalınlığı ölçümleri dışında antropometrik yöntemler oldukça basit, ucuz ve yüksek bir teknik beceri, çalışma gerektirmemektedir (119). Antropometrik denklemlerin doğrulukları, altın bir standardın olmamasından dolayı sınırlıdır (120). Ancak Groan ve Rolland-Cachera'nın araştırmasına göre antropometrik ölçümler toplam ve bölgesel adipoz dokunun ve iskelet kas kütlelerinin ölçümünde güvenilir yöntem kabul edilen MRI ve CT yöntemleri kadar güçlü bulunmuştur (121).

2.2.2.2.1.1.Deri Kıvrım Kalınlığı

İlk deri kıvrım pergelinin 1890 yılında Richer tarafından uygulandığı ve 1910 yılında Oeder' in ilk kez umbilikus kıvrım ölçülerini şişmanlık tanısında kullandığı belirtilmektedir (17). Matiegka 1921 yılında DKK ölçümleri kullanarak vücut yağının belirlenmesi için bir formülasyon geliştirmiştir. Daha sonraki yıllarda vücut yağ yüzdesi, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlelerinin belirlenmesi için pek çok formül geliştirilmiştir (121).

Antropometrik yöntemler içerisinde en sık kullanılan yöntem deri kıvrım kalınlığının ölçülmesidir. Burada kaliper adı verilen özel pergeller yardımıyla standart vücut bölgelerinde DKK alınmaktadır (18). Deri kıvrım kalınlıkları; deri altı yağ ile olan

bağlantısı nedeniyle toplam vücut yağı ile ilişkilidir (122). Deri altı yağ dokusunun kalınlığı, toplam vücut yağının sabit bir oranını temsil etmektedir ve ölçüm için seçilen yerler deri altı yağının ortalama kalınlığını temsil eder (14,52). İlk zamanlar araştırmacılara göre DKK farklı alanlarda farklı sonuçlar verse de ölçümler arasında orta-yüksek ilişki bulunmuştur (123).

Deri kıvrım kalınlığını ölçmek için, bir kısım deri kıvrımı ve deri altı yağ dokusu sabit bir şekilde kaliperin ağzında tutulur. Her bölgeden en az iki defa olmak üzere 3 defa üst üste ölçüm alınır. Bunların ortalaması son değer olarak kabul edilir ve bu da sonuçların doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini yükseltir. Eğer ölçüler arasında %10 oranında bir fark tespit edilmişse ölçüm birkaç defa daha tekrarlanır (61). Sert deri altı dokusu bulunan hastalarda ölçüm kolaydır. Buna karşılık çok sert veya çok gevşek deri altı dokusu bulunan hastalarda geçerli bir değer elde etmek son derece güç olabilmektedir (124). Ölçülen deri kıvrımı iki deri ve subkutan tabakadan oluştuğundan çift katlı bir ölçüm yapılmaktadır. Bu nedenle, DKK ölçüm değerini ve tekrarlanabilirliğini etkileyen herhangi bir faktör, beklenen vücut bileşim değerindeki hata payını oldukça artmaktadır (52). İdeal ölçüm biceps, triseps, supskapular ve suprailiaktan elde edilen verilerle sağlanabilir (65). Yaş grupları ve cinsiyetlere göre düzenlenmiş tablolar yardımıyla ölçüm değerleri toplamından, VY% hesaplanabilmektedir (65). 12 bölgeden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçümü ile belirlenen deri altı yağ düzeyinin, MRI tekniği ile elde edilen değerlere benzer olduğu bildirilmiştir (125). On üç bölgeden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçüm güvenilirliği ve vücut kompozisyonu değerleri ile olan ilişkilerine bakılmış, subskapular, göğüs, abdomen, triseps ve uyluk bölgelerinin vücut bileşimi değerleri için iyi bir parametre olduğu, subskapular, abdomen, triseps ve baldır bölgelerinden alınan ölçümlerin güvenilir olduğu saptanmıştır (122).

Subkutan yağı belirlemede kullanılan DKK ölçüm değeri ile MRI ve CT'den elde edilen değerlerin benzer olduğu bulunmuştur. Bazı spesifik bölgelerde deri kıvrım kalınlığı ölçümünün MRI ölçümüne göre subkutan yağı bir miktar daha az ölçtüğü bildirilmiştir (126).

Deri kıvrım kalınlığı ölçümünün doğruluğu, ölçüm yerine ve ölçüm yapan kişinin tecrübesine bağlıdır. Ayrıca ölçüm hataları; deri kıvrım kalınlığının sıkıştırılabilme özelliğindeki, ölçüm noktalarındaki ve ölçüm tekniklerindeki değişkenlikten kaynaklanmaktadır (38). DKK ölçümünün geçerliliğini ve güvenilirliğini etkileyen

faktörler arasında kullanılan kaliper aletinin kalibresi, elde edilen değerler için kullanılan formülün popülasyona uygunluğuna bağlı olarak hata oranı değişebilmektedir (14). Bu yöntemin diğer bir dezavantajı ise ölçüm alınacak bireyin kısmen soyunması gerekliliğidir. Bu durum epidemiyolojik araştırmalarda önemli bir engel olabilmektedir (18). Diğer bir yandan obez ve aşırı kilolu bireylerde deri altı yağ dokusunun fazlalığı ve kaliperin ağız açıklığındaki sınırlılıktan dolayı DKK güvenilir bir yöntem olmayabilir (39).

Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçüm Bölgeleri

Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı; Sağ üst kolun arka orta hattından, kol 90° bükülü iken akromion (omuz) ve olekron (dirsek) çıkıntıları arasındaki orta nokta bulunur ve işaretlenir. Kol serbest bırakılır. Ölçümü alacak birey işaretlenen yerden işaret ve başparmağı ile tutarak kaliper yardımıyla ölçüm alır. Ölçüm sırasında kişi ayakta dik olarak durur (127).

Biseps Deri Kıvrım Kalınlığı; Ölçüm alınacak bireyin kolu yanda ve avuç içi ön tarafa bakarken, triseps deri kıvrım kalınlığı için kolun işaretlenen hizasında üst orta kolun anterior bölümüne, cubital fossa üzerine işaret konulur ve ölçüm yapılır (127).

Suprailiac Deri Kıvrım Kalınlığı; İliak kemiğin (krest) 2 cm üzeri orta aksiler çizgiye işaretlenerek ölçüm alınır (127).

Subskapular Deri Kıvrım Kalınlığı; Kol aşağı sarkıtılmış ve vücut serbestken, sağ skapula kemiğinin inferior köşesine işaret konulur. Kemiğin kenarına paralel, kavramaya uygun, vücuda diyagonal olarak deri katlaması tutularak ölçüm yapılır (127).

Göğüs (Chest) Deri Kıvrım Kalınlığı; Pektoralis kasının koltuk altı ve meme ucu doğrultusu yönündeki kenarının mümkün olan en üst noktasından diyagonal olarak ölçülür (122).

Uyluk (Thigh) Deri Kıvrım Kalınlığı; kişi oturur pozisyonda diz 90° fleksiyonda iken inguinal katlantı ile patellanın üst kısmı arasındaki mesafe ölçülüp orta noktası işaretlenir. DKK alınırken ayakta, ağırlık sol bacak üzerine iken sağ uyluğun ön yüzünden daha önce işaretlenmiş olan noktadan bacağın boy eksenine dik olarak ölçülür (122).

Abdominal Deri Kıvrım Kalınlığı; Umblikus' un 3 cm uzaklıktan ve orta çizginin 1 cm

kadar altından vücut ağırlığı iki bacağa eşit olarak dağıtılmış ve abdominal duvarı gevşek halde iken yatay şekilde ölçüm alınır (122).

2.2.2.2.12. Çevre Ölçümleri

Son yıllarda yapılan çalışmalarda araştırmacılar vücuttaki toplam yağ miktarından çok yağın bulunduğu bölge ve dağılım üzerinde durmaktadırlar. Çünkü hastalıklarla ilgili morbidite ve mortalite ile vücuttaki yağın bulunduğu bölge ve dağılım arasında ilişki kurulmaktadır. Özellikle abdominal obezite; metabolik sendrom, glikoz toleransı, insülin duyarlılığı, kan basıncı, kan lipitleri ve lipoproteinemi ile ilişkilidir (120). Bölgesel yağ dağılımı, cinsiyete bağlı olarak farklılık göstermektedir. Çevre ölçümlerini alırken araştırmacının azami düzeyde dikkatli olması gerekmektedir. Çevre ölçümleri vücudun ya da parçaların uzun eksenine dik açılarda alınmalıdır (14). Obez kişilerde, boyutları nasıl olursa olsun çevre ölçümü alınmakta ancak DKK ölçümü alımı ile ilgili sınırlılıklar bulunmaktadır. Ayrıca çevre ölçümleri DKK ölçümlerine göre daha az teknik yetenek gerektirmede, uzmanlar arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında çere ölçümlerinde daha az farklılıklar olduğu saptanmıştır. Bu nedenle obez kişilerde DKK yerine çevre ölçümleri tercih edilmektedir (120).

Bel Çevresi: Bel çevresi ölçümü vücut yağını özellikle de visceral adipoz dokuyu yansıtır. Ayrıca *columna vertebralis* dışında önemli kemik ve büyük kas kütlelerini kapsamadığından kişiler arasındaki değişiklikler hata oranlarını çok fazla etkilememektedir (128,129).

Bel çevresi çeşitli yerlerden ölçülebilir (104): gövdenin (sonuncu kosta kenarı ile krsta iliyak arasındaki mesafenin) en geniş yeri (130), gövdenin en dar yeri (131), sonuncu kosta ile krsta iliyaka arasındaki mesafenin ortası (132), umbilikus düzeyi (133), ksifoid processus ile umbilikus arasındaki mesafenin ortası (134), ksifoid processus ile umbilikus arasındaki mesafenin en dar yeri (135), ksifoid processus ile umbilikus arasındaki mesafenin 1/3 üst kısmı (136).

Airlie konferansında kabul edilen kriter gövdenin en dar çapıdır (122). Dünya Sağlık Örgütü, sonuncu kosta ile krsta iliyak arasındaki mesafenin ortasını önermektedir (104).

Bel çevresi erkeklerde ≥ 90 cm, kadınlarda ≥ 80 cm risk artışı; bel çevresi erkeklerde ≥ 102 cm, kadınlarda ≥ 88 cm kronik kalp hastalığı ve metabolik komplikasyonlar için

önemli risk artışını gösterir (137).

Kalça Çevresi: Daha çok bel/kalça oranı gibi abdominal yağ miktarı hakkında fikir sağlayan parametrelerde kullanılmaktadır (128). Bacaklar birbirinden 20-30 cm kadar ayrıkken trokanterler üzerinde horizontal pozisyonda en geniş çap olarak ölçülür. Kalça çevresi ölçümleri de çeşitli yerlerden yapılabilir: iliyak krista düzeyi (138), trokanter majoris üzeri (132), trokanter majoris düzeyinde önde simfiz pubis arkada gluteuslar üzerinden geçen maksimum çap (139) gibi.

Kalça çevresinin değeri vücut bileşiminin hesaplanmasında sınırlıdır. Kalça çevresini kişiler arasında değişkenlik gösteren gluteal kas kütlesi, pelvis boyutu ve yağ miktarı etkiler (128).

Literatürde yüksek kalça çevresinin yüksek olmasının tip 2 Diabetes Mellitus gelişmesi riskine karşı koruyucu olduğunu ileri sürmektedir (140).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Mayıs 2009- Temmuz 2009 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmaya; yaşları 18–65 arasında olan, gönüllülük esasına dayalı rastgele seçilmiş, 134 birey alınmıştır. Çalışmaya katılan bireylerin 67'si (%50) kadın ve 67'si (%50) erkektir. Seçimde her iki cinsiyetin yaş benzerliğine dikkat edilmiştir. Gebe/gebelik şüphesi olan ve menstrüasyon döneminde olan kadınlar, metabolik ve endokrin bir hastalığı olan, herhangi bir sistemik (karaciğer, böbrek, kalp) hastalığı olan ve herhangi bir nedenden dolayı hormonal ilaç ve ödem söktürücü ilaç kullanan bireyler çalışmaya alınmamıştır. Çalışmaya gönüllü olarak katılan bireylere çalışmanın amacı, kullanılacak teknikler ve ölçüm yöntemleri hakkında bilgiler verilerek, sözlü ve yazılı olarak katılmaya onay veren bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Araştırmada BIA(TBF-300), DEXA(Norland XR-36) ölçümleri uygun cihazlarla yapılmış ve bireylerin 7 farklı vücut bölgesinden DKK ölçümleri ile 8 farklı bölgeden de çevre ölçümleri alınmıştır. DKK ve çevre ölçümleri iki defa alınarak, istatistiksel değerlendirmede ortalamaları kullanılmıştır.

Bireylerin yaş ve BKİ'lerine göre sınıflamaları yapılmıştır. Böylece birey sayısı eşit üç farklı BKİ değer sınırına sahip gruplar oluşturulmuştur. Bu grupların sınır BKİ'leri şu

şekilde sınıflandırılmıştır: 1. grup 18.0–24.9 (25 erkek, 25 kadın), 2. grup 25.0–29.9 (20 erkek, 20 kadın), 3. grup 30.0 ve üstüdür. (20 erkek, 20 kadın).

Bu çalışma; beslenme durumunun önemli göstergeleri olan yağsız vücut kütlesi, vücut yağı kütlesi ve vücut yağı yüzdesinin belirlenmesinde kullanılan skinfold ve BIA ölçümlerinden elde edilen değerler ile altın standart olarak kabul edilen DEXA ile saptanan sonuçları karşılaştırmak ve sağlıklı birey popülasyonundaki geçerliliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı İlaç Araştırmaları Yerel Etik Kurulu 02.12.2008 tarih, 2008/613 no'lu ve Kocaeli Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu 10.03.2009 tarih, 2009/48 no'lu izni, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinasyon Birimi TSY-09-772 no'lu desteği ile yürütülmüştür.

3.1. VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmaya katılma özelliği taşıyan bireylerden aynı gün içerisinde sırasıyla boy, vücut ağırlığı, antropometri (deri kıvrım kalınlıkları, çevre ölçümleri), BIA ve DEXA ölçümleri alındı.

3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE YÖNTEMİ

3.2.1. Antropometrik Ölçümler

Boy Uzunluğu: Deneklerin boy uzunlukları 0.5 cm duyarlılıkla ölçüm yapan sabit stadiometre kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm sırasında kişinin ayakkabısız, ayaklar topuklarla birlikte duvara değecek şekilde, ayakta ve dik, dümdüz karşıya bakarak ve başın Frankfort düzleminde olmasına dikkat edilerek ölçüm alınmıştır.

Vücut ağırlığı: ± 0.1 kg duyarlılıkla ölçüm yapan bir tartıyla (Tanita TBF-300) ölçülmüştür. Ölçüm sırasında bireylerin ağırlık değişkeninin ölçülmesi esnasında vücutlarında minimum düzeyde giysi bulundurmalarına dikkat edilmiştir. Ölçümü alınacak bireyin ince bir önlük giymesi sağlanarak ve üzerindeki tüm giysiler çıkarılmıştır. Ölçüm birey dik ve hareketsiz pozisyondayken yapılmıştır. Ölçüm sırasında bireyin hiçbir yerden kuvvet almaması ve herhangi bir yere dayanmaması sağlanmıştır. Ayrıca tartı aletinin konacağı yerin de düz ve sert olmasına özen gösterilmiştir.

Çevre ölçümleri: Çevre ölçümleri Behnke ve Wilmore Protokolüne (58) göre yapıldı.

Tüm ölçümler bireyler ayakta, dik ve serbest halde dururken aynı kişi tarafından belirlenen ölçüm noktalarından esnemeyen şerit metre ile $\pm 1\text{mm}$ duyarlıkta iki defa ölçümler alındı ve ölçüm formuna (Ek-1) kaydedildi. Verilerin değerlendirilmesinde bu iki ölçümün ortalaması kullanıldı.

Bel Çevresi: Birey ayakta, dik pozisyonda, topukları bitişik, eller ve kollar yanda serbestçe sarkarken, kostalar ve iliak krest arasındaki en uzun yatay çevre normal bir ekspirasyon sonrası ölçülerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.1. Bel çevresi ölçümü

Kalça Çevresi: Birey ayakta ve dik durumda, bacakları bitişik pozisyonda, şerit metre kalçanın çevresine arka taraftan maksimum genişlik yaptığı bölgeye yatay olarak yerleştirilerek ölçüm alınmıştır (138).



Şekil 3.2. Kalça çevresi ölçümü

Deri kıvrım kalınlıkları: DKK ölçümleri Keys ve Brozek Protokolüne (141) göre $\pm 0.2\text{mm}$ duyarlıkla ölçüm yapan Holtain marka SFT kaliper (Holtain Ltd., UK) kullanılarak yapılmıştır. Kaliperin her farklı ağız açıklığında her mm^2 'ye 10gr standart basınç uygulayıp uygulamadığı, kaliper asılı durumdayken yüklenen ağırlıklarla kontrol edilmiş ve belirli aralıklarla kalibrasyonu sağlanmıştır. Bütün DKK'ı değerleri Antropometrik Standardization Reference Manual'in öngörmüş olduğu gibi sağ taraftan (122), aynı kişi tarafından alınmıştır. İşaretli yer, orta ve başparmak kullanılarak deri kıvrımı kaldırılmış ve kıvrımın 1 cm altından deri altı dokusu sabit şekilde kaliperin ağzında tutturulmuştur. İki-4 saniye içinde deri kıvrım kalınlığı direkt okunmuştur. Ölçümler mm düzeyinde alınmıştır. Ölçüler iki defa alınarak ölçüm formuna (Ek-1) kaydedilmiştir. Alınan ölçümler arasındaki fark çok yüksek (%10'luk) ise ölçüm işlemi yeniden tekrarlanmıştır. Ölçü alınan bölgenin kuru ve kaygan olmamasına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Holtain kaliper ve deri kıvrım kalınlığı sıkıştırılması

Tablo 3.1. Deri kıvrım kalınlıkları ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamalar (126)

Bölge	Kıvrım Yönü	Anatomik Referans	Ölçüm
Triseps	Vertikal (orta çizgi)	Skapulanın akromial çıkıntı ve unlanın olekron çıkıntısı	Skapulanın acromion prosesinin uç noktası ile ulnanın olecranon prosesi arasındaki mesafe dirsek 90 ⁰ fleksiyondayken ölçüldü ve orta nokta işaretlendi. Kişi ayakta dik durumda, kol serbestçe sarkarken işaretlenen noktanın 1 cm altından skinfold ölçümü alındı.
Biceps	Vertikal (orta çizgi)	Biceps brachii	Kişi ayakta dik, üst ekstremiteler serbest ve avuç içi öne dönük biçimde, triseps deri kıvrım kalınlığı için konulan işaretin hizasında, biceps brachii kasının bel bölümünden kol serbestçe sarkarken işaretlenen noktanın 1 cm altından vertikal olarak ölçüm alındı.
Subskapular	Diagonal	Skapulanın inferior kenarı	Kişi ayakta, kol serbestçe sarkarken kürek kemiğinin altında deride görülen doğal ayırım çizgisi boyunca kemiğin alt açısının hemen altından (makro medialisin hattından) skapulanın inferior kenarından omurgaya 45 ⁰ bir açı ile ölçüm alındı.
Suprailiak	Oblik	İliak krest	Kişi ayakta dik pozisyonda iken iliak kemiğin (krest) 2 cm üzeri orta aksiller çizgiye işaret konulur ve deri katmanı diyagonal tutularak ölçüm yapıldı.
Abdomen	Horizontal	Umblikus	Kişi ayakta, dik, vücut ağırlığı iki bacağı eşit olarak dağıtılmış, karın bölgesindeki kaslar gevşek vaziyette deri kıvrım kalınlığı umbilicusun (göbeğin) 3 cm lateral işaretlenir ve işaretlenen noktanın 1 cm altından kaliper dik tutularak ölçüm alındı.
Göğüs	Diagonal	Koltuk altı ve meme ucu	Deri kıvrım kalınlığı denek ayakta dik pozisyonda iken pektoralis (göğüs) kasının koltuk altı ve meme ucu doğrultusu yönündeki kenarın, olabilecek en üst noktasından diyagonal olarak ölçüldü.
Uyluk	Vertikal (orta çizgi)	Patellanın üst sınırı ile inguinal kıvrım	Ağırlık sol bacak üzerine taşınır. Kişinin sağ ayağı yere temas eder pozisyonda petella üst ucu ile inguinal katlantı arasındaki orta noktası işaretlendi ve işaretlenen noktadan bacağın boy eksenine dik olarak ölçüm alındı.



Şekil 3.4.Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.5.Biseps Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.6.Subskapular Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.7.Suprailiac Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.8.Abdomen Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.9.Göğüs Deri Kıvrım Kalınlığı



Şekil 3.10.Uyluk Deri Kıvrım Kalınlığı



3.2.1.1. Biyoelektrik İmpedans Analizi Ölçümleri

Vücut bileşiminin tayininde ikinci yöntem olarak kullanılmıştır. Ölçümler tetrapolar biyoelektriksel impedans analizatörü olan Tanita TBF-300 (Tanita Inc, Tokyo-Japonya) cihazıyla yapılmıştır. BIA cihazı ayaktan ayağa 4 elektrotlu, yüksek frekanslı sabit akım kaynağını kullanmaktadır (50kHz, 500 μ A).

Ölçüme katılan bireylerden en az 4 saat hiçbir şey yememeleri ve kafein içeren içecekler de dahil olmak üzere bir şey içmemeleri, 24 saat öncesine kadar alkol tüketmemeleri, ölçümün yapılacağı gün 12 saat öncesi fiziksel aktivite yapmamaları, testten önce en az 30 dakika içinde tuvalet ihtiyaçlarını gidermeleri, testten önceki 7 günde diüretik kullanmamaları, ölçümünden 4 saat önce sauna veya banyoya girmemiş olmaları istenmiştir. Ayrıca ölçüme alınacak bayan bireylere menstrüasyon döneminde ölçüm yapılamayacağı bildirilmiş olup bu dönemde olan bireylerin ilerleyen günlerde ölçümleri alınmıştır.



Şekil 3.11. TBF-300 biyoelektriksel empedans analizatörü

Analizatörün elektrotlarının bulunduğu baskül bölümünün, her ölçümde silinerek temizlenmesine dikkat edilmiştir. Ölçümü yapılacak olan bireyin boy uzunluğu ölçüldükten sonra, analizatöre kişisel veriler girilmiştir. Bireylerin çıplak ayak ile baskül üzerindeki elektrotlar ayak tabanına temas edecek şekilde, analizatörün üzerine

çıkarak, dik pozisyonda ve sonuçlar ekranda görünene kadar hareketsiz bir şekilde beklemleri istenerek ölçüm alınmıştır. Cihazda bulunan bilgisayar donanımı yardımıyla vücut yağ yüzdesi, vücut yağ miktarı, vücut su miktarı, BKI, yağsız doku miktarı ve impedans bilgileri cihazdan çıktı olarak alınarak kayıt formuna işlenmiştir.

3.2.1.2. Çift Enerjili X- Işınları Absorbsiyometrisi Ölçümleri

Vücut kompozisyonu tayininde referans yöntem olarak kullanılmıştır. VY% ölçümü için XR-36 (Norland Corporation, Fort Atkinson, WI, USA) kemik dansitometresi kullanılmıştır. XR-36 tarayıcısı, 40 ve 80 KeV'da foton zirveleri oluşturmak için, Samaryum'la K-kenarı filtre edilen geniş spektrumlu bir ışınım yaratan tarama sırasında dinamik değişen 100 KV'luk bir röntgen kaynağı kullanılmaktadır. DEXA tarayıcısının tara hızı 260 mm/saniye ve pixel boyutu 6.5x13.0 olup, rektilineer bir tüm gövde taraması yapmaktadır. Filtrasyon düzeyi 11 milisaniyede değişebilmektedir. Tarama zamanı gövde kalınlığının belirlenmesine bağlı olarak 1-15 dakika sürmektedir. Tarama aygıtı içindeki sodyum iyodür (NaI) algılayıcısı denekten yansıyan zayıflatılmış ışınları belirlemektedir.

Bireyin boyuna ve vücut yapısına bağlı olarak tüm gövde taraması 15-20 dakika sürmüştür. Her ölçümden önce dansitometre, imalatçının belirlediği kalibrasyon kurallarına göre kalibre edilmiştir.

Ölçüm öncesinde bireylerin yaş ve cinsiyet gibi verileri cihaza yüklenmiştir. Bireylere üzerlerinde metal herhangi bir cisim veya giysi bulunmayacağı uyarısı yapılmıştır. Bireylere çalışma için seçilen metal aksam içermeyen ince ve hafif bir önlük giydirilmiştir. Ölçüm birey dansitometre sedyesinde hareketsiz ve sırt üstü yatar pozisyonda, baştan ayak uçlarına kadar tüm gövde taraması şeklinde ölçüm alınmıştır. Test öncesi bireylere normal hidrasyon önerilmiştir.



