



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VÜCUT KOMPOZİSYONU BELİRLEMEDE KULLANILAN
YÖNTEMLERİN AÇLIK DURUMUNA GÖRE GÜVENİLİRLİK
ÇALIŞMASI**

EMİNE MELTEM KASAP
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DANIŞMAN
Prof. Dr. ASİYE FİLİZ ÇAMLIGÜNEY

İSTANBUL-2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

EMİNE MELTEM KASAP

TEŞEKKÜR

Öncelikle bilgi ve tecrübesiyle tez çalışmam süresince bana yol gösteren ve zaman ayıran danışmanım, çok değerli hocam Prof. Dr. Asiye Filiz ÇAMLIGÜNEY 'e sonsuz teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim süresince bizlere yol gösteren Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'ndeki saygıdeğer hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca beni motive eden ve desteğini esirgemeyen, büyük bir özveriyle çalışmama yardımcı olan değerli antrenör Ömer KASAP' a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatım boyunca maddi ve manevi olarak her an yanımda duran annem Şerife ÇAĞLAR' a, babam Salim ÇAĞLAR' a, saygıdeğer ablam Merve ÇAĞLAR' a ve kardeşim Umut Emre ÇAĞLAR' a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	VII
RESİMLER LİSTESİ	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XI
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ	3
4. GENEL BİLGİLER	6
4.1. Fiziksel Uygunluk Unsurları.....	6
4.1.1. Fiziksel uygunluk sınıflaması	7
4.1.2. İlgili değişkenler	11
4.2. Geçerli ve Güvenli Ölçüm	14
4.2.1. Ölçüm hatası	14
4.2.2. Temel veri toplama	15
4.3. Vücut Kompozisyonu	16
4.3.1. Vücut kompozisyonu ölçümleri.....	17
4.4. Antropometrik Ölçümler.....	19
4.4.1. Boy Ölçme Yöntemi	19
4.4.2. Vücut ağırlığı ölçüm yöntemi	20
4.4.3. Beden kütle indeksi.....	21
4.5. Deri kıvrım kalınlığı ölçümü.....	21
4.5.1. Deri kıvrım kaliperlerinin kalibrasyonu.....	22

4.5.2. Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde katılımcı hazırlığı	22
4.5.3. Deri kıvrım kalınlığı ölçüm tekniği	22
4.5.4. Deri kıvrım kalınlığında ölçüm sayısı.....	23
4.5.5. Deri kıvrım noktalarını belirlemek ve işaretlemek için özel prosedürler	24
4.5.6. Jackson ve Pollock'un üç deri kıvrımı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi.....	26
4.5.7. Jackson ve Pollock'un yedi deri kıvrımı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi.....	29
4.5.8. Antropometrik ölçümler kullanılarak vücut kompozisyonunu belirleme eşitlikleri.....	32
4.6. Su Altı Ağırlığı Ölçüm Yöntemi.....	33
4.6.1. Su altı ağırlığı ölçüm araçları.....	35
4.6.2. Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi prosedürü.....	37
4.6.3. Su Altı Ağırlığı Ölçüm Hesaplamaları.....	37
4.6.4. Su Altı Ağırlığı Ölçümünün Doğruluğu	39
4.7. Biyoelektrik İmpedans Analizleri	39
4.7.1. Biyoelektrik impedans analizi çalışma protokolü.....	40
4.7.2. Biyoelektrik impedans analizlerinde elde edilen veriler.....	40
5. GEREÇ ve YÖNTEM.....	43
5.1 Araştırmanın Yeri ve Zamanı	43
5.2 Araştırma Modeli	43
5.3. Veri Toplama Araçları	44
5.3.1. Skinfold kaliper ölçümü.....	44
5.3.2 Biyoelektrik impedans tartı ölçümü.....	45
5.4. Araştırmanın Evren Örnekleme	45
5.4.1. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi.....	46

5.4.2. Katılımcı seçimi	46
5.5. Araştırmanın değişkenleri	47
5.6. Denek Bilgilendirme Oturumu.....	48
5.7. Verilerin İstatistiksel Analizi	48
6. BULGULAR.....	49
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	59
8. KAYNAKLAR	64



