

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİYİLEBİLİR BİOELEKTRİK İMPEDANS ÖLÇÜM CİHAZININ GEÇERLİLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

EGEMEN MANCI

EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR-2016

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc-2012970037

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİYİLEBİLİR BİOELEKTRİK İMPEDANS ÖLÇÜM CİHAZININ GEÇERLİLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EGEMEN MANCI

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc-2012970037

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı,
Egzersiz Fizyolojisi Yüksek Lisans programı öğrencisi Egemen MANCI
**'GİYİLEBİLİR BİOELEKTRİK İMPEDANS ÖLÇÜM CİHAZININ
GEÇERLİLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI '** konulu
Yüksek Lisans tezini 28.03.2016 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.



BAŞKAN

Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN
DEÜ Tıp Fak. Fizyoloji Anabilim Dalı

ÜYE
Prof. Dr. Mustafa Can KOŞAY

DEÜ Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji AD



YEDEK ÜYE
Prof. Dr. Osman AÇIKGÖZ

DEÜ Tıp Fak. Fizyoloji AD



ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Oğuz YÜKSEL

DEÜ Tıp Fak. Spor Hekimliği AD

YEDEK ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Mehmet İsmet TOK

DEÜ Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLO DİZİNİ	iii
ŞEKİL DİZİNİ	iii
KISALTMALAR	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Hipotezi	2
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Fiziksel Uygunluk.....	3
2.2. Beden Kütle İndeksi	3
2.3. Antropometri	4
2.4. Somatotip Belirleme	5
2.5. Vücut Kompozisyonu	6
2.5.1. İki Komponentli Model.....	7
2.5.2. Sirinin 2C Dönüşüm Hesaplama Modeli.....	7
2.5.3. Üç Komponentli Model.....	7
2.6. Vücut Kompozisyonu ve Sağlık İlişkisi.....	7
2.7. Vücut Kompozisyonu ve Kardiyopulmoner Hastalıklar.....	8
2.8. Vücut Kompozisyonu ve Metabolik Hastalıklar.....	8
2.9. Vücut Kompozisyonu ve Çocuklar.....	9
2.10. Sportif Performans ve Vücut Kompozisyonu.....	9

2.11. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri.....	10
2.11.1. Hidrostatik Tartım Yöntemi	11
2.11.2. Hava Değişim Pletismografisi.....	13
2.11.3. Dual Enerji X-ray Absorbsiyometri.....	15
2.11.4. Total Body Electrical Conductivity	15
2.11.5. Bilgisayarlı Tomografi	15
2.11.6. Yakın Kızılötesi Spektroskopisi.....	16
2.11.7. Derialtı Yağ Kalınlığı Ölçümü (Skinfold)	16
2.11.8. Bioelektrik İmpedans Analizi	18
2.11.8.1. Geleneksel BİA Tahmin Modeli.....	19
2.11.8.2. Çok Frekanslı BİA Tahmin Modeli.....	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. Araştırmanın Tipi	20
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	20
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	20
3.4. Çalışma Materyali.....	20
3.5. Araştırmanın Değişkenleri.....	20
3.6. Veri Toplama Araçları.....	20
3.6.1. Veri Toplama Yöntemi	20
3.7. Araştırma Planı ve Takvimi.....	22
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi	23
3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	23
3.10. Etik Kurul Onayı	23
4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
7. KAYNAKÇA	36

8. EKLER.....	41
8.1. EK 1. Etik Kurul Onayı	41
8.2. EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	43
8.3. EK 3. Arbis Formatında Özgeçmiş	44

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Beden Kütle İndeksi Değerleri	4
Tablo 2. Spor Branşlarına Göre Yağ Yüzdeleri.....	10
Tablo 3. Vücut Yağ Yüzdesi Hesaplama Formülleri	11
Tablo 4. Derialtı yağ kalınlığı ölçümleri yapılan vücut kısımları	17
Tablo 5. Kadın, erkek ve tüm grupta antropometrik özellikleri	24
Tablo 6. Erkek, kadın ve tüm grupta yağ (kg) verisinin geçerlilik analizi	27
Tablo 7. Erkek, kadın ve tüm grupta kas (kg) verisinin geçerlilik analizi.....	27
Tablo 8. Kadınların kas ölçümlerinin Post-Hoc düzeltme tablosu.....	28

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Somatotip Kart.....	6
Şekil 2a. Hidrostatik Tartım Tankı.....	12
Şekil 2b. Hidrostatik tartım aparatları.....	12
Şekil 2c. Hidrostatik tartım havuzu.....	13
Şekil 3. ADP yönteminin uygulandığı cihaz.....	14
Şekil 4. Derialtı yağ kalınlığı ölçüm bölgeleri	17
Şekil 5. Kaliper Kullanarak Derialtı yağ ölçüm şekli	18
Şekil 6. Bioimpedans ölçümü sırasında vücut pozisyonu.....	22
Şekil 7. Katılımcıların BKİ değerlerinin dağılım grafiği.....	24
Şekil 8a. Erkek katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği.....	28
Şekil 8b. Kadın katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği	29
Şekil 8c. Tüm katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği	29
Şekil 8d. Erkek katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği	30
Şekil 8e. Kadın katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği	30
Şekil 8f. Tüm katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği	31

KISALTMALAR

Beden Kütle İndeksi (**BKİ**)

Bioelektrik İmpedans Analizi (**BİA**)

Hava Değişim Pletismografisi (**Air Displacement Plethysmography – ADP**)

Hidrostatik Tartım (**Hydrostatic Weighing - HW**)

Dual Enerji X-ray Absorbsiyometri (**Dual-Energy X-ray Absorptiometry - DEXA**)

T m V cut Elektrik İletkenliği (**Total Body Electrical Conductivity -TOBEC**)

Bilgisayarlı Tomografi (**Computed Tomography -CT**)

Manyetik Rezonans G r nt leme (**Magnetic Resonance Imaging--MRI**)

Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (**Near-Infrared Interactance-NIR**)

Yağ Kütlesi (**YK**)

Yağsız V cut Kütlesi (**YVK**)

Toplam V cut Yoğunluğu (**TVY**)

Vücut Yoğunluğu (**VY**)

Bel-Kalça Oranı (**BKO**)

Vücut Yağ Yüzdesi (**VY%**)

Vücut Kompozisyonu (**VK**)

Toplam Vücut Sıvısı (**TVS**)

Koroner Arter Hastalığı (**KAH**)

Rezidüel Volüm (**RV**)

ICC (**Interclass Correlation Coefficients**)

Laboratuvar tipi cihaz ile kas  l  m  (**LM**)

Laboratuvar tipi cihaz ile yağ  l  m  (**LF**)

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin her aşamasında bilimsel ve manevi desteklerini gönülden veren danışmanım Prof. Dr. Berkant Muammer KAYATEKİN' e, Prof. Dr. Osman AÇIKGÖZ'e ve Öğr. Gör. Dr. Hikmet GÜMÜŞ' e çok teşekkür ederim. Bu zor süreçte bana desteklerini hiç esirgemeyen ve bana yardımcı olan Ar. Gör. Dr. Güven GÜVENDİ' ye, Ar. Gör. Fırat ÖZDALYAN'a, Öğr. Gör. Dr. Celal GENÇOĞLU'na, Ar. Gör. Caner ÇETİNKAYA'ya, Ar. Gör. Dr. Aslı KARAKILIÇ' a ve Ecem KOZALI'ya teşekkürler. Bu günlere gelmemde tabi ki en büyük pay sahibi olan ve bana her zaman her konuda her türlü destek olan aileme sonsuz teşekkürler.

Giyilebilir bioelektrik impedans ölçüm cihazının geçerlilik ve güvenilirliğinin araştırılması

Egemen MANCI, Fizyoloji Ana Bilim Dalı, Spor Fizyolojisi Bilim Dalı,
egemenmanci@gmail.com

ÖZET

Amaç: Vücut kompozisyonunun belirlenmesi ve takip edilmesi sağlık açısından önemlidir. Vücut kompozisyonunun belirlenmesi adına, bu çalışmada ileride yaygınlaşması beklenen, giyilebilir bir saat olarak tasarlanan bioelektrik impedans ölçüm cihazını laboratuvar tipi bir bioelektrik impedans ölçüm cihazı ile karşılaştırılarak geçerliliğinin ve güvenilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmaya sağlıklı 199 erkek ve 123 kadın toplamda 322 kişi katılmıştır. Katılımcılara ölçümler anlatıldıktan sonra, ilk olarak laboratuvar tipi bioelektrik impedans cihazında (Inbody720) ile vücut ölçümleri yapılmış; yaş, cinsiyet, ağırlık, boy uzunlukları ile yağ ve kas kütle verileri kaydedilmiştir. Bu ölçümden sonra, giyilebilir bioelektrik impedans cihazı (Inbody Wearable) ile üç ölçüm yapılmış ve katılımcıların giyilebilir bant ile elde edilen yağ ve kas kütleleri kg olarak kaydedilmiştir.

Bulgular: Laboratuvar tipi cihaz ve giyilebilir bant arasındaki tüm ölçüm sonuçları birbirleriyle çok yüksek derecede korelasyona sahip bulunmuştur. Gruplar arası farklılıklar ANOVA ile değerlendirildiğinde gerek erkeklerde gerek kadınlarda gerekse bütün grup ortalamasında laboratuvar tipi cihaz ile ölçülen yağ kütlelerinin giyilebilir bant ile ölçülen yağ kütlelerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığının bulunmadığı görülmüştür. Kas kütleleri değerlendirildiğinde, erkeklerde ve tüm grupta istatistiksel olarak anlamlı bir ölçüm farkı yokken; kadın katılımcılarda ise ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p<0.001$).

Sonuç: Giyilebilir bioelektrik impedans ölçüm cihazı, laboratuvar tipi bioelektrik impedans cihazı ile karşılaştırıldığında yağ ölçümleri için hem erkeklerde hem de kadınlarda geçerli sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak kas kütleleri ölçümleri değerlendirildiğinde, sadece kadın katılımcılarda fark bulunmuştur. Giyilebilir bioelektrik impedans ölçüm cihazının güvenilirlik çalışması yapıldığında tutarlı ölçümler verdiği ve kişinin kendi vücut kompozisyonunu takip edebilmesi açısından yararlı olacağı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak,

giyilebilir bioelektrik impedans cihazının, kişinin kendi vücut kompozisyonu bilgilerini değerlendirmesi açısından yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vücut kompozisyonu, bioelektrik impedans ölçüm cihazı, geçerlilik ve güvenilirlik, yağ kütlesi, kas kütlesi, giyilebilir cihaz



Validity and Reliability of the Wearable Bioelectrical Impedance Measuring Device

Egemen MANCI, Department of Physiology, Exercise Physiology

egemenmanci@gmail.com

ABSTRACT

Objective: Determination and monitoring of body composition is important for health. It is believed that in the future, wearable bioelectrical impedance body composition measurement devices will be more common and one of the wearable body composition measurement devices is designed as a band. The purpose of this study is to compare this device with a laboratory type of bioelectrical impedance device in order to investigate the reliability and validity of the wearable device.

Method: A total of 322 healthy people, 199 men and 123 women participated in a study. After the explanation of the measurements to the participants, the participants' body compositions were measured with the laboratory type of bioelectrical impedance device (Inbody720) and their age, sex, height, weight, fat mass and muscle mass data were recorded. After this measurement, participants' body compositions were measured three times with the wearable bioelectrical impedance device (InBody Wearable) and their fat mass and muscle mass data were expressed as kg.

Results: All measurement results of the laboratory type device and the wearable band have a very high degree of correlation with the other device. The differences between the groups were evaluated by ANOVA. This evaluation showed no statistically significant difference between two devices' fat mass measurements of men, women and all groups. When muscle mass data were evaluated, there was no statistically significant difference between two devices' measurements of men and all groups, but there was statistically significant difference between women measurements of two devices ($p < 0.001$).

Conclusion: When wearable bioelectrical impedance measurement device was compared with laboratory type of bioelectrical impedance device, fat mass measurement results was valid for both men and women. However when muscle mass measurements were evaluated, there was a difference in women. When the wearable bioelectrical impedance device's reliability was evaluated, the device had valid results so it is concluded that the device will be useful for self body composition monitoring. As a result, it is considered that the wearable bioelectrical impedance device would be useful for people to assess their body composition.

Key Words: Body composition, bioelectrical impedance analysis, validity and reliability, fat mass, muscle mass, wearable device



1. GİRİŞ ve AMAC

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Vücut kompozisyonu; yağlı ve yağsız vücut dokularından oluşan vücut bileşenlerinin oranları olarak tanımlanabilir. Vücut kompozisyonunun belirlenmesi ve takip edilmesi sağlık açısından önemlidir. Fiziksel uygunluğun artması ile koroner kalp hastalıkları riskinin azaldığı, yüksek Beden Kütle İndeksi (BKİ) değerlerinin koroner kalp hastalıkları riskini, hipertansiyon, hiperlipidemi ve diyabet riskini arttırdığı bilinmektedir (1, 2). Vücut kompozisyonu ve sportif performans yakından ilişkilidir. Yağsız vücut kütlesinin artışı kuvvet, hız, çabukluk gibi özellikler gerektiren spor dallarında performans artışının önemli bir göstergedir (3).

Vücut kompozisyonunun saptanmasında Hidrostatik Tartım (Hydrostatic Weighing- HW), Hava Değişim Pletismografisi (Air Displacement Plethysmography- ADP), Bioelektrik Impedans Analizi (BİA), Dual Enerji X-ray Absorbsiyometri (Dual Energy X-ray Absorptiometry- DEXA), Bilgisayarlı Tomografi (Computed Tomography- CT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (Magnetic Resonance Imaging- MRI) gibi farklı ölçüm yöntemleri vardır. Bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri ve zayıflıkları vardır. Bu nedenle kullanım amacına uygulandığı topluluğa ve istenilen ölçüm hassasiyetine göre farklı yöntemler tercih edilebilir. Çok sayıda ölçüm yöntemi olmasına karşın konu hala güncelliğini korumakta ve literatürde çok sayıda ürünler ve yöntemler ile ilgili araştırma bulunmaktadır (4-7).

Sağlıklı yaşam için egzersizin gerekliliğinin eğitim ve medya yoluyla geniş topluluklara aktarılması ile birlikte, sağlıklı yaşam için spor, aktif yaşam tarzının bir parçası olmuştur. Sağlıklı yaşam için öneriler, bilimsel yayınlar tarafından adım sayısı, egzersiz şiddeti, sıklığı, kapsamı gibi farklı ölçütler ile verilmektedir (8). Kişilerin egzersizlerini takip etme ihtiyacı oluşması teknolojinin gelişmesi ve özellikle giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşması, çeşitli araçlar ile fiziksel aktivitenin takibi konusunda çalışmaların önünü açmıştır (9-13). Bu teknolojiler sayesinde adım sayısı, egzersiz süresi, kalp atım hızı, şiddeti, tahmin edilen enerji tüketimi gibi bilgiler elde edilebilmesine karşın fiziksel uygunluğun önemli bir göstergesi olan vücut kompozisyonuna ait bir bilgi edinilmemektedir (14-17).