Şekil 3.12. Norland XR-36 kemik dansitometresi

3.3. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER VE VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.3.1.Yöntemler Arası Uyumun Ölçümü

İki yöntem arasındaki uyumu değerlendirmek için yapılan çalışmalarda sadece regrasyon ve korelasyon analizlerinin kullanımı çeşitli nedenlerden dolayı yöntemler arası uyumun belirlenmesinde tam anlamıyla sonuç vermemektedir. Uyumu araştırmada bu tekniklerin kullanılmaması; korelasyon derecesi örneklemdaki sonuçların dağılım genişliğine bağlıdır. Korelasyon, dağılım genişliği büyük olan örneklerde, dar olan örneklerle göre daha yüksek çıkara. Korelasyon katsayısının anlamlılığının testi, “iki yöntem arasında bağıntı yoktur” hipotezinin testidir. Aynı değeri ölçmek için dizayn edilen iki yöntemin bağıntılı olup olmadığını test etmek gereksizdir. İki yöntem zayıf uyuma sahip olduğu halde yüksek korelasyon gösterebilir. Doğrusal korelasyon analizi yöntem karşılaştırma çalışmalarında kullanılan diğer bir tekniktir. Regresyon analizinin amacı, noktalara en yakın doğruyu çizebilmek için a ve b katsayılarını kestirmektir. a ve b katsayılarını testi 0'a karşı yapılır. Fakat uyumu göstermede regresyon analizi kullanılacaksa regresyon eğrisi $a=0$ ve $b=1$ 'e karşı test edilmelidir. Yani iki yönteme ait değerler saçılım grafiğinde eşitlik çizgisi üzerinde olmalıdır programlarda a ve b'nin testisin 0'a karşı yapıldıkları unutulmamalıdır. Regresyon analizi x bağımsız değişkeni ile y bağımlı değişkeni arasındaki ilişkiyi inceler. Uyumu göstermede

regresyon analizi kullanılırken hangi yönteme ait verileri x, hangilerinin y olarak kabul edilmesi gerektiğine dair bilgi yoktur. Regresyon katsayısı da korelasyon katsayısı gibi dağılım genişliğinden etkilenir (142).

Literatürde iki yöntemin karşılaştırılmasında Bland-Altman analizleri kullanılmaktadır. Karşılaştırılan yöntemlerden elde edilen VY% değerlerinin değerlerinin ortalaması ile değerlerin ortalama farklarının dağılım grafiği ile başlanmıştır. Bu grafikler farkların sıfırın etrafında sistematik bir dağılım gösterip göstermediğinin ve hangi yaygınlıkta olduğunun incelenmesine olanak sağlar. Yöntemler arasındaki uyumluluk düzeyinin iyi olması için biasların (ortalama farklılıkların) sıfıra yakın, sıfırın etrafında rastgele dağılması ve %95'inin ± 1.96 SS aralığında olması beklenir. Bu durum altında ortalamalar ve farklar arasında ilişki olmadığı söylenebilir. Grafikte farkların ortalaması ($\bar{d}$) ± 1.96 “uyum sınırları” olarak adlandırılır. Kullanılan DEXA-BIA ve DEXA-DKK  l  m değerleri arasındaki fark $\bar{d}+1,96SS$ kadar büyük veya $\bar{d}-1,96SS$ kadar küçük olabilir (142).

Bu çalışmada, yaşları benzer 134 hastada DEXA ile  l  len VY% ile BIA ve DKK yöntemleriyle elde edilen VY% sonuçları arasındaki uyum Bland-Altman yöntemiyle incelenmiştir. Vücut yağ yüzdesi birçok yöntemle elde edilmektedir. Altın standart yöntem olarak kullanılan DEXA yöntemi yerine bazı yeni geliştirilmiş yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan BIA ve DKK kullanılarak VY% değeri belirlenmeye çalışılmıştır. BIA ve DKK yöntemleri ile elde edilen VY%'nin DEXA'dan elde edilen ölçümlere ne düzeyde uyum gösterdiği uyum sınırları kullanılarak incelenecektir.

Veriler ortalama $\pm$ standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) ve ortanca (25. persentil-75. persentil) ile sunulmuştur. Antropometrik ölçümlerin erkek ve kadınlarda parametrik varsayımların sağlandığı durumlarda ortalama ya da sağlanmadığı durumlarda ortancalarını karşılaştırmak için sırasıyla Student's t-testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. VY%  l  mleri arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Vücut yağ yüzdesini saptamada kullanılan denklemlerin birbirleri arasındaki uyumunu belirlemek için Bland-Altman yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $p<0.05$ kabul edilmiştir. İki yöntemin karşılaştırması için kullanılan Bland-Altman yöntemi MedCALC 9.2 paket programı ile yapılmıştır.

3.4.KULLANILAN FORMÜLLER

Yuhasz Formülü (143):

$$\% \text{ Yağ} = 0.153 (T + SS + A + S\dot{I}) + 5.788$$

Wilmore- Behnke Formül (14, 144):

- Erkeklerde: Vücut yoğunluğu (g/ml) = $1.08543 - 0.00086 (A) - 0.0004 (Q)$.
- Kadınlarda: Vücut yoğunluğu (g/ml) = $1.06234 - 0.00068 (SS) - 0.00039 (T) - 0.00025 (Q)$

Siri Formülü(145):

$$\% \text{ Yağ} = (4.95/VY - 4.5) \times 100$$

Lange Formülü(146):

$$\% \text{ Yağ} = (B + T + SS + G + S\dot{I} + Q) \times 0.097 + 3.64$$

Sloan-Weir Formülü (147):

$$\text{Erkeklerde} \quad \text{Vücut yoğunluğu} = 1.1043 - 0.001327 (Q) - 0.00131 (SS)$$

$$\text{Kadınlarda} \quad \text{Vücut yoğunluğu} = 1.0764 - 0.00081 (S\dot{I}) - 0.00088 (T)$$

Durning-Womersley Formülleri(148):

Durning – Womersley.1 (D-W.1)

Yetişkin Erkek	Yetişkin Kadın
(17-19 yaş) $VY = 1.1561 - 0.0711 \times X$	$VY = 1.1468 - 0.074 \times X$
(20-29 yaş) $VY = 1.1525 - 0.0687 \times X$	$VY = 1.1582 - 0.0813 \times X$
(30-39 yaş) $VY = 1.1165 - 0.0484 \times X$	$VY = 1.1356 - 0.068 \times X$
(40-49 yaş) $VY = 1.1519 - 0.0771 \times X$	$VY = 1.1230 - 0.0635 \times X$
(50 + yaş) $VY = 1.1527 - 0.0793 \times X$	$VY = 1.1347 - 0.0742 \times X$
$X = \log (T + S\dot{I})$	

Durning – Womersley.2 (D-W.2)

Yetişkin Erkek	Yetişkin Kadın
(17-19 yaş) $VY = 1.1555 - 0.0607 \times X$	$VY = 1.1517 - 0.0689 \times X$
(20-29 yaş) $VY = 1.1575 - 0.0617 \times X$	$VY = 1.1566 - 0.0728 \times X$
(30-39 yaş) $VY = 1.1393 - 0.0544 \times X$	$VY = 1.1397 - 0.0646 \times X$
(40-49 yaş) $VY = 1.1604 - 0.0716 \times X$	$VY = 1.1278 - 0.0609 \times X$
(50 + yaş) $VY = 1.1689 - 0.0787 \times X$	$VY = 1.1298 - 0.065 \times X$
$X = \log (T + SS + S\dot{I})$	

Durning – Womersley.3 (D-W.3)

Yetişkin Erkek

$$(17-19 \text{ yaş}) VY = 1.1620 - 0.0630 \times X$$

$$(20-29 \text{ yaş}) VY = 1.1631 - 0.0632 \times X$$

$$(30-39 \text{ yaş}) VY = 1.1422 - 0.0544 \times X$$

$$(40-49 \text{ yaş}) VY = 1.1620 - 0.0700 \times X$$

$$(50 + \text{ yaş}) VY = 1.1715 - 0.0779 \times X$$

$$X = \log (B+T+SS+Sİ)$$

Yetişkin Kadın

$$VY = 1.1549 - 0.0678 \times X$$

$$VY = 1.1599 - 0.0717 \times X$$

$$VY = 1.1423 - 0.0632 \times X$$

$$VY = 1.1333 - 0.0612 \times X$$

$$VY = 1.1339 - 0.0645 \times X$$

Durning – Womersley.4 (D-W.4)

Yetişkin Erkek

$$(17-19 \text{ yaş}) VY = 1.1466 - 0.0584 \times X$$

$$(20-29 \text{ yaş}) VY = 1.1451 - 0.0572 \times X$$

$$(30-39 \text{ yaş}) VY = 1.1332 - 0.0542 \times X$$

$$(40-49 \text{ yaş}) VY = 1.1422 - 0.0647 \times X$$

$$(50 + \text{ yaş}) VY = 1.1473 - 0.0718 \times X$$

$$X = \log (B+T+Sİ)$$

Yetişkin Kadın

$$VY = 1.1382 - 0.0628 \times X$$

$$VY = 1.1441 - 0.0680 \times X$$

$$VY = 1.1319 - 0.0624 \times X$$

$$VY = 1.1267 - 0.0626 \times X$$

$$VY = 1.1227 - 0.0633 \times X$$

Black ve Ark (149):

$$\text{Vücut yağ \% erkek} = 1.281 \times (BKI-10.13)$$

$$\text{Vücut yağ \% kadın} = 1.48 \times (BKI-7.00)$$

Jackson-Pollock (J-P)Yöntemi(10)

Erkekler için (Üç bölgenin toplamı)

Göğüs + Abdomen + Uyluk = Deri kıvrım kalınlıkları toplamı (ST)

$$\text{Vücut Yoğunluğu} = 1.10938 - (0.0008267 \times ST) + (0.0000016 \times ST^2) - (0.0002574 \times \text{yaş})$$

Kadınlar için (Üç bölgenin toplamı)

Triseps + Suprailiak + Uyluk = Deri kıvrım kalınlıkları toplamı (ST)

$$\text{Vücut Yoğunluğu} = 1.0994921 - (0.0009929 \times ST) + (0.0000023 \times ST^2) - (0.0001392 \times \text{yaş})$$

Gallagher et al Formülü(150):

$$\text{Erkeklerde \% Yağ} = (1.402 \times BKI) + (0.177 \times \text{yaş}) - 22.519$$

$$\text{Kadınlarda \% Yağ} = (1.591 \times BKI) + (0.096 \times \text{yaş}) - 11.666$$

Deurenberg et al Formül (79):

$$\% \text{ Yağ} = (1.2 \times BKI) + (0.23 \times \text{yaş}) - (10.8 \times \text{cinsiyet}) - 5.4$$

Cinsiyet erkekler için 1, kadınlar için 0

BKI İle Irka Göre Vücut Yağ Oranı (151):

$$\% \text{ Yağ} = 76 - [1097.8 \times (1/\text{BKI})] - (20.6 \times \text{cinsiyet}) + (0.053 \times \text{yaş}) + [95 \times \text{ırk} \times (1/\text{BKI})] - (0.044 \times \text{yaş} \times \text{ırk}) + [1.54 \times \text{cinsi} \times (1/\text{BKI})] + (0.034 \times \text{cinsi} \times \text{yaş})$$

Cinsiyet faktörü: erkek:1, kadın: 0

Irak faktörü: Asyalı: 1, diğer ırklar:

Bel Çevresi (BÇ) ve Triseps SFT ile Vücut Yağ Oranı (152):

Erkeklerde $\% \text{ Yağ} = (0.353 \times \text{BÇ}) + (0.756 \times \text{T}) + (0.235 \times \text{yaş}) - 26.4$

Kadınlarda $\% \text{ Yağ} = (0.232 \times \text{BÇ}) + (0.657 \times \text{T}) + (0.215 \times \text{yaş}) - 5.5$

Bel Çevresi ve Vücut Yağ Oranı (153):

Erkeklerde $\% \text{ Yağ} = (0.567 \times \text{BÇ}) + (0.101 \times \text{yaş}) - 31.8$

Kadınlarda $\% \text{ Yağ} = (0.439 \times \text{BÇ}) + (0.221 \times \text{yaş}) - 9.4$

4. BULGULAR

4.1. BİREYLERE İLİŞKİN TANIMLAYICI ÖZELLİKLER

Araştırmaya katılan bireylerin bazı özelliklerine göre dağılımı Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi araştırma kapsamına alınan bireylerin yaşları ortancası 37.5 yıl bulunurken; ortalama 37.3 ± 10.6 yıl; cinsiyete göre yaşları ortalaması ve ortancası sırasıyla erkeklerde 37.2 ± 10.8 yıl ve 38.0 yıl kadınlarda ise 37.4 ± 10.5 yıl, ve 37.0 yıl olarak bulunmuştur. Çalışmaya katılan tüm bireylerin ağırlıkları ortancası 72.6 kg iken ortalama ağırlığı 76.5 ± 17.7 kg, bu değer erkeklerde sırasıyla 80.1 kg ve 82.7 ± 17.8 kg, kadınlarda 67.9 kg ve 70.4 ± 15.5 kg’ dır. Tüm bireylerin ortalama boy uzunluğuna bakıldığında 165.1 ± 9.5 cm, erkeklerde ortalama boy uzunluğu 171.5 ± 7.6 cm, kadınlarda 158.6 ± 6.4 cm’ dir. Çalışmaya katılan bireylerin boy uzunlukları ortanca değeri 164.9 cm iken, erkeklerde ve kadınlarda sırasıyla 171.8 cm ve 159.6 cm’ dir. BKİ değeri tüm bireylerde ortalama 28.3 ± 6.7 kg/m², erkeklerde 28.3 ± 6.6 kg/m², kadınlarda ise 28.3 ± 6.8 kg/m² olarak belirlenmiştir. Ortanca değerleri ise sırasıyla 26.1 kg/m², 26.0 kg/m², 26.4 kg/m²’ dir. Tablo 4.1’de kadın ve erkeklerde BKİ ve yaş ortalaması benzer bulunmuştur.

Tablo 4.1. Araştırma Kapsamına Alınan Bireylerin Antropometrik Özellikleri ve Bunlara Ait Değerler

	Erkek			Kadın			p	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	Toplam
	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)					
Yaş (yıl)	67	37.2±10.8	38.0(27.0-46.0)	67	37.4±10.5	37.0(27.0-46.0)	P=0.988	134	37.3±10.6	37.5(27.0-46.0)	
Vücut ağırlığı (kg)	67	82.7±17.8	80.1(67.5-97.4)	67	70.4±15.5	67.9(59.2-78.1)	P<0.001	134	76.5±17.7	72.6(64.0-87.9)	
Boy uzunluğu (cm)	67	171.5±7.6	171.8(167.0-176.7)	67	158.6±6.43	159.6(154.1-163.0)	P<0.001	134	165.1±9.5	164.9(158.6-172.3)	
BKİ (kg/m ²)	67	28.3±6.6	26.0(23.4-32.5)	67	28.3±6.8	26.4(23.4-33.5)	P=0.979	134	28.3±6.7	26.1(23.4-32.7)	
Deri kıvrım kalınlığı (mm)											
Triseps (mm)	67	13.1±6.6	12.0(8.1-17.2)	67	21.2±7.1	19.2(16.1-26.0)	P<0.001	134	17.2±7.9	16.3(11.0-22.3)	
Biceps (mm)	67	7.8±4.5	6.0(4.3-9.7)	67	11.7±5.1	11.2(8.1-14.1)	P<0.001	134	9.8±5.2	8.8(6.0- 13.2)	
Supskapula (mm)	66	18.0±8.6	16.1(11.3-23.0)	67	19.1±7.8	17.1(13.2-24.3)	P=0.295	133	18.5±8.2	16.4(12.3-24.0)	
Supralliyak (mm)	65	19.6±8.6	18.3(13.1-26.6)	63	20.4±6.9	20.2(16.0-25.0)	P=0.551	128	20.0±7.8	19.3(14.5-25.1)	
Abdomen (mm)	50	22.5±7.1	23.1(18.8-27.1)	55	23.5±7.1	23.1(19.0-27.3)	P=0.457	105	23.0±7.1	23.1(19.0-27.2)	
Uyluk (mm)	67	19.4±9.5	17.0(12.0-25.0)	64	27.6±7.1	28.7(22.5-33.2)	P<0.001	131	23.4±9.3	23.1(15.1-32.0)	
Göğüs (mm)	67	11.7±5.0	11.2(8.0-15.1)	67	13.0±4.9	12.3(10.0-16.2)	P=0.153	134	12.4±5.0	12.0(9.0-15.1)	

$\bar{X}$: Ortalama, SS: Standart sapma, ortanca (25. percentil-75. percentil)

Tablo 4.1. Araştırma Kapsamına Alınan Bireylerin Antropometrik Özellikleri ve Bunlara Ait Değerler (devamı)

	Erkek			Kadın			p	n	Toplam	
	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)			$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)
Çevre ölçümleri (cm)										
Bel (cm)	67	98.2±15.0	95.7(87.5-108.5)	67	89.2±14.7	86.7(79.6-98.5)	P<0.001	134	93.7±15.5	90.8(81.2-103.6)
Üst orta kol (cm)	67	31.4±4.4	31.2(28.2-35.6)	67	30.3±4.7	26.5-34.0	P=0.062	134	30.8±4.5	30.2(27.7-35.2)
Boyun (cm)	67	40.5±3.4	39.7(38.2-42.4)	67	34.1±2.7	33.5(32.3-36.4)	P<0.001	134	37.3±4.4	37.3(33.4-40.0)
Kalça (cm)	67	105.5±16.7	105.0(97.6-114.3)	67	107.0±16.8	105.7(100.2-114.2)	P=0.427	134	106.2±16.7	105.5(98.5-144.2)
Uyluk (cm)	67	53.9±6.4	52.3(49.5-58.7)	67	56.5±7.56	54.3(51.5-61.7)	P =0.064	134	55.2±7.1	54.2(49.9-58.7)
Baldır (cm)	67	39.0±4.3	39.2(35.7-42.4)	67	38.4±5.4	38.5(35.3-41.3)	P =0.478	134	38.7±4.9	38.7(35.6-42.3)
El bileği (cm)	67	18.1±2.1	17.9(16.9-18.6)	67	16.4±1.4	16.2(15.3-17.3)	P<0.001	134	17.2±2.0	17.2(16.1-18.3)
Toplam vücut yağı (%)										
DEXA	67	29.5±7.3	30.0(25.0-34.0)	67	43.9±5.9	45.0(40.0-48.0)	P<0.001	134	36.7±9.8	37.0(29.0-45.0)
BİA	67	21.9±8.8	19.9(16.2-27.8)	67	32.5±7.8	32.6(26.9-37.2)	P<0.001	134	27.2±9.8	27.1(18.1-34.8)

$\bar{X}$: Ortalama, SS: Standart sapma, ortanca (25. persentil-75. persentil)

Tablo 4.1. Araştırma Kapsamına Alınan Bireylerin Antropometrik Özellikleri ve Bunlara Ait Değerler (devamı)

	Erkek			Kadın			p	n	Toplam	
	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)			$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)
DKK										
Yulusz	50	15.5±3.2	15.5(13.0-17.3)	54	17.7±3.2	17.7(15.7-19.3)	P<0.001	104	16.6±3.3	16.7(14.5-18.2)
Lange	64	12.0±3.5	11.2(9.6-14.4)	60	14.0±2.7	13.7(12.3-15.9)	P<0.001	124	13.0±3.3	12.8(10.7-15.5)
Sloan	66	19.3±10.3	15.4(12.7-25.2)	63	25.2±4.7	24.8(21.7-27.3)	P<0.001	129	22.2±8.6	22.2(15.0-27.2)
Wil-Beh	50	17.0±3.3	17.6(14.6-19.1)	64	28.3±3.8	27.4(25.7-30.3)	P<0.001	114	23.9±6.7	24.4(17.9-28.4)
D.W.-1	66	23.4±6.7	23.4(19.4-27.1)	67	32.7±5.6	33.1(28.7-36.9)	P<0.001	133	28.1±7.7	28.4(22.1-33.9)
D.W.- 2	64	22.5±6.4	22.7(19.0-26.1)	63	33.3±5.2	34.1(30.5-35.9)	P<0.001	127	27.9±8.0	27.5(21.2-34.9)
D.W.- 3	64	22.6±6.4	22.6(19.1-26.3)	63	33.3±5.2	33.7(30.3-35.9)	P<0.001	127	27.9±7.9	27.4(21.4-34.8)
D.W.- 4	65	22.8±6.4	23.1(18.9-26.8)	63	33.7±5.1	33.9(32.4-36.7)	P<0.001	128	28.1±7.9	28.4(21.6-34.9)
Black	67	26.1±8.5	23.1(19.8-31.5)	67	34.9±10.1	32.0(27.6-42.5)	P<0.001	134	30.5±10.3	28.8(22.4-36.5)
Jack-Poll	50	15.1±4.6	15.7(12.7-18.5)	61	26.7±5.3	26.3(23.3-30.4)	P<0.001	111	21.5±7.6	21.5(15.7-27.4)
Galagher	67	23.7±9.6	21.0(17.0-29.4)	67	36.9±11.0	34.0(30.4-45.0)	P<0.001	134	30.3±12.2	29.9(20.7-37.7)
Deurenberg	67	26.3±8.4	24.3(20.2-31.1)	67	37.1±8.6	35.1(30.7-43.3)	P<0.001	134	31.7±10.1	31.1(23.7-38.4)
Parizkova	66	26.0±7.6	25.4(20.4-31.6)	67	33.5±5.1	33.4(29.9-37.3)	P<0.001	133	29.8±7.5	30.6(24.7-35.1)
BKI+Irk+Yaş	65	18.6±8.0	17.0(12.6-25.0)	67	37.1±9.0	36.3(37.7-45.1)	P<0.001	132	28.0±12.6	28.9(16.8-36.8)
Bel Çev+Triceps	67	26.9±10.2	24.6(20.0-32.9)	67	37.2±7.8	36.1(32.6-40.4)	P<0.001	134	32.1±10.4	32.6(24.2-38.7)
Bel Çev	67	27.6±8.81	26.2(22.3-33.4)	67	38.0±7.1	37.5(33.0-41.6)	P<0.001	134	32.8±9.5	33.2(26.0-39.4)

 $\bar{X}$: Ortalama, SS: Standart sapma, ortanca (25. persentil-75. persentil)

Tablo 4.2. Yöntemlerden elde edilen VY% değerler farkları

	Erkek			Kadın			Toplam		
	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)	n	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (25. pers.- 75. pers.)
BIA-DEXA	67	7.67±4.35	8.2(5.4-10.7)	67	11.4±5.18	11.0(7.8-14.9)	134	9.54±5.12	9.45(6.3-12.12)
Yuhasz-DEXA	50	11.07±3.46	11.08(9.43-13.17)	54	24.61±4.4	24.09(20.66-28.07)	104	18.1±7.86	17.69(11.18-24.44)
Lange-DEXA	65	17.12±4.6	17.07(14.73-19.46)	60	28.9±3.86	29.04(26.07-32.14)	124	22.82±7.28	23.18(17.0-29.07)
Sloan-DEXA	66	10.16±6.03	10.58(6.74-14.49)	63	18.17±4.15	17.8(15.7-20.97)	129	14.07±6.55	15.5(9.98-17.99)
Wil-Beh-DEXA	50	9.59±3.1	9.69(7.62-11.73)	64	15.1±4.04	14.96(12.16-18.07)	114	12.68±4.56	12.16(9.57-15.45)
D.W.-1-DEXA	66	6.06±4.3	6.02(3.47-8.53)	67	11.17±4.58	11.42(7.87-14.46)	133	8.64±5.12	8.09(5.09-12.4)
D.W.-2-DEXA	64	6.63±4.32	6.34(3.99-9.13)	63	10.03±4.35	10.04(6.95-13.18)	127	8.32±4.64	7.79(4.98-11.32)
D.W.-3-DEXA	64	6.45±4.2	6.27(3.92-9.03)	63	10.09±4.23	9.90(6.85-13.0)	127	8.25±4.58	8.0(4.95-11.46)
D.W.-4-DEXA	65	6.44±4.24	6.36(3.06-8.86)	63	9.70±4.04	9.45(6.90-12.78)	128	8.04±4.44	7.84(4.66-11.06)
Black-DEXA	67	3.4±4.67	3.49(-0.15-6.95)	67	9.03±7.44	9.63(5.22-14.26)	134	6.21±6.8	6.19(1.56-10.67)
Jack-Poll-DEXA	50	11.45±2.88	11.4(9.36-12.97)	61	16.4±3.81	16.23(13.39-19.84)	111	14.18±4.22	13.45(11.31-16.9)
Galagher-DEXA	67	5.78±5.26	5.77(2.01-10.06)	67	6.96±8.03	7.33(2.97-12.35)	134	6.37±6.79	6.45(2.71-11.41)
Deurenberg-DEXA	67	3.2±4.76	2.67(-0.9-6.49)	67	6.76±6.09	6.46(-3.22-10.83)	134	4.98±5.73	4.63(0.63-9.3)
Parizkova-DEXA	66	3.4±4.39	3.24(0.32-5.83)	67	10.4±4.36	10.07(7.0-13.43)	133	6.92±5.6	6.81(2.96-11.17)
BKI+Irk+Yaş-DEXA	65	11.46±4.64	10.85(8.08-14.93)	67	6.81±6.44	6.05(2.18-11.37)	132	9.1±6.07	9.38(5.22-13.44)
Bel Çev+Triceps-DEXA	67	2.59±5.36	2.8(-1.41-6.96)	67	6.72±5.42	7.08(2.7-10.82)	134	4.65±5.75	4.63(0.76-8.94)
Bel Çev-DEXA	67	1.93±4.8	2.3(-1.65-5.23)	67	5.91±5.90	5.53(1.71-10.23)	134	3.92±5.72	3.74(-0.53-7.49)

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi çalışmaya katılan bireylerin 7 bölgelerinden deri kıvrım kalınlıkları ölçülmüştür. Katılımcılardan çeşitli sebeplerden dolayı bazı bölgelerinden ölçüm alınamamıştır. Tüm bireylerin triseps, biceps, supskapula, suprailiyak, abdomen, uyluk ve göğüs ortalamaları sırasıyla 17.2 ± 7.9 mm, 9.8 ± 5.2 mm, 18.5 ± 8.2 mm, 20.0 ± 7.8 mm, 23.0 ± 7.1 mm, 23.4 ± 9.3 mm, 12.4 ± 5.0 mm'dir. Cinsiyete göre DKK değerleri ortalaması ise erkeklerde sırasıyla 13.1 ± 6.6 mm, 7.8 ± 4.5 mm, 18.0 ± 8.6 mm, 19.6 ± 8.6 mm, 22.5 ± 7.1 mm, 19.4 ± 9.5 mm, 11.7 ± 5.0 mm, bu değerlerin ortalaması kadınlarda ise 21.2 ± 7.1 mm, 11.7 ± 5.1 mm, 19.1 ± 7.8 mm, 20.4 ± 6.9 mm, 23.5 ± 7.1 mm, 27.6 ± 7.1 mm, 13.0 ± 4.9 mm'dir. Ölçülen triseps DKK'nın 85. persentil ve üzerinde (erkek: >20 mm, kadın: >30 mm) olması yetişkinler için şişmanlık göstergesidir (18).