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Fiziksel uygunluk sınıflaması.....	6
Tablo 2: Performansı oluşturan fitness bileşenleri ve enerji sisteminin egzersiz süresine dayalı testleri.....	11
Tablo 3: Fitness unsurlarının laboratuvar ve alan testleri örnekleri.....	14
Tablo 4: Vücut kompozisyonu değerlendirmede kullanılan yöntemlerin kısıtlılık ve avantajları.....	18
Tablo 5: Dünya sağlık örgütüne göre BMI sınıflandırması.....	21
Tablo 6: Erkek ve kadınlarda yaş ve üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme.....	27
Tablo 6a: Erkek ve kadınlarda yaş ve üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme.....	28
Tablo 7: Erkek ve kadınlarda yaş ve yedi deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme.....	30
Tablo 7a: Erkek ve kadınlarda yaş ve yedi deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme.....	31
Tablo 8: Üç ve yedi deri kıvrım kalınlığı toplamına göre yüzde yağ kategorileri.....	33
Tablo 9: Su ısısı ve su yoğunluğu ilişkisi.....	36
Tablo 10: Katılımcıların yaş, boy vücut ağırlığı ve beden kütle indeksi değerleri.....	49
Tablo 11: Kadın katılımcıların, biceps, triceps, supscapula, chest, midaxilla, abdominal, suprailiak, tight, ve calf deri kıvrım kalınlığı 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri.....	50

Tablo 12: Erkek katılımcıların, biceps, triceps, supscapula, chest, midaxilla, abdominal, suprailiac, thigh, ve calf deri kıvrım kalınlığı 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri.....51

Tablo 13: Kadın katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu değerlendirmeleri.....52

Tablo 14: Erkek katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu değerlendirmeleri.....53

Tablo 15: Deri kıvrım kalınlıklarından ve biyoelektrik impedans analizlerinden elde edilen vücut yüzde yağ değerlerine ilişkin değerlendirmeler.....54

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: Ölçüm noktasının katlanması ve kaliperin yerleştirilmesi.....	23
Resim 2: Jackson ve Pollock yöntemiyle vücut kompozisyonu belirlemede yedi deri kıvrım noktasının işaretlenmesi.....	24
Resim 3: Beden yoğunluğunu belirlemek için kullanılan Chatillon ölçeği.....	35
Resim 4: Biyoelektrik impedans sensörleri.....	39
Resim 5: G*Power programı sonuç ekranı.....	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Vücut kompozisyonunu oluşturan bölümler.....	9
Şekil 2: Geçerlilik ve güvenilirlik.....	15
Şekil 3: 1 kg yağ ve 1 kg kasın kapladıkları volümler.....	34
Şekil 4: Araştırmanın ölçüm saatleri.....	43
Şekil 5: Katılımcılara uygulanan ön test ve son testler.....	45
Şekil 6: Kalıtımcıların farklı yöntemlere göre hesaplanan vücut yüzde yağ oranlarının ortalamalarının incelenmesi.....	56
Şekil 7: 12 saatlik açlık ve 2 saatlik açlıkta yapılan vücut yüzde yağ ölçümlerinin incelenmesi.....	57

KISALTMALAR LİSTESİ

1 RM: Repetition maximum (maksimum tekrar)

ATP: Adenozin tri fosfat

BIA: Biyoelektrik impedans

BM_A: Beden kütlesi su dışı

BMI: Vücut kütle indeksi

BM_w: Beden kütlesi suda

BT: Bilgisayarlı tomografi

DDK: Deri kıvrım kalınlığı

DEXA: Dual enerji x-ray absorpsiyometri

D_w: Su yoğunluğu

F: Kuvvet

IPAQ: Uluslararası fiziksel aktivite formu

İş: W

MRI: Manyetik rezonans görüntüleme

RV_{BTPS}: Rezidüel volüm

V_{GI}: Gastrointestinal hava volümü

VO_{2max}: Maksimal oksijen tüketimi

WHO: Dünya sağlık örgütü

1. ÖZET

Tezin başlığı: Vücut Kompozisyonu Belirlemede Kullanılan Yöntemlerin Açlık Durumuna Göre Güvenilirlik Çalışması

Öğrencinin Adı : Emine Meltem KASAP

Danışman Adı : Prof. Dr. Asiye Filiz ÇAMLIGÜNEY

Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor

Amaç : Araştırmanın amacı, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan biyoelektrik impedans analizinin, farklı açlık durumlarına göre güvenilirliğinin ve antropometrik yöntemlerle arasındaki tutarlılığının saptanmasıdır.