BKİ vücut kompozisyonunun göstergelerinden biridir. Ancak farklı vücut yapıları nedeniyle (endomorf, ektomorf, mezomorf gibi) sadece BKİ' ne bakmak vücut kompozisyonu hakkında yeterli bilgi vermeyebilir. Bu nedenle günümüzde vücut kompozisyonu ile ilgili daha detaylı bilgi veren Hidrostatik Tartım, Hava Değişim Pletismografisi, DEXA gibi yöntemler

kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler pahalı, ulaşılması ve kullanılması zor ya da zararlı yöntemlerdir. BİA yöntemi bu ölçümler içinde kolay ulaşılabilirlik, geniş ürün alternatifleri nedeniyle öne çıkan yöntemlerden biridir. BİA ile yapılan vücut kompozisyonu ölçümleri ile ilgili çok sayıda geçerlik, güvenilirlik çalışması yapılmış ve yöntem rutin olarak kullanılan yöntemler arasına girmiştir (7, 18, 19).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı giyilebilir bir saat olarak tasarlanan bioelektrik impedans ölçüm cihazının geçerlilik ve güvenirliliğinin araştırılmasıdır. Araştırma giyilebilir vücut kompozisyon analizi ürünleri içinde yapılan ilk araştırma olacaktır. Araştırmada geçerlilik ve güvenirliliği daha önceden gösterilmiş olan laboratuvar tipi bir bioelektrik impedans cihazı (Inbody720) ile yapılan ölçümlerin yine aynı firmaya ait olan giyilebilir bioelektrik impedans ölçüm cihazı (Inbody Wearable) ile yapılan ölçümlerin kıyaslanması planlanmıştır (18, 20). Araştırma sonunda geçerli ve güvenilir bulunması durumunda bu bilgilerin istenilen sıklıkta takip edilebilmesi mümkün olacaktır. Öte yandan bu yolla elde edilen bilgilerin kaydedilmesi, paylaşılması fiziksel aktivite konusunda motive edici ve ilham verici olabilecektir. Giyilebilir bu ürün okullarda, ofislerde ve sahada ölçüm imkânı verebilecektir.

1.3. Araştırmanın Hipotezi

H1. Giyilebilir bir ürün olarak tasarlanan bioelektrik impedans ölçüm cihazı geçerli ve güvenilirdir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Fiziksel Uygunluk

Fiziksel uygunluk; günlük işlerimizi herhangi bir zorlanma yaşamadan normal bir şekilde yerine getirebilme, boş zamanlarımıza ayırabileceğimiz enerjimizin olması yani genel bir sağlıklı olma durumu olarak tanımlanabilir (21). Fiziksel aktivite ve egzersiz kavramları çoğu zaman karışabiliyor. Fiziksel aktivite harcadığımız bir enerji karşılığında yaptığımız eylemlerdir, örneğin ev işleri gibi. Egzersiz ise planlı olarak bir hedefe ulaşmak için yapılan aktivitelerdir (21). Günümüzde artan sağlıklı yaşam için egzersiz yapma anlayışı bir ölçüde de fiziksel uygunluk arayışının bir sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir. Fiziksel uygunluk farklı yöntemler ile değerlendirilebilir, temelde hareket becerileri ve fiziksel performans göstergelerinin yanı sıra beden kütle indeksi fiziksel uygunluğun önemli bir göstergesi olduğu gibi kişinin de dışardan bir yardım almadan kendisini takip etmesine olanak sağlar (22). Yapılan bir çalışmada fiziksel uygunluk seviyelerine göre insanların ölüm oranları incelenmiş ve buna göre fiziksel uygunluk durumu düşük olanlarda ölüm oranı yüksek iken fiziksel uygunluk durumu yüksek olanların ölüm oranları düşük bulunmuştur (23).

2.2. Beden Kütle İndeksi(BKİ)

Araştırmacılar vücut kütlelerini ve boyu değerlendirmek ve olması gereken normal değerleri belirlemek için sıkça Beden Kütle İndeksi (BKİ) ölçümlerini kullanırlar. Bu ölçümler yağlılığın artmasıyla artan sağlık risklerinin belirlenmesinde kullanılan basit ve kullanışlı bir yöntemdir. Bu yüzden zamanla epidemiyolojik çalışmalarda da kullanımı artmıştır (22, 24).

BKİ basitçe vücut ağırlığının boyun karesine bölünmesidir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir;

$$\text{Beden Kütle İndeksi} : \text{ağırlık}(kg) \div \text{uzunluk}(m)^2$$

Aşırı kiloluk ya da obezite yani BKİ değerleri 25 ve üstünde olanlar bazı yaygın kanser çeşitlerine yakalanmak için büyük risk taşımaktadırlar (25). Beden kütle indeksinin temel sağlık göstergeleri ile olan ilişkisi bilinmektedir. Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından başlatılan obezite ve metabolik hastalıklar ile mücadele kampanyasında ve Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı kapsamında hazırlanan değerlendirme raporunda BKİ belirlenmesinin ve takip edilmesinin önemi vurgulanmaktadır (26).

Obezite ve yetersiz fiziksel aktivite kardiyovasküler ve tip 2 diyabet gibi hastalıklar ile açık bir biçimde bağlantılıdır ve bazı kanser cinslerinin riskini arttırdığı gösterilmiştir (27, 28). Aşırı kiloluk ve obezitenin dünya çapında yaygın olduğu, ana sebebinin de yüksek kalorili yiyecekler ve artan hareketsiz yaşam tarzı olduğu belirtilmiştir (27, 28). Kolayca hesaplanan bu ölçüm değerindeki artış ile birçok hastalık arasında yakından bir ilişki olduğu görülmektedir.

Ayrıca obezite sağlıkla ilgili olduğu gibi sportif performansla da ilişkilidir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki yüksek BKİ değerleri ile motor beceriler ve fiziksel performans arasında olumsuz bir etki vardır (29).

Tablo 1. Beden Kütle İndeksi Değerleri (30)

BKİ	Değerler
<18,5	Zayıf
18.5-24,9	Normal
25-29,9	Fazla kilolu
30-34,9	1.Derece obez
35-39,9	2.Derece obez
40 ve üstü	Morbid obez

2.3. Antropometri

Antropometri insan biliminin, vücut tipi, şekli, gücü, hareket açısı, esnekliği gibi vücut ölçümleri ile ilgilenen bir branştır (31).

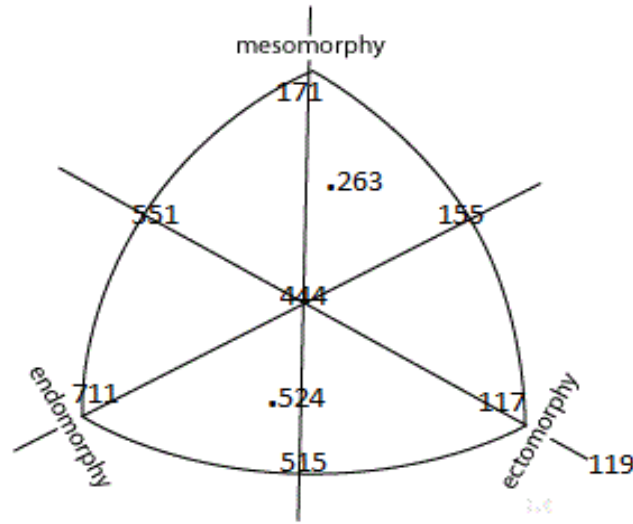
Antropometri genel olarak vücudun en fit ve en sağlıklı halinin nasıl olması gerektiği ve o hale nasıl gelinebileceği ile ilgili araştırmaları hedefler. Antropometri bu tip çalışmaların ana aracı olarak kabul edilir. Genel olarak insan bedeninin özelliklerini, belirli ölçme yöntemleri ve ilkeleriyle boyutlarına ve yapı özelliklerine göre sınıflandıran bir tekniktir (32). Vücut boyutları ve oranlarının değerlendirilmesi vücudun çap, çevre, uzunluk, deri altı yağ kalınlıkları ölçülerek yapılmaktadır. BKİ veya Bel-Kalça Oranı (BKO) gibi antropometrik indeksler hastalık riski olan bireylerin belirlenmesinde oldukça basit, ucuz ve yüksek bir teknik beceri gerektirmeyen yöntemlerdir.

Antropometrik ölçümlerde, toplam vücut yoğunluğu (TVY), vücut yağ yüzdesini (VY%) veya yağsız vücut kütlesi (YVK) hesaplamalarına ulaşmak için; vücut ağırlığı, boy, çap ve çevre ölçümlerinden yola çıkılarak regresyon temelli formüller geliştirilmiştir (33-35).

Çevre ölçümleri baş çevresi, boyun, omuz, göğüs (normal ve derin inspirasyonda), karın, kalça çevresi, uyluk, diz çevresi, baldır çevresi, ayak bileği çevresi, pazı çevresi, önkol çevresi, el bileği çevresinden yapılabilmektedir. Çap ölçümleri; göğüs çapı, göğüs derinliği, biacrominal çap, iliak çap, femur bikondüler çap, ayak bileği, humerus bikondüler ve el bilek çapı ölçülerek yapılabilmektedir. Bel-Kalça oranı visceral yağlanma ile ilgili bir indekstir ve birçok sağlık sorunu ile ilişkisi olduğu belirtilmektedir (36, 37). Bu yöntem yağ dokusunun yüzeyde mi yoksa derinde mi toplandığını önemsemeden karın bölgesi yağ deposunun bel çevresini arttıracak ve tehlikeli olacağı hipotezini savunmuştur. Bel çevresinin, kalça çevresine oranının riski arttırdığı bilinmekle birlikte, farklı kurumların değerlendirmelerinde farklı kesme değerleri bulunmaktadır. WHO'nun 2008 yılında yayınlamış olduğu rapora göre erkeklerde 0.90 üstünde kadınlarda ise 0.85 üstünde olmasının metabolik komplikasyonlar açısından riski ciddi oranda arttırdığı belirtilmiştir. (38).

2.4. Somatotip Belirleme

Somatotip, vücudun fiziksel yapısının sınıflandırılması olarak tanımlanmıştır ve insan vücudunu endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi olmak üzere üç temel şekilde inceler. Endomorfi; yağlılık oranının fazlalığı, mezomorfi; kas yapısının gelişkin ve güçlü olması, ektomorfi ise kemik ve kas yapısının zayıf olmasıyla ilişkilidir (39, 40). Somatotip ölçümleri ağırlık, uzunluk ve derialtı yağ kalınlığı ölçümlerinden oluşmaktadır (41, 42). Yapılan ölçümler sonucu her komponent için farklı hesaplama formülleri kullanılarak 1 ila 9 arasında değerler elde edilir. 1 rakamı en az oranı göstermekteyken 9 rakamı maksimum oranı göstermektedir. Üç komponentin de hesaplanması sonucu elde edilen rakam serisine göre kişinin somatotipi belirlenir. İlk rakamın fazla olması Endomorfiyi, 2. rakamın fazla olması Mezomorfiyi ve 3. rakamın fazla olması Ektomorfiyi temsil etmektedir. 2. yüksek bulunan değer ise 2. komponenti göstermektedir. Örneğin; ölçüm yapılan bir kişinin hesaplama sonuçlarına göre 8-6-3 çıkması kişinin dominant özelliğinin Endormorfi olduğunu ve ikinci dominant komponentinde Mezomorf olduğunu göstermektedir. Bu kişiye “Mezomorfik Endomorf denilir” (41).



Şekil 1. Somatotip kart (43)

2.5. Vücut Kompozisyonu

İnsan vücudu hakkındaki ilk bilgiler insan kadavraları üzerinde yapılan sınırlı çalışmalar ile organların kimyasal analizlerine dayanarak yağ, toplam vücut sıvısı, mineral ve protein içeriklerinin belirlenmesi yönündedir (44). Çok eski zamanlardan itibaren hekimler insanların vücut yapılarını incelemiş ve vücut yapıları ile hastalıklar arasında bir ilişki olabileceğine inanmışlardır (45).

Vücut kompozisyonu (VK) genel olarak yağ dokusu, kemik, kas dokusu, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvılardan oluşmaktadır. Vücut kompozisyonu Yağ Kütlesi (YK) ve Yağsız Vücut Kütlesi (YVK) olarak ikiye ayrılmaktadır. Yağ kütlesi; derialtı yağları, depo yağlar ve esansiyel yağlardan oluşmaktayken yağsız vücut kütlesi; kas, kemik, su, sinir, damarlar ve diğer organik maddelerden oluşmaktadır. Bu bilgiler vücut kompozisyonunun belirlenmesinde iki ya da daha fazla komponent içeren modellerin gelişmesinde önemli bilgiler sağlamıştır. Daha sonraları birçok çalışmada vücut kompozisyonu farklı modellerde incelenmiş, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlelerinden oluşan iki bileşenli model, yağ dokusu, kas dokusu, organlar, kemikler ve sıvılardan oluşan anatomik model ve yağ, protein, karbonhidrat, sıvılar ve minerallerden oluşan kimyasal model gibi farklı şekillerde incelenmiştir (46). İki komponentli model ile yapılan vücut kompozisyonu ölçümleri laboratuvarda ya da alanda yapılan ölçümlerde ve tahmin hesaplamalarının geçerliliğinin geliştirilmesinde çok komponentli modellere göre daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

2.5.1. İki Komponentli Model (2C)

İki komponentli model vücudu yağ ve yağsız vücut kütlesi olarak ikiye ayırır. İlk 2C modelinin öncüsü olan Behnke ve arkadaşları bu yöntemi hidrostatik tartı kullanarak toplam vücut yoğunluğunun (VY) ölçülmesine dayandırmışlardır. Behnke ve arkadaşlarına göre vücut yoğunluğu ile şişmanlık arasında ters bir ilişki vardır ve bunu etkileyen ana sebep fazla yağlanmadır. Daha sonraları Behnke ve çalışma arkadaşları yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesinden oluşan referans vücudu geliştirmişler ve bu esnada Keys ve Brozek 2C modelinde vücut yoğunluğundan yola çıkarak vücut yağ yüzdesini tahmin eden bir denklem geliştirmişlerdir (47).