Tablo 4.1.'de araştırma kapsamına bireylerin çevre ölçümlerinden en yüksek ortalama ve standart sapma değeri bel ve kalça değişkenidir. Bel çevreleri ortalaması 93.7 ± 15.5 cm erkeklerde 98.2 ± 15.0 cm bulunurken kadınlarda ise 89.2 ± 14.7 cm bulunmuştur. Kalça çevresi ortalama değeri 106.2 ± 16.7 cm, erkeklerde ve kadınlarda ortalama kalça çevresi ise sırasıyla 105.5 ± 16.7 cm, 107.0 ± 16.8 cm olarak saptanmıştır. Üst orta kol çevresi erkek ve kadınlarda sırasıyla 31.4 ± 4.4 cm ve 30.3 ± 4.7 cm'dir.

Bütün bireylerde BIA cihazı ile saptanan VY% değerlerinin, DEXA cihazı ile saptanan VY% değerlerinden daha düşük bulunduğu Tablo 4.1'de görülmektedir. DEXA cihazı ile saptanan VY% değeri ortalama 36.7 ± 9.8 iken BIA cihazıyla ortalama VY% değeri 27.2 ± 9.8 bulunmuştur. BIA ve DEXA cihazları ile saptanan ortalama VY% değeri erkeklerde sırasıyla 21.9 ± 8.8 ve 29.5 ± 7.3 iken kadınlarda ise ortalama VY% değeri sırasıyla 32.5 ± 7.8 ve 43.9 ± 5.9 olarak saptanmıştır. Wilmore'nin VY% sınıflamasına göre şişmanlık sınırı erkeklerde 20-25, kadınlarda 30-35; şişmanlık ise erkeklerde ≥ 25 , kadınlarda ≥ 35 'tir (18). DEXA, BIA cihazlarıyla saptanan VY% değerleri sonucunda, Wilmore sınıflamasına göre tüm bireyler şişman olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak çeşitli formüller aracılığıyla hesaplanan VY%'sinin ortalama, standart sapma değerleri görülmektedir. DKK verileri ile VY%'si Yuhasz, Lange, Sloan-Weir, Wilmore-Behnke, Durning-Womersley-1, Durning-Womersley-2, Durning-Womersley-3, Durning-Womersley-4, Black, Jackson-Pollock, Gallagher, Deurenberg, Parizkova, BKI ile ırka göre vücut yağ oranı, bel çevresi ve triseps ile vücut yağ oranı, bel çevresi ve vücut yağ oranı formülleri ile hesaplama yapılmıştır. Tüm katılımcılarda formüllerle hesaplanan VY%

değerlerinin ortalama ve standart sapmaları sırasıyla 16.6 ± 3.3 , 13.0 ± 3.3 , 22.2 ± 8.6 , 23.9 ± 6.7 , 28.1 ± 7.7 , 27.9 ± 8.0 , 27.9 ± 7.9 , 28.1 ± 7.9 , 30.5 ± 10.3 , 21.5 ± 7.6 , 30.3 ± 12.2 , 31.7 ± 10.1 , 29.8 ± 7.5 , 28.0 ± 12.6 , 32.1 ± 10.4 , 32.8 ± 9.5 bulunmuştur. Erkeklerde ise VY% değerleri sırasıyla 15.5 ± 3.2 , 12.0 ± 3.5 , 19.3 ± 10.3 , 17.0 ± 3.3 , 23.4 ± 6.7 , 22.5 ± 6.4 , 22.6 ± 6.4 , 22.8 ± 6.4 , 26.1 ± 8.5 , 15.1 ± 4.6 , 23.7 ± 9.6 , 26.3 ± 8.4 , 26.0 ± 7.6 , 18.6 ± 8.0 , 26.9 ± 10.2 , 27.6 ± 8.8 hesaplanmıştır. Kadınlarda VY% değerleri 17.7 ± 3.2 , 14.0 ± 2.7 , 25.2 ± 4.7 , 28.3 ± 3.8 , 32.7 ± 5.6 , 33.3 ± 5.2 , 33.3 ± 5.2 , 33.7 ± 5.1 , 34.9 ± 10.1 , 26.7 ± 5.3 , 36.9 ± 11.0 , 37.1 ± 8.6 , 33.5 ± 5.1 , 37.1 ± 9.0 , 37.2 ± 7.8 , 38.0 ± 7.1 hesaplanmıştır. Antropometrik ölçümler yardımıyla VY% hesaplanmasında kullanılan denklemler arasında VY% ortalamasını en yüksek saptayan formül bel çevresi- yaş ve bel çevresi- triseps formülleridir. Sırasıyla bu denklemlerden elde edilen VY% ortalamaları 32.8 ± 9.5 ve 32.1 ± 10.4 'dür. En düşük VY% ortalama değerleri ise Lange ve Yuhasz formülleri ile saptanmıştır. Sırasıyla VY%' si ortalama değerleri 13.0 ± 3.3 ve 16.6 ± 3.3 'dür. Wilmore'nin VY% sınıflamasına göre Parizkova ve bel çevresinin kullanıldığı formül erkek bireylerde, kadınlarda ise Deurenberg, BKİ+İrk+Yaş, Bel Çev+Triceps ve bel çevresinin kullanıldığı formüller bireyleri şişman olarak belirlemiştir.

Tablo 4.3. Erkek Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi

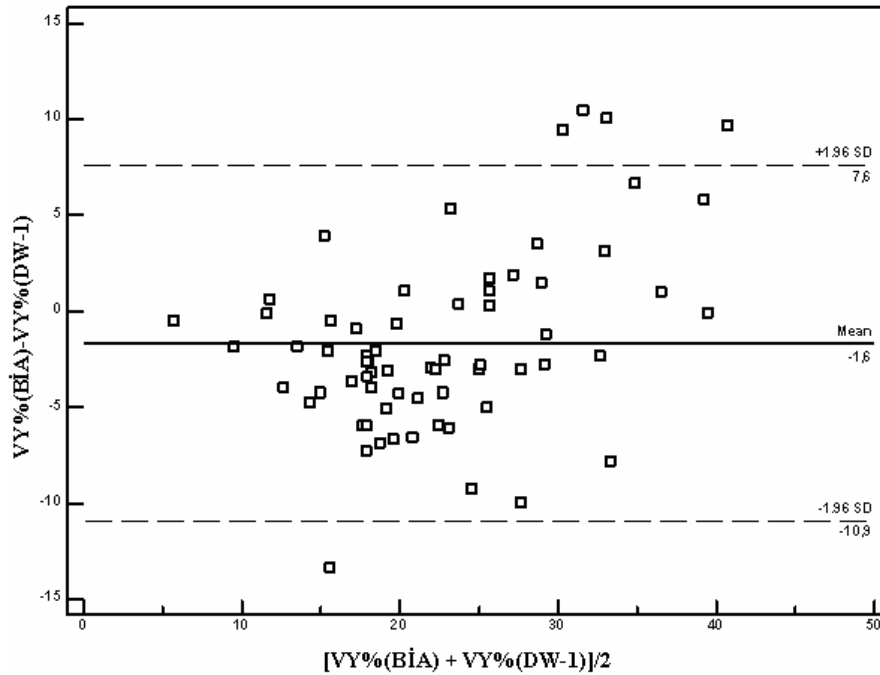
Değişkenler	BIA	Yuhasz	Wilmore-Behnke	Lange	Sloan-Weir	Durning – Womersley.1	Durning – Womersley.2	Durning – Womersley.3	Durning – Womersley.4	Black	Jackson-Pollock	Gallagher	Deurenberg	Parizkova	BKI+Irk+ Yaş	Bel Çevresi + Triceps	Bel Çevresi
DEXA	0.75 ^c	0.71 ^c	0.76 ^c	0.72 ^c	0.68 ^c	0.66 ^c	0.65 ^c	0.68 ^c	0.70 ^c	0.59 ^c	0.77 ^c	0.59 ^c	0.59 ^c	0.68 ^c	0.60 ^c	0.71 ^c	0.67 ^c
BIA		0.73 ^c	0.72 ^c	0.74 ^c	0.67 ^c	0.71 ^c	0.72 ^c	0.75 ^c	0.75 ^c	0.82 ^c	0.73 ^c	0.82 ^c	0.82 ^c	0.66 ^c	0.83 ^c	0.76 ^c	0.80 ^c
Yuhasz			0.93 ^c	0.95 ^c	0.86 ^c	0.92 ^c	0.94 ^c	0.94 ^c	0.92 ^c	0.81 ^c	0.92 ^c	0.81 ^c	0.81 ^c	0.90 ^c	0.79 ^c	0.89 ^c	0.82 ^c
Wilmore- Behnke				0.90 ^c	0.85 ^c	0.86 ^c	0.87 ^c	0.89 ^c	0.87 ^c	0.71 ^c	0.97 ^c	0.71 ^c	0.71 ^c	0.81 ^c	0.71 ^c	0.81 ^c	0.75 ^c
Lange					0.94 ^c	0.92 ^c	0.92 ^c	0.93 ^c	0.92 ^c	0.78 ^c	0.94 ^c	0.78 ^c	0.78 ^c	0.89 ^c	0.76 ^c	0.88 ^c	0.79 ^c
Sloan-Weir						0.88 ^c	0.84 ^c	0.86 ^c	0.80 ^c	0.68 ^c	0.91 ^c	0.68 ^c	0.68 ^c	0.82 ^c	0.66 ^c	0.75 ^c	0.66 ^c
Durning –Womersley.1							0.96 ^c	0.97 ^c	0.92 ^c	0.79 ^c	0.88 ^c	0.79 ^c	0.79 ^c	0.93 ^c	0.79 ^c	0.86 ^c	0.76 ^c
Durning –Womersley.2								0.99 ^c	0.97 ^c	0.80 ^c	0.88 ^c	0.80 ^c	0.80 ^c	0.89 ^c	0.80 ^c	0.85 ^c	0.77 ^c
Durning –Womersley.3									0.98 ^c	0.81 ^c	0.90 ^c	0.81 ^c	0.81 ^c	0.89 ^c	0.81 ^c	0.86 ^c	0.78 ^c
Durning –Womersley.4										0.79 ^c	0.89 ^c	0.79 ^c	0.79 ^c	0.87 ^c	0.79 ^c	0.87 ^c	0.79 ^c
Black											0.71 ^c	0.99 ^c	1.0 ^c	0.76 ^c	0.98 ^c	0.86 ^c	0.87 ^c
Jackson-Pollock												0.71 ^c	0.71 ^c	0.83 ^c	0.71 ^c	0.81 ^c	0.75 ^c
Gallagher													0.99 ^c	0.76 ^c	0.98 ^c	0.86 ^c	0.88 ^c
Deurenberg														0.76 ^c	0.98 ^c	0.86 ^c	0.87 ^c
Parizkova															0.76 ^c	0.92 ^c	0.76 ^c
BKI+Irk+ Yaş																0.84 ^c	0.87 ^c
Bel Çev+ Triceps																	0.93 ^c

^ap<0.05, ^bp<0.01, ^cp<0.001

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi VY% ölçüm yöntemlerinden elde edilen değerlerin farkları yer almaktadır. BIA-DEXA yöntemlerinden elde edilen VY% değerleri arasındaki farka bakıldığında ortalama 9.54 ± 5.12 bulunmuştur. Cinsiyete göre değerlendirildiğinde erkeklerde ortalama fark 7.67 ± 4.35 iken kadınlarda ise 11.4 ± 5.18 bulunmuştur. Deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak çeşitli formüller aracılığıyla hesaplanan VY% değeri ile DEXA cihazıyla bulunan VY% değerleri arasındaki farka bakıldığında; tüm katılımcılarda en yüksek ortalama fark Lange 22.82 ± 7.28 eşitliğinde bulunmuştur. En düşük ortalama fark ise bel çevresinin kullanıldığı eşitlikten elde edilmiştir (Bel çevresi-DEXA; 3.92 ± 5.72). Cinsiyetler arasındaki farklara bakıldığında ise kadın ve erkeklerde de en yüksek ve en düşük ortalama fark değeri tüm katılımcılarda olduğu gibi Lange ve bel çevresinin kullanıldığı eşitlikten elde edilmiştir. Erkeklerde ortalama fark en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla 17.12 ± 4.6 ve 1.93 ± 4.8 'dir. Kadınlarda ise 28.9 ± 3.86 ve 5.91 ± 5.90 şeklinde bulunmuştur.

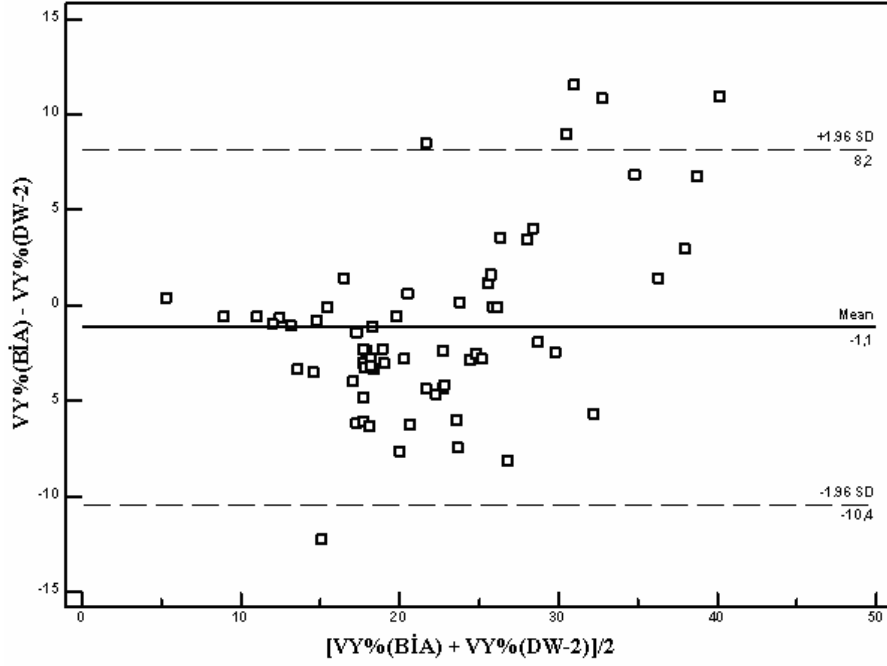
4.2. CİNSİYETE GÖRE BIA İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE FARKLI DENKLEMLERLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

4.2.1. Erkeklerin BIA ile Saptanan VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması



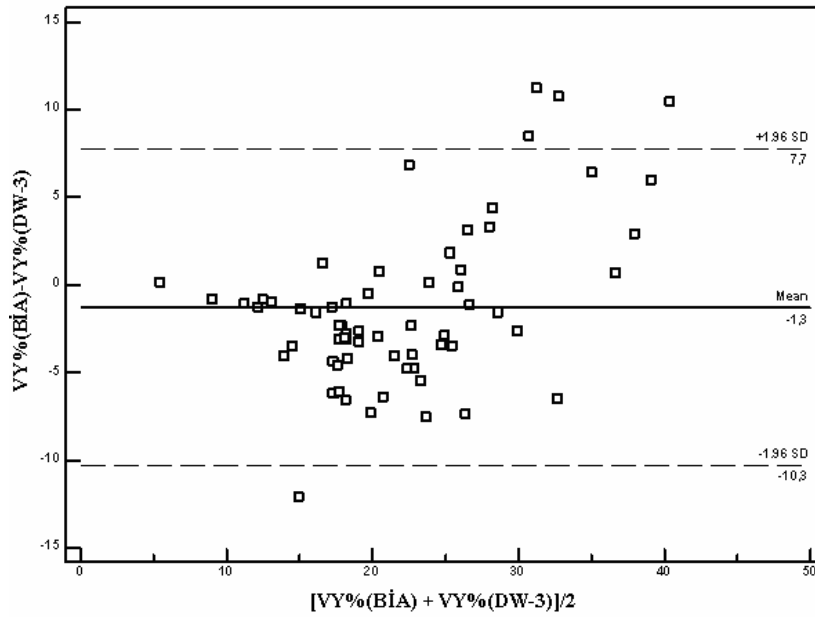
Şekil 4.1. Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning–Womersley 1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY%’nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.1.'de erkek bireylerde BIA ve Durning–Womersley 1 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



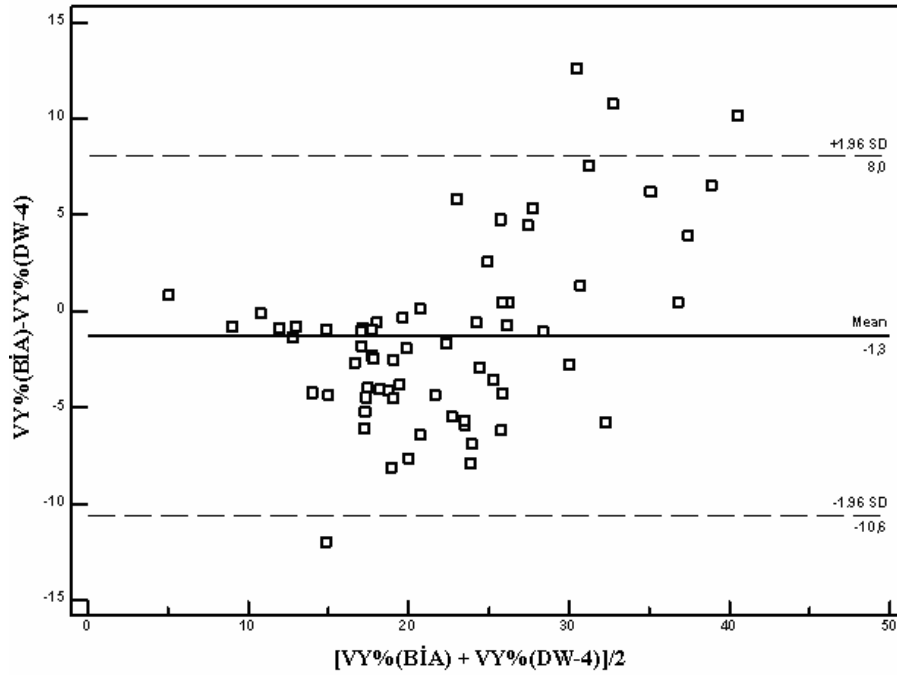
Şekil 4.2. Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.2.'de erkek bireylerde BIA ve Durning–Womersley.2 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

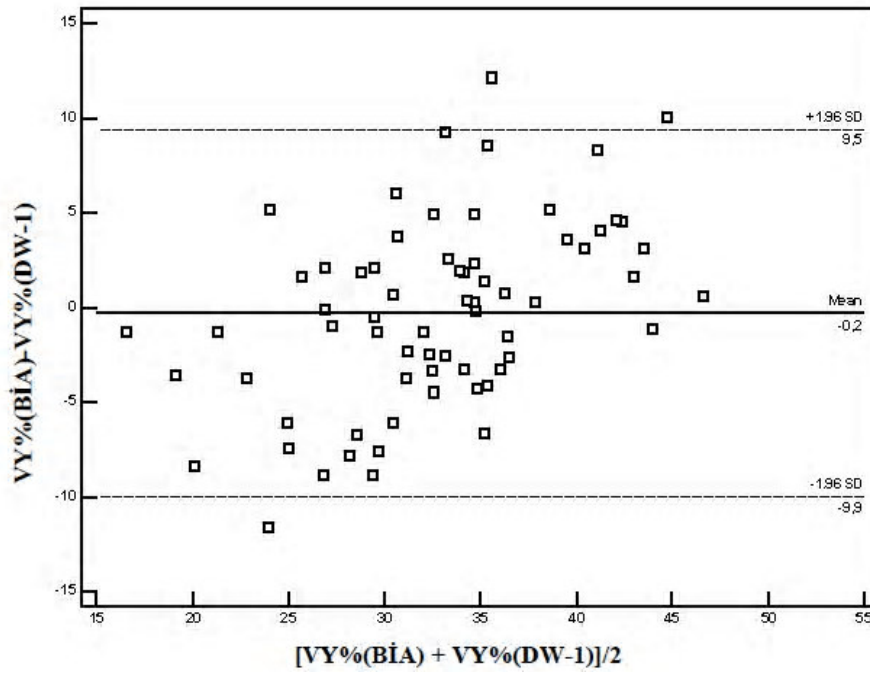
Şekil 4.3.'de erkek bireylerde BIA ve Durning–Womersley.3 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbirleriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Erkeklerin BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

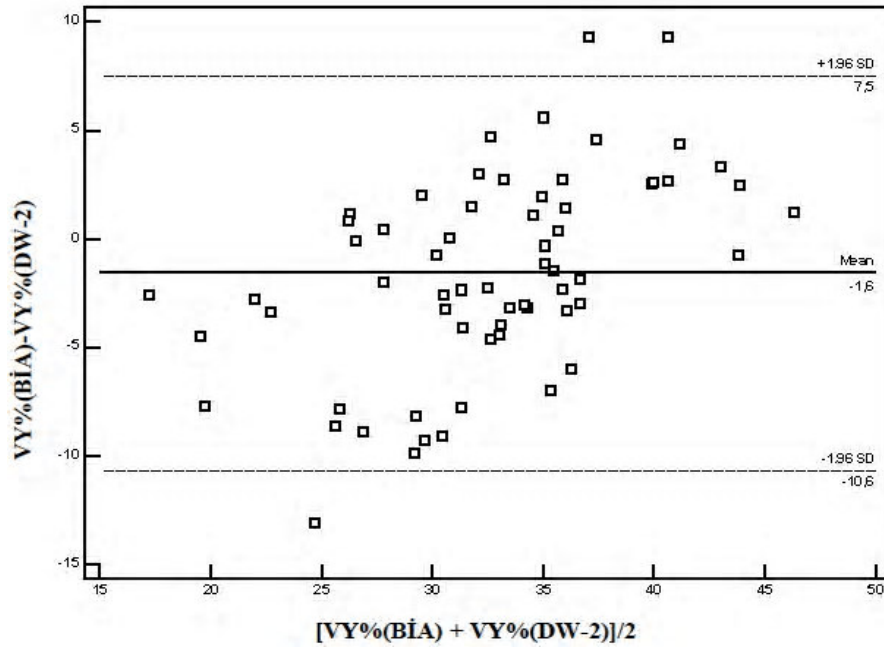
Şekil 4.4.'de erkek bireylerde BIA ve Durning–Womersley.4 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.2. Kadınlara Göre BIA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması



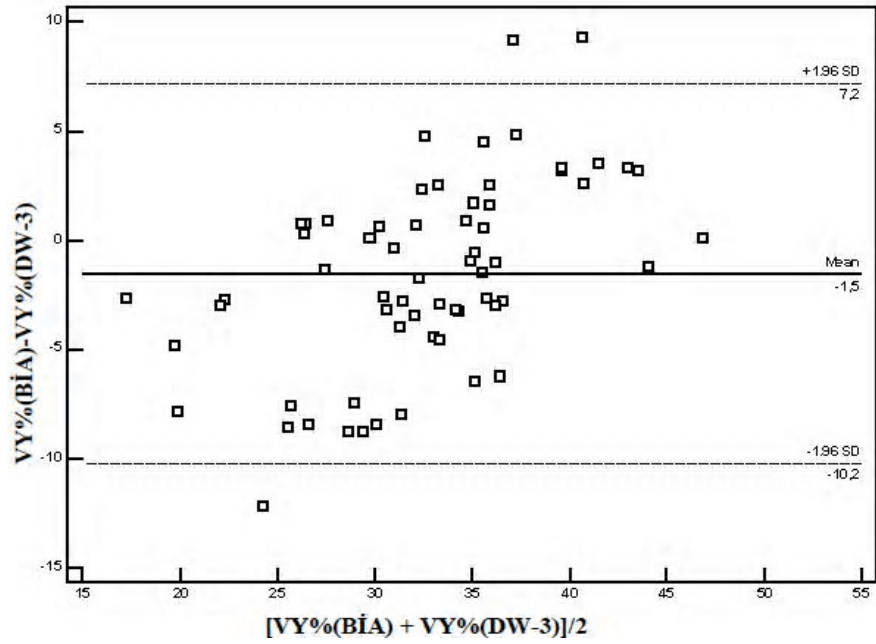
Şekil 4.5. Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.5.'de kadın bireylerde BIA ve Durning–Womersley.1 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