Gereç ve Yöntem : Araştırmaya, $27,43 \pm 3,17$, yaşları arasında 21 kadın ve $28,10 \pm 2,26$ yaşları arasında 21 erkek olmak üzere olmak üzere 42 sağlıklı gönüllü katıldı. Kadın katılımcıların boy değerleri; $170,29 \pm 8,26$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $70,55 \pm 14,86$ kg ve beden kütle indeksi; $24,20 \pm 3,85$ kg/m² dir. Erkek katılımcıların boy değerleri; $171,48 \pm 8,60$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $73,99 \pm 14,30$ kg ve beden kütle indeksi; $25,07 \pm 3,57$ kg/m² dir. Katılımcılara, ölçümler gün içerisinde ikişer kez tekrarlanmıştır. Birinci ölçüm, 12 saat açlıkta, sabah 08:00'da yapılmıştır. İkinci ölçüm ise 2 saat açlıkta, akşam 20:00'da yapılmıştır. Her iki açlık durumunda da hem 9 farklı bölgeden skinfold kaliper ölçümü hem de biyoelektrik impedans ölçümleri uygulanmıştır.

Bulgular : Vücut yüzde yağ oranlarını saptamak amacıyla kullanılan formüllerden olan, Yuhaz, Jackson ve Pollock ve Wilmore ve Behnke formülleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Biyoelektrik impedans analizi ile elde edilen vücut yüzde değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Sonuçlar : Biyoelektrik impedans analizinin her iki açlık durumunda da uygulanabilir olduğu söylenebilir. Yuhaz formülü ve Wilmore ve Behnke formülünün birbirlerinin yerine ya da birlikte kullanılacakları söylenebilir.

Anahtar Sözcükler : Vücut kompozisyonunu, biyoelektrik impedans, güvenilirlik

2. ABSTRACT

Title of Thesis: Reliability Study of Methods Used to Measure Body Composition According to Fasting Status

Student Name: Emine Meltem KASAP

Name of Supervisor: Prof. Dr. Asiye Filiz ÇAMLIGÜNEY

Department: Physical Education and Sports

Aim: The aim of the study is to determine the reliability of bioelectrical impedance analyses used in the assessment of body composition according to different hunger conditions and their consistency with anthropometric methods.

Material and methods: 42 healthy volunteers participated in the study, including 21 females ages between $27,43 \pm 3,17$ years, and 21 males ages between $28,10 \pm 2,26$. Height values of female participants are $170,29 \pm 8,26$ cm, weight values are $70,55 \pm 14,86$ kg and body mass index is $24,20 \pm 3,85$ kg/m². Height values of male participants are $171,48 \pm 8,60$, weight values are $73,99 \pm 14,30$ and body mass index is $25,07 \pm 3,57$ kg/m². Measurements were repeated twice during the day for the participants. The first measurement was made at 08:00 in the morning, in 12 hours of fasting. The second measurement was made in 2 hours of fasting at 20:00 in the evening. In both fasting conditions, both skinfold caliper measurements and bioelectrical impedance measurements were performed from 9 different regions.

Results: Yuhaz, Jackson and Pollock, and Wilmore and Behnke, which are used to determine the percentage of body fat ($p < 0,05$) from the skinfold thickness measurements. No statistically significant difference was found between the body percentage values obtained by bioelectrical impedance analysis ($p > 0,05$).

Conclusion: Bioelectrical impedance analysis can be used in both starvation conditions. It can be said that the Yuhaz formula and the Wilmore and Behnke formula can be used interchangeably or together.

Key words: Body composition, bioelectrical impedances, reliability

3. GİRİŞ

Türkiye’de spor bilimleri çok yeni ve gelişmekte olan bilim dallarından birisidir. Bugün ülkemizde yetmiş yakın beden eğitimi ve spor yüksekokulu ve spor bilimleri fakülteleri bulunmaktadır. Bu kurumlarda on binlerce öğrenci ve yüzlerce öğretim üyesi bulunmaktadır. Bu büyük kitlenin Türkçe yazılı kaynaklarının gereksinimi giderek artmaktadır. Spor ve sağlık laboratuvarlarında yapılmakta olan ölçümlerin belirli standartlar üzerine yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın, spor bilimleri alanlarında, fiziksel uygunluk testlerinde ve sağlık sorunlarının teşhisinde, öğretim üyelerinin ve öğrencilerinin yararlanacağı temel bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Vücut kompozisyonun temel bileşenleri, kemikler, yağlar, kaslar, hücre dışı sıvılar ve diğer organik maddelerdir. Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin başlangıç noktası vücut yoğunluğudur. Vücut yoğunluğu bulunarak, formüller üzerinden vücut yüzde yağ oranı hesaplanmaktadır (Tepe, 2014). Yağsız kütleler, kaslar, kemikler, su, sinir, damarlar ve diğer organik maddelerden oluşmaktadır. Yağlı kütleler ise, derialtı depo yağlar ve esansiyal (öz) yağlardan oluşmaktadır. Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerine örnek olarak, deri kıvrım kalınlığı ölçümü, antropometrik ölçümler (çap, çevre, boy, uzunluk, ağırlık ölçümleri), sualtı ağırlık ölçümü, biyoelektrik direnç ölçümü (BIA), DEXA (dual energy xray absorptiometry), BT (bilgisayarlı tomografi) ve MRI (Manyetik rezonans görüntüleme) ölçümleri gösterilebilir (Victor, 2012).