2.5.2. Sirinin 2-C dönüşüm hesaplama modeli

2C dönüşüm hesaplama formülünde vücut yoğunluğundan %VY' ni hesaplamak için yola çıkılmıştır, eğer formül kapsamlı bir şekilde takip edilirse yağsız vücut kütlesinin yoğunluğu ve yağ bileşenlerinin belirlenebileceği söylenmiştir. Siri' nin 2C dönüşüm formülü yağsız vücut kütlesinin yoğunluğunu 1.10g/cc ve yağ kütlesinin bileşenlerinin yoğunluğunu 0.900 g/cc olarak kabul etmiştir ve aşağıdaki formül ile hesaplamıştır (47).

$$VY\% = 1 / VY [YVK^Y \times YK^Y / (YVK^Y - YK^Y)] - [YK^Y / (YVK^Y - YK^Y)]$$

VY%= vücut yağ yüzdesi, VY= vücut yoğunluğu, YVK^Y= yağsız vücut kütlesi yoğunluğu, YK^Y= yağ kütlesi yoğunluğu

2.5.3. Üç Komponentli Model (3C)

Yağsız vücut kütlesindeki hidrasyon durumu bireyler arasında değişkenlik gösterdiği için Siri vücut yoğunluğundan göreceli bir orantı kurarak üç komponentli model denklemini geliştirmiştir. Bu model vücudu yağ kütlesi, toplam vücut sıvısı (TVS) ve protein ve mineraller (katı maddeler) olarak üç bölüme bölmektedir ve mineral, protein oranını kesin ve sabit bir oran olarak farz etmektedir. Siri'nin 3C modeli obezlerde ve çocuklarda VY%' nin hesaplanmasında daha iyi sonuçlar verdiği söylenmiştir. Bu yöntemle birlikte bireylerde vücut yoğunluğunun ve toplam vücut sıvısının ölçülmesi için referans yöntemlerin kullanılmasına gerek duyulmuştur (47).

2.6. Vücut Kompozisyonu ve Sağlık İlişkisi

Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi kişilerin fiziksel ve metabolik durumları hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Yüksek yağ oranı ile hipertansiyon, diyabet, koroner arter hastalıkları ve hiperlipidemi gibi hastalıklar ile arasında önemli bir ilişki olduğu

gösterilmiştir (2). Ayrıca düzenli olarak yapılan vücut kompozisyonu ölçümleri uygulanan egzersiz ya da diyet ile ilgili müdahalelerde, büyüme ve olgunlaşma ya da hastalık takibinde etkili bir takip yöntemi olduğu belirtilmiştir (47).

2.7. Vücut Kompozisyonu ve Kardiyopulmoner Hastalıklar

Klinik çalışmalar göstermiştir ki vücut kompozisyonu ölçümleri ve bölgesel yağ dağılımlarının kardiyopulmoner hastalıklarda çok önemlidir. Kardiyopulmoner hastalığı olan kişilerin vücut kompozisyonunda değişiklikler görülebiliyor. Bu yüzden bu kişilerin vücut ölçümlerinin yapılması ve bu ölçümlerinin takip edilip gözlenmesi kişilere verilecek besin takviyelerinin düzenlenmesi ile kişilerin hastalığa karşı direnmesinde yardımcı olabilir. Koroner arter hastalığı (KAH) olan kişiler aşırı kilolu ya da obez olmaya eğilimlidirler. Kalp ya da karaciğer nakli olan hastaların cerrahi operasyondan sonra kullanılan immün baskılayıcı ilaçlar yüzünden kilo aldıkları ve yağ yüzdelerinde artış görüldüğü bilinmektedir (47). Obezite KAH'nın bilinen risk faktörlerini arttırmaktadır. Ayrıca obezite hipertansiyon, glukoz toleransı ve hiperlipidemi gibi rahatsızlıklarla yakından ilişkili olduğu gösterilmektedir (2).

2.8. Vücut Kompozisyonu ve Metabolik Hastalıklar

Diyabet, obezite ve hipotiroidizm ve hipertiroidizm gibi metabolik hastalıklar direkt olarak yağ metabolizmasını etkileyerek bunun sonucunda da karbonhidrat, protein ve mineral oranlarının değişmesine yol açtığı için kilo alımı ya da kilo kaybına neden olmaktadır.

Obezitenin dünya çapında artmakta ve bazı ülkelerde yaygın durumda olduğu rapor edilmiştir (48, 49). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre 1980 yılından bu yana dünya obezite oranı iki katından fazla artmıştır ve 2014 verilerine göre şuanda dünyada 1,9 milyar 18 yaşından büyük yetişkin aşırı kilolu birey varken bunların 600 milyonu ise obez kategorisinde bulunmaktadır (50).

Amerikada 1960'dan beri obezite artışı her yaşta, cinsiyette ve etnik kökende fark etmeksizin artış göstermektedir ve sadece Amerika'da 18 yaş ve üstü popülasyonda yaklaşık %6,5 teşhis edilmiş diyabetli olduğu bildirilmektedir (51). Araştırmalar göstermektedir ki karın bölgesindeki yağlanmanın artışı ile insülin direncinde artış, glukoz toleransında düşüş ve tip 2 diyabette anlamlı bir risk faktörü olduğu söylenmektedir (52). Ayrıca tip 2 diyabet hastalarının yaklaşık %85 inde kilo artışı olduğu gözlemlenmektedir (53).

Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de hareketsiz yaşam ve kötü beslenme ile birlikte obezite oranı sürekli artmakta ve sağlık problemleri içinde önemli bir yer aldığı belirtilmektedir.

Ülkemizde 1990 yılında yapılan bir çalışmada obezite oranı 30 yaş üstü erkeklerde %12,5 iken bu rakam güncel çalışmalarda iki katına çıkmış ve aynı yaş erkeklerde dörtte birinde (%25,2) ve kadınların da yarıya yakınında (%44,2) obezite tespit edilmiştir (26).

2.9. Vücut Kompozisyonu ve Çocuklar

Son 20 yılda çocuklarda aşırı kiloluk ve obezlik oranı sürekli artmaktadır (50, 54). Asıl sorun ise obez çocukların aşırı kiloluktan ve şişmanlıktan hastalık riski yüksek obez yetişkinlere dönüşmeleridir. Bu yüzden halk sağlığı örgütleri çocuklar üzerinde epidemiyolojik çalışmaların arttırılması ve çocukların vücut kompozisyonlarının okullarda ve klinik çalışmalar ile erkenden belirlenmesi ve takip edilmesi üzerine çalışmaktadırlar (47). Olgunlaşma ve büyüme ile birlikte vücuttaki sıvı, mineral ve protein içerikleri değişmekte olduğu için bunun çocuklarda yağsız vücut kütlelerini etkilediği bilinmektedir (55). Ülkemizde 2010 yılında 6-18 yaş arası çocuklarda yapılan çalışmadan elde edilen bilgilere göre bu yaş grubunun %8,2' si obez ve %14,3'nün hafif şişman olarak belirlenmiştir (26).

2.10. Sportif Performans ve Vücut Kompozisyonu

Vücut ağırlığı ve beden kütle indeksin sağlıklı ilişkili olduğu kadar atletik performans için de önemlidir. Birçok spor dalında en uygun fiziksel performansın belirlenmesi için vücut kompozisyonu ölçümleri kullanılabilir. İdeal vücut kompozisyonu tüm sporlar için çeşitlilik gösterebilmektedir. Fakat temelde vücut yağının güç üretimine bir katkısı olmadığı için ve fazla yağ kütlesi kişinin vücudunu hareket ettirini zorlaştırdığı için düşük yağ yüzdesi birçok spor için avantaj olduğu bilinmektedir. Vücut yağ oranının yüksek olması kuvvet, çeviklik, sürat ve esnekliğin olumsuz etkilenmesine ve dayanıklılık sporlarında fazladan enerji kaybına neden olabilmekte ve fiziksel performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (3). Genelde sporda belirleyici olan atlama, sıçrama ve koşma gibi motorsal becerilerde optimal performans için düşük yağ yüzdesi istenmektedir. Özellikle elit sporcuların fiziksel uygunluklarının ve performanslarının belirlenmesi spor bilimleri alanının önemli ve güncel konularından biridir. Birçok farklı özelliğin yanı sıra branşlara göre farklılıklar göstermesine karşın elit sporcuların yağ oranlarının elit olmayanlara oranla daha düşük olduğu ve profesyonellik seviyesi arttıkça da kas oranlarının daha fazla, yağ oranlarının daha düşük, daha güçlü ve hızlı olduğu görülmüştür (56). Elit sporcu olmamasına rağmen fiziksel aktivitede bulunan kişiler sedanter yani hiç spor ya da aktivite yapmayan kişilere göre yaş, cinsiyet fark etmeksizin daha düşük yağ oranına sahip olduğu gözlenmektedir. Fakat yine de kadın sporcuların erkek sporculara göre oldukça daha fazla yağ kütleleri bulunmakta ve bu vücut

yağlılığı yaptıkları spor branşına ve sporcunun oynadığı pozisyona göre değişkenlik gösterebilmektedir. Fiziksel aktivite ve egzersiz sonucu orta düzeyde kilo kaybı, orta ve büyük düzeyde yağ kaybı ve ufak düzeyde kas kazanımı elde edilebileceği söylenmiştir (47). Genellikle sporcular spor yapmayanlara göre daha çok kemik minerali içeriğine, kemik mineral yoğunluğuna, kas kütlesine ve düşük yağ yüzdesine sahip oldukları belirtilmektedir (57). Ayrıca kadın katılımcılarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki yüksek tempoda egzersiz yapan kadınlarda kemik mineral yoğunluğu oldukça anlamlı bir şekilde spor yapmayan kadınlara göre daha fazladır (58). Amerika spor hekimliğine göre önerilen minimum vücut yağı 16 yaş altı erkekler için %7, 16 yaş altı kadınlar için %5, 16 yaş üstü kadın sporcular için normal aralık %12-14 arasında önerilmektedir. Bu önerilen değerler vücudun normal metabolik işlerini yerine getirebilmesi ve vücudun fizyolojik olarak da sağlıklı çalışabilmesi için gereken değerlerdir. Ayrıca bazı araştırmacılar spor dallarına göre de en uygun, olması gereken yağ yüzdelerini de belirtmişlerdir. Örneğin basketbol branşın da kadınların yağ yüzdesi 10-16 arasında erkeklerin 6-12 arasında, futbolcu erkeklerin 6-14, voleybolcu kadınların 10-18, erkeklerin 7-15 gibi belirtilmiştir (46). Vücut kompozisyonu yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite, beslenme ve sağlık durumlarına göre farklılıklar gösterebilmektedir.

Tablo 2. Spor branşlarına göre yağ yüzdeleri (46)

Spor Branşı	Erkek	Kadın
Basketbol	6-12	10-16
Vücut Geliştirme	6-12	10-16
Bisiklet	5-11	8-15
Futbol	6-14	10-18
Jimnastik	5-12	8-16
Yüzme	6-12	10-18
Tenis	6-14	10-20
Voleybol	7-15	10-18

2.11. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri

Vücut kompozisyonun belirlenmesindeki farklı ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Temelde bu yöntemler vücut yoğunluğunun bulunması, dokuların empedansı ve bölgesel ölçümlerden hareket ile farklı formüller ile hesaplanması mantığına dayanmaktadır. Bu yöntemler maliyetleri, ölçüm kolaylığı, ölçüm süresi, sahada uygulanabilirlik gibi parametreler açısından farklı değerlendirmelere tabi tutulabilir. Ancak yöntemlerin genelinde bir tahmin ve çıkarım bulunduğu için bu ölçümler indirekt ölçümler olarak nitelendirilebilir. Bu yüzden yaşayan bir

organizmada vücut kompozisyonu belirlemek için altın standart ya da mükemmel bir referans yöntem yoktur.

2.11.1. Hidrostatik Tartım Yöntemi (HW)

Hidrostatik tartım yönteminde kişinin kuru ortamdaki ağırlığı ile su altındaki ağırlıkları ölçülerek aradaki fark hesaplanır ve kişinin vücut yoğunluğu belirlenir. Temelde Arşimed prensibine dayanmaktadır. Taşan suyun hacminin kişinin hacmine eşit olduğu kabul edilmektedir ve bu şekilde kişinin vücut yoğunluğu hesaplanır. Kişinin vücut yoğunluğu hesaplandıktan sonra araştırmacıların geliştirdiği formüller ile vücut yoğunluğundan kişinin vücut yağ yüzdesi hesaplanır ve bu şekilde vücut kompozisyonu belirlenir. Ölçüm sırasında kişinin rezidüel volümünün ölçülmesi ile ölçüm daha hassas bir şekilde yapılabilir. Eğer rezidüel volüm ölçülmek yerine tahmin edilerek bir hesaplama yapılırsa ölçüm sonuçlarında hatalara yol açmaktadır. HW yöntemi vücut yoğunluğundan vücut yağ yüzdesinin tahmin edilmesinde 2 komponentli model ile birlikte uzun yıllar boyunca oldukça yaygın bir şekilde uygulamacılar tarafından kullanılmıştır. 2C model için hesaplamalarda aşağıdaki gibi farklı formül biçimleri kullanılmıştır (59, 60).

Tablo 3. Vücut yağ yüzdesi hesaplama formülleri (60)

Formül	Referans
$VY\% = (4.57/VY) - 414.2$	Brozek 1963
$VY\% = (4.95/VY) - 450$	Siri 1956

$VY\%$ = Vücut yağ yüzdesi VY = Vücut yoğunluğu

Bu yöntemde katılımcıya ölçüm tekniği anlatıldıktan sonra daha önceden hazırlanmış su tankına girmesi ve akciğerlerdeki havanın kaldırma kuvvetini en aza indirmek için tüm nefesini vererek su altına inmesi ve orada sakince kalması istenir. Ölçüm esnasında kişi su altında hareketsiz durmalıdır. Bu yöntemde doğru sonuca ulaşabilmek için bazen 3-4 tekrar yapmak gerekmektedir (47).

HW yöntemi diğer yöntemlere göre daha geçerli ve güvenilir kabul edilen bir yöntemdir. Fakat uygulama zorluğu, yüksek teknisyen bilgisi ve katılımcıyı zorlayan şartlarda uygulanması yöntemin en büyük sınırlılıklarındandır. Bu yüzden yaşlılarda ve çocuklarda bu yöntemin

kullanılması oldukça zordur. Bunların yanı sıra bir laboratuvar ortamı gerektirmesi ve pahalı bir yöntem olması yine yöntemin ulaşılabilirliğini düşürmektedir.