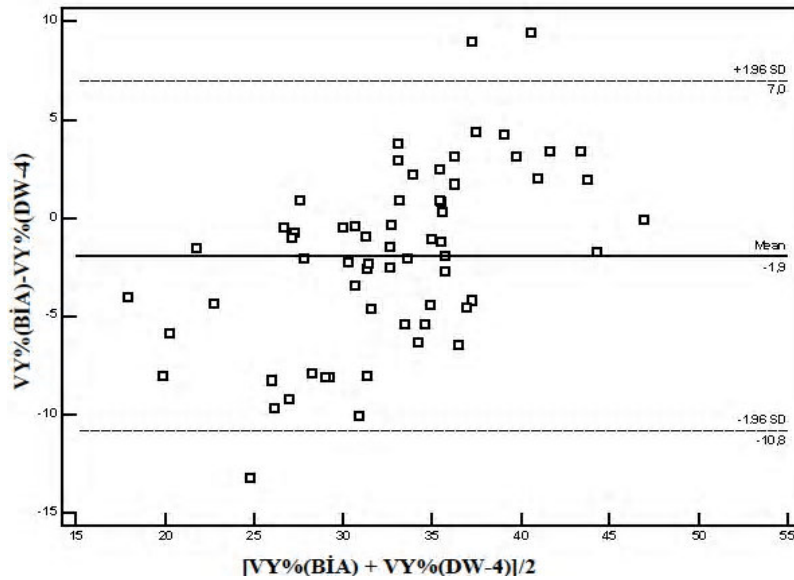
Şekil 4.6. Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.6.'de kadın bireylerde BIA ve Durning–Womersley.2 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.3 (DW 3) denklemi ile hesaplanan VY% Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.7.'de kadın bireylerde BIA ve Durning–Womersley.3 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbirleriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

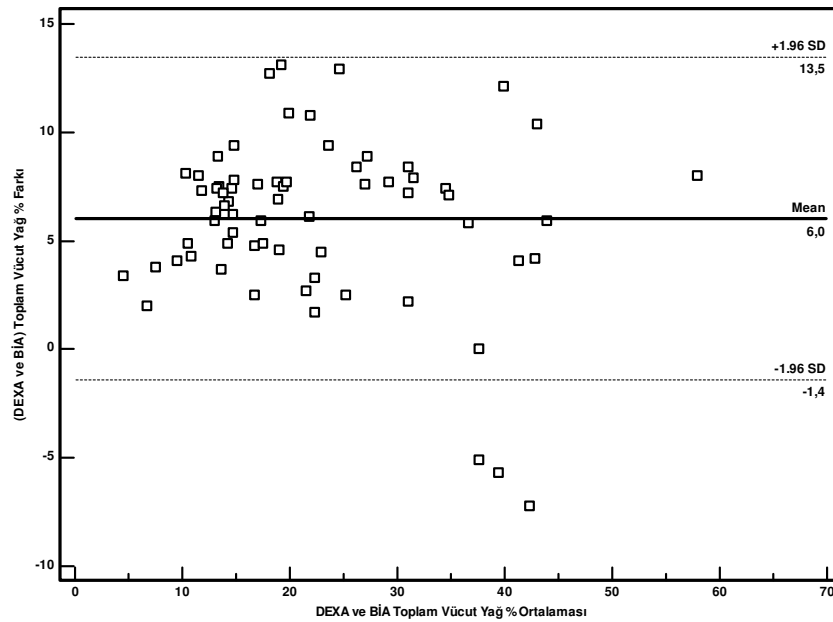


Şekil 4.8. Kadınların BIA ile saptanan VY% ve Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.8.' de kadın bireylerde BIA ve Durning–Womersley.4 denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

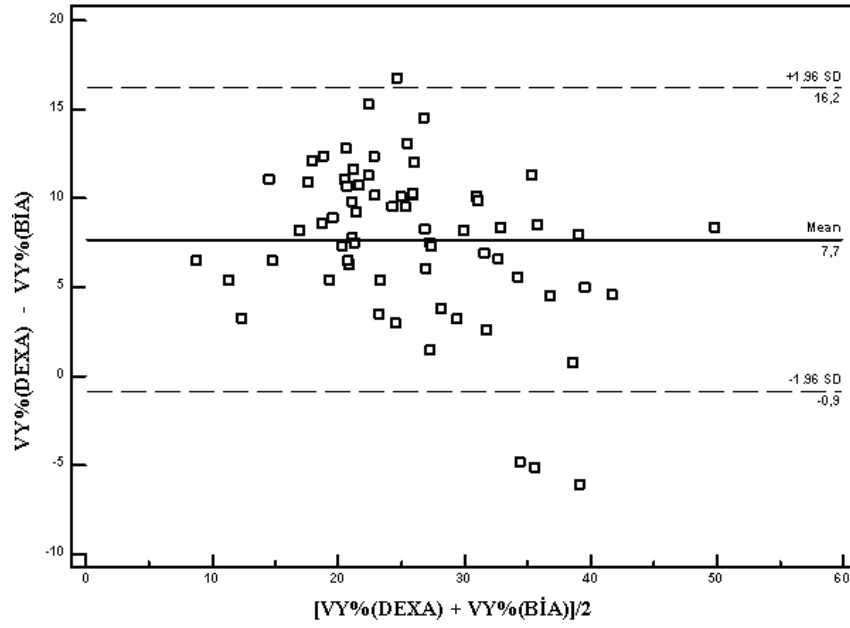
4.3. CİNSİYETE GÖRE DEXA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE BIA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ

4.3.1. Erkek de DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle BIA Cihazı ile Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması



Şekil 4.9. Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

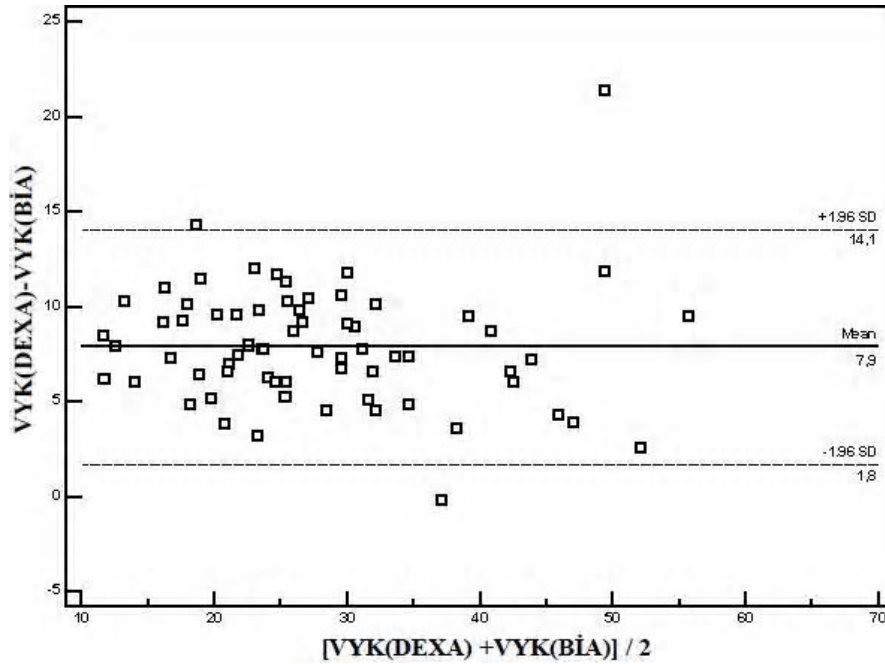
Şekil 4.9.' de erkek bireylerde DEXA ve BIA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

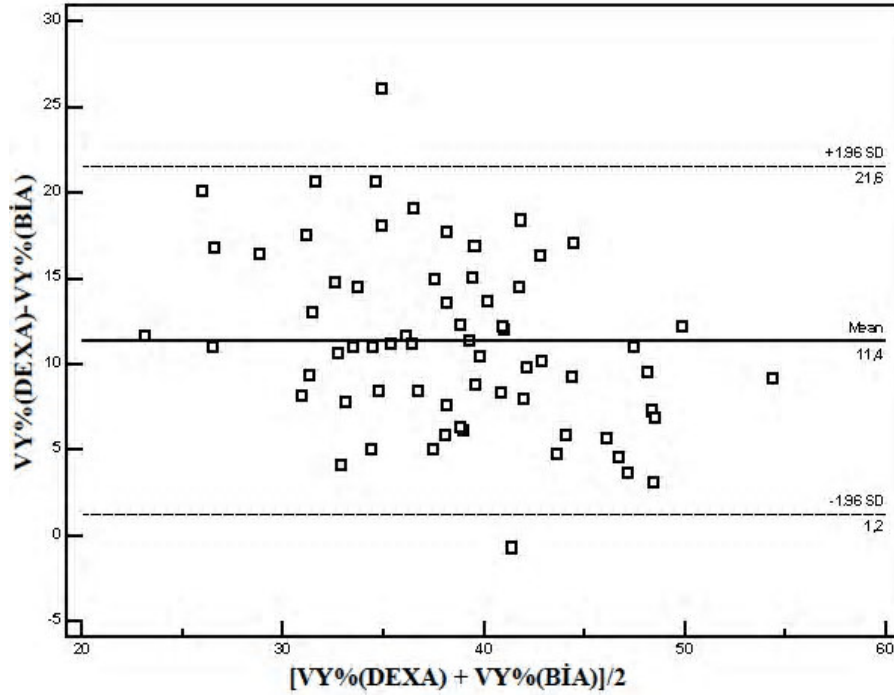
Şekil 4.10.' de erkek bireylerde DEXA ve BIA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

4.3.2. Kadınlara Göre DEXA İle Belirlenmiş Vücut Yağ Kütle Değerleri İle BIA Cihazı ile Belirlenmiş Vücut Yağ Kütle Değerlerinin Karşılaştırması



Şekil 4.11. Kadınların DEXA ile saptanan VYK ve BIA cihazı saptanan VYK'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.11.' de kadın bireylerde DEXA ve BIA ile elde edilen VYK değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

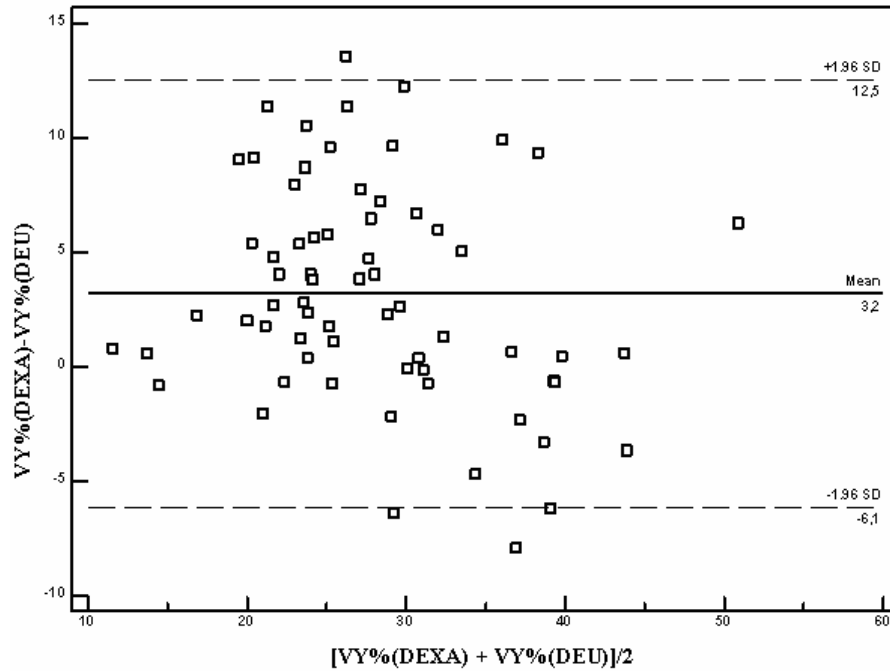


Şekil 4.12. Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve BIA cihazı saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.12.' de kadın bireylerde DEXA ve BIA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

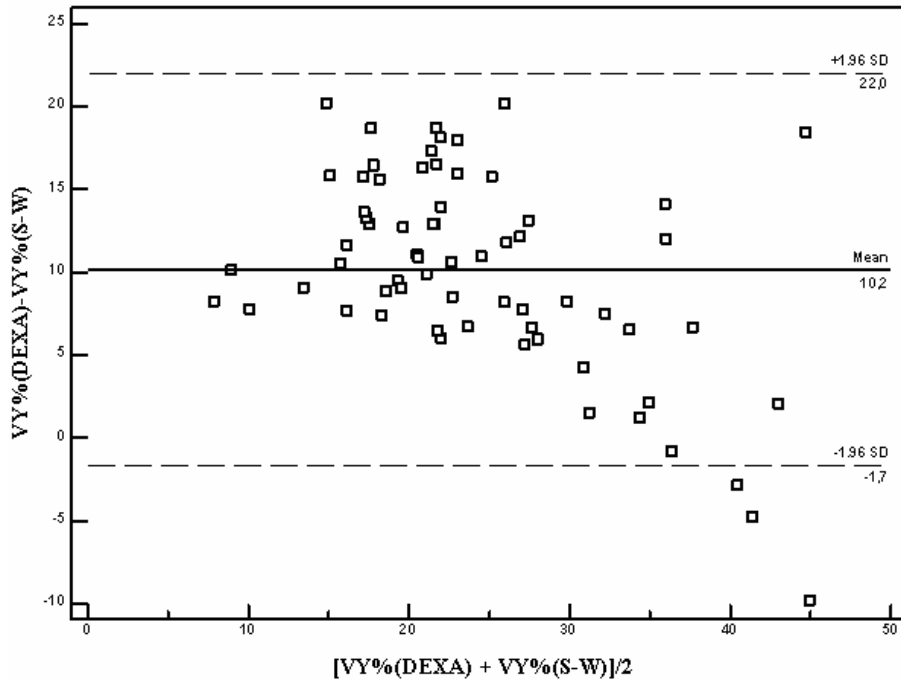
4.4. CİNSİYETE GÖRE DEXA CİHAZI İLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİ İLE VE FARKLI DENKLEMLERLE BELİRLENMİŞ VY% DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

4.4.1. Erkekler DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması



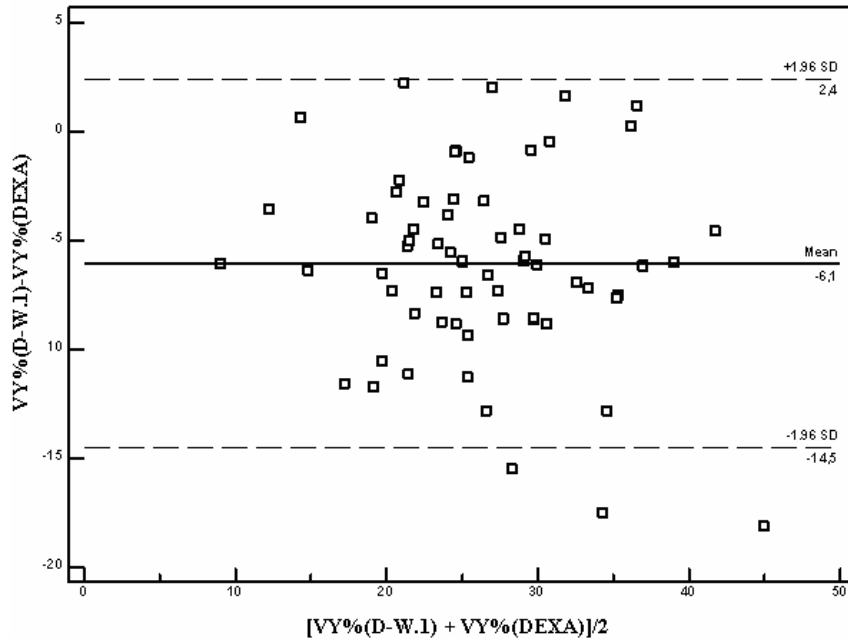
Şekil 4.13. Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve Deurenberg ve ark. (DEU) denklemi ile hesaplanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.13.' de erkek bireylerde DEXA ve Deurenberg denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



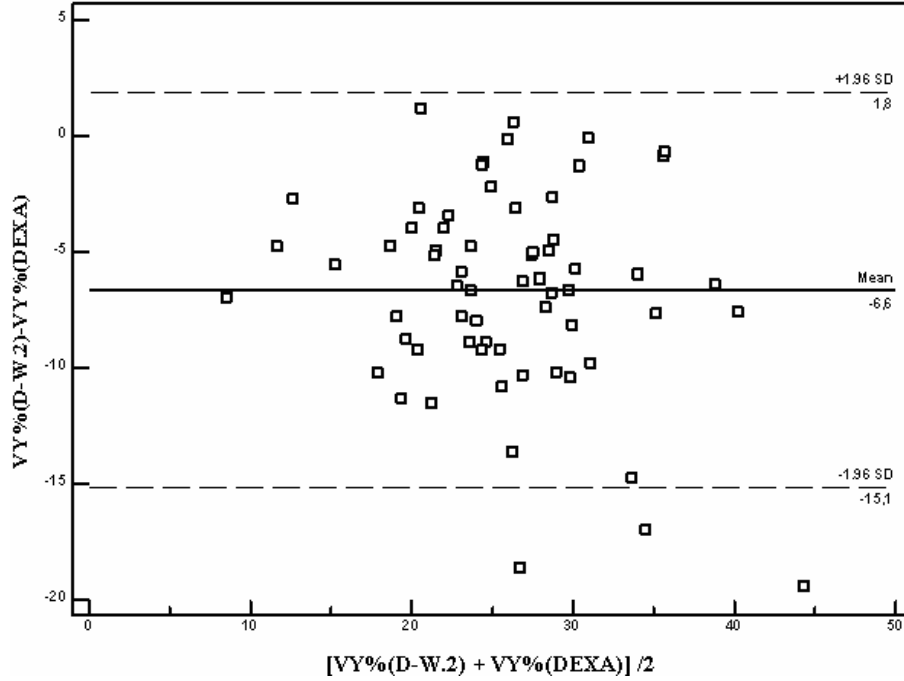
Şekil 4.14. Erkeklerin DEXA ile saptanan VY% ve Sloan-Weir (S-W) denklemi ile hesaplanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.14.' de erkek bireylerde DEXA ve Sloan-Weir denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



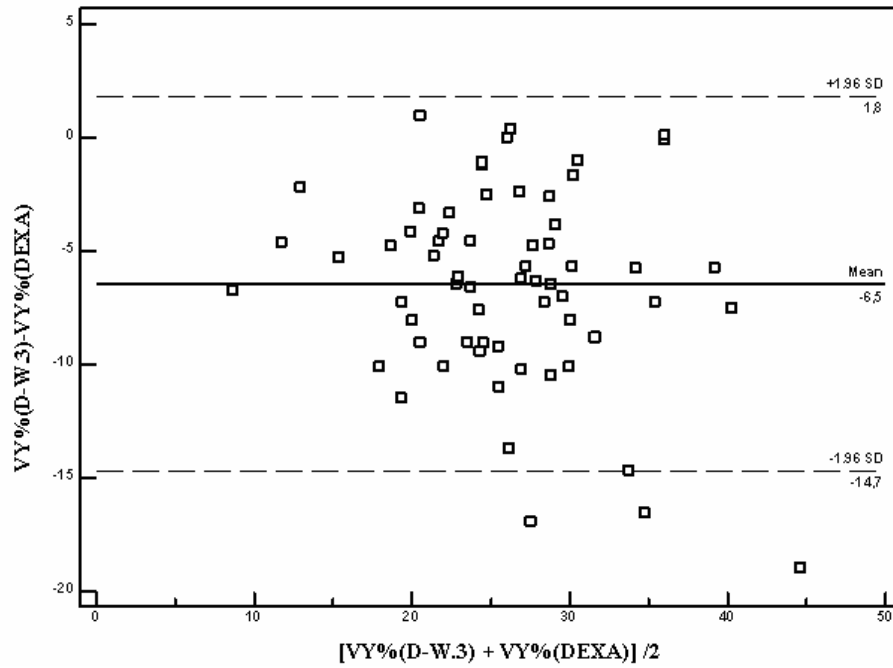
Şekil 4.15. Erkeklerin Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan vücut yağ yüzdelerinin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.15.' de erkek bireylerde Durning – Womersley.1 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



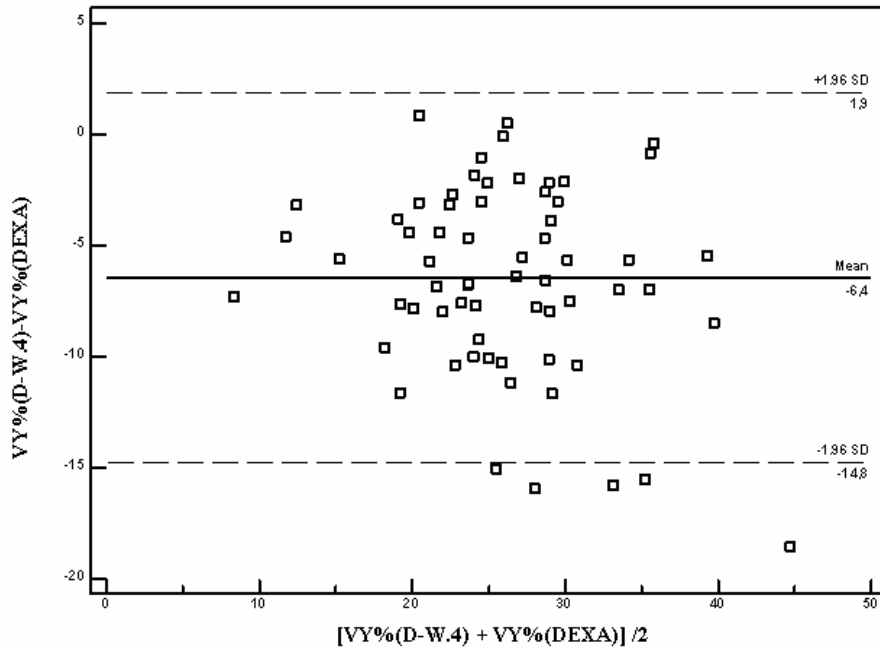
Şekil 4.16. Erkeklerin Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.16.' de erkek bireylerde Durning – Womersley.2 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.17. Erkeklerin Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

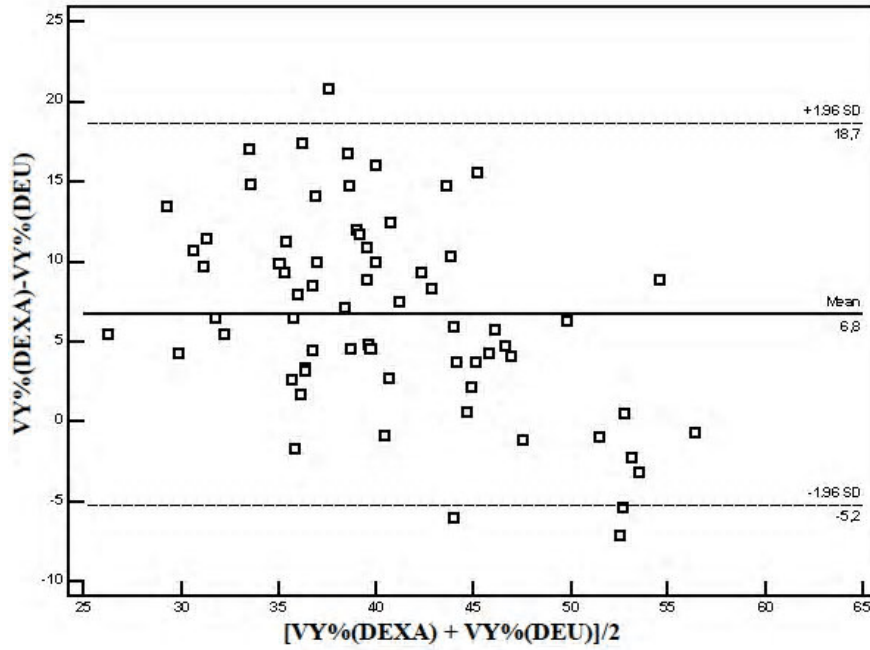
Şekil 4.17.' de erkek bireylerde Durning – Womersley.3 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Erkeklerin Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