Vücut kompozisyonunu bu kadar önemli hale getiren nokta, uzun ve sağlıklı yaşam beklentisinin artmasıdır. Vücut kompozisyonu, yaş, cinsiyet, kas, fiziksel aktivite, hastalıklar ve beslenme durumuna göre değişiklik göstermektedir. Hareketsiz yaşam, sağlıksız beslenme, yaş ve kötü yaşam koşulları bireysel farklılıklar oluşturmaktadır. Elde edilmek istenen vücut kompozisyonunun, yaşlılık evresinde de sürdürülebilmesi sağlık açısından büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri hakkındaki çalışmalar oldukça hız kazanmıştır (Going ve ark., 1995).

Vücut kompozisyonunun etkin bir şekilde ölçülmesi hastalıkların tanısında büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple son yıllarda vücut kompozisyonlarının ölçümleri için yeni ve etkin yöntemler geliştirilmiştir (Bodur ve ark., 2007). Bu yöntemler geliştirilirken, güvenilir olması, düşük maliyetli olması, pratik olması gibi birçok kriterler baz alınmıştır. Biyoelektrik İmpedans Analizleri, günümüzde vücut kompozisyonlarını ölçmek için en sık kullanılan yöntemdir (Hazır ve Açıkada., 2002). DEXA cihazı gibi referans yöntemler vücut kompozisyonunu değerlendirmede doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Ama bu yöntemlerin maliyetinin yüksek olması ve kolay uygulanabilir olmamasından dolayı, bu yöntemler yerine antropometrik ölçümlerin olduğu denklemler ya da BIA yöntemlerinin kullanılacak en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir (Sung ve ark., 2001).

Biyoelektrik impedans analizleri, güvenli olması, kısmen düşük maliyetli olması, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenlerden dolayı, kliniklerde ve spor salonlarında vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden birisidir (Utter ve ark., 1999). Ayrıca biyoelektrik impedans analizleri, her yaş grubunda kullanabilir bir yöntemdir (Özkaya, 2010).

Biyoelektrik impedans analizleri, dokunun iletkenliğinden yola çıkarak vücut kompozisyonu hakkında bilgiler elde eden bir ölçüm yöntemidir (Lukaski, 1987). Bu yöntem zayıf elektrik akımlarının vücut dokularından geçerken karşılaştığı direnci değerlendirerek ölçüm yapmaktadır (Bodur ve ark., 2007). Canlı organizmada elektriksel iletkenlik, dokunun su ve elektrolit içeriğiyle ilişkilidir. Yağ harici dokular, daha fazla elektrolit içerdiğinden dolayı, yağ dokularına göre daha fazla iletkenir. Kişinin vücut yapısının su, yağ, kas, kemik oranları bu sayede tespit edilebilmektedir (Lukaski, 1987).

Bu yöntemin geliştirilmesinden önce sıklıkla tercih edilen yöntem antropometrik ölçümlerdir. Antropometrik yöntemlerden vücut kompozisyonunu tahmini ölçmek için, 100'den fazla denklemin içinden, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri en doğru olarak kabul edilmektedir (Pollock ve ark., 1980).

Vücut kompozisyonu ölçümlerinde dikkat edilmesi gereken belirli noktalar vardır. Örneğin; ölçüm sırasında katılımcının giymiş olduğu kıyafet, metal aksesuar

kullanımı, menstural siklusun dönemi, katılımcının takvim yaşı, katılımcının sağlık durumu ve açlık durumudur (Özkaya, 2010).