Aşağıda Minnesota Üniversitesi Kinesiyoloji Yüksekokulu Egzersiz Fizyoloji laboratuvarından çekilmiş HW yöntemi aparatları ile ilgili resimler bulunmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2a. Hidrostatik Tartım Tankı



Şekil 2b. Hidrostatik Tartım Aparatları



Şekil 2c. Hidrostatik Tartım Havuzu

2.11.2. Hava Değişim Pletismografisi

Hava değişim pletismografisi temelde birleşik kaplar kanununu temel alarak, gazların basınç değişimlerinden hareket ederek ne kadar hacim farkı olduğunu hesaplamaktadır. Bu şekilde kişinin hacmini bulabilmektedir. Düzeneğin iki farklı bölmesi bulunmaktadır. Her iki düzenek içindeki hava basıncı ölçülebilmektedir. Birinci referans bölgesindeki hava basıncı ve hacmi bilinmektedir. İkinci bölmeye katılımcı oturmakta ve sonrasında sistem iki bölme arasında hava geçişine izin vermektedir bu şekilde iki bölme tek bir bölme haline gelebilmekte ve ortaya çıkan basınç değişiminden hareket ile iki bölmenin toplam hacmi ve bu yolla da ikinci bölmenin hacmi hesaplanabilmektedir. Bunun için Boyle yasasından faydalanılmaktadır.

$$(Birinci\ bölme\ basıncı / İkinci\ bölme\ basıncı = İkinci\ bölme\ hacmi / Birinci\ bölme\ hacmi)$$

Bu yöntemin HW yönteminden farklı olarak ölçüm sırasında akciğer volümündeki değişimi hesaplayabilmesi avantajlı olduğu yönlerden biridir. Bu yöntem ile hesaplanan hacim bilgisi farklı dönüşüm formülleri kullanılarak (Siri, Brozek vs.) yağ kütlesi hesaplanabilmektedir. Ölçüm öncesinde cihazın basınç değişikliklerinin kalibre edilmesi için hacmi önceden bilinen bir kalibrasyon silindiri kullanılmaktadır. Basınç ölçümleri ısı ile değişebilen ölçümlerdir. Bu nedenle ısıda olan değişimler basınç ölçümlerini etkileyebilmektedir. Giyilen kıyafetlerin oluşturabileceği ekstra hacmin yanı sıra giysi ile kişi arasında oluşan boşluklar vücut ısını ve hacmini etkileyebilmekte ve yapılan ölçümlerde bundan etkilenebilmektedir. Bu nedenle oluşabilecek izotermal etkilerden kaçınmak için

katılımcılardan mayo giymeleri ve bone kullanmaları istenmektedir. Test iki defa tekrar edilir ve iki test arasında 150ml.'den fazla fark var ise test tekrarlanır, fark 150ml.'den az ise test sonlandırılır. Bunun ardından rezidüel volüm hesaplaması yapılarak net hacim çıkartılmış olur.

ADP yönteminin geçerlilik çalışmaları canlı ve cansız objeler ile yapılmıştır. Mcroy ve arkadaşları farklı hacimlere sahip silindirleri ölçerek karşılaştırmış ve tekrarlayan ölçümlerde ölçüm hatasının %0.025 olarak bulmuşlardır. ADP yönteminde katılımcının su altında nefesini tutması gerekmediği için HW yöntemine göre daha alternatif bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ayrıca ölçüm süresinin HW yöntemine göre daha kısa olması ve katılımcıyı uğraştırmaması avantajlarından diğerleridir. Bunun yanı sıra teknisyen bilgisi gerektirmesi, pahalı cihazlar ile bir laboratuvar ortamına ihtiyaç duyulması kullanılabilirliğini kısıtlamaktadır bu yüzden pratik ve ulaşılabilir değildir (47, 61, 62). ADP yöntemi HW yöntemine göre hızlı ve kolay bir yöntemdir ve araştırmacıların bildirilerine göre ADP yöntemi yetişkinlerde ve çocuklarda daha çok tercih edilen bir yöntemdir (63).



Şekil 3. ADP yönteminin uygulandığı cihaz (64)

2.11.3. Dual Enerji X-ray Absorbsiyometri (DEXA)

DEXA yöntemi vücudun yağ oranını ve yağların dağılımını ölçmekte kullanılan spesifik yöntemlerden biridir. Çocuk ve ergenlerde beden yapısını analiz eden güvenilir, kesin, hassas ve klinik olarak uygun bir yöntem olduğu söylenmektedir (6). DEXA tekniğinde, kademeli bir şekilde azaltılmış iki farklı enerjiye sahip X-ray ışını düşük yoğunluktan giderek artarak yüksek yoğunlukta enerjiyle birlikte vücut dokularında gezinirken, birincil olarak kemik mineral içeriğini ölçerken aynı zamanda da vücuttaki yağ kütlelerini ve yağsız kütleyi ölçer. DEXA yönteminde katılımcının iş birliğine daha az ihtiyaç olduğundan dolayı yetişkinlerde ve hatta çocuklarda kullanılabilir olmasına karşın bu yöntemin kısıtlılığı düşük dozda da olsa kişiyi radyasyona maruz bırakmasıdır (6, 65).

DEXA yönteminde ölçüm esnasında katılımcının iş birliği ve ölçüm yapacak kişi içinde teknik bilgi gerektiren bir yöntemdir.

Ölçümlerden önce cihaz kalibre edilip ölçüme hazırlanmalıdır daha sonra katılımcıların ağırlık ve uzunlukları üzerlerinde olabilecek en az kıyafet ile ölçülmesi önerilmektedir. Katılımcı DEXA cihazının yatağına dikkatlice sırt üstü yatmalı ve ölçüm baş taraftan başlayarak aşağıya doğru gitmelidir. Cihaz tüm vücut ölçümü yaklaşık 20 dk. almaktadır.

2.11.4. Tüm Vücut Elektrik İletkenliği (TOBEC)

TOBEC yöntemi müdahale gerektirmeyen, iyi dizayn edilmiş ve kişiyi radyasyona maruz bırakmayan bir vücut kompozisyonu ölçümüdür. Katılımcının cihaz içindeki manyetik alana girmesiyle birlikte tarama yapılır. Bu yöntem kişiyi elektromanyetik bir alandan geçirerek tüm bedenin elektrik iletkenliğini ölçerek beden kompozisyonunu belirlemektedir. TOBEC yöntemi de diğer yöntemler gibi kesin, hızlı ve güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir (66). Ancak yöntemin pahalı olması ve uygulanması zor yöntemlerden biri olduğu için literatürde yaygın olarak kullanılmamaktadır.

2.11.5. Bilgisayarlı Tomografi (CT)

Bilgisayarlı tomografi vücudu hem bölgesel hem de bütün olarak yağlılığını ölçebilen bir yöntemdir, vücudu bölümler halinde tarar ve radyografik görüntüler ile beden seviyelerini belirler. CT yöntemi küçük farklılıklara rağmen diğer radyografik yöntemlerine göre daha duyarlıdır bu yüzden yumuşak dokuları net bir şekilde gösterebilir. CT taramaları ile toplanmış olan veriler CT yazılımı ile istatistiksel olarak analiz edilir ve bu analiz ile kişilerin anatomik yapıları ve mevcut olan yağlı ve yağsız dokularını belirleyerek uygun bir zayıflık aralığı çıkarabilir. CT deri altı yağından sonra en geniş yağ stokuna sahip olan visceral yağ miktarını

belirlemede en önemli tekniklerden biridir (67). Fakat tarama sayıları ve yöntemin kullanılabilirliği radyasyon yayması sebebi ile kısıtlıdır.

2.11.6. Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (NIR)

Yakın kızılötesi spektroskopisi bilgisayar desteği ile insan vücudu üzerinde kullanılarak yüksek hassasiyetle ölçüm yapabilen bir yöntemdir. Bu yöntem genel olarak kızılötesi ışınının dokularda emilimine ve geri yansıtılmasına dayanır. Dokuların ışığı farklı absorbe etme özellikleri vardır. Örneğin yağ dokusu kızılötesi ışınlarını 930 nm'ye kadar absorbe ederken sıvılar 970 nm'ye kadar absorbe edebilirler. Vücut kompozisyonu belirlenmesinde yağ dokusu ve yağsız vücut kütlesi hesaplanırken bu parametreler dikkate alınarak tahmin edilir. Deri altı dokusunun kızılötesi ışınını yansıtmasına dayanan bu yöntem daha kesin %VY tahminleri yapmakta ve indirekt yöntem ile farklı bölgelerden yapılan ölçümler sonucu doku kompozisyonları hakkında bilgi vermektedir.

Bu yöntem ile ilgi kısa bir süre sonra daha ucuz ticari amaçla pazarlanmak üzere kullanılan daha basit bir NIR cihazı üretilmiştir. Bu cihaz sadece ön kolun pazı bölümünden yaptığı ölçüm ile VY%'ni belirlemekteydi. Bu ölçüm cihazı sahada uygulanışı daha pratik olduğu için, daha ucuz olduğu, ağrısız ve katılımcının elbiselerini çıkartmayı gerektirmediği için zamanla daha cazip bir hale gelmiştir. Fakat daha sonraları birçok araştırmacı bu cihazının VY% belirlemede güvenilir olmayan sonuçlar verdiğini rapor etmiş ve bu yüzden bu cihazın kullanılmaması önerilmiştir (47).

Ayrıca yöntemin uygulanma esnasındaki basınç farkı, deri rengi ve hidrasyon durumu gibi etkenlerin sonuçlara etki etme ihtimali vardır. Daha eski tarihli çalışmalarda zayıf yağsız kişilerde ve aşırı yağlı obez kişilerde yapılan çalışmalarda hatalı ve karışık sonuçlar verdiğini belirtilmiştir (68).

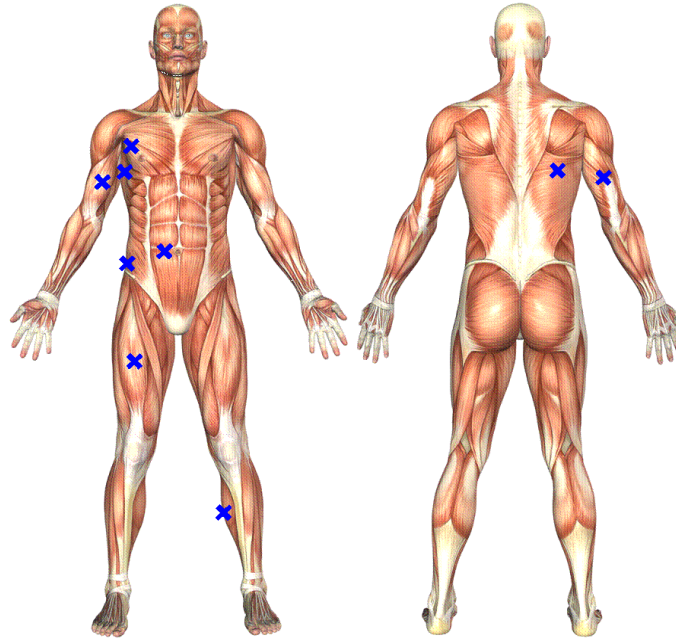
2.11.7. Derialtı Yağ Kalınlığı Ölçümleri (Skinfold Yöntemi)

Derialtı yağ kalınlığının ölçülmesinin temelinde derialtı yağ tabakasının toplam vücut yağı miktarıyla orantılı olmasına dayanır (69). Bu teoriye dayanarak 1930 yılında kullanılmaya başlanan kısıkaç tipi kaliperler ile vücudun belirli noktalarından yapılan deri altı yağ ölçümleri ile vücut yağ oranını bazı formüller kullanarak tahmin yoluyla hesaplanmaktadır (70). Bu ölçümlerin hassaslık seviyesi 0.2mm olarak belirlenen ve uçları arasında her açıklıktan sonra standart olarak 10g/mm² 'lik bir basınç sağlayan kaliperler kullanılır. Ölçümü yapan kişilerin hata yapmaması için belirlenen standartlar vardır. Ölçüm esnasında ölçüm yapılacak bölge baş

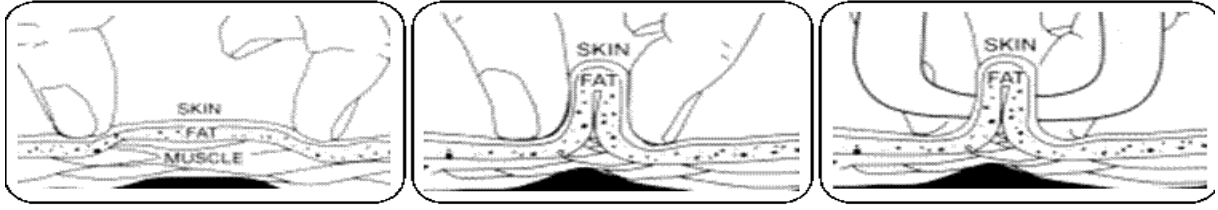
ve işaret parmağı ile ölçüm yapılacak noktanın 1cm gerisinden sadece deri ve derialtı yağ dokusu tutularak uygulanır ve 2sn. için de sonuç mm cinsinden kaydedilir (69, 71). Ölçümler genellikle belirli bir standart sağlamak amacıyla aynı taraftan yapılır ve 2 ya da 3 ölçüm sonunda ortalama değer kaydedilir (70). Ölçümlerin uygulanması için belirlenen bazı bölgeler vardır bunlar tablo 4’de gösterilmiştir (69, 70)

Tablo 4. Derialtı yağ kalınlığı ölçümleri yapılan vücut kısımları (70)

Ölçüm yeri	Tanımı
Karın bölgesi	Umblikusun 2 cm yan tarafında dikey doğrultuda
Arka üst kol	Kolun arkasında olekranon ile akromion arasındaki orta noktadan kollar yanda serbest bırakılmış halde dik olarak
Suprailiak	İliak kristanın hemen üstünden, ön aksiller çizginin iz düşümünden çapraz olarak alınır
Sırt(Subskapula)	Skapulanın alt ucunun 1-2 cm altından çapraz olarak ölçülür
Üst bacak	Uyluğun ön orta bölümünden vertikal olarak ölçülür (kalça ve diz eklemleri arasındaki orta noktadan)
Göğüs	Erkeklerde ön aksiller çizgi ile meme başının ortası, kadınlarda ön aksiller çizgi ile meme başı arasındaki mesafenin 1/3 ü, çapraz pozisyondan ölçüm alınır
Ön üst kol	Kolun önünde ön kol kasının şişkin olduğu noktadan vertikal olarak ölçülür
Orta koltuk altı bölgesi	Orta koltuk altı çizgisi üzerinde ve 5. kaburga ile iliak arasındaki orta çizgi üzerinde dikey olarak alınır
Baldır (Calf):	Kişi oturur pozisyonda ya da ağırlığını diğer ayağına vermiş halde sağ baldırın en geniş bölgesinden mediyalindeki deri ve yağ dokusu tutup çekilerek ölçüm alınır



Şekil 4. Derialtı yağ kalınlığı ölçüm bölgeleri (72)



Şekil 5. Kaliper kullanarak derialtı yağ ölçüm şekli (72)

Daha sonra ölçümler sonucunda bulunan değerler formülde yerine konarak çıkan sonuca göre değerlendirme yapılır. Bu sonuçları elde etmek için farklı kişilerin geliştirdiği formüller vardır (73, 74).

$YVY\% = (0.097 \times \text{göğüs} + \text{arka kol} + \text{sırt} + \text{suprailak} + \text{karın bölgesi} + \text{üst bacak deri kıvrımları mm}) + 3.64$ (Yuhasz formülü)

$VY\% = 1,33(\text{sırt} + \text{arka kolderi kıvrımları mm}) - 0.013 (\text{sırt} + \text{arka kol deri kıvrımları mm})^2 - 2,5$ (Slaughter formülü)

Derialtı yağ kalınlığının ölçülmesi esnasında uygulayan kişinin yapacağı ufak bir hata hesaplama formüllerini etkileyerek sonucun farklı çıkmasına yol açabilir, bu yöntem iyi bir teknisyen becerisi ve katılımcı işbirliği gerektirmektedir. Ve farklı bölgelerden alınan tekrarlanan ölçümlerden dolayı uzun bir zaman almaktadır, bu yüzden yaygın kitlelere uygulanması zor ve zahmetli olacaktır.