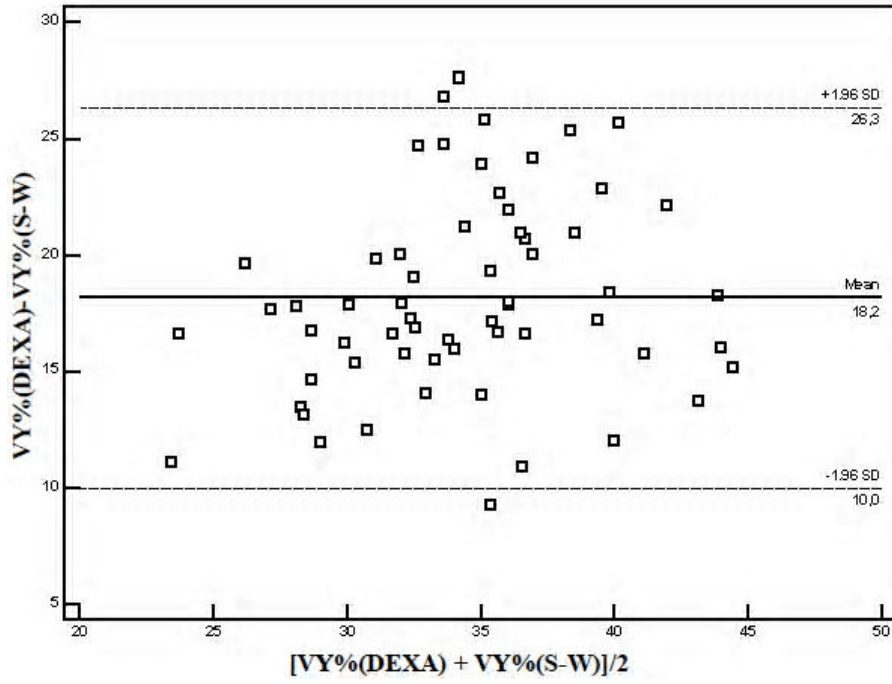
Şekil 4.18.' de erkek bireylerde Durning – Womersley.4 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

4.4.2. Kadınlara Göre DEXA İle Belirlenmiş VY% Değerleri İle Farklı Denklemlerle Belirlenmiş VY% Değerlerinin Karşılaştırması



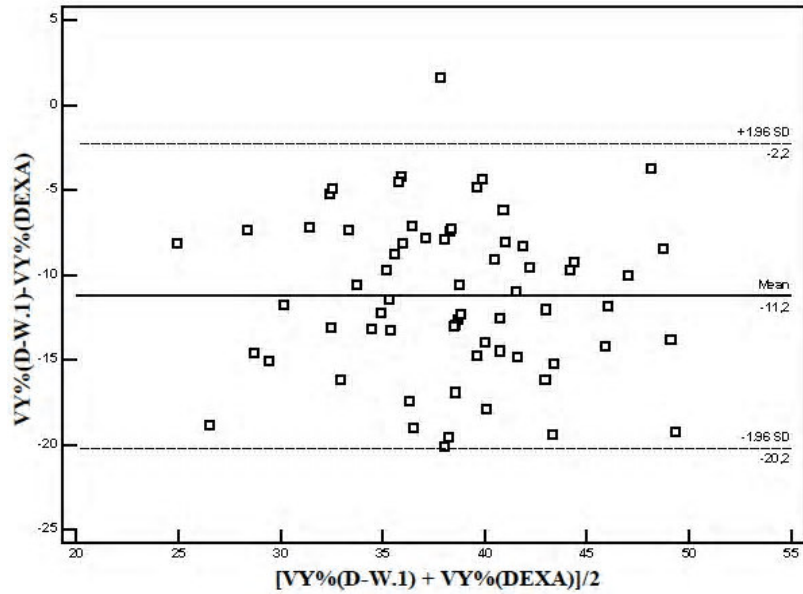
Şekil 4.19. Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve Deurenberg ve ark. (DEU) denklemi ile hesaplanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.19.' de kadın bireylerde DEXA ve Deurenberg denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



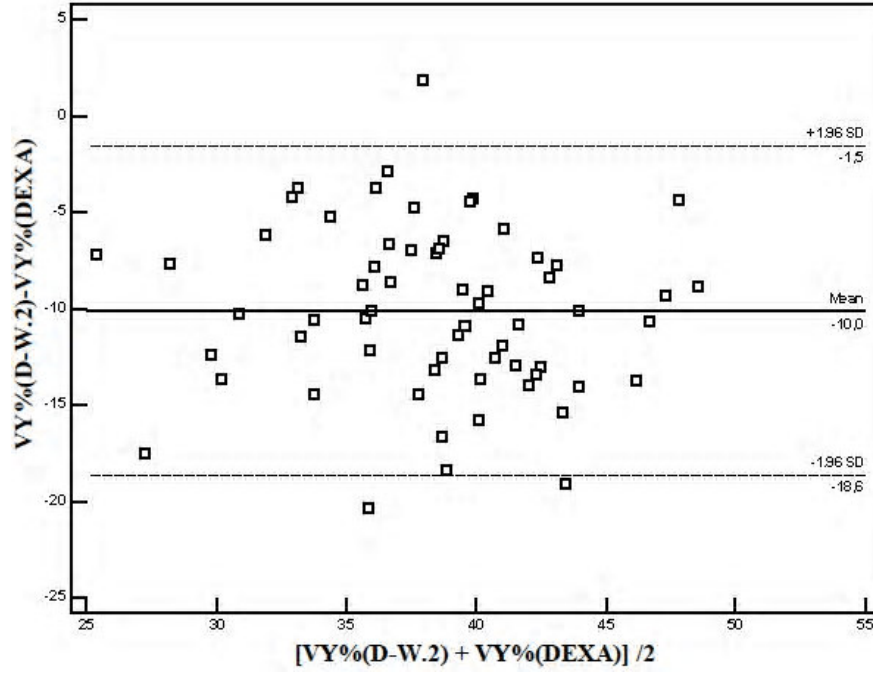
Şekil 4.20. Kadınların DEXA ile saptanan VY% ve Sloan-Weir (S-W) denklemi ile hesaplanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.20.' de kadın bireylerde DEXA ve Sloan-Weir denklemi ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



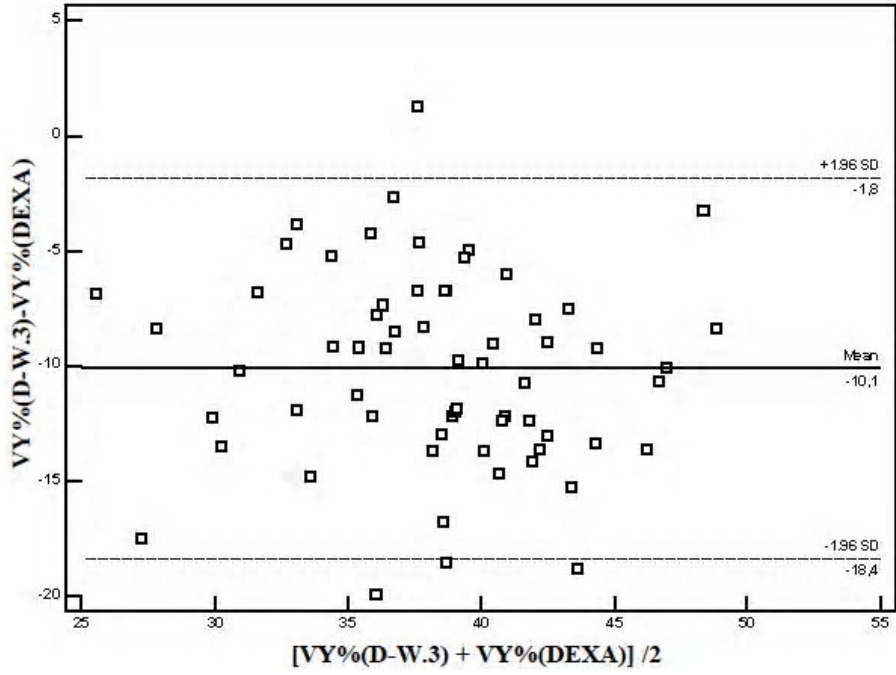
Şekil 4.21. Kadınların Durning – Womersley.1 (DW-1) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.21.' de kadın bireylerde Durning – Womersley.1 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



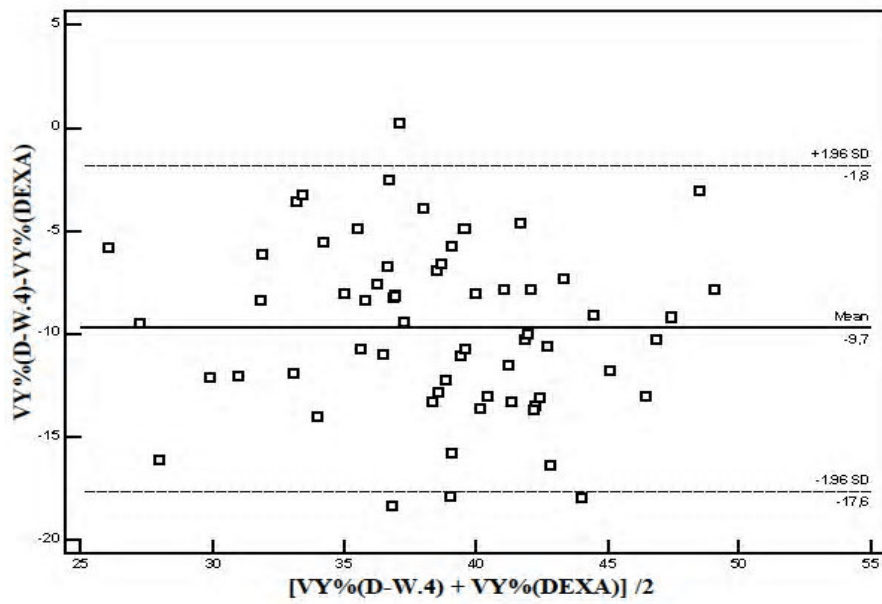
Şekil 4.22. Kadınların Durning – Womersley.2 (DW-2) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.22.' de kadın bireylerde Durning – Womersley.2 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.23. Kadınların Durning – Womersley.3 (DW-3) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Şekil 4.23.' de kadın bireylerde Durning – Womersley.3 denklemi ve DEXA ile elde edilen VY% değerleri karşılaştırıldığında %95'inin ± 1.96 SS aralığında rastgele dağıldığı ve birbiriyle uyum gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Kadınların Durning – Womersley.4 (DW-4) denklemi ile hesaplanan VY% ve DEXA cihazı ile saptanan VY%'nin Bland-Altman grafiği ile uyumunun değerlendirilmesi

Tüm bireylerde, kadın ve erkeklerde VY%'nin DKK ve DEXA ile BIA'dan elde edilen sonuçların Bland-Altman analizi ile karşılaştırıldığı tüm şekillerde orta çizgi (bias) yöntem içi farklılıkları göstermektedir. Alttaki ve üsteki kesikli çizgiler yöntemler arasındaki uyum sınırlarını vermektedir. DEXA, BIA ve diğer skinfold formülleri Bland-Altman yöntemine göre göreceli bir uyum göstermektedir.

Tablo 4.4 Kadın Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi

	BIA	Yuhasz	Wilmore-Behnke	Lange	Sloan-Weir	Durning – Womersley.1	Durning – Womersley.2	Durning – Womersley.3	Durning – Womersley.4	Black	Jackson-Pollock	Gallagher	Deurenberg	Parizkova	BKI+İrk+ Yaş	Bel Çevresi + Triceps	Bel Çevresi
DEXA	0.59 ^c	0.53 ^c	0.55 ^c	0.65 ^c	0.59 ^c	0.48 ^c	0.52 ^c	0.56 ^c	0.60 ^c	0.47 ^c	0.67 ^c	0.47 ^c	0.47 ^c	0.48 ^c	0.50 ^c	0.53 ^c	0.31 ^a
BIA		0.71 ^c	0.64	0.72 ^c	0.67 ^c	0.60 ^c	0.68 ^c	0.72 ^c	0.71 ^c	0.86 ^c	0.64 ^c	0.86 ^c	0.86 ^c	0.63 ^c	0.89 ^c	0.69 ^c	0.73 ^c
Yuhasz			0.94 ^c	0.93 ^c	0.93 ^c	0.96 ^c	0.94 ^c	0.93 ^c	0.89 ^c	0.69 ^c	0.87 ^c	0.69 ^c	0.69 ^c	0.91 ^c	0.69 ^c	0.80 ^c	0.57 ^c
Wilmore-Behnke				0.94 ^c	0.91 ^c	0.93 ^c	0.92 ^c	0.91 ^c	0.85 ^c	0.62 ^c	0.90 ^c	0.62 ^c	0.62 ^c	0.95 ^c	0.63 ^c	0.80 ^c	0.46 ^b
Lange					0.92 ^c	0.86 ^c	0.90 ^c	0.91 ^c	0.90 ^c	0.72 ^c	0.96 ^c	0.72 ^c	0.72 ^c	0.87 ^c	0.74 ^c	0.84 ^c	0.58 ^c
Sloan-Weir						0.89 ^c	0.93 ^c	0.92 ^c	0.94 ^c	0.61 ^c	0.93 ^c	0.61 ^c	0.61 ^c	0.89 ^c	0.61 ^c	0.88 ^c	0.51 ^c
Durning – Womersley.1							0.95 ^c	0.94 ^c	0.89 ^c	0.53 ^c	0.81 ^c	0.53 ^c	0.53 ^c	0.97 ^c	0.57 ^c	0.78 ^c	0.37 ^a
Durning – Womersley.2								0.99 ^c	0.95 ^c	0.61 ^c	0.88 ^c	0.61 ^c	0.61 ^c	0.94 ^c	0.65 ^c	0.76 ^c	0.45 ^b
Durning – Womersley.3									0.97 ^c	0.66 ^c	0.88 ^c	0.66 ^c	0.66 ^c	0.92 ^c	0.70 ^c	0.78 ^c	0.49 ^c
Durning – Womersley.4										0.64 ^c	0.90 ^c	0.64 ^c	0.64 ^c	0.86 ^c	0.68 ^c	0.83 ^c	0.50 ^c
Black											0.60 ^c	1.0 ^c	1.0 ^c	0.58 ^c	0.97 ^c	0.65 ^c	0.77 ^c
Jackson-Pollock												0.60 ^c	0.60 ^c	0.81 ^c	0.62 ^c	0.81 ^c	0.48 ^c
Gallagher													1.0 ^c	0.58 ^c	0.97 ^c	0.65 ^c	0.77 ^c
Deurenberg														0.58 ^c	0.97 ^c	0.65 ^c	0.77 ^c
Parizkova															0.62 ^c	0.77 ^c	0.40 ^a
BKI+İrk+ Yaş																0.64 ^c	0.74 ^c
Bel Çevresi+ Triceps																	0.71 ^c

^ap<0.05, ^bp<0.01, ^cp<0.001

Tablo 4.5. Araştırmaya Katılan Tüm Bireylerde Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümünde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Matrisi

	BIA	Yuhasz	Wilmore- Behnke	Lange	Sloan-Weir	Durning – Womersley.1	Durning – Womersley.2	Durning – Womersley.3	Durning – Womersley.4	Black	Jackson-Pollock	Gallagher	Deurenberg	Parizkova	BKI+Irk+ Yaş	Bel Çevresi + Triceps	Bel Çevresi
DEXA	0.86 ^c	0.56 ^c	0.90 ^c	0.75 ^c	0.82 ^c	0.83 ^c	0.87 ^c	0.88 ^c	0.89 ^c	0.74 ^c	0.89 ^c	0.81 ^c	0.83 ^c	0.79 ^c	0.87 ^c	0.84 ^c	0.81 ^c
BIA		0.68 ^c	0.87 ^c	0.80 ^c	0.82 ^c	0.83 ^c	0.87 ^c	0.88 ^c	0.88 ^c	0.91 ^c	0.86 ^c	0.93 ^c	0.93 ^c	0.80 ^c	0.94 ^c	0.86 ^c	0.89 ^c
Yuhasz			0.71 ^c	0.92 ^c	0.81 ^c	0.80 ^c	0.77 ^c	0.76 ^c	0.73 ^c	0.72 ^c	0.77 ^c	0.68 ^c	0.67 ^c	0.84 ^c	0.62 ^c	0.76 ^c	0.65 ^c
Wilmore- Behnke				0.84 ^c	0.91 ^c	0.94 ^c	0.86 ^c	0.96 ^c	0.96 ^c	0.79 ^c	0.95 ^c	0.86 ^c	0.87 ^c	0.90 ^c	0.90 ^c	0.91 ^c	0.86 ^c
Lange					0.93 ^c	0.89 ^c	0.87 ^c	0.88 ^c	0.86 ^c	0.81 ^c	0.91 ^c	0.86 ^c	0.80 ^c	0.90 ^c	0.78 ^c	0.87 ^c	0.77 ^c
Sloan-Weir						0.93 ^c	0.92 ^c	0.93 ^c	0.91 ^c	0.77 ^c	0.93 ^c	0.80 ^c	0.81 ^c	0.91 ^c	0.81 ^c	0.89 ^c	0.80 ^c
Durning – Womersley.1							0.97 ^c	0.97 ^c	0.95 ^c	0.78 ^c	0.92 ^c	0.82 ^c	0.84 ^c	0.96 ^c	0.86 ^c	0.92 ^c	0.82 ^c
Durning – Womersley.2								0.99 ^c	0.98 ^c	0.81 ^c	0.94 ^c	0.86 ^c	0.88 ^c	0.93 ^c	0.90 ^c	0.91 ^c	0.85 ^c
Durning – Womersley.3									0.99 ^c	0.82 ^c	0.95 ^c	0.87 ^c	0.89 ^c	0.93 ^c	0.91 ^c	0.92 ^c	0.86 ^c
Durning – Womersley.4										0.81 ^c	0.95 ^c	0.87 ^c	0.88 ^c	0.90 ^c	0.91 ^c	0.93 ^c	0.87 ^c
Black											0.79 ^c	0.98 ^c	0.97 ^c	0.77 ^c	0.93 ^c	0.83 ^c	0.87 ^c
Jackson-Pollock												0.84 ^c	0.85 ^c	0.88 ^c	0.87 ^c	0.91 ^c	0.83 ^c
Gallagher													0.99 ^c	0.80 ^c	0.97 ^c	0.87 ^c	0.90 ^c
Deurenberg														0.81 ^c	0.98 ^c	0.88 ^c	0.92 ^c
Parizkova															0.82 ^c	0.92 ^c	0.80 ^c
BKI+Irk+ Yaş																0.88 ^c	0.91 ^c
Bel Çev+ Triceps																	0.92 ^c

^ap<0.05, ^bp<0.01, ^cp<0.001

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi erkek bireylerde DEXA’dan elde edilen VY% ile BIA arasındaki pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon $r = 0.75$ $p < 0.001$ bulunmuştur. Aynı tabloda referans yöntem olan DEXA ile diğer yöntemlerin karşılaştırmasıyla elde edilen korelasyonlara bakıldığında Wilmore- Behnke ve Jackson-Pollock formülleriyle pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon ($r > 0.75$ $p < 0.001$) bulunmuştur. Yuhasz, Lange, Sloan-Weir, Durning–Womersley,1, Durning–Womersley,2, Durning – Womersley,3, Durning –Womersley,4, Black, Galagher, Deurenberg, Parizkova, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+ Triceps formülleriyle yönde iyi derecede korelasyon ($r = 0.50-0.75$ $p < 0.001$) bulunmuştur.

Tablo 4,4’de görüldüğü gibi kadın bireylerde DEXA’dan elde edilen VY% ile BIA arasındaki pozitif yönde iyi derecede korelasyon $r = 0.59$ $p < 0.001$ bulunmuştur. Aynı tabloda referans yöntem olan DEXA ile diğer yöntemlerin karşılaştırmasıyla elde edilen korelasyonlara bakıldığında Yuhasz, Wilmore- Behnke, Lange, Sloan-Weir, Durning - Womersley,2, Durning–Womersley,3, Durning–Womersley,4, Jackson-Pollock, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+ Triceps formülleriyle pozitif yönde iyi derecede korelasyon ($r = 0.50-0.75$ $p < 0.001$). Bulunurken Durning–Womersley,1, Black, Galagher, Deurenberg, Parizkova formülleriyle ($r = 0.25-0.50$ $p < 0.001$) zayıf-orta derecede bir ilişki bulunmuştur.

Tablo 4.5’de tüm bireylerdeki kullanılan yöntemler arası ilişki incelenmiştir. Tüm bireylerde DEXA’dan elde edilen VY% ile BIA arasındaki pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon $r = 0.86$ $p < 0.001$ bulunmuştur. Tüm bireylerde DEXA ile diğer yöntemlerin karşılaştırmasıyla elde edilen korelasyonlara bakıldığında Wilmore- Behnke, Lange, Sloan-Weir, Durning –Womersley,1, Durning –Womersley,2, Durning –Womersley,3, Durning –Womersley,4, Jackson-Pollock, Black, Galagher, Deurenberg, Parizkova, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+ Triceps formülleriyle pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon $r > 0.75$ $p < 0.001$ bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Vücut bileşimi, her yaş grubunda, besleme ve sağlık durumunun önemli bir belirleyicisidir. En sıklıkla izlenen parametre vücut yağ miktarı ve bu miktarın tüm vücut bölümlerine dağılımıdır (154,155). Medikal olarak bireylerin yüksek veya düşük düzeyde vücut yağına sahip olması sağlık durumunu olumsuz etkilemektedir (108).

Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde farklı ve etkin yöntemler son yıllarda geliştirilmiştir. Vücut bileşiminin etkin bir şekilde ölçümü, klinik bilimlerin farklı dallarında sağlıkla ilgili önemli kararların alınmasında hayati rol oynamaktadır (155,156). DEXA cihazı gibi referans yöntemler vücut bileşimini değerlendirmede doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlıyorsa da yöntemin maliyetinin yüksek olması ve rutinde uygulanması zor olduğundan bu yöntemler yerine antropometrik ölçümlerin yer aldığı denklemler veya BIA yönteminin bu amaçla kullanılabilecek en uygun yöntem olduğu bildirilmektedir (157,158).

BIA güvenli olması, dolaylı bir yöntem olması, kısmen düşük maliyetli olması, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenler sonucunda kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir (159). BIA yönteminin çocuklarda, gençlerde, yetişkinlerde ve yaşlılarda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği gösterilmiştir (160).

BIA, dokunun iletkenliğinden yola çıkılarak vücut kompozisyonu hakkında bilgi elde edilmektedir. Yaşayan organizmada elektriksel iletkenlik, dokunun su ve elektrolit içeriğiyle ilişkilidir. Yağ harici kütlenin su ve iletken elektrolitlerin büyük bir bölümünü içermesi onu yağ kütleyle göre çok daha fazla iletken bir konuma sokmaktadır (38).

DEXA yöntemi, tüm vücut ve bölgesel vücut bileşimi değerlendirmesinde kemik mineral, kemiksiz yağsız doku kütlesi ve yağ kütlesi olmak üzere üç temel komponenti değerlendirmektedir (22).

DEXA, günümüzde vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler arasında referans bir yöntem olarak kabul edilmektedir (108, 161-164). Kesin sonuç vermesi, hem hasta hem de sağlıklı bireylerde kullanımı, radyasyon dozunun oldukça düşük olması, tüm yaş guruplarında kullanımı, tekrarlanabilir olması ve bölgesel vücut bileşimi ile hastalık durumunda ve büyüme geriliğinde beslenme durumunun değerlendirebilmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (22, 165).

Çalışmaya katılan bireylerin DEXA ile ölçülen VY% sonuçlarına bakıldığında kadınların VY%'si değeri ortalaması 43.9 ± 5.9 , erkeklerin ortalama VY% değeri 29.5 ± 7.3 , katılımcıların tamamında ise ölçülen VY% değeri ortalaması 36.7 ± 9.8 bulunmuştur. Wilmore'nin VY% sınıflamasına göre şişmanlık sınırı erkeklerde 20-25, kadınlarda 30-35; şişmanlık ise erkeklerde ≥ 25 , kadınlarda ≥ 35 'tir (18). Çalışma sonuçlarına göre erkek, kadın ve tüm bireyler Wilmore sınıflamasına göre şişmandır.

Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde en etkin yöntemlerden bir tanesi de biyoelektrik impedans analizi (BIA) yöntemidir (166).

BIA, vücut yağının uygulanan akıma karşı kötü bir iletken, buna karşılık yağdan bağımsız kütlenin su ve elektrolit içeriğine bağlı olarak iyi bir iletken olması prensibine dayandığından deneklerin hidrasyonu normal olmalıdır (167). Ödemli hastalarda artan vücut suyu, yağsız doku kütlelerinin genişlediği şeklinde yorumlanmasına ve dolayısıyla vücut yağının olduğundan düşük tahminine yol açar (168). BIA metodu ölçüm yapılan gruptaki deneklerin yaş, cinsiyet ve vücut külesinden de etkilenebileceği de gösterilmiştir(169).

Çalışmaya katılan bireylerin BIA ile ölçülen VY% sonuçlarına bakıldığında kadınların VY%'si değeri ortalaması 32.5 ± 7.8 , erkeklerin ortalama VY%'si değeri 21.9 ± 8.8 , katılımcıların tamamında ise ölçülen VY% değeri ortalaması 27.2 ± 9.8 bulunmuştur.

Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan ve referans yöntem olarak kabul edilen DEXA ile BIA ölçümlerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında bir çalışmada VY% değerini BIA cihazı ile daha fazla ölçülürken (157), diğer çalışmalarda DEXA cihazında VY% değeri daha yüksek sonuç vermiştir (170,171). Diğer bir yandan DEXA ile BIA yöntemlerinin iyi korelasyon gösterdiği saptanmıştır (157).