Bu araştırmanın amaçlarından biri biyoelektrik impedans analizlerini, antropometrik yöntemlerle karşılaştırarak güvenilirliğini saptamaktır. Bu konuyla ilgili literatürde birçok çalışma vardır. Fakat örneklem sayılarının az olması sebebi ile az veri kullanılarak analiz yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, 42 katılımcıdan ikişer kez ölçüm alarak 84 veri elde ederek, daha çok veri ile analiz yapmaktır. Araştırmanın amaçlarından bir diğeri ise, biyoelektrik impedans analizlerinde ve diğer antropometrik ölçümlerde açlık durumlarında farklılık olup olmadığını tespit etmektir.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Fiziksel Uygunluk Unsurları

Fiziksel performans ölçümlerini anlamak için fiziksel uygunluk kavramlarına hâkim olmak gerekmektedir. Egzersiz performansı ve bireyin fiziksel uygunluğu arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Fiziksel uygunluğunun en basit tanımını ‘‘ Fiziksel aktiviteleri uygun bir şekilde yapabilme yeterliliğidir.’’ şeklinde yapılabilir. Fiziksel uygunluğu yeterli bir şekilde ölçmek için ‘‘Fiziksel Uygunluğu’’ aşağıdaki gibi inceleyebiliriz (Brooks ve ark., 1996).

Tablo 1: Fiziksel uygunluk sınıflaması (Çamlıgüney, 2010)

FİZİKSEL UYGUNLUK SINIFLAMASI	
Sağlıkla ilişkili Fiziksel Uygunluk	Beceriyle İlişkili Fiziksel Uygunluk
Kalp Dolaşım Sistemi Dayanıklılığı	Güç
Kassal Kuvvet	Sürat
Kassal Esneklik	Çeviklik
Vücut Kompozisyonu	Denge
	Koordinasyon
	Reaksiyon Sürati

Fiziksel uygunluk bileşenleri sadece egzersiz performansı ile değil hastalıklar veya hareketsiz yaşam tarzının neden olduğu rahatsızlıklarla da ilgilidir (Brooks ve ark., 1996).

4.1.1. Fiziksel uygunluk sınıflaması

Fiziksel uygunluk sınıflaması temel olarak iki gruba ayrılır. Bu gruplar; sağlıkla ilişkili fiziksel uygunluk ve beceriyle ilişkili fiziksel uygunluk şeklindedir. Sağlıkla ve beceriyle ilişkili fiziksel uygunluk parametrelerinden oluşmaktadır (Çamlıgüney, 2010).

4.1.1.1. Sağlığa ilişkin fiziksel uygunluk sınıflaması

Fiziksel uygunluk sınıflamasının bir alt başlığı olan, sağlığa ilişkin fiziksel uygunluk sınıflaması, kalp dolaşım sistemi dayanıklılığı, kassal kuvvet, kassal esneklik ve vücut kompozisyonu parametrelerini içerir (Çamlıgüney, 2010).

4.1.1.1.1. Kalp dolaşım sistemi dayanıklılığı

Vücudun yorgunluğa ve yüklenmelere uzun süre dayanabilme yeteneğidir. Her bireyin sağlık için yeterli seviyede kalp solunum dayanıklılığına ihtiyacı vardır. Kalp dolaşım sistemi dayanıklılığı; akciğer, kalp, kan damarları, kan volümü gibi faktörlere bağlıdır (Çamlıgüney, 2010).

4.1.1.1.2. Anaerobik uygunluk

Biyoenerjistik açıdan egzersiz ve fiziksel uygunluk, Adenozin Tri Fosfat (ATP) üretimi için metabolik yolları bakımından kategorize edilebilir. Fosfojen ve hızlı glikolitik anaerobik sistemleri yüksek hızda fakat az miktarda ATP üretmektedirler. Aerobik sistem yavaş fakat daha çok ATP üretmektedir. Fosfojen sistem 15 sn altındaki kısa süreli kuvvet ve güç hareketleri için maksimum eforları desteklemektedir. Hareketlerin süresi 30 saniyeyi aştıkça daha çok glikolitik sistemden enerji sağlanmaktadır. Anaerobik testlere örnek olarak, 1 RM kuvvet testleri, sürat koşusu testleri, dikey sıçrama testleri, anaerobik bisiklet testleri, basamak testleri ve koşu bandı testleri gösterilebilir. (Beam ve Adams, 2013).