2.11.8. Bioelektrik İmpedans Analizi (BİA)

Bioelektrik impedans analiz yöntemi vücut kompozisyonu belirlemede, girişim gerektirmeyen ve yöntemlerin çoğuna göre daha ucuz bir yöntemdir. Thomasset'in öncü çalışmasıyla birlikte BİA yönteminin temelleri 1960'lı yılların başında atılmıştır (75). BİA yönteminde katılımcının vücuduna yerleştirilen elektrotlar sayesinde katılımcının hissedemeyeceği düzeyde elektrik akımı vücutta dolaşır ve dokulardan geçerken karşılaştığı direnç BİA cihazı tarafından ölçülür. Yöntemin temeli dokular arasında iletkenlik farklılığına dayanmaktadır, yağsız kütle daha fazla su ve elektrolit içerir ve iletkenliği daha fazladır fakat yağ kütesinin direnci çok daha fazladır, yöntemde bu farklılıkları kullanarak vücut kompozisyonunu belirler (75, 76).

BİA bazı alanlarda daha fazla tercih edilebilirdir çünkü yüksek seviyede teknik beceri gerektirmez, genel olarak katılımcı içinde daha konforlu kişinin mahremiyetini koruması açısından rahatsız etmez ve obez bireylerde dâhil vücut yapısını hesaplayabilmektedir (77).

Katılımcının ölçüm kurallarına dikkat etmemesi BİA' nın ölçüm hata oranını artırır, bu yüzden katılımcı anlatılan ölçüm kurallarına özenle uymalıdır, özellikle hidrasyon durumuna dikkat etmelidir, bu ölçümü standarda uygun hale getirmeye yarayan kurallara dikkat edilir ise BİA yönteminin hata payı azalabilir (78).

Ölçümlerden önce cihazın kalibrasyonu yapılmış olmalıdır. Daha sonra ölçümün hassasiyeti için katılımcıdan üzerindeki ağırlık yapacak elbiseleri ve elektrik iletimini aksatacak takıları çıkarması istenir. Katılımcıdan ölçümden önce tuvaletini yapmış olmaları istenir. Cihaza yaş, cinsiyet ve boy bilgileri giriş yapılarak ölçüme başlanır.

2.11.8.1. Geleneksel BİA Tahmin Modeli

Bu modelin temeli sadece vücut iletkenliğine dayanır ve tüm vücut sıvısını ve yağsız vücut kütesini belirlemek ve ölçmek amacı ile tüm vücutta tek frekanslı 50 khz'lik bir elektrik akımı yollar. Hücre içi ve hücre dışı değerleri normal olan ve sağlıklı bireylerde TVS tahmininde bu tek frekanslı BİA modeli diğer alternatif BİA modellerine denk ya da daha iyi olduğu, fakat bu modelin hidrasyon durumu bozulmuş kişilerde toplam vücut sıvısını ve hücre içi-dışı sıvılarının belirlenmesinde kullanılmaması gerektiği ifade edilmektedir (79).

2.11.8.2. Çok Frekanslı BİA Modeli

Tek frekanslı BİA cihazı 50 khz'lik frekans ile çalışmaktadır. Bu frekans öncelikle hücre dışı sıvıyı temel alıp hücre dışı sıvıyı ölçtüğü belirtilmekte, 1khz'lik frekanslık akımlar ise hücrelerin içinden geçememekte ve dolaşımı tamamlayamamakta, fakat 1mhz'lik yüksek frekanslı akımlar bu döngüyü tamamlayabiliyor. Çok frekanslı BİA modeli cihaz bu bilgileri temel alarak çok çeşitli frekanslarda çalışması için tasarlanmıştır (80). Teoride bu yaklaşım hücre içi hücre dışı ve toplam vücut sıvısının ölçülmesini sağlayacağı bildirilmiştir (80, 81).

BİA çalışmalarından oluşan derlemelerde bu yöntemin güvenilirlik oranının iyi olduğu, cihazın güvenilirliği aynı gün içinde yapılan ölçümlerde genellikle ortalama %1-2'lik farklı günlerde yapılan ölçümler arasında %2-3,5 farklı çıktığı belirtilmiştir (82).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu çalışma metodolojik, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasıdır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma ile ilgili literatür taramaları 2015 yılının Ekim ayında başlamış olup Aralık sonlarına kadar sürmüştür. Ocak ayında (07.01.2016) etik kurul onayının alınmasıyla birlikte Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında çalışmalara başlanmış ve Şubat ayı içinde çalışma tamamlanmıştır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya 12-65 yaş arasındaki gönüllü olan herkes katılımcı olarak kabul edilmiştir. Sınıf içi korelasyon (Inter-Class Correlation Coefficients, ICC) için üç ölçüm yapılacağı öngörülerek etki büyüklükleri $\rho_0=0.2$ $\rho_1=0.5$ alınarak yapılan hesaplamada 0.90 güç için örnek büyüklüğü en az 73 olarak hesaplanmıştır (83, 84). Araştırmaya katılım için dışlama kriteri olarak impedans yönteminin kullanılmadığı durumlar; Implante defibrilatörü veya kalp pili olanlar ve hamile kadınlar olarak belirlenmiştir. Ölçüm zamanının sonunda çalışmaya yaşları 12 ile 65 yaş arası olan 322 kişi katılmıştır.

3.4. Çalışma Meteryali

Laboratuvar tipi bir bioelektrik impedans analiz cihazı (Inbody720), giyilebilir bioelektrik impedans cihazı (Inbody Wearable) ve Stadiometre marka boy ve ağırlık ölçer.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımlı değişkeni vücut bileşenlerinin yüzdelik değerleri, bağımsız değişkeni ise kullanılan ölçüm yöntemleridir.

3.6. Veri Toplama Araçları

Katılımcıların vücut analizleri laboratuvar tipi InBody 720 (Body Composition Analysers, Kore) marka bir bioelektrik impedans cihazı kullanılarak, boy uzunlukları Stadiometre (G-Tech International, Kore) boy-ağırlık ölçer ile ölçülmüştür. Daha sonra giyilebilir InBody vücut analiz bandı (Kore) bileklerine takılarak diğer ölçümleri yapılmıştır.

3.6.1. Veri Toplama Yöntemi

Kişiler ölçüme alınmadan önce deney prosedürü ve ölçümlerin nasıl yapılacağı anlatılmıştır ve kabul eden katılımcılara gönüllü olur formu doldurtularak imzalatılmıştır. Katılımcıların ölçümleri Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında yapılmıştır.

Uzunluk Ölçümü

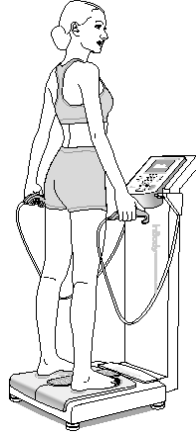
Boy uzunluğu ölçümü çıplak ayak, topuklar birleşik ve geriye dayalı olarak stadiometer (G-Tech International) ile yapılmıştır.

Inbody 720 Vücut Analizi Ölçümü

Bioelektrik impedans yöntemiyle, üretici firmanın talimatnamesine (Biospace, Inbody 720, Seul, Kore) uygun olarak son iki saat içinde katı ya da sıvı gıda alınmamış olması istenmiş, önceden tuvalete çıkılmış olarak vücut ağırlığı ve yağ yüzdesi ölçülmüştür. Vücuda temas eden metal eşyalar çıkarılmış ve ayakkabısız ve çorapsız çıplak ayakla cihazın üzerine çıkılmıştır. Bu esnada ayak tabanının elektrotlara gelecek şekilde basılmasına dikkat edilmiştir. Hareketsiz ve konuşmadan beklenerek vücut ağırlığı ölçülmüş ve veri giriş ekranı aktifleşmiştir. Boy uzunluğu, yaş, cinsiyet bilgileri girildikten sonra sekiz farklı noktadan kişinin hissetmediği akım cihaz tarafından otomatik olarak verilerek vücut yağ yüzdesi, yağlı ve yağsız vücut ağırlığı ölçülmüştür.

Ölçüm sırasında kişi hareket etmeden ve konuşmadan durmuştur. Eğer analiz sırasında elektrotlarda temassızlık olursa analizde hatalar oluşabilir. Eğer kişi analiz bitmeden cihazın üzerinden aşağı inerse analiz kesilir ve cihaz başlangıç ekranına döner. Kollar vücuda temas etmeyecek şekilde yanlara açılmalıdır. Test sırasında kişi kendisini kasmamalı, rahat olmalıdır (85). BIA ölçümü esnasında sonuçların en doğru şekilde çıkması için dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır (60, 85)

- Testten önce egzersiz yapılmamalı veya fiziksel güç harcanmamalı. Deneğin fiziksel aktivitede bulunması, vücut kompozisyonunda geçici bir değişikliğe sebep olabilir.
- Ölçümden önce yemek yenmemeli, yemek yenmişse, hazım için 2 saat beklenmeli. Ölçümden önce banyo veya duş yapılmamalı, terlemenin de vücut kompozisyonunda geçici bir değişikliğe sebep olabileceği belirtilmektedir.
- Ölçüm, normal sıcaklık koşulları altında (20~25°C) yapılmalıdır
- Ölçüm idrar veya dışkılamadan sonra yapılmalı, vücuttaki kalıntılar yağ kütlesi olarak tanımlanmakta ve vücuttan atılması gereken maddeler analizin doğruluğunu etkilemektedir. Ölçüm gün ortasından önce yapılmalıdır. Gün boyunca hareketli olduğundan vücutta bulunan su alt vücutta toplanır ve öğleden sonra yapılan ölçümlerde dengesiz bir dağılım görülebilir.



Şekil 6. Bioimpedans (Inbody 720) ölçümü sırasında vücut pozisyonu (85)

Inbody Wearable Cihazı ile Ölçümler

Giyilebilir inbody vücut analizi cihazı ile ölçüm yapılırken kişi ayakta sağ omzu ve dirseği 90 derece fleksiyonda iken sol elin başparmağı ve işaret parmağı bant üzerinde ki elektrotlara yerleştirilmiş bandın üzerindeki talimatlara uyarak ölçüm yapılmış ve ellerinin birbirine değdirilmemesi istenmiştir. Kişinin Inbody bandı ile ölçüm sırasında hareket etmemesi ve konuşmamasına dikkat edilmiştir. Aynı şekilde ölçümler 2 dakika ara ile toplam 3 kez yapılmış ve Inbody bandının telefon uygulamasına yansıyan veriler veri kayıt formuna not edilmiştir.

3.7. Araştırma Planı ve Takvimi

Yıl:	2015			2016			
Ay:	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan

Literatür Tarama	X	X	X				
Pilot Çalışmalar				X			
Laboratuvar Testleri				X	X		
Veri Analizi					X		
Sonuçların Değerlendirilmesi					X		
Yazım					X	X	

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesi bilgisayar ortamında SPSS (21.0, Chicago, IL) ve NCSS PASS (v13, NCSS, LLC 1981, Utah-USA) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Giyilebilir bioelektrik impedans cihazı ile geçerli kabul edilen laboratuvar tipi bioelektrik impedans ölçüm cihazı karşılaştırılmış aralarında Pearson korelasyonuna bakılmıştır. Grupların farklılıklarının değerlendirilmesi için de ANOVA ile varyansları değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki farkın belirlenmesi için Tukey testi yapılmıştır. Ölçümlerin uyumunu göstermek için Bland Altman grafiği çizilmiş ve %95 güven aralığı için uyum limitleri belirlenmiştir. Güvenirlilik değerlendirilmesinde ise sınıf içi korelasyonları değerlendirilmiştir.

3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmadan elde edilen verilerin hava değişim pletismografisi, hidrostatik tartım ve DEXA gibi yöntemlerden elde edilen veriler ile karşılaştırılamaması araştırmanın en önemli kısıtlılığıdır. Buna ek olarak ham verilerin işlenmesi, elde edilen frekans değerlerinin kullanılması ile olmaktadır. Ancak bu şekilde farklı algoritmaları ve sonuçlarını değerlendirebilmek mümkün olabilecektir. Ancak giyilebilir bandın bu verileri ham olarak vermemesi nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır. Bu alanda yapılmış olan çalışmaların kısıtlı olması da bu araştırmanın sonuçlarının değerlendirilmesi konusunda sınırlılıklar getirmiştir.

3.10. Etik Kurul Onayı

Dokuz Eylül Üniversitesi girişimsel olmayan araştırmalar etik kurulundan onay alınmıştır. 07/01/2016 Karar no: 2016/01-21 Dosya no: 2441-GOA

4. BULGULAR

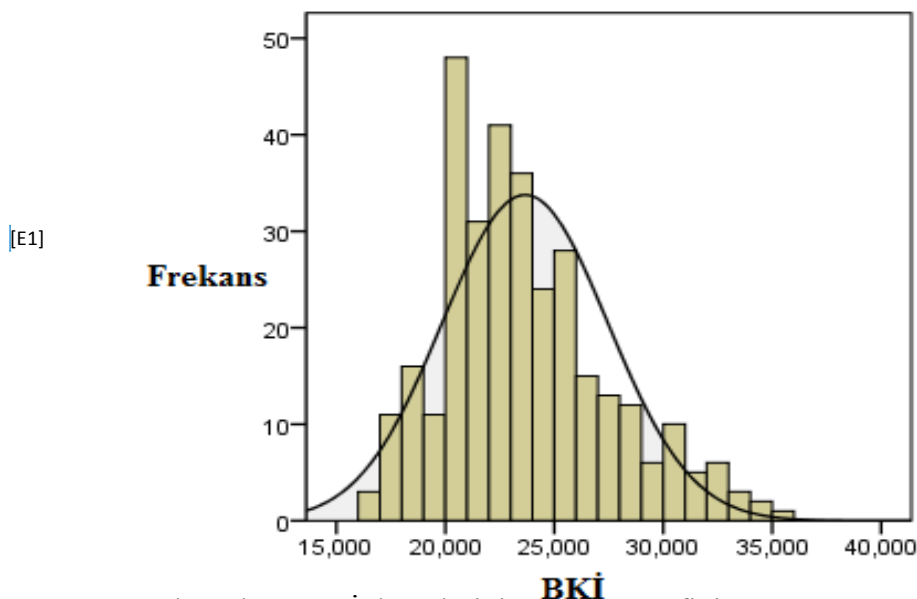
Çalışmadaki tüm katılımcıların antropometrik ölçümlerinin ortalamaları ve standart sapma Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5. Kadın, erkek ve tüm grupta antropometrik özellikleri

	Erkek (n=199)		Kadın (n=123)		Tüm Grupta (n=322)	
	$\bar{X}$	SD±	$\bar{X}$	SD±	$\bar{X}$	SD±
Yaş (yıl)	22.4	±9.9	28.4	±12.0	24.7	±11.1
Uzunluk (cm)	176.1	±8.0	161.8	±6.2	170.6	±10.1
Ağırlık (kg)	74.5	±14.4	60.7	±9.4	69.2	±14.3
BKİ (kg/m ²)	23.9	±3.8	23.2	±3.6	23.6	±3.8

$\bar{X}$ = Ortalama SD = Standart sapma

Çalışmaya katılan erkeklerin yaş ortalaması 22.4±9.9 kadınların ise 28.4±12.0 idi. Tüm grupta yaş ortalaması ise 24.7±11.1 idi. Erkeklerin boy ortalaması 176.1±8.0 cm iken kadınların boy ortalaması 161.8±6.2 cm, tüm grupta boy ortalaması ise 170.6±10.1 cm bulundu. Erkekler 74.5±14.4 kg, kadınların 60.7±9.4 kg, tüm grupta ağırlık ortalaması 69.2±14.3 kg görüldü. Beden kütle indeksi hesaplaması yapıldığında erkeklerin BKİ değeri 23.9±3.8 kadınların 23.2±3.6 tüm grupta ise 23.6±3.8 olarak bulundu.