Araştırmamızda BIA cihazıyla ölçülen VY% değerleri kadın, erkek ve toplamda DEXA cihazıyla ölçülen VY% değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ancak çalışmamızda BIA, DEXA cihazına göre VY% değerini düşük ölçmesine karşın DEXA ile istatistiksel olarak anlamlı sonuç verdiği görülmektedir. DEXA cihazıyla elde edilen VY%, BIA sonuçları ile arasındaki korelasyona bakıldığında bireylerdeki korelasyon $r=0,89$ bulunmuştur. Yine iki cihaz arasında erkek bireylerdeki korelasyon ($r =0,75$) tüm bireylerdeki değere göre düşük bulunsada kadın bireylere($r =0.59$) göre yüksek korelasyon göstermektedir. Yöntemler arasında iyi bir ilişki görülmektedir.

Sun ve ark(158), 19-60 yaş arasında, BKİ değeri 19.9- 55.2 kg/m² olan 591 sağlıklı bireyin katılımıyla VY%'ni değerlendirmede DEXA ve BIA metotlarını karşılaştırmıştır. BIA ile ölçülen VY% ortalama değeri DEXA ile ölçülen değerden anlamlı olarak düşük bulunmuştur. BIA ile ölçülen VY% ortalama değeri tüm bireylerde 32.8 ± 8.0 , erkeklerde 22.6 ± 6.1 , kadınlarda ise 34.9 ± 6.7 'dir. DEXA ile ölçülen VY% değeri ise sırasıyla 34.7 ± 8.6 , 25.0 ± 7.1 , 36.6 ± 7.55 'dir. DEXA ile BIA arasındaki korelasyona bakıldığında tüm katılımcılarda $r= 0.88$, erkeklerde $r= 0.78$ ve kadınlarda ise $r= 0.85$ bulunmuştur. Tüm bireylerde DEXA ve BIA'dan elde edilen VY% değerleri arasındaki ilişki yüksek korelasyon gösterirken, cinsiyete göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise DEXA ve BIA yöntemleri arasındaki korelasyon düşüktür. Normal vücut yağ aralığına sahip bireylerde VY% değerin belirlemede BIA iyi bir alternatif yöntem olarak kabul edilmiştir. Diğer bir yandan zayıf bireylerde BIA VY% değerini yüksek hesaplarken, obez bireylerde VY% değerini düşük hesaplamaktadır.

Asiova ve ark. (159)'nın 159 kadın ve 124 erkek birey üzerinde yaptıkları çalışmada, DEXA ve BIA yöntemleri kullanılarak VY%, yağ ve yağsız doku kütlesi değerlendirilmiştir. DEXA metodu ve BIA metodu ile elde edilen VY%'si değerleri yüksek korelasyon göstermektedir ($r= 0.82$). Zayıf bireylerde BIA ve DEXA metodları ile elde edilen değerler karşılaştırıldığında yağ kütlesi ve VY% değeri daha düşük, yağsız doku kütlesi ise daha yüksek sonuç vermektedir. Bu durum BKİ > 35 kg/m²

olan bireylerde ise tam tersidir. BKİ değeri arttıkça DEXA ile BIA arasındaki korelasyon azalmaktadır. Aşırı obez kadınlarda ise BIA ölçümünün kesin sonuç vermediği bulunmuştur.

Mitsui ve ark(172), orta yaşlı ve yaşlı 40-78 yaş arasındaki ağırlıklı 51 erkek 102 kadın ile yaptıkları çalışmada, BIA yöntemi referans yöntem olarak kabul edilen DEXA ile karşılaştırılmıştır. BIA ve DEXA arasındaki ilişkiye bakıldığında kadınlarda korelasyon 0.79, erkeklerde 0.69 bulunmuştur. Hem erkeklerde hem de kadınlarda VY% arasındaki farklılık orta yaş grubunda en düşük çıkmıştır. BIA VY% değerini genç grupta daha fazla hesaplarken, orta yaş ve yaşlı grupta daha düşük hesaplamaktadır. BIA yönteminin normal vücut yağı aralığında olan orta yaşlı ve yaşlı Japon kadınlarda VY% değerini belirlemede alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Pichard ve ark. (173), yaptığı bir çalışmada yağsız vücut kütlelerinin kronik hastalıklardaki değerlendirilmesi ve BIA formüllerinin (Kotler ve arkadaşları ve Geneva formülleri) DEXA ile geçerliliğinin belirlenmesi amacıyla 480 sağlıklı ve farklı tanıları olan kronik hastalarla çalışmıştır. Çalışma sonucunda; BIA formüllerinin yağ kitlesi ve yağsız vücut kütlelerinin belirlenmesinde klinik olarak DEXA ile uyumlu sonuç verdiği ve DEXA yerine kullanılabileceği bildirilmiştir.

Pateyjohns ve ark(174), 25-60 yaş arasında, BKİ değerleri $28-43\text{kg/m}^2$ olan 43 sağlıklı aşırı kilolu ve obez erkekte tek frekanslı (singlefrequency (SF) BIA), çok frekanslı (multifrequency (MF) BIA) ve Tanita BIA (Tanita UltimateScale) metodları ile DEXA'yı karşılaştırmak için yaptığı çalışmada üç BIA metodunun da DEXA ile iyi korelasyon gösterdiğini bulmuştur. Fakat SF-BIA'nın grup karşılaştırmalarında daha uygun olduğu, buna rağmen her üç BIA metodunun da, DEXA'ya alternatif olarak kullanımının, aşırı kilolu ve obez popülasyonda, bireylerin vücut kompozisyonunu değerlendirmede klinik denemeler açısından sınırlı olduğu bildirilmiştir.

Bolanowski ve ark. (175), DEXA ve BIA metodlarını kullanarak yağsız vücut kütleleri, vücut yağ kütleleri ve vücut yağ yüzdesini belirlediği bir çalışmada DEXA ve BIA arasında her iki cinsiyette de istatistiksel açıdan yüksek lineer ilişki saptamıştır.

Fakhrawi ve ark. (176), 33 postmenopozal obez ve aşırı kilolu kadınlarda yağ kütleleri, VY% ve yağsız vücut kütleleri değerlendirmiştir. DEXA ve BIA ölçümlerinde yağ kütleleri, VY% ve yağsız doku kütleleri korelasyonları sırasıyla 0.980, 0.782, 0.926 bulunmuştur. Bland- Altman analizine göre yağ kütleleri, VY% ve yağsız vücut kütleleri

ölçümlerinde yöntemler arası iyi ilişki bulmuştur.

Genel olarak, DEXA ve BIA metotları ile VY% değerleri arasındaki korelasyon iyi durumdadır (175, 177-180).

BIA gibi vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir metot da antropometrik ölçümlerdir. Antropometrik ölçümlerin BIA gibi vücut suyuna bağlı olarak değişmemesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle avantajlı bir yöntemdir (109).

Bireylerde vücut bileşiminin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan antropometrik yöntemlerden birisi de, vücut yağının en önemli depo bölgelerinden biri olan deri altı yağ dokusunun değerlendirilmesine dayanan deri kıvrım kalınlığı ölçümüdür. Deri altı yağın toplam vücut yağı ile olan ilişkisinden yola çıkılarak, deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin kullanılması ile toplam vücut yağının kestirimi yapılmaktadır (84).

Çalışmaya katılan bireylerin 7 bölgesinden (triseps, biceps, supskapula, suprailiyak, abdomen, uyluk ve göğüs) kaliper ile alınan deri kıvrım kalınlık sonuçları (Tablo 4.1.) kullanılarak çeşitli formüller aracılığıyla VY% değeri hesaplanmıştır. Bazı VY% hesaplama formülleri, vücut yoğunluğu hesaplanmasını sağlarken bu formüllerden elde edilen vücut yoğunluğu değeri Siri formülü aracılığıyla VY% değerini hesaplamaktadır.

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak çeşitli formüller aracılığıyla hesaplanan VY%'nin ortalama ve standart sapma değerleri görülmektedir. Antropometrik ölçümler yardımıyla VY% hesaplanmasında kullanılan denklemler arasında VY% ortalamasını en yüksek saptayan formül bel çevresi- yaş ve bel çevresi-triseps formülleridir. En düşük VY% ortalama değerleri ise Lange ve Yuhasz formülleri ile saptanmıştır. Kullanılan tüm formüller sonucunda elde edilen VY% değerleri DEXA ile ölçülen VY% değerlerinden düşük bulunmuştur. Ayrıca kullanılan formüller kadınların VY% değerlerini hem erkek bireylere göre hem de tüm katılımcıların ortalama VY% değerine göre de yüksek hesaplamıştır.

Tüm bireylerde DEXA'dan elde edilen VY% ile kullanılan formüllerle elde edilen korelasyona bakıldığında; Wilmore-Behnke, Lange, Sloan-Weir, Durning-Womersley.1, Durning-Womersley.2, Durning-Womersley.3, Durning-Womersley.4, Jackson-Pollock, Black, Gallagher, Deurenberg, Parizkova, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+ Triceps formülleriyle pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon $r>0.75$ $p<0.001$ bulunmuştur.

Araştırmamıza katılan kadın bireylerden DEXA'dan elde edilen VY% ile kullanılan formüllerle elde edilen korelasyona bakıldığında; Yuhasz, Wilmore- Behnke, Lange, Sloan-Weir, Durning -Womersley.2, Durning–Womersley.3, Durning–Womersley.4, Jackson-Pollock, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+ Triceps formülleriyle pozitif yönde iyi derecede korelasyon ($r= 0.50-0.75$ $p<0.001$). Bulunurken Durning–Womersley.1, Black, Galagher, Deurenberg, Parizkova formülleriyle ($r= 0.25-0.50$ $p<0.001$) zayıf-orta derecede bir ilişki bulunmuştur.

Erkeklerde ise DEXA'dan elde edilen VY% ile BIA arasındaki pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon $r =0.75$ $p<0.001$ bulunmuştur. Aynı tabloda referans yöntem olan DEXA ile diğer yöntemlerin karşılaştırmasıyla elde edilen korelasyonlara bakıldığında Wilmore- Behnke ve Jackson-Pollock formülleriyle pozitif yönde çok iyi derecede korelasyon ($r >0.75$ $p<0.001$) bulunmuştur. Yuhasz, Lange, Sloan-Weir, Durning–Womersley.1, Durning–Womersley.2, Durning –Womersley.3, Durning –Womersley.4, Black, Galagher, Deurenberg, Parizkova, BKI+Irk+ Yaş, Bel Çev+Triceps formülleriyle yönde iyi derecede korelasyon ($r= 0.50-0.75$ $p<0.001$) bulunmuştur.

Ball ve ark.(181) tarafından 18-62 yaş arasında 160 erkek üzerinde VY%'ni değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, DKK yöntemi ile referans metod olarak DEXA kullanılmıştır. Çalışma sonucunda DKK yöntemi ile elde edilen VY% değeri, DEXA ile ölçülen değer ile anlamlı korelasyon gösterse de DEXA ile ölçülen VY%'ne göre daha düşük hesaplamaktadır.

Ocker ve ark(182), yaş ortalaması 27.2 olan sağlıklı yetişkin 18 kadın, 12 erkek birey üzerinde VY% değerini ölçmek için DEXA ve DKK yöntemlerini kullanarak yaptıkları çalışmada DKK yöntemi ile ölçülen VY% ortalama değeri % 25.4, DEXA ile ölçülen VY% ortalama değeri ise % 31.5 bulmuştur. DKK yönteminden elde edilen VY% değeri, DEXA ile ölçülen değerden anlamlı olarak düşük bulunmuştur. DEXA ile DKK arasındaki ortalama fark, DEXA ile ölçülen VY% değeri kadınlarda (% 7.1) erkeklerden (% 4.5) daha fazla ölçülmüştür.

Bottaro ve ark. (183), farklı DKK yöntemlerini karşılaştırmak amacıyla yaş ortalaması 29.3 ± 5.5 olan 20-40 yaş arasındaki 44 kadın ile yaptıkları çalışmada DEXA referans yöntem olarak kullanılmıştır. Üç ve yedi bölgeden alınan DKK ölçümleri ile DEXA'dan elde edilen VY% değerleri ortalaması sırasıyla 23.17, 23.63 ve 23.46 bulunmuştur. DEXA- 3 DKK arasındaki korelasyon 0.81, DEXA- 7 DKK arasındaki korelasyon ise

0.76'dır. Üç DKK ve 7 DKK yönteminin obez olmayan, sağlıklı kadınlarda VY% değerini DEXA ile uyumlu sonuç verdiği bildirilmiştir.

Araştırmamıza katılan bireylerden elde edilen ve 7 bölgeden ölçülen deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak literatürde sağlıklı bireylerin VY%'lerinin hesaplanmasında kullanılan formüllerle hesaplanan değerlere bakıldığında BIA ile en yakın VY% değeri ortalamasını veren formüller; Durning–Womersley-2 ($27,9 \pm 8,0$), Durning–Womersley-3 ($27,9 \pm 7,9$), formülleridir. Ayrıca kullanılan formüllerden Yuhasz, Lange, Sloan, Wilmore-Behnke, Jackson-Pollock formülleri toplam, kadın ve erkeklerde BIA ile ölçülen VY% ortalama değerden daha az hesaplamaktadırlar.

BIA cihazıyla ölçülen VY% değerleri ile formülleriyle elde edilen VY% değeri korelasyonlarına bakıldığında en yüksek korelasyonu; BKI, ırk ve yaşın kullanıldığı formülle ($r=0,94$), Gallagher($r=0,93$), Deurenberg($r=0,93$) formülleriyle göstermektedir. En düşük korelasyonu Yuhasz ($r= 0,68$) formülü ile göstermektedir.

Kadın ve erkek bireylerde kullanılan formüller ve BIA cihazı arasındaki korelasyona bakıldığında hem erkeklerde hem de kadınlarda en yüksek korelasyonu sırasıyla BKI, ırk ve yaşın kullanıldığı formül ($r=0,83 - r=0,89$), Gallagher($r=0,82 - r=0,86$) ve Deurenberg($r=0,82 - r=0,86$) formülleridir. En düşük korelasyonu ise erkeklerde Parizkova ($r=0,66$) kadınlarda ise Durning –Womersley.1 ($r=0,60$) formülü ile göstermektedir.

Aristizabal ve ark(184), sağlıklı 70 kadın ve 53 erkek birey üzerinde BIA ve DKK yöntemlerini kullanarak VY%'ni değerlendirmiştir. DKK değerlerinden yararlanarak Durning- Womersley formülü ile hesaplanan VY% değeri erkeklerde % 25.2, kadınlarda ise % 36.9; Jackson Pollock formülü ile erkeklerde hesaplanan VY% değeri % 20.1, kadınlarda % 31.0 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada BIA yöntemi kullanarak VY% değeri erkeklerde % 19.3, kadınlarda %27.6 olarak ölçülmüştür. DKK ölçümlerinden elde edilen VY% değeri BIA'dan elde edilen değere göre daha yüksek bulunmuştur. Obez bireylerde yöntemler arası korelasyon düşük bulunsada, her iki metod arasındaki korelasyon ise yüksek bulunmuştur ($r> 0.77$).

Küpper ve ark. (185), 18-42 yaş arasındaki 22 erkek 23 kadın sağlıklı Endonezyalı yetişkinlerde yaptıkları bir çalışmada VY% değerini belirlemek için BIA ve DKK yöntemini kullandıkları çalışmada referans yöntem olarak kullanılan üçlü komponent(yağ doku, yağsız doku, kemik mineral) modelden elde edilen VY% değeri

ortalaması erkeklerde 19.4 ± 5.4 , kadınlarda 33.6 ± 4.8 bulunmuştur. Bu çalışmada, kadın ve erkek bireylerden elde edilen VY% değerleri anlamlı olarak birbirinden farklı olduğu bildirilmiştir. BIA ve DKK arasındaki ilişkiye bakıldığında ise kadınlarda korelasyon 0.88, erkeklerde 0.83 bulunmuştur. Yöntemler arasında iyi bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Vansant ve ark.(186), 449 sağlıklı birey üzerinde DKK ve BIA yöntemleri kullanarak VY% değerini değerlendirdiği bir çalışmada, DKK yöntemiyle elde edilen VY% değeri % 8.0-47.5, BIA yöntemiyle elde edilen VY% değeri % 0.6-78.5 bulunmuştur. Yöntemler arasındaki korelasyona bakıldığında ise yüksek korelasyon görülmektedir ($r=0.84$). Yöntemler arasında iyi bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

Chumlea ve ark. (187) tarafından NHANES III çalışmasında 12-80 yaş grubundaki 15912 kişide BIA ve DKK yöntemleri kullanılarak yağsız doku kütlesi, vücut yağ yüzdesi ve total vücut suyuna bakılmıştır. Yapılan çalışmada tüm yaş gruplarında kadınlar erkeklerden daha yüksek total vücut suyuna ve VY% değerine sahip bulunmuştur.

Arroyo ve ark. (188), 18-30 yaş arasındaki 653 sağlıklı bireyde VY%'ni DKK ve BIA yöntemleri ile değerlendirmiştir. Bu çalışmada BIA cihazıyla ölçülen VY% değeri, Brozek, Deurenberg denklemleri ile hesaplanan VY% değerinden daha yüksek sonuç vermiştir. Bu sonuçlardan farklı olarak çalışmamızda BIA ve Deurenberg VY% değerlerine bakıldığında BIA tüm bireylerde Deurenberg denklemine göre VY% değerini daha düşük hesaplamıştır.

Bowden ve ark. (189)'ları vücut yağ yüzdesini belirlemek amacıyla yaş ortalaması erkeklerde 20.3 ± 1.8 , kadınlarda 19.6 ± 1.35 olan 108 sağlıklı sedanter kolej öğrencisinin kadınlarda DEXA, BIA ve DKK VY% değerleri sırasıyla 31.28 ± 7.26 , 38.33 ± 5.84 , 28.33 ± 7.93 ; erkeklerde ise 24.04 ± 6.67 , 30.04 ± 8.08 , 20.02 ± 7.34 hesaplanmıştır. DEXA'nın referans kabul edildiği metotlar arası ilişkiye bakıldığında, DEXA- DKK arasındaki korelasyon 0.82, DEXA- BIA arasındaki korelasyon ise 0.79 bulunmuştur. Çalışma sonucunda DEXA ile karşılaştırıldığında bu yaş grubunda VY% hesaplamada DKK ve BIA metotlarının geçerli yöntemler olduğu bildirilmiştir. DKK yöntemi BIA yöntemine göre DEXA ile daha yüksek bir korelasyon gösterse de, hem DKK hem de BIA yöntemlerinin DEXA ile çok iyi korelasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Wattanapenpaiboon ve ark.(190), vücut yağ yüzdesini belirlemek amacıyla 26-86 yaş

aralığında olan sağlıklı 66 erkek, 130 kadında DEXA, DKK ve BIA yöntemlerini kullanarak yaptıkları çalışmada, VY% değerlerine bakıldığında tüm katılımcılarda DEXA sonucu 33.1 ± 9.1 , DKK 31.1 ± 6.9 ve BIA 25.0 ± 8.3 ; erkeklerde sırasıyla VY% değeri 24.6 ± 5.8 , 24.7 ± 4.2 , 17.8 ± 5.2 ; kadınlarda ise 37.4 ± 7.2 , 34.2 ± 5.2 , 28.6 ± 7.1 bulunmuştur. Erkeklerde DKK ile ölçülen VY% değeri, DEXA ile ölçülen VY% değerine benzer sonuç verirken, kadınlarda DEXA ile ölçülen VY% değeri daha yüksek bulunmuştur. Tüm katılımcılarda BIA ile ölçülen VY% değeri DEXA ile ölçülen VY% değerinden daha düşük bulunmuştur. Çalışma sonucunda DEXA ile karşılaştırıldığında DKK ve BIA metotlarının VY% değerini daha düşük hesaplanmasına rağmen DKK ve BIA metotlarının kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Vasudev ve ark. (163), randomize 162 kişi ile yaptıkları bir çalışmada, DEXA, BIA ve DKK yöntemleri ile elde edilen VY% değerlerini karşılaştırmıştır. DEXA'nın referans yöntem olarak kullanıldığı bu çalışmada, BIA cihazı ile elde edilen VY% değeri ($r=0.741$) ve DKK yöntemlerinden elde edilen VY% değeri ($r=0.710$), DEXA ile ölçülen değerle karşılaştırıldığında iyi korelasyon göstermektedir.

Erselcan ve ark.(191), 16 obez olmayan ve 21 obez bireyde DEXA, BIA ve DKK yöntemlerini kullanarak VY%'ni değerlendirdikleri çalışmada, BIA ve DKK ölçümleri DEXA ölçümüyle karşılaştırıldığında obez olan ve olmayan her iki grupta da yağ kütlesini daha az hesaplamaktadır. Obez bireylerde DEXA, BIA ve DKK sonuçları sırasıyla 38.8 ± 10.1 , 36.3 ± 10.0 , 37.1 ± 12.0 ; obez olmayan bireylerde ise sırasıyla 16.3 ± 5.5 , 15.0 ± 5.1 , 14.7 ± 4.9 bulunmuştur. Obez bireylerde DEXA- BIA ($r=0.84$) ve DEXA- DKK ($r=0.75$) iyi korelasyon göstermektedir. Obez olmayan bireylerde ise obez olan bireylere göre DEXA- BIA ($r=0.93$) , DEXA- DKK ($r=0.89$) daha yüksek korelasyon göstermektedir.

Kitano ve ark(180), yaş ortalaması 20.1 ± 0.3 olan 155 sağlıklı genç kadında DEXA, DKK ve BIA yöntemleriyle vücut bileşiminin değerlendirildiği çalışmada VY% değeri sırasıyla 29.6 ± 5.1 , 22.8 ± 5.3 ve 25.8 ± 4.7 hesaplanmıştır. VY% ölçümünde üç yöntem arasındaki korelasyon DEXA- DKK: $r=0.74$, DEXA- BIA: $r=0.79$, DKK- BIA: $r=0.78$ olarak bulunmuştur. Üç metod arasında anlamlı farklılıklar vardır. DKK yöntemiyle elde edilen VY% değeri en düşük, en yüksek değer ise DEXA ile ölçülmüştür.

Govindasamy ve ark(192), sağlıklı 13 erkek ve 8 kadın birey ile yapılan çalışmada

DEXA, DKK ve BIA yöntemleri kullanılarak VY% değeri hesaplanmıştır. Çalışmada BIA ile ölçülen VY% değeri (% 23.9), DEXA ile ölçülen VY% değeri (%23.1) ile karşılaştırıldığında hem erkeklerde hem de kadınlarda anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. DKK yöntemiyle elde edilen VY% değeri DEXA ile karşılaştırıldığında kadınlar arasında VY% değerini daha az hesaplamaktadır. DEXA ve BIA yöntemleri VY% değeri hesaplamada iyi korelasyon göstermektedir.

Lintsi ve ark. (193), 17- 18 yaş arasındaki 32 kişide BIA metodu, DKK ölçümleri, boy-ağırlık ve BKİ değerleri ile DEXA metodunu karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonucunda BIA, vücut yağı yüzdesini DEXA ölçümünden daha düşük bulmuştur. Üç antropometrik eşitlik hesaplaması da vücut yağı yüzdesini DEXA'dan daha yüksek bulmuştur. DEXA'nın en yüksek korelasyonu DKK ölçümüyle gösterdiği ($r=0.93$), daha sonra BIA ile korelasyon gösterdiği ($r=0.88$) ve en az BMI ile korelasyon gösterdiği ($r=0.81$) görülmüştür. Tüm korelasyonlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. BIA ve Deurenberg ve ark.'nın antropometrik eşitliği, DEXA ile en yakın vücut yağı yüzdesi sonucu vermiştir.

Ziegler ve ark.(194), vücut yağ yüzdesini belirlemek amacıyla yaş ortalaması 27.4 ± 5.4 olan sağlıklı 6 kolej (4 kadın, 2 erkek) öğrencisi ile DEXA, DKK, BIA ve antropometrik yöntemler kullanarak yaptıkları çalışmada yöntemler arasındaki ilişkiye bakıldığında DEXA- DKK korelasyonu 0.798, DEXA- BIA korelasyonu ise 0.71 bulunmuştur. Referans yöntem olarak kullanılan DEXA yöntemi ile en iyi korelasyonu antropometri ($r= 0.96$) göstermiştir. VY% hesaplanmasında DKK yönteminin BIA yöntemine göre referans metot DEXA ile daha iyi korelasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Kıtano ve ark.(1180), vücut kompozisyonunun belirlemek amacıyla yaşları 20.1 ± 0.3 olan sağlıklı japon kadınlarda BIA ve DKK yöntemi ve referans yöntem olarak DEXA kullanılarak yaptıkları çalışmada; VY% değerine bakıldığında DEXA-sikinfold arasındaki korelasyon katsayısı $r=0.741$, DEXA-BIA $r=0.792$ ve DKK-BIA $r=0.781$ 'dir. VY% ölçümünde DKK en düşük, DEXA ise en yüksek değeri verdiği bildirilmiştir.

Pritchard ve ark.(195), vücut kompozisyonunu belirlemek için 19- 58 yaş arasındaki 12 sağlıklı (6 kadın, 6 erkek) birey ile yaptıkları çalışmada DKK yöntemi ile DEXA'nın anlamlı olarak farklı sonuç vermediği, VY% değerinin artmasıyla DKK yöntemi VY% değerini daha yüksek hesaplamaktadır. Ancak DEXA- DKK arasındaki korelasyon daha yüksek bulunurken ($r = 0.972$) , DEXA- BIA arasındaki korelasyon ise daha düşük ($r =$

0.787) bulunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalarla benzer sonuçlar vermiştir. Yöntemler arasındaki iyi bir ilişki görülmektedir. DEXA, BIA ve DKK yöntemlerinin VY% değerini belirlemede ayrı ayrı, birlikte ve birbirlerinin yerine kullanılabileceği bulunmuştur.