4.1.1.1.3. Aerobik uygunluk

Aerobik sistem, 3 dakikayı aşan uzun süre yürüme, koşma, aktivitelerinde ATP üretimi öncelikli olarak aerobik sistemden karşılanmaktadır. 3-60 dakika arasındaki fiziksel aktivitelerde depo karbonhidratlar devreye girmektedir. 60 dakikayı aşan uzun aktivitelerde yağlarda enerji üretime katılmaktadır. Kalp solunum dayanıklılığı kişinin aerobik uygunluk düzeyine bağlıdır. Dolaşım sistemi çalışan iskelet kaslarına oksijen taşınmasında temel rolü oynar. Yüksek aerobik uygunluğa sahip bireyler yüksek maksimal oksijen tüketimine (VO_2max) sahiptir. Aerobik testlere örnek olarak, kalp solunum dayanıklılığı ölçmek için yürüme, koşma, basamak ya da bisiklet kullanılarak yapılan testler gösterilebilir (Beam ve Adams, 2013).

4.1.1.1.4. Kas kuvveti ve dayanıklılığı

Kas kuvveti, hareket sırasında bir kerede üretilebilen maksimum kuvvet olarak tanımlanır. Kuvvet, günlük yaşam boyunca birçok işlevin yerine getirilmesi için gereklidir. Kuvvet; koşma, yürüme, merdiven çıkma oturma, ayakta durma ve nesne kontrol becerileri için gereklidir. Kuvvet sporda, koşu, sıçrama ve fırlatma gibi yüksek yoğunlukta ki hareketlerin yapılabilmesi için önemli bir olgudur (Taylor, 1995).

Kassal Dayanıklılık, en basit hali ile “kasların belirli bir sürede tekrarlayan kasılabilme yeteneği” olarak tanımlanabilir. Kassal dayanıklılığın ölçümü için belirli zamanda tekrarlanan şınav, mekik sayısı, özel yüklenme ya da ağırlık ile fiziksel aktiviteleri tekrarlamaya veya izokinetik dinamometreyle birden fazla tekrar sonrasında azalan maksimum gücün ölçümü için geliştirilen yöntemdir (Taylor, 1995).

4.1.1.1.5. Esneklik

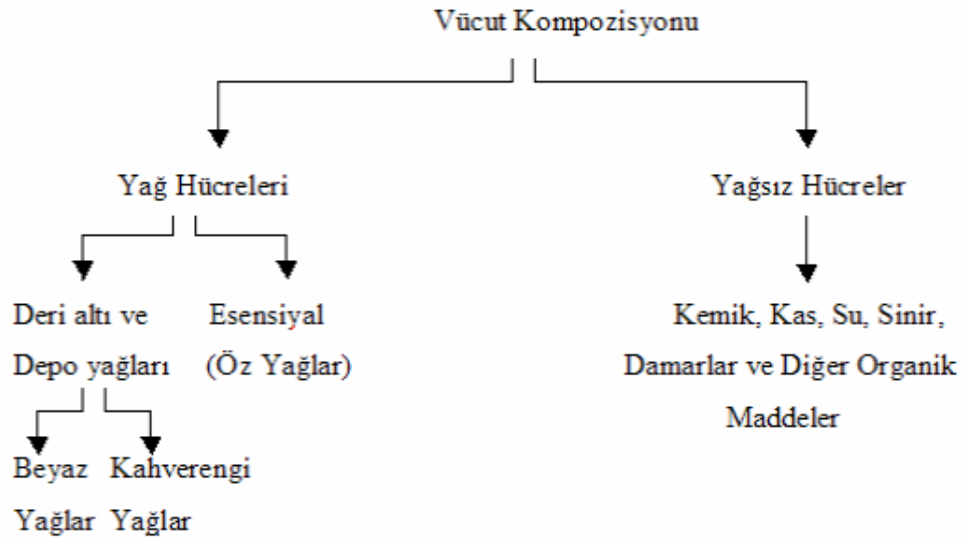
Esneklik, eklemlerin, bağların ve kasların izin verdiği oranda hareket genişliği olarak tanımlanabilir. Bir eklemden ki sınırlılık günlük yaşamda ve sportif performansta aktiviteleri azaltmaktadır. Esneklik testlerine örnek olarak, otur-uzan testi, V-oturuş testi, Duvar testi, YMCA otur-eriş testi ve Bel kriterli Macrae ve Wright (MW) Test verilebilir (Macrae ve Wright, 1969).

4.1.1.1.6. Vücut kompozisyonu

Vücut kompozisyonu, toplam vücut ağırlığını oluşturan vücut bileşenleridir. Başka bir ifade ile, yağlı ve yağsız dokuların göreceli olarak vücut ağırlığına oranları olarak tanımlanabilir. Yağ kütlesi, deri altı depo yağları ve esansiyel yağların toplam değerini ifade etmektedir. Yağsız vücut ağırlığı ise, içerisinde yağ olmayan, yalnızca kas, kemik, deri ve organları kapsayan vücut ağırlığını ifade etmektedir (Tepe, 2014).