Şekil 7. Katılımcıların BKİ değerlerinin dağılım grafiği

Çalışmaya katılan erkeklerin, kadınların ve tüm grupta yağ ve kas ortalamaları, standart hataları Pearson korelasyon değerleri ve gruplar arası farklılık değerleri Tablo 6 ve 7’ de sunulmuştur.

Katılımcıların laboratuvar tipi cihazla yağ ölçümleri yapıldığında erkeklerin ortalama 14.72 kg kadınların ortalama 18.76 kg tüm grupta 16.27 kg yağ kütlesine sahip oldukları görüldü. Aynı katılımcıların yağ ölçümleri giyilebilir bant ile yapıldığında erkeklerde yapılan üç ölçümde sırasıyla 15.45, 15.26 ve 15.24 kg yağ kütlesi tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen yağ kütlesi, laboratuvar tipi cihazla ölçülen yağ kütlesi ile karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu görülmüştür (sırasıyla; $r= 0.954, 0.958$ ve 0.958). Kadınlarda yapılan üç ölçüm sırasıyla 18.59, 18.51 ve 18.48 kg olarak yağ kütlesi tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen yağ kütlesi laboratuvar tipi ölçüm cihazıyla karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu görülmüştür ($r=.0.968, 0.969$ ve 0.970). Tüm grupta yapılan üç ölçümde sırasıyla 16.65, 16.50 ve 16.47 kg yağ kütlesi tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen yağ kütlesi laboratuvar tipi ölçüm cihazıyla karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu görülmüştür (sırasıyla $r= .960, .962$ ve $.962$)

Katılımcıların laboratuvar tipi cihazla kas ölçümleri yapıldığında erkeklerin ortalama 33.70 kg kadınların ortalama 22.88 kg ve tüm grupta 29.57 kg kas kütlesine sahip oldukları görüldü. Daha sonra aynı katılımcıların kas ölçümleri giyilebilir bant ile yapıldığında erkeklerde bulunan ölçüm sonuçları sırasıyla 33.68, 33.78 ve 33.82 kg kas kütlesi olarak tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen kas kütlesi, laboratuvar tipi cihazla ölçülen kas kütlesi ile karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu bulunmuştur (sırasıyla $r= .953, .958$ ve $.958$).

Kadınlarda yapılan üç ölçüm ise sırasıyla 24.09, 24.16 ve 24.18 kg kas kütlesi olarak tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen kas kütlesi laboratuvar tipi ölçüm cihazıyla karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu bulunmuştur (sırasıyla $r= .923, .924$ ve $.927$). Tüm grupta yapılan üç ölçümde sırasıyla 30.02, 30.10 ve 30.14kg kas kütlesi olarak tespit edilmiştir. Giyilebilir bant ile ölçülen kas kütlesi ile laboratuvar tipi ölçüm cihazıyla karşılaştırıldığında iki ölçüm arasında çok kuvvetli bir korelasyon olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $r= .979, .979$ ve $.979$).

Gruplar arası farklılıklar ANOVA ile değerlendirildiğinde gerek erkeklerde gerek kadınlarda gerekse bütün grupların ortalamasında laboratuvar tipi cihaz ile ölçülen yağ

kütlesinin giyilebilir bant ile ölçülen yağ kütlelerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Aynı değerlendirme kas kütlesi ölçümleri için yapıldığında ise giyilebilir bant ile ölçülen kas kütlelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmektedir. Ancak kadınlarda laboratuvar tipi cihazda ölçülen kas kütlesi giyilebilir bant ile ölçülen kas kütlesiyle karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.001$). Kadınların kas ölçümleri için yapılan Tukey post-hoc düzeltmede bant ile yapılan ölçümlerin sonuçlarının laboratuvar tipi cihazın yaptığı ölçüm sonuçlarından daha fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 8).



Tablo 6. Erkek, kadın ve tüm grupta yağ (kg) verisinin geçerlilik analizi

	LF		BF1				BF2				BF3				Gruplar arası fark (Anova)		
	$\bar{X}$	S.E.	$\bar{X}$	S.E.	r	p	$\bar{X}$	S.E.	r	p	$\bar{X}$	S.E.	r	p	p^a	ICC	p^b
Erkek	14.72	0.61	15.45	0.55	.954	.0001	15.26	0.56	.958	.0001	15.24	0.56	.958	.0001	.826	.999	.0001
Kadın	18.79	0.59	18.59	0.53	.968	.0001	18.51	0.53	.969	.0001	18.48	0.53	.970	.0001	.980	.999	.0001
Tüm Gruplar	16.27	0.45	16.65	0.40	.960	.0001	16.50	0.41	.962	.0001	16.47	0.41	.962	.0001	.938	.999	.0001

$\bar{X}$ = Ortalama **LF**= Laboratuvar tipi cihaz yağ ölçümü **BF1**= 1.Bant yağ ölçümü **BF2**= 2.Bant yağ ölçümü **BF3**= 3.Bant yağ ölçümü **S.E.**= Standart Hata **ICC**=BF1-2 ve 3. ölçümün sınıf içi kat sayısı değerleri **r**= Bant ölçümleri ile Laboratuvar tipi cihaz arasındaki Pearson korelasyon değeri **p**= Bant ölçümleri ile laboratuvar tipi cihaz arasındaki Pearson korelasyonu anlamlılık değeri p^a = Gruplar arasındaki varyans farkının anlamlılık değeri p^b =Sınıf içi kat sayısının anlamlılık değeri $p<0.001$

Tablo 7. Erkek, kadın ve tüm grupta kas (kg) verisinin geçerlilik analizi

	LM		BM1				BM2				BM3				Gruplar arası fark (Anova)		
	$\bar{X}$	S.E.	$\bar{X}$	S.E.	r	p	$\bar{X}$	S.E.	r	p	$\bar{X}$	S.E.	r	p	p^a	ICC	p^b
Erkek	33.70	0.38	33.68	0.31	.953	.0001	33.78	0.33	.958	.0001	33.82	0.33	.958	.0001	.990	.999	.0001
Kadın	22.88	0.26	24.09	0.24	.923	.0001	24.15	0.24	.924	.0001	24.18	0.24	.927	.0001	.0001*	.999	.0001
Tüm Gruplar	29.57	0.39	30.02	0.34	.979	.0001	30.10	0.34	.979	.0001	30.14	0.34	.979	.0001	.652	.999	.0001

$\bar{X}$ = Ortalama **LM**= Laboratuvar tipi cihaz kas ölçümü **BM1**= 1.Bant kas ölçümü **BM2**= 2.Bant kas ölçümü **BM3**= 3.Bant kas ölçümü **S.E.**= Standart Hata **ICC**=BM1-2 ve 3. ölçümün sınıf içi kat sayısı değerleri **r**= Bant ölçümleri ile Laboratuvar tipi cihaz arasındaki Pearson korelasyon değeri **p**= Bant ölçümleri ile Laboratuvar tipi cihaz arasındaki Pearson korelasyonu anlamlılık değeri p^a =Gruplar arasındaki varyans farkının anlamlılık değeri p^b =Sınıf içi kat sayısının anlamlılık değeri

* $p<0.001$

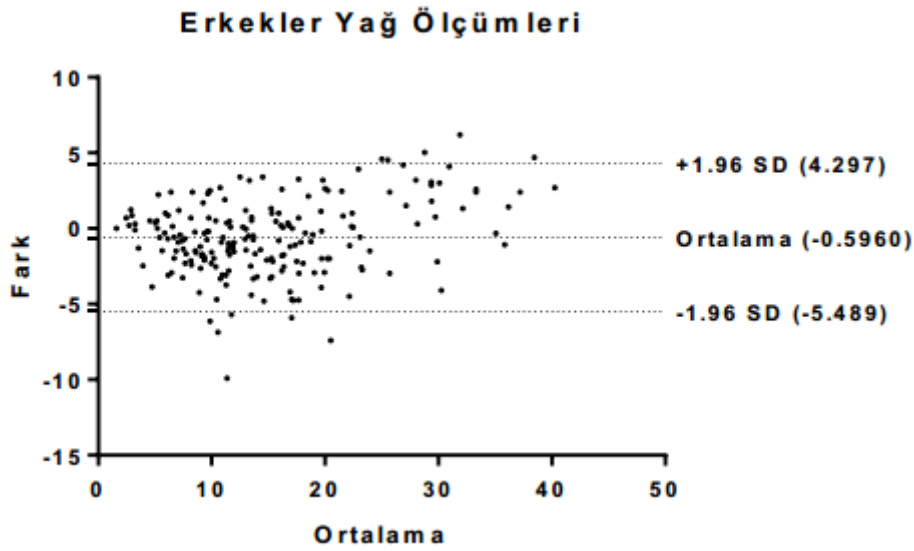
Tablo 8. Kadınların kas ölçümlerinin Post-Hoc düzeltme tablosu

	LM	BM1	BM2	BM3
LM		.004	.002	.002
BM1	.004*		.999	.995
BM2	.002*	.999		1
BM3	.002*	.995	1	

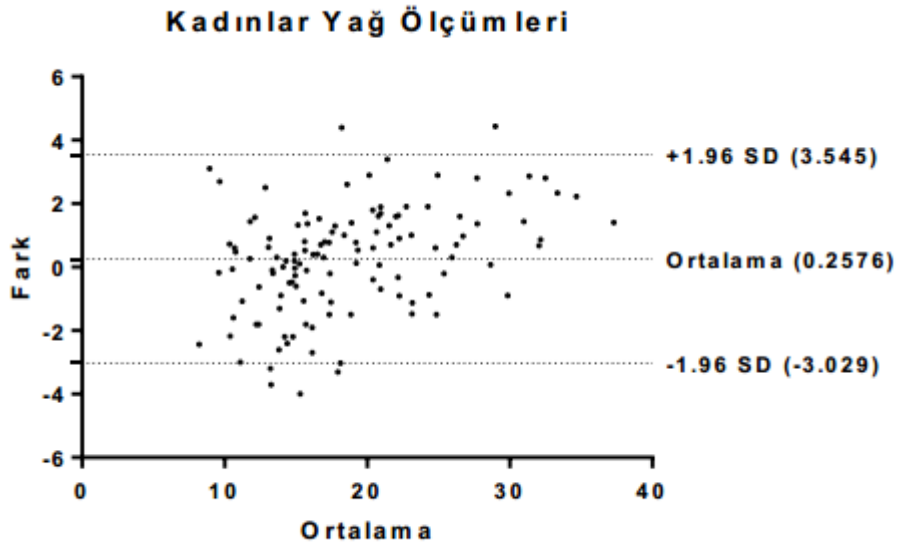
LM= Laboratuvar tipi cihaz kas ölçümü **BM1**= 1.Bant kas ölçümü **BM2**= 2.Bant kas ölçümü **BM3**= 3.Bant kas ölçümü

* $p < 0.05$

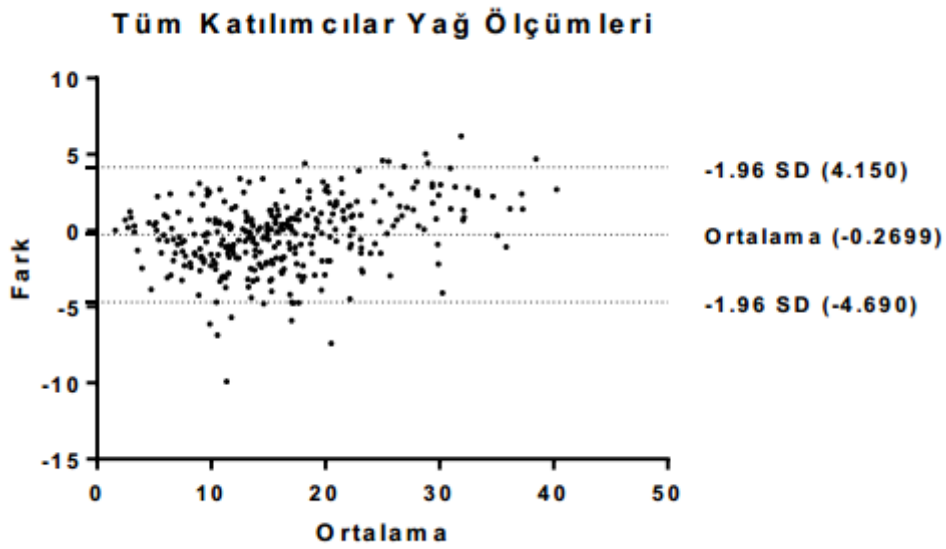
Erkeklerde, kadınlarda ve tüm grupta yağ ve kas ölçümleri Bland Altman analiziyle incelendiğinde ölçüm sonuçlarının tüm parametreler için uyumlu olduğu görülmüştür (Şekil 8).