Vücut yağlılığını belirlenmesinde kullanılan DKK ve BIA ölçümlerinden elde edilen değerler ile referans yöntem olarak kabul edilen DEXA ölçümü ile saptanan değerleri karşılaştırmak ve sağlıklı birey popülasyonundaki geçerliliğini ortaya koymak amacıyla yapılan araştırma sonuçları aşağıda verilmiştir;

1. Araştırmaya 134 birey katılmıştır. Tüm katılımcıların %50'si kadın (67 birey), %50'si erkek (67 birey)tir.
2. Araştırma kapsamındaki tüm bireylerin yaş ortalaması 37.3 ± 10.6 yıldır. Cinsiyete göre yaş ortalaması erkeklerde 37.2 ± 10.8 yıl, kadınlarda ise 37.4 ± 10.5 yıldır.
3. Araştırma kapsamındaki tüm bireylerin ağırlıkları ortalaması 76.5 ± 17.7 kilogramdır. Cinsiyete göre ağır ortalaması erkeklerde 82.7 ± 17.8 kg, kadınlarda ise 70.4 ± 15.5 kg' dır.
4. Araştırma kapsamındaki tüm bireylerin boy uzunluğu ortalaması 165.1 ± 9.5 cm' dir. Cinsiyete göre boy uzunluğu ortalaması erkeklerde 171.5 ± 7.6 cm, kadınlarda ise 158.6 ± 6.4 cm' dir.
5. Tüm bireylerin Beden Kitle İndeks (BKİ) değeri ortalamasına bakıldığında 28.3 ± 6.7 kg/m² olarak hesaplanmıştır. Cinsiyete göre BKİ değeri ortalaması erkeklerde 28.3 ± 6.6 kg/m² bu değer kadınlarda ise 28.3 ± 6.8 kg/m²' dir.
6. Araştırma kapsamındaki tüm bireylerin DKK ölçümlerinden elde edilen triseps, biceps, supskapula, suprailiyak, abdomen, uyluk ve göğüs değerleri ortalaması sırasıyla 17.2 ± 7.9 mm, 9.8 ± 5.2 mm, 18.5 ± 8.2 mm, 20.0 ± 7.8 mm, 23.0 ± 7.1 mm, 23.4 ± 9.3 mm, 12.4 ± 5.0 mm'dir. Cinsiyete göre DKK değerleri ortalaması ise erkeklerde sırasıyla 13.1 ± 6.6 mm, 7.8 ± 4.5 mm, 18.0 ± 8.6 mm, 19.6 ± 8.6 mm, 22.5 ± 7.1 mm, 19.4 ± 9.5 mm, 11.7 ± 5.0 mm, bu değerlerin ortalaması kadınlarda ise 21.2 ± 7.1 mm, 11.7 ± 5.1 mm, 19.1 ± 7.8 mm, 20.4 ± 6.9 mm, 23.5 ± 7.1 mm, 27.6 ± 7.1 mm, 13.0 ± 4.9 mm'dir. Ölçülen triseps DKK'nın 85. persentil ve üzerinde

(erkek: >20 mm, kadın:>30 mm) olması yetişkinler için şişmanlık göstergesidir (18).

7. Araştırma kapsamında VY%'sini ölçmede referans yöntem olarak kullanılan DEXA yönteminden elde edilen ortalama VY% değerlerine bakıldığında, tüm katılımcılarda VY% ortalama değeri 36.7 ± 9.8 bulunmuştur. Cinsiyetler arasında VY% ortalama değerleri ise, erkeklerde 29.5 ± 7.3 , kadınlarda 43.9 ± 5.9 'dir.
8. BIA cihazıyla tüm bireylerden elde edilen VY% ortalama değeri 27.2 ± 9.8 bulunmuştur. Erkek bireylerde BIA yöntemiyle ölçülen VY% değeri ortalaması 21.9 ± 8.8 'dir. Kadın bireylerde ise bu değer 32.5 ± 7.8 bulunmuştur.
 - BIA cihazıyla ölçülen VY% değerleri kadın, erkek ve tüm katılımcılarda, DEXA cihazıyla ölçülen VY% değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ancak çalışmamızda BIA, DEXA cihazına göre VY% değerini düşük ölçmesine karşın, DEXA ile uyumlu sonuç verdiği görülmektedir. DEXA cihazıyla elde edilen VY%'si, BIA cihazı ile ölçülen VY%'si ile karşılaştırıldığında, tüm bireylerdeki korelasyon $r=0.89$ bulunmuştur. Yine her iki cihaz arasındaki korelasyon, erkeklerde ($r=0.75$) tüm bireylerdeki ($r=0.89$) değere göre düşük bulunsada, kadınlara ($r=0.59$) göre korelasyon daha yüksek bulunmuştur.
9. Araştırmada VY% değerini ölçmede kullanılan diğer bir yöntem olan DKK verileri ile VY%'si Yuhasz, Lange, Sloan-Weir, Wilmore-Behnke, Durning-Womersley-1, Durning-Womersley-2, Durning-Womersley-3, Durning-Womersley-4, Black, Jackson-Pollock, Gallagher, Deurenberg, Parizkova, BKI ile ırka göre vücut yağ oranı, bel çevresi ve triseps ile vücut yağ oranı, bel çevresi ve vücut yağ oranı formülleri ile hesaplama yapılmıştır. Tüm katılımcılarda formüllerle hesaplanan VY% değerlerinin ortalama ve standart sapmaları sırasıyla 16.6 ± 3.3 , 13.0 ± 3.3 , 22.2 ± 8.6 , 23.9 ± 6.7 , 28.1 ± 7.7 , 27.9 ± 8.0 , 27.9 ± 7.9 , 28.1 ± 7.9 , 30.5 ± 10.3 , 21.5 ± 7.6 , 30.3 ± 12.2 , 31.7 ± 10.1 , 29.8 ± 7.5 , 28.0 ± 12.6 , 32.1 ± 10.4 , 32.8 ± 9.5 bulunmuştur. Erkeklerde ise VY% değerleri sırasıyla 15.5 ± 3.2 , 12.0 ± 3.5 , 19.3 ± 10.3 , 17.0 ± 3.3 , 23.4 ± 6.7 , 22.5 ± 6.4 , 22.6 ± 6.4 , 22.8 ± 6.4 , 26.1 ± 8.5 , 15.1 ± 4.6 , 23.7 ± 9.6 , 26.3 ± 8.4 , 26.0 ± 7.6 , 18.6 ± 8.0 , 26.9 ± 10.2 , 27.6 ± 8.8 hesaplanmıştır. Kadınlarda VY% değerleri 17.7 ± 3.2 , 14.0 ± 2.7 , 25.2 ± 4.7 , 28.3 ± 3.8 , 32.7 ± 5.6 ,

33.3±5.2, 33.3±5.2, 33.7±5.1, 34.9±10.1, 26.7±5.3, 36.9±11.0, 37.1±8.6, 33.5±5.1, 37.1±9.0, 37.2±7.8, 38.0±7.1 hesaplanmıştır.

- Tüm bireylerde VY%'si hesaplanmasında kullanılan formüllerden VY%'sini en yüksek hesaplayan formüller bel çevresi-yaş ve bel çevresi-triseps formülleridir. En düşük VY%'si değeri ise Lange ve Yuhasz formülleri ile hesaplanmıştır.
- Kadın ve erkek bireylerde de, tüm bireylerde olduğu gibi formüller aracılığıyla VY%'si değerini en yüksek ve en düşük hesaplayan formüller benzer bulunmuştur.
- Araştırmamızda formüllerle hesaplanan VY% değerleri, hem her iki cinsiyette hem de tüm katılımcılarda DEXA ile ölçülen VY% değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca formüllerle hesaplanan VY% değerlerine bakıldığında kadınların ortalama VY% değeri, erkeklerin ve tüm katılımcıların ortalama VY% değerinden daha yüksek bulunmuştur.
- Tüm bireylerde DEXA cihazıyla ölçülen VY% değerleri ile formüllerle elde edilen VY% değerlerinin korelasyonlarına bakıldığında Wilmore-Behnke ($r=0,90$), Jackson-Pollock ($r=0,89$) ve Durning-Womersley-4 ($r=0,89$) formülleri ile yüksek korelasyon göstermektedir. DEXA cihazıyla ölçülen değer ile en düşük korelasyonu gösteren Yuhasz ($r=0,56$) formülüdür.
- Kadın bireylerde DEXA ile ölçülen VY% değeri ve formüllerle elde edilen korelasyona bakıldığında en yüksek korelasyonu Jackson-Pollock($r= 0,67$), Lange ($r=0,65$), Durning – Womersley-4 ($r= 0,60$) formülleri ile göstermiştir. En düşük korelasyon ise bel çevresinin ($r= 0,31$) kullanıldığı formül ile görülmektedir.
- Erkek bireylerde en düşük korelasyon Black ($r=0,59$), Galagher ($r=0,59$), Deurenberg ($r=0,59$) formülleri ile görülürken, en yüksek korelasyon ise Jackson-Pollock ($r=0,77$), Wilmore-Behnke ($r=0,76$), Lange ($r=0,72$) formülleri ile görülmektedir.
- BIA cihazı ile ölçülen VY% değerine benzer sonuç veren formüller; Durning-Womersley-2 ($27,9\pm8,0$), Durning-Womersley-3 ($27,9\pm7,9$), formülleridir. Tüm bireyler, kadın ve erkeklerde BIA cihazıyla ölçülen VY% değerine göre

Yuhasz, Lange, Sloan, Wilmore-Behnke, Jackson-Pollock formülleri VY%'sini daha düşük hesaplamaktadırlar.

- BIA cihazıyla ölçülen VY% değerleri ile formüllerle hesaplanan VY% değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında en yüksek korelasyonu; BKI, ırk ve yaşın kullanıldığı formülle ($r=0,94$), Galagher ($r=0,93$), Deurenberg ($r=0,93$) formülleri göstermektedir. Yuhasz ($r= 0,68$) formülü ise en düşük korelasyonu göstermektedir.
 - BIA cihazı ile ölçülen VY% değeri ve cinsiyetler arasındaki ilişkiye bakıldığında hem erkeklerde hem de kadınlarda en yüksek korelasyonu sırasıyla BKI, ırk ve yaşın kullanıldığı formül ($r=0,83 - r=0,89$), Galagher ($r=0,82 - r=0,86$) ve Deurenberg ($r=0,82 - r=0,86$) formülleri göstermektedir. En düşük korelasyonu ise erkeklerde Parizkova ($r=0.66$), kadınlarda Durning – Womersley.1 ($r=0,60$) formülü göstermektedir.
10. Araştırmamızda VY% hesaplamada kullanılan DEXA, BIA yöntemleri ve DKK formülleri arasındaki ilişkiye bakıldığında DEXA-BIA iyi korelasyon($r=0.86$, $p<0.001$) göstermektedir. DEXA-DKK formülleri arasındaki ilişkiye bakıldığında Yuhasz ve Black formülleri ile iyi korelasyon gösterirken($r=0.56$, $r=0.74$, $p<0.001$), diğer formüller ile DEXA çok iyi korelasyon ($r>0.75$, $p<0.001$) göstermektedir. BIA yöntemi ile Yuhasz formülü iyi korelasyon gösterirken ($r=0.68$, $p<0.001$), BIA yöntemi ile diğer formüller çok iyi korelasyon ($r>0.75$, $p<0.001$) göstermektedir.
11. DEXA'nın referans yöntem olarak kullanıldığı bu araştırmada; DEXA, BIA ve DKK yöntemleri arasındaki korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanıp, yöntemlerin birbiri yerine kullanılabileceği bulunmuştur.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Kişilerin sağlık durumlarının önemli bir göstergesi olan ve vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan antropometrik yöntemlerin ve çeşitli görüntüleme yöntemlerinin sağlıklı olma durumunda ve hastalıklarda beslenme, klinik müdahale, tanı ve önlem açısından tedavide değişiklik yapılmasına olanak sağladığı vurgulanmaktadır.

- Vücut bileşimine ilişkin veriler toplumda şişmanlığın saptanmasında kullanılan yöntemlerin birbiriyle kıyaslanmasına olanak sağlayacaktır. Bu şekilde en duyarlı ve en doğru sonuç veren ölçüm yönteminin bilinmesi, gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanılacak makine/teçhizat hakkında fikir verebileceği için gereksiz harcama yapılmasını önleyerek, çalışmaların toplam maliyetini düşürmeye olanak sağlayacaktır. Ayrıca vücuttaki yağlı ve yağsız doku kütlelerindeki değişimlerin izlenmesi, enerji metabolizması ile farklı hastalıkların vücut yapısına etkisini açıklamada yarar sağlayabilir ve bu bilgiler aracılığıyla başta şişmanlık olmak üzere çeşitli kronik hastalıklarla mücadelede daha etkili müdahale programlarının ortaya konulabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Heymsfield SB, Pietrobelli A, Wang Z, et al. The end of body composition methodology research. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005; 8: 591- 594.
2. Porta J, Suso JMG. Body composition assessment. Critical and methodological analysis. *CAR News Sandoz Sport Research* 1995;7:4-12
3. Origins of the study of human growth. By Edith Boyd. In: Savara B. S. and Schilke J. F. Portland: University of Oregon Health Sciences Center Foundation. 1980.
4. Wang Z, Wang ZM, Heymsfield SB. History of the human body composition: A brief Review, *American journal of human biology* 1999;11(2): 157 – 165.
5. Shen W, St-Onge M-P, Wang Z, Heymsfield SB: Study of Body Composition: An Overview. In *Human Body Composition*. 2nd edition. Edited by Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB. Champaign, IL: Human Kinetics; 2005:3-14.
6. Behnke AR. Physiologic studies pertaining to deep sea diving and aviation, especially in relation to the fat content and composition of the body. *Harvey Lect* 1941–1942; 37: 198–226,
7. Behnke AR. The estimation of lean body weight from skeletal measurements. *Hum Biol* 1959; 31: 295–315

8. Behnke AR Jr, Feen BG, and Welham WC. The specific gravity of healthy men. Body weight divided by volume as an index of obesity. J Am Med Assoc 118: 495–498, 1942.
9. Jackson, AS, And Pollock, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. J. Nutr. 1978: 40; 497–504
10. Jackson, AS, Pollock, ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc. 1980: 12(3); 175–81.
11. Jackson, AS, Pollock, ML, Graves, JE, et al. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. J. Appl. Physi. 1988: 64(2); 529–534.
12. Sital A, Çavdar C, Yeniçerioglu Y ve ark. Vücut Kompozisyonunu Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler ve Kronik Böbrek Yetmezlikli Hastalardaki Uygulama Alanları. Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi. 2002: 11 (4); 189–190.
13. Bilgiç P. Sporcu ve sporcu olmayan bireylerin vücut kompozisyonu ve beslenme durumları ile serum leptin düzeylerinin değerlendirilmesi. Bilim Uzmanlığı Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 2003
14. Zorba E. “Vücut Yapısı Ölçüm Yöntemleri ve Şişmanlıkla Başa Çıkma”, Morpa Kültür Yayınları, İstanbul.2005: ss 37–77.
15. Aksoy, M. Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü. Ankara: Hatiboğlu Yayınları. 2007. ss
16. Bray, G.A., Obesity, Present Knowledge in Nutrition, M.L. Brown et al. (Eds), International Life Sciens Institute, Nutrition Foundation, Washington D.C. 1990:p 23.
17. Gibson RS. Anthropometric Assessment of Body Composition, Principles of Nutritional Assessment. Oxford, Oxford University Pres.1990: 187–263.
18. Köksal E, Küçükdönmez Ö. Şişmanlığı saptamada güncel yaklaşımlar. A. Baysal, M. Baş (Ed.). Yetişkinlerde Ağırlık Yönetimi. İstanbul: Experss Baskı A.Ş. 2008: ss. 35–70.
19. Clarys JP, Provyn S, Marfell-Jones MJ. Cadaver studies and their impact on the understanding of human adiposity. Ergonomics. 2005; 48 (11–14):1445-61.
20. Wanger DR And Heyward V. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1999; 70 (2); 1–35(1).
21. Sutcliffe JF. A review of in vivo experimental methods to determine the composition of the human body. Phys. Med. Biol. 1996; 41: 791–833

22. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11 (5): 566–72.
23. Pineau JC, Guihard-Costa AM, Bocquet M. Validation of ultrasound techniques applied to body fat measurement. A comparison between ultrasound techniques, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann Nutr Metab*. 2007; 51(5): 421–7.
24. Heyward, V. H., Wagner, D. R. *Applied Body Composition Assessment*, (Second Edition), USA, Human Kinetics, 2004; 28-47.
25. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition*. 1998; 14(3): 296–310.
26. Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB: The five level model. A new approach to organizing body composition research. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 970–975.
27. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol*. 2006; 51(13): R203–28.
28. Kehayias JJ, Heymsfield SB, Lo-Monte AF, et al. In vivo determination of body fat measuring total body carbon. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1339–1344.
29. Morgan W.D. Of mermaids and mountains. Three decades of prompt activation in vivo. *Ann New York Acad. Sci*. 2000; 904: 128–33.
30. Çalışkan D. Yetişkinlerde Biyoelektirik Empedans Aanalizi Ölçümleri ve Farklı Denklemlerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2007, ss 1-33.
31. Börjesson J and Mattsson S. X-ray fluorescence analysis in medical sciences X-Ray Spectrometry: Recent Technological Advances ed K Tsuji, J Injuk and R Van Grieken (Chichester: Wiley) 2004; pp 487–515.
32. Krauel JB, Speed MA, Thomas BW, et al. In vivo measurement of organ tissue levels of cadmium *Int. J. Appl. Radiat. Isot*. 1980; 31: 101–106.
33. Wang Z, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five level model: a new approach to organizing body composition research. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 19–28.
34. Deurenberg P, Yap M. The assessment of obesity. Methods for measuring body fat and global prevalence of obesity. *Baillière's Clin Endocrinol Metab* 1999; 13: 1–11.

35. Wang Z, Heshka S, Pierson RN Jr, et al. Systematic organization of body composition methodology: Overview with emphasis on component-based methods. *Am J Clin Nutr.* 1995; 61: 457–465.
36. Cunningham JN, Recognizing a bivariate expression for protein balance in hospitalized patients. *Nutrition* 1994; 10: 124–127.
37. Dutton J. In vivo analysis of body elements and body composition. *Univ Wales Sci Tech Rev*, 1991; 8: 19–30.
38. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition. Traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537–556.
39. D'Alanzo KT, Aluf A, Vincent L, Cooper K. Comparison of field methods to assess body composition in a diverse group of sedentary women. *Biol Res Nurs.* 2009;10 (3): 274–283.
40. Mattson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol.* 2006; 7;51(13): R203–28.
41. Deurenberg P, & Deurenberg-Yap M. Validation of skin fold thickness and hand-held impedance measures for estimation of body fat percentage among Singaporean Chinese, Malay and Indian subjects. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2002; 11: 1–7.
42. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgarher RN, et al. Human body composition: Advances in models and methods. *Annu Rev Nutr* 1997; 17: 527–558.
43. McArdle WD, Katch FI. and Katch VL. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance.* United States of America: Lippincott Williams and Wilkins. 2000
44. Shen W, St-Onge M-P, Wang Z, Heymsfield SB. Study of Body Composition: An Overview. In: Heymsfield SB, LohmanTG, Wang ZM, and Going SB (eds.) *Human Body Composition*, 2nd edition, Human Kinetics, 2005;3–14
45. Hills AP, Lyell L, Byrne NM. An evaluation of the methodology for the assessment of body composition in children and adolescents. In: Jürimae T, Hills AP (ed) *Body Composition Assessment in Children and Adolescents.* Med Sport Sci Basel, Karger, Switzerland, 2001;44:1–13.
46. Hills JT. Body composition assessment in children and adolescents. *Med Sport Sci.* 2001, 44: 1-13.

47. Evans EM, Prior EM, Amgrimsson SA, et al. Relation of bone mineral density and content to mineral content and density of the fat free mass. *J Appl Physiol.* 2001, 91: 2166–2172.
48. Aviva B. Sopher, John C. et al. Measurement of Percentage of Body Fat in 411 Children and Adolescents: A Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry With a Four-Compartment Model. *Pediatrics* 2004;113;1285–1290
49. Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition of children and youth. *Scan J Sports Sci.* 1985, 7: 17–27.
50. Kortelainen ML, Sarkioja T: Coronary atherosclerosis and myocardial hypertrophy in relation to body fat distribution in healthy women. An autopsy study on 33 violent deaths. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 43–49.
51. Rössner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, et al. Adipose tissue determinations in cadavers. A comparison between cross- sectional planimetry and computed tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1990; 14:893–902.
52. Özbey N., Orhan Y. Vücut yağ miktarı ve dağılımının belirlenmesi. In: Bozbora A, editör. *Obezite ve tedavisi.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2002. p. 27–59.
53. Kusher RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L. Is impedans index (ht^2/R) significant in predicting total body water? *American Journal of Clinical Nutrition.*1992; 56: 835–839.
54. Ellis KJ, Pratt F, Puyau M, et al. Can air-displacement plethysmography replace hydrodensitometry for body composition Analysis in children and adults? *FASEB J.* 2001a; 15(5): A1004.
55. Ellis KJ, and Shypailo RJ. Pediatric software for whole-body dual-energy X-ray Absorptiometry: changes in bone and body composition estimates. *FASEB J.* 2001; 15 (5): A1003.
56. Salmi JA. Body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2003; 2: suppl.3.
57. Nieman, DC. *Assesing Body Composition.* United States of America: Kinetics 1999
58. Behnke AR, Wilmore JH. *Evulation and Regulation of Body Build and Composition.* Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.1974; 38–52, 193, 227–236.
59. Siri WE. Body composition from fluid space and density: Analysis of methods. In: *Techniques for Measuring Body Composition* (eds Brozek J., and Hanschel A.). National academy of Science, Washington DC.1961; 223-244

60. Wagner DR, And Heyward V.. Techniques of body composition assesment: a review of laboratory and field methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1999; 70(2): 1–35(1).
61. Bhutkar MV, Bhutkar PM, and Baji P S. Assesment of Body Composition. *Solapur medical journal*, 2006; 2(4).
62. Mendez J, Lukaski HC. Variability of body density in ambulatory subjects measured on different days. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 78–81.
63. Harsha DW, Bray GA. Body composition and childhood obesity. *Endocrinol Metab Clin North Am* 1996; 25: 871–885.
64. Preuss LE, Bolin FP. Biophysical methods for estimating in vivo body composition: the determination of adipose compartment. *Hery Ford Hosp Med J*.1988; 36: 92–102.
65. Erselcan, T. Vücut Bileşen Analizi ve Klinik Uygulamalar. *Turkish Journal of Nuclear Medicine*.2001; 10 (3): 149 – 157.
66. Akbulut, G., Özmen, M.M., Besler, H.T.. Obezite, *Bilim ve Teknik*. 2007; ss1–15
67. Atar, A. Obezlerde Plazma Lipid Düzeyleri ile Antropometrik Ölçümler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Aile Hekimliği Uzmanlık Tezi, T.C. Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Aile Hekimliği Koordinatörlüğü, İstanbul. 2005
68. Pekcan G. Şişmanlık ve saptama yöntemleri, şişmanlık ve çeşitli hastalıklarla etkileşimi ve diyet tedavisinde bilimsel uygulamalar. *Hizmet içi eğitim semineri, Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını*, 1993; 4: 7–14.
69. Cohn SH, Vaswani AN, Yasamura S, et al. Imperoved models for determination of body fat in vivo neutron activation. *Am. J. Clin. Nutr*.1984; 40: 255–259.
70. Tuncel E. *Ultasonografi Diyagnostik Radyoloji*. Bursa, Taş Yayıncılık. 1989; ss 324–327
71. Bilgiç, P. Vücut Kompozisyonunu Saptama Yöntemlerinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları. *Sporcu Beslenmesi Kursu–2: Mart 2004*. Ankara. 2004
72. Sjostrom, L. A computer-tomography based multicompartment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue. *Int. J. Obesity* 1991; 15: 19–30.
73. Link, T. M., Majumdar S., Lin J. C., Newitt D., Augat P., Ouyang X., Mathur A., And Genant H. K.. A comparative study of trabecular bone properties in the spine and femur using high resolution MRI and CT. *J. Bone Miner. Res*.1998; 13: 122–132.

74. Van Itallie TB: Body weight, morbidity and longevity. "Obesity, eds: Björntorp P, Brodoff BN, JB Lippincott, Philadelphia, 1992; pp 361.
75. Rogalla, P., N. Meiri, B. Hokschi, H. Boeing, and B. Hamm. Low-dose spiral computer tomography for measuring abdominal fat volume and distribution in a clinical setting. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1998; 52: 597–602.
76. Ellis, Kenneth J. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiol. Rev.* 2000; 80: 649–680.
77. Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis JA, Bosello O: Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Med.* 1993; 17: 209–214.
78. Sobol W, Rössner S, Hinson B, Hiltbrandt E, Karstaedt N, Santago P, Wolfman N, Hagaman A, Crouse JR: Evaluation of a new magnetic resonance imaging method for quantitating adipose tissue areas. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1991; 15: 589- 599.
79. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC: Body mass index as a measure of body fatness. Age and sex specific prediction formulas. *Brit J Nutr* 1991; 65: 105- 114.
80. Kusher RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *Journal of the American College of Nutrition.* 1992; 11(2): 199–209
81. Thomasett, A., Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon medical.* 1962; 207, 107–118
82. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, et al. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; 41 (4): 810–7.
83. Karlı U. Elit düzey güreşçilerde vücut kompozisyonunun incelenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı. 2006
84. Heyward, V.H., Stolarczyk, L.M., Applied Body Composition Assessment. Champaign, IL; Human Kinetics, USA.1996
85. Slinde F, and Rossander- Hulthen L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition.* 2001; 74: 474 – 478.