Birçok vücut kompozisyonu testinin amacı vücudun yağ oranının belirlenmesidir. Vücut yüzde yağ oranı, yağ ağırlığı, yağsız vücut ağırlığı ve ideal yağ ideal vücut ağırlığının istenilen yağ oranına göre belirlenmesi, bu değişkenlerle hesaplanmaktadır. Vücut kompozisyonu çevre veya deri kıvrım kalınlıklarına göre formüller ile hesaplanabilir (Ulijaszek ve Kerr., 1999).

Vücut kompozisyonunu, vücuttaki yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesi oluşturur. Vücut kompozisyonu yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların dengeli bir şekilde bir araya gelmesinden oluşur (Özkaya, 2010).



Şekil 1: Vücut kompozisyonunu oluşturan bölümler (Zorba, 2001)

Yağlı küteller;

Yağlı küteller, derialtı yağları, depo yağları ve esansiyal (öz) yağlar olarak sınıflandırılabilir (Zorba, 2001).

Deri altı yağları, derinin altında deri ile kas arasında bulunan yağ dokularına verilen isimdir. Bazı bölgelerde deri altı yağları normalden fazla bulunabilir. Bu duruma, depo yağ adı verilir. Yapılan araştırmalarda depo yağların, kadınlarda erkeklere 3-4 kat fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Değo yağlar, yapısal olarak incelendiğinde iki gruba ayrılabilir. Bu gruplar; Kahverengi yağlar ve beyaz yağlardır (Johnson ve ark., 2001).

Kahverengi yağlar, bebeklerin boyun bölgesi ve kürek (scapula) kemikleri arasında bulunur. Genellikle birey ergenlik dönemi ve sonrasında, kahverengi yağlar, beyaz yağ kimliğine bürünmektedir. Bu sebeple yetişkin insanlarda kahverengi yağlar bulunmaz.

Beyaz yağlar, nötral yağlar ve fosfolipidlerden oluşan yağlardır. Beyaz yağ dokusu ısıyı izole ederek, alınan enerji ile oluşan denge için tampon vazifesi görür. Bu sebeple canlı metabolizması için oldukça önemlidir (Zorba, 1995).

Esansiyal (öz) yağlar, vücut için önem arz eden bileşenlerdir. Esansiyal öz yağlar, kalbin çevresinde, karaciğer, akciğer, kemik iliği, böbrekler, endokrin bezler, bağırsaklar, kaslar ve merkezi sinir sisteminde bulunur. Ve bütün iç organlar çevresini sararak, organları dış darbelerden korur. Fakat bu yağların vücutta fazla olması iç organlarının çalışması etkileyebilir (Zorba, 2001). İdeal olan, erkeklerde vücut ağırlılığının %15, kadınlarda ise %25 civarında yağ bulunmasıdır. Bu değerlerin üstünde olması durumunda vücut yağı fazlalılığı başlar (Johnson ve ark., 2001).

Yağsız küteller;

Vücutta yağ dışında bulunan diğer bileşenler şeklinde tanımlanır. Bunlar kemik, kas, su, sinir, damarlar ve diğer organik maddelerdir. Vücut kompozisyonu ölçümlerinin ana hedefli, yağlı ve yağsız kütle arasında ki oranların saptanmasıdır (Bektaş ve ark., 2007).

Vücut kompozisyonu, spor fizyolojisinde yoğun ilgi duyulan ve değerlendirilen bir fiziksel özelliktir. Vücut yapısı ve kompozisyonunun atletik performans üzerinde önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Bu sebeple egzersiz, vücut kompozisyonunu değiştirecek bir potansiyele sahiptir (Tepe, 2014).

Sporcuların performanslarının daha iyi olması için daha az yağ kitlesi olması gerekmektedir. Sedanter insanlarda ise aşırı vücut yağı, obeziteye, metabolik sendroma, koroner kalp rahatsızlığına ve şeker hastalığına yol açabilir (Andstad ve ark., 2014).