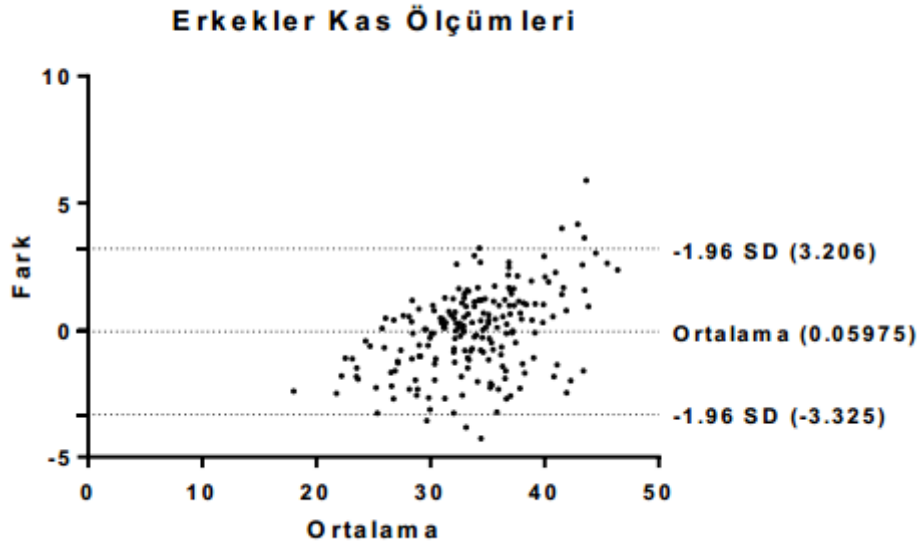
Şekil 8a. Erkek katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği



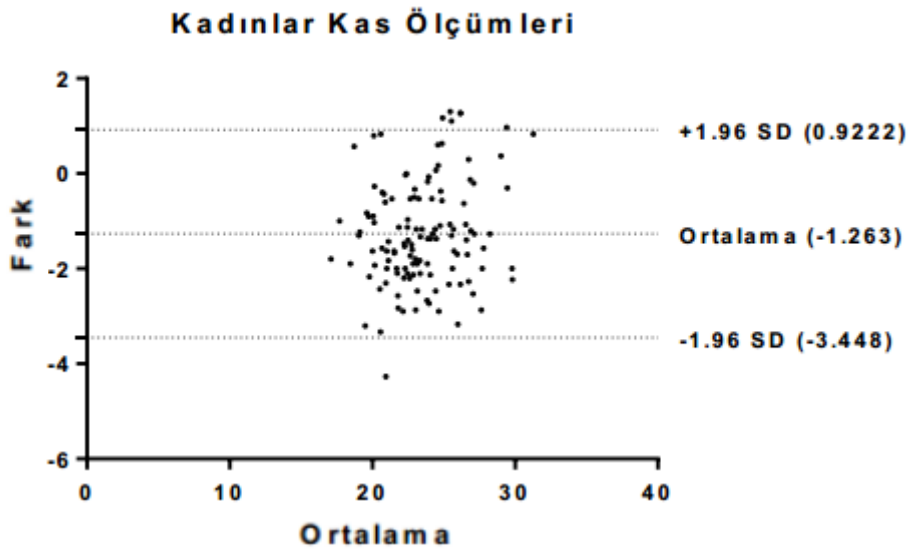
Şekil 8b. Kadın katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği



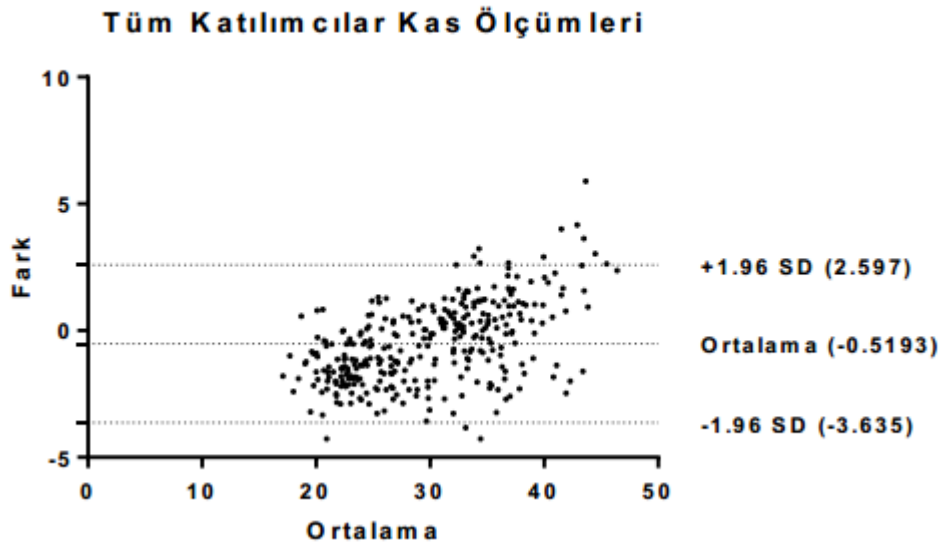
Şekil 8c. Tüm katılımcıların yağ ölçümlerinin Bland Altman grafiği



Şekil 8d. Erkek katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği



Şekil 8e. Kadın katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği



Şekil 8f. Tüm katılımcıların kas ölçümlerinin Bland Altman grafiği

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada ileride yaygınlaşması düşünülen, giyilebilir teknolojilerden biri olan ve bir saat olarak tasarlanan bioelektrik impedans cihazı (Inbody Wearable), daha önceden DEXA ve Skinfold yöntemleri ile karşılaştırılarak geçerliliği ve güvenilirliği üzerine çalışmalar yapılmış olan laboratuvar tipi bioelektrik impedans cihazı (Inbody720) ile karşılaştırılarak geçerliliği ve güvenilirliğinin saptanması amaçlanmıştır (20, 86).

Fiziksel uygunluk düzeyinin önemli bir parametresi olan vücut kompozisyonunun sağlık ve performans ile olan ilişkisi bilinmektedir. Vücut kompozisyonunun takibi ile sporcular için antrenman ve beslenme programlarının düzenlenmesi sağlanabilmektedir. Sporcuların yanı sıra sağlık amacıyla egzersiz yapanlar içinde vücut kompozisyonunun ölçülmesi ve takip edilebilmesi önemlidir.

Vücut kompozisyonunun ölçülmesi için çok farklı metotlar bulunmasına rağmen bunların ulaşılabilirliğinin ya da kullanımının zor olması nedeniyle bireysel kullanımlar için uygun olmayabileceği düşünülebilir. Lockner ve arkadaşları DEXA yönteminin katılımcıyı her taramada belli bir oranda radyasyona maruz bırakmasından dolayı, HW yönteminin ise her katılımcı için yaklaşık 75 dk. sürmesinden dolayı bu yöntemlerin yerine yaklaşık 10 dk. süren ve katılımcı işbirliğinin az olduğu bir yöntem olan ADP yönteminin daha kullanışlı olduğunu belirtmektedirler (65).

Yüksek geçerlilik seviyesinde bir yöntem olan HW yöntemindeki hidrostatik tartının kullanılabilmesi hem uzun zaman almakta hem de kişinin hazırlık periyodunda mayo, bone giymesi ve belirli bir süre su altında nefesini tutması gerekmektedir.

Hava değişim pletismografisi ile ölçüm için geçen sürenin 7-10dk aralığında olduğu bilinmektedir. Bu ölçüm sırasında başa bir bone geçirilmesine karşın saçın oluşturduğu hacim düşük hataya neden olmaktadır (87). Bu yöntem dolaylı bir hesaplama ve farklı formülleri içermesinden dolayı daha çok araştırma amaçlı kullanılmaktadır. Örneğin hesaplamada kullanılan en yaygın hesaplama formülü olan Siri formülünde genel beyaz ırk için kullanılırken siyahiler için Ortiz, obezler için Brozek, çocuklar için Lohman gibi formüller kullanılmaktadır. Çeşitliliğin bu kadar çok olması gruplar arasındaki geçişlerin doğru değerlendirilemeyeceği konusunda düşündürmektedir (87).

Maughan ve ark. çalışmalarında vücut yağ oranını HW, BIA ve Skinfold yöntemleri ile ölçerek 50 sağlıklı katılımcı üzerinde yaptıkları çalışma ile yöntemleri birbiriyle karşılaştırmışlardır. Ortalama değerler HW yöntemi için %20,5, Skinfold yöntemi için %21,8

ve BİA yöntemi için %21,8 olarak belirlenmiş. Skinfold ile HW yöntemi arasında 0.931 korelasyon, BİA ile HW arasında 0.830 Skinfold ile BİA yöntemi arasında 0.842 oranında korelasyon bulunmasına karşın katılımcı sayısı oldukça azdır (88). Bizim çalışmamızda ise her vücut kompozisyonu tipinden katılımcıya ulaşılarak daha geniş bir dağılım olması amaçlanmış ve iki cihaz arasındaki ölçümler karşılaştırıldığında yağ için çok yüksek korelasyon bulunmuştur.

Biaggi ve ark. çalışmalarında ADP, HW ve BİA yöntemlerinin ölçüm sonuçlarını 47 sağlıklı katılımcıda karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada bizim çalışmamıza oranla katılımcı sayısı oldukça azdır. Ölçüm sonuçlarında vücut yağ yüzdeleri ADP ölçümleri sonucunda $25.0 \pm 8.9\%$, HW ile ölçülen vücut yağ yüzdesi $25.1 \pm 7.7\%$ ve BİA $23.9 \pm 7.7\%$ şeklinde bulunmuş ve yağ yüzdeleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ve aralarında bir korelasyon olduğu belirtilmişlerdir. Biaggi ve ark. çalışmasında ayrıca ADP yöntemi HW yöntemi ile karşılaştırmıştır. Bunun sonucunda ADP yönteminin erkeklerde yağ yüzdesini eksik, kadınlarda ise daha fazla tahmin ettiği gösterilmiştir. Bu durum ölçüm yönteminde cinsiyetin önemli derecede etki ettiğini çünkü ADP yönteminde bayanların saçlarının vücut yoğunluğu ölçümünde negatif etkileyebileceği belirtmişlerdir (62).

Demerath ve ark. yaptıkları çalışmalarında yetişkinler ve çocuklarda VY%'ni ADP ve HW yöntemleri ile ölçerek belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında 87 yetişkin 39 çocuk katılmıştır. Yaptıkları çalışmaların sonucuna göre ADP yöntemi çocuklarda ve yetişkinlerde VY% ölçümü için HW yöntemine bir alternatif olarak görülmüştür. Bu tekniğin yetişkinlerde iyi derece güvenilirliğe sahip olduğunu ancak çocuklarda ufak vücut kütlelerinden dolayı yaşanabilecek kalibrasyon sorunlarından dolayı erişkinlerdeki kadar iyi olmadığını belirtmişlerdir. Sonuç olaraksa ADP yönteminin HW yöntemine göre hızlı ve güvenilir olduğunu ancak başka çalışmalarda da olduğu gibi VY%'ni belirlemede iki yöntem arasında ufak farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Bu farklılıkların sebebinin yaş, cinsiyet ya da başka sebepler olabileceğini ileri sürmüşlerdir (63).

Bizim çalışmamızdaki ölçümler sonucunda giyilebilir bant sonuçları laboratuvar tipi cihaz ile karşılaştırıldığında erkeklerde, kadınlarda ve tüm grupta yağ ölçümünde geçerli ve güvenilir sonuçlar vermiştir ve aralarında çok yüksek korelasyon vardır. Kas ölçümlerine bakıldığında kadınlarda giyilebilir bant ölçümleri, laboratuvar tipi cihaz ölçümlerine göre daha

fazla bulunmuştur. Fakat erkekler ve tüm grup incelendiğinde kas ölçümleri geçerli ve güvenilir olmakla beraber aralarında çok yüksek korelasyon görülmüştür.

Literatürde düzenli olarak yapılan vücut kompozisyonu ölçümlerinin, uygulanan egzersiz ya da diyet ile ilgili müdahalelerde, büyüme ve hastalık takibinde etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir (47). Giyilebilir teknolojinin kolay kullanımı, ucuzluğu, yaş, cinsiyet fark etmeksizin güvenilir ölçümler vermesi, kendi içinde ve iki cihaz karşılaştırıldığında çok yüksek korelasyona sahip olması bu cihazı kullanılabilir kılmaktadır. Bu açıdan kişilerin kendi bireysel sağlıklarını takip etmelerinde kullanılabilir bir cihaz olduğunu düşünülmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma giyilebilir bioelektrik impedans ölçümü ile yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde giyilebilir teknolojinin kolay kullanımı, erişilebilirliği ve laboratuvar tipi bioelektrik impedans yöntemi ile karşılaştırıldığında yağ ölçümleri için her cinsiyette geçerli ve güvenilir sonuçlar vermiştir. Kas ölçümlerinde ise sadece kadınlarda geçerlilik saptanmamasına karşın güvenilir sonuçlar vermiştir.

Bu cihaz ile elde edilen verilerin yazılımı sayesinde tek bir merkezde toplanabilir olması bu konuda yapılacak epidemiyolojik çalışmalar açısından ciddi bir veri bankası görevi görebilecektir. Bunlara ek olarak giyilebilir bant nabız ölçümü yapabilmekte ve belirlenen alt ve üst değerlerin dışına çıktığında alarm vererek uyarabilmektedir. Cihaz içinde üç boyutlu ivme ölçerler bulunmakta ve bunlarla aktiviteyi ölçerek günlük hedeflere ulaşp ulaşmadığınızı size ileterek hareketli olmaya teşvik etmektedir. Ancak bu özelliklerine dair bir geçerlilik ya da güvenilirlik çalışması bulunamamaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS ve ark. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediat Res* 2007;150(1):12-7.
2. Grundy SM, Blackburn G, Higgins M, Lauer R ve ark. Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities: evidence report of independent panel to assess the role of physical activity in the treatment of obesity and its comorbidities. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11):1493-500.
3. Sinning WE. Body composition and athletic performance. Limits of human performance. *The Academy Papers* 1985;18: 45-56.
4. Buckinx F, Reginster JY, Dardenne N, Croisier JL ve ark. Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disorders* 2015;16: 60.
5. Finn KJ, Saint-Maurice PF, Karsai I, Ihasz F ve ark. Agreement Between Omron 306 and Biospace InBody 720 Bioelectrical Impedance Analyzers (BIA) in Children and Adolescents. *Res Q Exerc Sport* 2015;86 Suppl :58-65.
6. Tompuri TT, Lakka TA, Hakulinen M, Lindi V ve ark. Assessment of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, bioimpedance analysis and anthropometrics in children: the Physical Activity and Nutrition in Children study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015;35(1):21-33.
7. Wang L, Hui SS. Validity of Four Commercial Bioelectrical Impedance Scales in Measuring Body Fat among Chinese Children and Adolescents. *Biomed Res Int* 2015;2015:614-858.
8. Jonas S, Phillips EM, ACSM's exercise is medicine: A clinician's guide to exercise prescription. Lippincott Williams & Wilkins. 2012.
9. Franklin NC, Lavie CJ, Arena RA. Personal health technology: A new era in cardiovascular disease prevention. *Postgraduate Medicine* 2015;127(2):150-8.
10. Reyes-Ortiz J-L, Oneto L, Samà A, Parra X ve ark. Transition-aware human activity recognition using smartphones. *Neurocomputing* 2016;171:754-67.
11. Brodie MA, Lord SR, Coppens MJ, Annegarn J ve ark. Eight-Week Remote Monitoring Using a Freely Worn Device Reveals Unstable Gait Patterns in Older Fallers. *Transactions on Biomedical Engineering* 2015;62(11):2588-94.
12. Cook A, Gargiulo G, Lehmann T, Hamilton T. Open platform, eight-channel, portable bio-potential and activity data logger for wearable medical device development. *Electronics Letters* 2015;51(21):1641-3.
13. Wang JB, Cadmus-Bertram LA, Natarajan L, White MM ve ark. Wearable Sensor/Device (Fitbit One) and SMS Text-Messaging Prompts to Increase Physical Activity in Overweight and Obese Adults: A Randomized Controlled Trial. *Telemedicine and E-Health* 2015;21(10):782-92.
14. <https://jawbone.com/store/buy/up4>. Erişim: 02.02.2016.
15. <http://explore.garmin.com/en-US/vivo-fitness/>. Erişim: 02.02.2016.
16. <https://www.fitbit.com/one#features>. Erişim: 02.02.2016.
17. <https://store.misfit.com/products/misfit-ray-sport-band>. Erişim: 02.02.2016.
18. Noguchi M, Yamaguchi S, Koshino Y, Kimura A ve ark. Validity of body impedance analysis for evaluating body composition in patients undergoing long-term hemodialysis. *J Phys Ther Sci* 2015;27(6):1649.