86. Liang, M.T. Su, H.F., Lee, N.Y., Skin temperature and skin blood flow affect bioelectrical impedance study of female fat-free mass. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 2000; 32: 221 – 227.
87. Wang Z. Deurenberg P. Wang W. Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield, SB. Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *Am J of Clin Nutr*.1999; 69: 883 – 841.
88. Deurenberg, P. Van Der Kooy, K., Evers, P., Hulshof, T. Assessment of body composition by bioelectrical impedans in populetion aaged > 60y. *Am J of Clin Nutr*. 1990; 51: 3–6.
89. Stolarczyk, L.M. Heyward, V.H., Hicks, V.L., Baumgartner, R.N. Predictive accuracy of bioelectrical impadence in estiating body composition of native american women. *Am JI of Clin Nutr*. 1994; 59: 964–970.
90. Helenius MYT, Albanes D, Micozzi MS, et al. Studies of bioelectric impedance in overweight, middle-aged student. *Human Biol*.1987; 59: 271 – 279.
91. Guo S, Roche AF, Chumblea WC, Miles DS, et al. Body composition predictions from bioelectric impedans. *Human Biol*.1987; 59: 221–233
92. Chumblea WC, Baumgartner RN, Roche AF. Spesific resistivity used to estimate fat free mass from segmental body measures of bioelectric impedance. *Am. J Of Clin. Nutr*.1988; 48: 7–15.
93. Houtkooper LB. Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in childiren and youth: a cross-validation study. *J Appl. Physiol*.1992; 72: 366–73.
94. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, et al. Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: A cross-validation study. *Intl J Obesity*.1991; 15: 17–25.
95. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI,. Hodgdon JA, and Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr*. Jan. 1988; 47(1): 7–14.
96. Kushner RF. Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical. impedance analysis *Am J Clm Nutr*.1986; 44: 417–424.
97. Kotler DP, Burastero S, Wang J. And Pierson RN. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1996;64: 489S – 497.

98. Chumlea WC, Guo SS. Bioelectrical Impedance and Body Composition Present Status and Future Directions. *Nutrition Reviews*.1994; 52(4): 123– 131.
99. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis. A review of principles and applications. *Journal of the American College of Nutrition*. 1992; 11: 199–209
100. Uysal, A. Obez Olgularda Obezite İle Karaciğer Fonksiyon Testleri Arasındaki Korelasyonun İncelenmesi. Uzmanlık Tezi, T.C. Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Servisi, İstanbul. 2005
101. Ellis, KJ. Selected Body Composition Methods Can Be Used in Field Studies. *The Journal of Nutrition*. 2001; 131: 1589S–1595S.
102. Timothy G, Lohman and Zhao Chen. Dual-energy X-ray Absorptiometry In: Heymsfield SB, LohmanTG, Wang ZM, and Going SB (eds.) *Human Body Composition*, 2nd edition, Human Kinetics, 2005; pp 63–77
103. Schlemmer A, Hassager C, Haarbo J, Christiansen C: Direct measurement of abdominal fat by dual photon absorptiometry. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1990; 14: 603–611.
104. Van der Kooy K, Seidell JC. Techniques for the measurement of visceral fat. A practical guide. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993; 17: 187–196.
105. Bray GA. Contemporary diagnosis and management of obesity, *Handbooks in Health Care Co. Newton*. 1998; s: 25.
106. Flegal KM et al. The influence of smoking cessation on the prevalence of overweight in the United States. *N Engl J Med* 1995; 333: 1165–1170.
107. Park YW et al. Larger amounts of visceral adipose tissue in asian americans. *Obes Res* 2001; 9: 381- 387.
108. Riegerova J, Paridalova M, Ulbrichova M. Application of physical anthropology in the physical education and sports (Functional anthropology handbook). Olomouc: Hanex, 2006.
109. Kutáč P, Gajda V. Validity of measuring body fat using the skinfold method. *Med Sport*. 2009. 13 (3): 151–154
110. Fields DA, Goran MI. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol*. 2000, 89(2):613–20.
111. Wagner D. R. and Heyward V. H. Validity of two-component models for estimating body fat of black men. *J Appl Physiol* 2001, 90: 649–656,

112. Millard-Stafford ML, Collins MA, Evans EM, Snow TK, et al. Use of air displacement plethysmography for estimating body fat in a four-component model. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(8):1311–7
113. Tothill P & Hannan WJ. Comparisons between Hologic QDR 1000W, QDR 4500A, and Lunar Expert dual-energy X-ray Absorptiometry scanners used for measuring total body bone and soft tissue. *Ann N Y Acad Sci.* 2000; 904: 63–71.
114. Deurenberg-Yap M, Schmidt G, Van Staveren WA, et al. Body fat measurement among Singaporean Chinese, Malays and Indians: a comparative study using a four-compartment model and different two-compartment models. *Br J Nutr.* 2001; 85(4):491–498.
115. Kohrt W. M. Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol* 1998, 84: 372–377.
116. Norgan NG. Laboratory and field measurements of body composition, *Public Health Nutrition.* 2005; 8(7A): 1108–1122.
117. Elmacı, S.A. Total ve bölgesel vücut yağ ölçümünde DEXA, ultrason ve skinfold yöntemlerinin karşılaştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi. Ege Üniversitesi. İzmir. 1996
118. Lohman TG, Boileau RA, Slaughter MH. Body composition in children and youth; in Boileau RA. (ed):*Advances In Pediatric Sports Sciences.* Champaign, Human Kinetics. 1984; Pp. 29–57.
119. Clarys JP, Martin AD, Marfell-Jones MJ, Janssens V. et al. Human body composition: a review of adult dissection data. *American Journal of Human Biology.* 1999; 11: 167–174.
120. Heyward V. Asep Methods Recommendation: Body Composition Assessment. *Journal of Exercise Physiology,* 2001;4 (4): 1–12
121. Wang J, Thomson JC, Kolesnik S, et al. Anthropometry in body composition. An overview. *Ann NY Acad Sci.* 2000 May; 904: 317–26.
122. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, Roche AF, & Wilmore J. Skinfold thicknesses and measurement technique. In T.G., Lohman, A.F., Roche, & R., Martorell (Eds), *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Champaign, IL: Human Kinetics. 1988; pp. 55–70,155–159
123. Brozek J, Keys A. The evaluation of leanness-fatness in man; norms and interrelationships. *Br Nutr.* 1951; 5(2): 194–206.
124. Lohman TG: Skinfolds and body density and their relation to body fatness. A review. *Hum Biol* 1981; 53: 181–225.

125. Hayes PA, Sowood PJ, Belyavin A, Cohen JB, Smith FW. Subcutaneous fat thickness measured by magnetic resonance imaging, ultrasound, and calipers. *Med Sci Sports Exerc.* 1988; 20: 303–9.
126. Heyward VH. Wagner DR. *Applied Body Composition Assessment*, (Second Edition), USA, Human Kinetics. 2004; (4): 48–66
127. Baysal A, Aksoy M, Bozkurt N ve ark. *Diyet El Kitabı*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi. 2002
128. Björntorp P. Vücut Yağının Santralizasyonu. İçinde: Björntorp P. ed. *International Textbook of Obesity (Türkçe)*. Çeviri: Dr. Murat Kahramanoğlu, And Ltd Şti, 2002:213–224.
129. Smith SR, Lovejoy JC, Greenway F, et al. Contributions of Total Body Fat, Abdominal Subcutaneous Adipose Tissue Compartments, and Visceral Adipose Tissue to the Metabolic Complications of Obesity. *Metabolism.* 2001; 50 (4): 425–435.
130. Bonora E, Targher G, Zenere MB, Saggiani F, Cacciatori V, Tosi F, Travia D, Zenti MG, Branzi P, Santi L, Muggeo M: Relationship of uric acid concentration to cardiovascular risk factors in young men. Role of obesity and central fat distribution. The Verona Young Men Atherosclerosis Risk Factors Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996; 20: 975–980.
131. Solerte SB, Fioravanti M, Pezza N, Locatelli M, Schifino N, Cerutti N, Severgnini S, Rondanelli M, Ferrari E: Hyperviscosity and microproteinuria in central obesity. Relevance to cardiovascular risk. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 417–423
132. Han TS, Richmond P, Avenell A, Lean MEJ: Waist circumference reduction and cardiovascular benefits during weight loss in women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 127–134.
133. Haffner SM, Gingerich RL, Miettinen H, Stern MP: Leptin concentrations in relation to overall adiposity and regional body fat distribution in Mexican Americans. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996; 20: 904–908.
134. De Pergola G, De Mitrio V, Giorgina F, Sciaraffia M, Minenna A, Di Bari L, Pannacciulli N, Giorgino R: Increase in both pro-thrombotic and anti- thrombotic factors in obese premenopausal women. Relationship with body fatdistribution. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 527–535.
135. Ko GTC, Chan JCN, Woo J, et al. Simple antropometric indexes and cardiovascular risk factors in Chinese. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 995–1001

136. Krotkiewski M, Björntorp P, Sjöström L, Smith U: Impact of obesity on metabolism in men and women. *J Clin Invest* 1983; 72: 1150–1162.
137. Parikh MR, Joshi SR, Menon PS and Shah NS. Index of central obesity – A novel parameter. *Medical Hypotheses*. 2007; 68: 1272–1275
138. Tassie JM, Papoz L, Barny S, Simon D, The CALDIA Study Group: Nutritional status in adults in the pluri-ethnic population of New Caledonia. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 61–66
139. James RW, Brulhart-Meynet MC, Lehmann T, Golay: Lipoprotein distribution and composition in obesity. Their association with central adiposity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 1115–1120
140. Snijder MB, Dekker JM, Visser M et al.: Associations of hip and thigh circumferences independent of waist circumference with the incidence of type 2 diabetes. The Hoorn Study. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 1192–1197.
141. Keys A., Brozek J. Body fat in adult man. *Physiol Rev*. 1963; 33: 245–325
142. Genç Y, Sertkaya D, Demirtaş S. Klinik Araştırmalarda İki Ölçüm Tekniğinin Uyumunu İncelemede Kullanılan İstatiksel Yöntemler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*. 2003; 56(1), 1-6
143. Yuhasz MS. The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight. Urbans, Monois: University of Illinois. 1986.
144. Wilmore JH, Behnke AR. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. *J Appl Physiol* Jul 1969; 27: 25–31.
145. Siri WE. Body composition from fluid space and density: Analysis of methods. In: *Techniques for Measuring Body Composition* (eds Brozek J., and Hanschel A.). National academy of Science, Washington DC. 1961; 223-244
146. Açıkada C, Ergen E, Alpar R, Sarpyener K. Erkek sporcularda vücut kompozisyonu parametrelerinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi* 1991; 2: 5–6.)
147. Sloan AW, Burt JJ, blyth CS. Estimation of body fat in young women. *J Appl Physiol* 1962; 17: 967–70.
148. Durning JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77–97.

149. Black D, James WPT, Besser GM, Brook CGD, Craddock D, Garrow JS, Hockaday TDR, Lewis B, Pilkington TRE, Silverstone JT, Mann JJ, Miller DD, Pyke DA, Williams DG & Skinner RK. Obesity. A report of the Royal College of Physicians. *Journal of the Royal College of Physicians* 1983; 17: 5–65.
150. Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson RN, Harris T and Heymsfield SB. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex and ethnic groups. *Am J Epidemiol* 1996; 143: 228-239
151. Gallagher D, et al Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000; 72 (3): 694-701
152. Han TS, Lean MEJ. Anthropometric indices of obesity and regional distribution of fat depots. *International Textbook of Obesity*, Ed: Björntorp P, Chichester, John Wiley and Sons, Ltd, 2001: 51–65.
153. Kanehisa H; Ikegawa S; Fukunaga T Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. *Scand J Med Sci Sports* 1998; 8: 271–278.
154. Lohman T, Ring K, Pfeiffer K, et al. Relationships among Fitness, Body Composition, and Physical Activity. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 1163–8.
155. Barbosa -Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003; 19(5): 422-426.
156. Guida B, Trio R, Nastasi A, et al. Body composition and cardiovascular risk factors in pretransplant hemodialysis patients. *Clin Nutr* 2004; 23: 363-372.
157. Sung RYT, Lau P, Yu GW, Lam PKW, Nelson EAS. Measurement of body fat using leg-to-leg bioimpedance. *Arch Dis Child* 2001;85:263-267.
158. De Lorenzo A, Sorge RP, Candeloro N, et al. New insights into body composition assessment in obese women. *Can J Physiol Pharmacol* 1999; 77: 17-21.
159. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 603-607.
160. Bandini LG, Vu DM, Must A, Dietz WH. Body fatness and bioelectrical impedance in non-obese pre-menarcheal girls: comparison to anthropometry and evaluation of predictive equations. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51: 673-677.

161. Jensky-Squires NE, Dieli-Conwright ChM, Rossuello A, et al. Validity and reliability of body composition analyses in children and adults. *Br J Nutr* 2008; 100: 859-5.
162. Taylor RW, Keil D, Gold EJ, et al. Body mass index, waist girth, and waist-to hip ratio as indexes of total and regional adiposity in women: evaluation using receiver operating characteristic curves. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 44–49.
163. Vasudev, S., Mohan, A., Mohan, D., Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA--the Chennai Urban Rural Epidemiology Study [CURES-3]. *JAPI* 2004;52:877-881.
164. Van Der Ploeg GE, Withers RT, Laforgia J. Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. *J Appl Physiol* 2003; 94: 499–506.
165. Plank LD. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Curr Opin in Clin Nutr Metab Care*. 2005;8:305-309.
166. Xie X, Kolthoff N, Barenholt O, Nielsen SP. Validation of a leg-to-leg bioimpedance analysis system in assessing body composition in postmenopausal women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 1079-1084.
167. Özçelik O, Doğukan A, Kaya H. Hemodiyaliz hastalarında biyoelektrik impedans analiz yönteminin vücut kompozisyonunun belirlenmesindeki etkinliği. *Fırat Tıp Dergisi* 2005; 10: 50-53.
168. Cornish B, Ward L, Thomas B, Jebb SA, Elia M. Evaluation of multiple frequency impedance and Cole-Cole analysis for the assessment of body water volumes in healthy humans. *Eur J Clin Nutr* 1995; 50: 159-164.
169. Dittmar M. Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. *Am J Phys Anthropol* 2003; 122: 361-370.
170. Sun G, French CR, Martin GR et al. Comparison of Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for Assessment of Percentage Body Fat in a Large, Healthy Population. *Am J Clin Nutr* 2005;81: 74–78.
171. Asiova Z., Boyanov M. A. Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. *Diabetes, obesity and metabolism* 2008; 10(11): 1012-1018
172. Mitsui T., Shimaoka K., Tsuzuku S. et al. Accuracy of Body Fat Assessment by Bioelectrical Impedance in Japanese Middle Aged and Older People. *J Nutr Sci Vitaminol*, 52, 154-156, 2006.

173. Pichard C., Kyle UG, Slosman DO., Fat-free mass in chronic illness: comparison of bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in 480 chronically ill and healthy subjects. *Nutrition*, 1999;Volume 15: 668 – 676.
174. Pateyjohns IR, Brinkworth GD, Buckley JD, et al. Clifton Comparison of Three Bioelectrical Impedance Methods with DXA in Overweight and Obese Men. 2006;Obesity Vol. 14 No. 11; 2064-2070.
175. Bolanowski M, Nilsson BE. Assessment of human body composition using dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis, *Med Sci Monit.* 2001;7 (5): 1029-1033.
176. Fakhrawi DH, Beeson, Libanati C, et al. Comparison of Body Composition by Bioelectrical Impedance and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Overweight/Obese Postmenopausal Women. *Journal of Clinical Densitometry.* 2009; 12(2): 238-244
177. Sartorio A, Proietti M, Marinone PG, Agosti F, Adorni F, Lafortuna CL. Influence of gender, age and BMI on lower limb muscular power output in a large population of obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28(1):91– 8.
178. Lukaski HC. Assessing regional muscle mass with segmental measurements of bioelectrical impedance in obese women during weight loss. *Ann N Y Acad Sci* 2000; 904:154–8.
179. Lukaski HC, Siders WA. Validity and accuracy of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness. *Nutrition* 2003;19: 851–7.
180. Kitano T, Kitano N, Inomoto T, Futatsuka M. Evaluation of Body Composition Using Dual-energy X-ray Absorptiometry, Skinfold Thickness and Bioelectrical Impedance Analysis in Japanese Female College Students. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2001: 47(2); 122-125.
181. Ball SD, Altena TS, Swan PD. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *Eur J Clin Nutr* (2004) 58, 1525–1531.).
182. Ocker LB, Sherman NW, Bloomquist KJ. Comparison of Skinfold Anthropometry and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry on Adult Body Composition. *Exercise Physiology&Fitness and Health Posters.* Thursday, April 1, 2004, 1:00 PM - 2:00 PM, Convention Center: Exhibit Hall Poster Session

183. Bottaro MF., Heyward VH., Bezerra RF.A. et al. Skinfold Method Vs Dual-Energy X-Ray Absorptiometry To Assess Body Composition In Normal And Obese Women Journal Of Exercise Physiologyonline. Volume 5 Number 2 May 2002 11-18.
184. Aristizabal JC, Restrepo MT, Estrada A. Body composition assessment by anthropometry and bioelectrical impedance. Biomedica. 2007 Jun;27(2):216-24.).
185. Küpper J, Bartz M, Schultink JW et al. Measurement of body in Indonesian adults: Comparison between a three-compartment model and widely used methods Asia Pacific J Clin Nutr 1998; 7(1):49-54.
186. Vansant G, Van Gaal L, De Leeuw I. Assessment of body composition by skinfold anthropometry and bioelectrical impedance technique: a comparative study. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1994 Sep-Oct;18(5):427-9.).
187. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. International Journal of Obesity (2002) 26, 1596–1609
188. Arroyo M., Rocandio AM., Ansotegui L, et al. Comparison of predicted body fat percentage from anthropometric methods and from impedance in university students. Br J Nutr, (2004), 92, 827–832
189. Bowden RG, Lanning BA., Doyle EI. et al. Comparison Of Body Composition Measures To Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. Journal of Exercise Physiologyonline. Volume 8 Number 2 April 2005;1-9.
190. Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJG et al. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. International Journal of Obesity (1998) 22, 854-860
191. Erselcan T., Candan F., Saruhan S., ve ark. Comparison of Body Composition Analysis Methods in Clinical Routine. Ann Nutr Metab 2000;44:243-248
192. Govindasamy B Yong CH, Meng LS. Comparison of Skinfold Measurement and Bioelectric Impedance with Dual Energy X-Ray Absorptiometry among Singaporean Chinese: Medicine & Science in Sports & Exercise: May 2008 - Volume 40 - Issue 5 - p S275

193. Lintsi M, Kaarma H, Kull I. Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24(2):85-90.
194. Ziegler B, Fetters L, Patterson J et al. Validity of Field Measurements For Body Composition. Proceedings of the 4th Annual GRASP Symposium, Wichita State University, 2008. 25-26
195. Pritchard JE, Nowson CA, Strauss BJ, Carlson JS, Kaymakci B, Wark JD. Evaluation of dual energy X-ray Absorptiometry as a method of measurement of body fat. *Eur J Clin Nutr* 1993;47: 216-228

EKLER

TEZ ANKET FORMU**Anket no:****Tarih:**...../...../.....

Ad Soyadı:

Yaş :.....**Cinsiyet:** Kadın ☐ Erkek ☐

Mesleği :

Günlük uyku

.....saati

BKI:

Tel no:

Boy uzunluğu (cm):

a) Bildirilen cm

b) Ölçülen.....cm

Vücut ağırlığı (gr):

a) Bildirilen gr

b) Ölçülen..... gr

Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri**Çevre Ölçümleri**

Biceps:

Biceps:

Triceps:

Kalça:

Supscapula:

Boyun:

Suprailiak:

Bel:

Abdomen:

Uyluk:

Quadriceps:

Baldır:

Göğüs:

El bileği:

Kulaç uzunluğu
(cm):**DEXA ÖLÇÜMLERİ**

Total yağ miktarı:

Total yağ yüzdesi:

BIA ÖLÇÜMLERİ

Kilo:

Total yağ miktarı:

Total yağ yüzdesi:

KOCAELI UNIVERSITESI TIP FAKULTESI HASTANESI NUKLEER TIP MERKEZI
UMUTTEPE YERLESKESI\KOCAELI 0262 303 80 74

Name
ID 40
Age 37

Sex Male

Ethnic C
Height
Weight

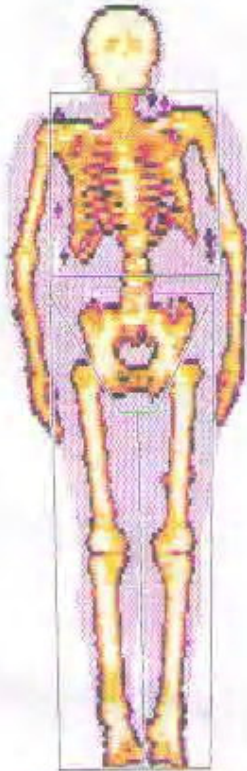
L



H

Body

on 19/06/09 15:11

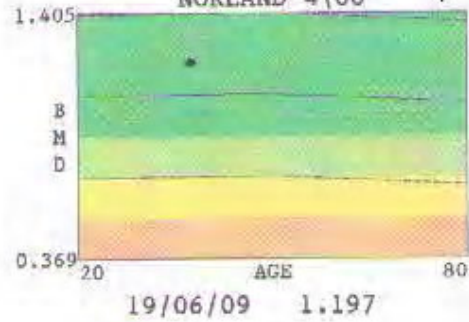


Bone image not for diagnosis

Total

NORLAND 4\00

C



% Young Ref. 113.2
T - Score 0.81
% Age Matched 113.0
Z - Score 0.80

Total BMD (g/cm²) : 1.20
Total BMC (g) : 3110
Total Lean Mass(g): 55416
Total Fat Mass (g): 21720
Total Fat % : 27
Siri UWE Fat % : 22
Brozek UWE Fat % : 22
Soft Tissue Fat % : 28
% TBMC/FFM : 5

STD CV for Total BMD: 1.0 See Guide for other CVs.

6.5 x13.0 mm, 260 mm/s, 66.30 cm Rev. 3.9.4/2.1.0 Calib. 19/06/09

COMMENTS

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
İLAÇ ARAŞTIRMALARI YEREL ETİK KURULU
(Talas Yolu Üzeri 38039 KAYSERİ Tel 0 352 437 49 10 -11 Faks: 0 352 437 52 85)

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYI

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU		
	PROTOKOL ADI	Vücut yağının saptanmasında çeşitli antropometrik ölçümlerle biyoelektrik empedans ve dual-enerji X-Ray absorptiometri yöntemlerinin karşılaştırılması	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Yard.Doç.Dr. Betül Çiçek	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ	Erciyes Üniversitesi Kayseri Atatürk Yüksekokulu	
	BAŞVURULAN ETİK KURUL	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi	
	DESTEKLEYİCİ FİRMA		
	FAZİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	☒ Tek Merkez ☒ Ulusal	☐ Çok Merkez ☐ Uluslararası

DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Değişiklik No.su	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐
	ARAŞTIRICI BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ			Türkçe ☐ İngilizce ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2008/613	Karar : 02.12.2008
	Üniversitemiz Kayseri Atatürk Sağlık Yüksekokulu Öğrtimi Üyesi Yard.Doç.Dr. Betül Çiçek'in sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen tek merkezli araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına ve kurulumuz kararının sorumlu araştırmacıya ve dekanlık makamına arzına toplantıya katılan öğretim üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir	

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI | **İYİ KLİNİK UYGULAMALAR KLAVUZU**

Ünvanı / Adı Soyadı Ek Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ümit UKŞAL Başkan	Dermatoloji	E.Ü. Tıp Fak.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Kader KÖSE	Biyokimya	E.Ü. Tıp Fak.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Sabahattin MUHTAROĞLU	Biyokimya	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Olgun KONTAŞ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Murat AKSU	Nöroloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK	Radyodiagnostik	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mustafa KENDİRCİ	Çocuk Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Oğuz EKMEKÇİOĞLU	Üroloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Yrd. Doç. Dr. Hasan Basri ULUSOY	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Zübeyde ÇELEBİ Avukat	Avukat	E.Ü.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* Araştırma ile ilişkili
** Toplantıda bulunma

Bahri YALICIAR
Fakülte Sekr.

ÖZGEÇMİŞ

Volkan ÖZKAYA. 1985 yılında Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kırşehir’de tamamladı. 2003 yılında Erciyes Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü lisans eğitimini başladı ve 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitime başladı. İzmit Dünya Göz Hastanesi bünyesinde 2007-2010 yılları arasında Diyetisyen olarak göreve yaptı. 2010 yılında Kocaeli Gölçük Devlet Hastanesine atandı.