19. Esco MR, Snarr RL, Leatherwood MD, Chamberlain NA ve ark. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res* 2015;29(4):918-25.
20. Aandstad A, Holtberget K, Hageberg R, Holme I ve ark. Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel. *Mil Med* 2014;179(2):208-17.
21. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 1985;100(2):126.
22. Nelson CC, Wagner GR, Caban-Martinez AJ, Buxton OM ve ark. Physical activity and body mass index: the contribution of age and workplace characteristics. *Am J Prev Med* 2014;46(3 Suppl 1):42-51.
23. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, Clark DG ve ark. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262(17):2395-401.
24. Ogden CL, Flegal KM, Carroll MD, Johnson CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *JAMA* 2002;288(14):1728-32.
25. Marmot M, Atino T, Byers T, Chen J. ve ark. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. American Institute for Cancer Research Report: Washington DC, US 2007.
26. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı (2010-2014). Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara. 2010.
27. Bianchini F, Kaaks R, Vainio H. Overweight, obesity, and cancer risk. *The Lancet Oncology* 2002;3(9):565-74.
28. Larsson SC, Wolk A. Excess body fatness: an important cause of most cancers. *The Lancet Oncology* 2008;371(9612):536-7.
29. Silvestre R, West C, Maresh CM, Kraemer WJ. Body Composition And Physical Performance In Men's Soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *J Strength Cond Res* 2006;20(1):177-83.
30. <http://www.sbn.gov.tr/BKindeksi.aspx>. Erişim: 09.02.2016.
31. Stephen Pheasant CMH, Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. 3.baskı. Taylor and Francis Group. 2006
32. Gupta D, Zakaria N, Anthropometry, apparel sizing and design.Elsevier. 2014
33. Lohman TG. Assessment of body composition in children. *Pediatr Exerc Sci* 1989;1(1):19-30.
34. Durnin J, Rahaman M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br. J. Nutr.* 1967;21(03):681-9.
35. Brožek J, Keys A. The evaluation of leanness-fatness in man: norms and interrelationships. *Br. J. Nutr.* 1951;5(02):194-206.
36. Dalton M, Cameron A, Zimmet P, Shaw J ve ark. Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *Journal of Internal Medicine* 2003;254(6):555-63.
37. Wei M, Gaskill SP, Haffner SM, Stern MP. Waist Circumference as the Best Predictor of Noninsulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM) Compared to Body Mass Index, Waist/hip Ratio and Other Anthropometric Measurements in Mexican Americans—A 7-Year Prospective Study. *Obesity Research* 1997;5(1):16-23.

38. Clark MA, Lucett S, Corn RJ, NASM Essentials of Personal Fitness Training. Lippincott Williams & Wilkins.2008:116
39. Özer K, Antropometri Sporda Morfolojik Planlama.İkinci baskı. Kazancı Matbaacılık Sanayi A.Ş. 1993:24-165
40. Heath BH, Carter J. A modified somatotype method. American Journal of Physical Anthropology 1967;27(1):57-74.
41. Carter J. The Heath-Carter anthropometric somatotype instruction manual. San Diego, USA 2002.
42. Bolonchuk W, Siders WA, Lykken GI, Lukaski HC. Association of dominant somatotype of men with body structure, function during exercise, and nutritional assessment. Am. J. Hum. Biol. 2000;12(2):167-80.
43. <http://www.topendsports.com/testing/somatotype.htm>. Erişim: 05.02.2016.
44. Forbes R, Cooper A, Mitchell H. The composition of the adult human body as determined by chemical analysis. Journal of Biological Chemistry 1953;203:359-66.
45. Carter JL, Heath BH, Somatotyping: development and applications. Vol. 5. Cambridge University Press. 1990
46. Kenney WL, Wilmore J, Costill D, Physiology of Sport and Exercise Dördüncü baskı. USA-Champaign,IL.Human Kinetics. 2015:318-327
47. Heyward VH, Wagner DR, Applied Body Composition Assessment.İkinci baskı. Windsor, Human Kinetics, 2004:268-38-39
48. Nelson TF, Stovitz SD, Thomas M, LaVoi NM ve ark. Do youth sports prevent pediatric obesity? A systematic review and commentary. Curr Sports Med Rep 2011;10(6):360-70.
49. WHO, *Health in 2015: from MDGs to SDGs*, December 2015:204.
50. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. Erişim: 03.02.2016.
51. Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960–1994. I Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 1998;22(1).
52. Pi-Sunyer FX. Comorbidities of overweight and obesity: current evidence and research issues. Med Sci Sports Exerc 1999;31(11 Suppl):602-8.
53. Tsui E, Gao X, Zinman B. Bioelectrical impedance analysis (BIA) using bipolar foot electrodes in the assessment of body composition in type 2 diabetes mellitus. Diabetic Medicine 1998;15(2):125-8.
54. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. JAMA 2012;307(5):491-7.
55. Boileau R, Lohman TG, Slaughter M, Ball T ve ark. Hydration of the fat-free body in children during maturation. Human Biology 1984:651-66.
56. Smart DJ, Hopkins WG, Gill ND. Differences and changes in the physical characteristics of professional and amateur rugby union players. J Strength Cond Res 2013;27(11):3033-44.
57. Evans EM, Prior BM, Arngrimsson SA, Modlesky CM ve ark. Relation of bone mineral density and content to mineral content and density of the fat-free mass. Journal of Applied Physiology 2001;91(5):2166-72.
58. Alfredson H, Nordström P, Lorentzon R. Bone mass in female volleyball players: a comparison of total and regional bone mass in female volleyball players and nonactive females. Calcified Tissue International 1997;60(4):338-42.

59. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* 14(3), 1998: 296-310.
60. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. Dördüncü Baskı. Lippincott Williams & Wilkins. 2013
61. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(12):169-7.
62. Biaggi RR, Vollman MW, Nies MA, Brenner CE ve ark. Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults. *Am J Clin Nutr*. 1999;69(5):898-903.
63. Demerath E, Guo S, Chumlea W, Towne B ve ark. Comparison of percent body fat estimates using air displacement plethysmography and hydrodensitometry in adults and children. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord*. 2002;26(3):389-9.
64. <http://www.smartmonkeyfitness.com/wp-content/uploads/2014/05/Bod-Pod-adp.jpg>. Erişim: 16.02.2016.
65. Lockner D, Heyward V, Baumgartner R, Jenkins K. Comparison of Air-Displacement Plethysmography, Hydrodensitometry, and Dual X-ray Absorptiometry for Assessing Body Composition of Children 10 to 18 Years of Age. *Ann. N. Y. Acad. Sci*. 2000;904(1):72-8.
66. Van Loan MD. Assessment of fat-free mass in teen-agers: use of TOBEC methodology. *Am. J. Clin. Nutr*. 1990;52(4):586-90.
67. Borkan GA, Gerzof SG, Robbins AH, Hults D ve ark. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am. J. Clin. Nutr*. 1982;36(1):172-7.
68. Schreiner PJ, Pitäniemi J, Pekkanen J, Salomaa VV. Reliability of near-infrared interactance body fat assessment relative to standard anthropometric techniques. *J Clin Epidemiol* 1995;48(11):1361-7.
69. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Dördüncü Baskı. Lippincott Williams & Wilkins. 2013:67-68
70. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: energy, nutrition. & human performance. Altıncı Baskı. USA-Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2007;6:773-789
71. Tanner JM, Whitehouse RH. Revised standards for triceps and subscapular skinfolds in British children. *Archives of Disease in Childhood* 1975;50(2):142-5.
72. <http://kinesiologists.ca/wp/pt-store/free-resources/protocol-skinfold-clips/>. Erişim: 09.02.2016.
73. Gledhill N, Jamnik V. Detailed assessment protocols for NHL entry draft players. York University, Toronto 2007.
74. Douglas TD, Kennedy MJ, Quirk ME, Sarah HY ve ark. Accuracy of six anthropometric skinfold formulas versus air displacement plethysmography for estimating percent body fat in female adolescents. *JIMD Reports-Volume 10*. 2012; 23-31.
75. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P ve ark. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Am. J. Clin. Nutr*. 2004;23(5):1226-43.
76. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk W, Lykken G. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am. J. Clin. Nutr*. 1985;41(4):810-7.

77. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am. J. Clin. Nutr.* 1989;50(2):255-60.
78. Gonzalez-Correa C, Caicedo-Eraso J. Bioelectrical impedance analysis (BIA): a proposal for standardization of the classical method in adults. *Journal of Physics: Conference Series.* 2012.
79. Gudivaka R, Schoeller D, Kushner R, Bolt M. Single-and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1999;87(3):1087-96.
80. Thomas B, Ward L, Cornish B. Bioimpedance spectrometry in the determination of body water compartments: accuracy and clinical significance. *Applied Radiation and Isotopes* 1998;49(5):447-55.
81. Schoeller DA. Bioelectrical impedance analysis What does it measure? *Annals of the New York Academy of Sciences* 2000;904(1):159-62.
82. Van Loan M, Mayclin P. Bioelectrical impedance analysis: is it a reliable estimator of lean body mass and total body water? *Human Biology* 1987:299-309.
83. Walter S, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Statistics in Medicine* 1998;17(1):101-110.
84. Lahey MA, Downey RG, Saal FE. Intraclass correlations: There's more there than meets the eye. *Psychological Bulletin* 1983;93(3):586.
85. Inbody 720 The Precision Body Composition Analyzer User's Manual. Biospace Co.1996-2004 Korea.
86. Volgyi E, Tylavsky FA, Lyytikainen A, Suominen H ve ark. Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity* 2008;16(3):700-5.
87. Sims D, Measurement of body density using the Bod Pod (RTM) versus underwater weighing: A validation study in adult Black women. The University Of North Carolina At Chapel Hill. 2013
88. Maughan R. An evaluation of a bioelectrical impedance analyser for the estimation of body fat content. *Br J Sports Med* 1993;27(1):63-6.

8. EKLER

8.1. Ek 1. Etik Kurul Onayı

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

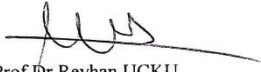
Konu: Karar hk.
Sayı: 22

11.01.2016

Sayın Prof.Dr.Muammer KAYATEKİN,

Kurulumuz tarafından 07.01.2016 tarih ve 2441-GOA protokol numaralı 2016/01-21 karar numarası ile görüşülen "Giyilebilir Bioelektrik İmpedans Ölçüm Cihazının Geçerlilik ve Güvenirliğinin Araştırılması" konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Reyhan UÇKU
Başkan Yard.

Ek: Etik Kurul Kararı

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

ETİK KOMİSYONUNUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA	GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	2441-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ AKADEMİK AMAÇLI ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Giyilebilir Bioelektrik İmpedans Ölçüm Cihazının Geçerlilik ve Güvenirliğinin Araştırılması
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr. Muammer KAYATEKİN Fizyoloji A.D
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐	İngilizce ☒	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2016/01-21	Tarih: 07.01.2016
	Prof.Dr.Muammer KAYATEKİN'in sorumlusu olduğu "Giyilebilir Bioelektrik İmpedans Ölçüm Cihazının Geçerlilik ve Güvenirliğinin Araştırılması" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU (Başkan Yardımcısı)	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Vesile ÖZTÜRK	Nöroloji	DEU Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Sevinç ERASLAN	Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Mukaddes GÜMÜŞTEKİN	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Tıbbi Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Nihal GELECEK	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Müge KIRAY	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Doç.Dr.Şeyda SEREN İNTEPELER	Hemşirelik Yönetimi	DEU Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Yönetimi A.D	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Doç.Dr.Sefa KIZILDAĞ	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER	Anesteziyoloji	DEU Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	Katılmadı
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı

8.2. Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME VE ÇALIŞMAYA KATILMAK İÇİN OLUR FORMU

Katılımcıların boy-kilo ve vücut kompozisyonları laboratuvar ortamında Inbody marka bir bio impedans, Inbody wearable band ve stadiometre boy ölçer ile tespit edilecek ve daha sonra güvenilirlik çalışması için Inbody wearable ile yapılan ölçüm tekrarlanacaktır. Her katılımcıya laboratuvara geldikten sonra çalışma açıklanacak ve gönüllü olur formu imzalatılacaktır. Çalışmaya 12-65 yaş arası, sağlıklı olan gönüllü herkes katılabilecektir. Ölçümlerin yaklaşık 10 dk. sürmesi planlanmaktadır. Çalışmanın 2 ay sürmesi ve en az 120 katılımcı ile yapılması planlanmaktadır.

Çalışmalar Dokuz Eylül Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Performans Laboratuvarı'nda yapılacaktır. Her çalışmada gönüllülerin sağlık durumlarını takip etmek üzere bir doktor hazır bulunacaktır. Bu çalışma sırasında uygulanacak ölçümlerin ve araştırma ile ilgili gerçekleştirilecek diğer işlemlerin masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir. Gönüllü bu çalışmaya katılmayı reddetme ya da araştırma başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahiptir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Hassas olabileceğiniz kişisel bilgileriniz yalnızca araştırma amacıyla toplanacak ve işlenecektir. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu laboratuvar araştırmasına kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Tarih:

Adı Soyadı

Telefonu

İmza

Gönüllünün :

18 yaşından küçük

ise velisinin :

Araştırmacının :

Olur alma işlemine

tanıklık eden kuruluş

görevlisinin :

8.3. Ek 3. Arbis Formatında Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI

Egemen MANCI

TC Kimlik No / Pasaport No:	13397972416
Doğum Yılı:	1990
Yazışma Adresi :	Onur mah. Sümbül sok. No:1/9 Balçova İZMİR
Telefon :	0506 592 66 47
Faks :	
e-posta :	egemenmanci@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
TR	EGE ÜNİVERSİTESİ	BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU	Basketbol Antrenörlük Eğitimi	3.11	2012
TR	ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ	EĞİTİM FAKÜLTESİ	PEDAGOJİK FORMASYON		2015
TR	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ	EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ YÜKSEK LİSANS		

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi

UZMANLIK ALANLARI

Uzmanlık Alanları

DİĞER AKADEMİK FAALİYETLER

Son Bir Yılda Uluslararası İndekslere Kayıtlı Makale/Derleme İçin Yapılan Danışmanlık Sayısı			
Son Bir Yılda Projeler İçin Yapılan Danışmanlık Sayısı			
Yayınlarla Alınan Toplam Atıf Sayısı			
Danışmanlık Yapılan Öğrenci Sayısı		Tamamlanan	Devam Eden
	Yüksek Lisans		
	Doktora		
	Uzmanlık		
Diğer Faaliyetler (Eser/görev/faaliyet/sorumluluk/olay/üyelik vb.)			

ÖDÜLLER

	Ödülün Adı	Alındığı Kuruluş	Yılı
☐			

YAYINLARI**SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler**

Diğer dergilerde yayınlanan makaleler

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

--