Tablo 2: Performansı oluşturan fitness bileşenleri ve enerji sisteminin egzersiz süresine dayalı testleri (Beam ve Adams, 2013)

Egzersiz Süresi	Uygunluk Unsurları	Destekleyen Enerji Sistemleri	Performans Testi
<15 s	Anaerobik uygunluk	Fosfojen Sistem	1 RM testi, sürat testleri, dikey sıçrama testleri
15-30 s	Anaerobik uygunluk	Fosfojen ve hızlı glikolitik sistem	Wingate testi
30-60 s	Anaerobik uygunluk	Hızlı glikolitik sistem	Anaerobik step testi, treadmill testi
1-3 dk	Anaerobik ve aerobik uygunluk	Hızlı glikolitik ve aerobik sistem	Anaerobik step testi, treadmill testi
3-60 dk	Aerobik uygunluk	Aerobik sistem (karbonhidrat)	R.ockport testi, Cooper Testi, Foresty step testi, Astrand bisiklet testi
>60 dk	Aerobik uygunluk	Aerobik sistem (yağ)	VO ₂ max Testi

4.1.2. İlgili değişkenler

Egzersiz fizyologları fiziksel uygunluk ölçümlerinde kütle, uzunluk, zaman, kuvvet, ısı, enerji, iş, enerji, hız volüm basınç gibi sayısal değişkenlerle de ilgilenmektedirler. Kitle, uzunluk, zaman ve ısı temel sayısal bağımsız değişkenler

olarak nitelendirilir. Diğer tüm değişkenler (kuvvet, güç vb.) ise eşitlik sistemlerinden, tipik olarak ilişkilerden türetilmiş bağımlı sayılı değişkenlerdir. (Taylor, 1995).

4.1.2.1. Kütle ve ağırlık

Kütle, madde miktarının ölçüsüdür. Normal yerçekimi altında iken ($9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) kütle ağırlığa eşittir. Yerçekimi sabit olarak kabul edildiğinde kütle ve ağırlık eşittir. Kütle için temel nicelik ve onu temsil eden (kg) temel ölçme birimi olarak kabul edilmektedir. Vücut kütlesi daha uygun terim olması adına vücut ağırlığı olarak kullanılmaktadır (Beam ve Adams, 2013).

4.1.2.2. Uzunluk ve yükseklik

Uzunluk, bir nesnenin ne kadar uzun olduğunun ölçüsüdür, sıklıkla bir ucundan bir ucuna olan mesafedir. Yükseklik ise bir nesnenin, yerden dikey olarak uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Uzunluğun temel birimi metre (m) olarak ifade edilir. Daha büyük uzunluklar (km) olarak tanımlanır. Kısa uzunluklar için, metre (m), desimetre (dm), santimetre (cm) ve milimetre (mm) olarak alt bölümlere ayrılabilir (Beam ve Adams, 2013).

4.1.2.3. Kuvvet

Kuvvet, kütlenin ivmeyle çarpımı olarak ifade edilir. Cismin hareketini değiştiren olgudur. Örneğin, iş yükü hesaplanırken vücut ağırlığı kuvvet ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Birey yerçekimine ya da bir dirence karşı maksimal kuvvetini uyguladığında fiziksel uygunluk bileşeni olan kuvveti olgusu ortaya çıkmaktadır. Kuvvet için önerilen ölçme birimi Newton (N)'dur. Newton kütle, uzunluk ve zaman olmak üzere 3 temel nicelikten üretilen bir isimdir. Teknik olarak en uygun kuvvet birimi ifadesi $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 'dir. Kütle ve ivmenin çarpımıdır. Çoğu dinamometrede kuvvet newton ve kilogram olarak gösterilmektedir (Beam ve Adams, 2013).

4.1.2.4. İş

İş, kuvvet ve mesafe değişkenlerinden üretilmektedir. Matematiksel olarak iş, cisme karşı uygulanan kuvvetin (F) açısı (Q) ve cismin yer değiştirme mesafesinin (D) sonucudur. Merdiven çıkma ve inme, koşu bandında yürüme, koşma ve ergonomik bisiklette pedal çevirme gibi yapılan aktivitelerde yapılan iş, egzersiz fizyolojisinin ilgili alanlarındandır. İş tanımlamak için, sıklıkla kuvvet ve mesafenin toplamı olan birim joule (j) kullanılmaktadır (Beam ve Adams, 2013).

- İş(W): Kuvvet (F) * Mesafe (D)

4.1.2.5. Güç

Güç, işin zamana bölünmesiyle hesaplanmaktadır. En güçlü egzersiz, büyük bir işin en kısa sürede yapılması olarak tanımlanabilir. Güç, anaerobik güç ve aerobik güç gibi metabolik enerjinin fiziksel performansa dönüşüm oranı olarak ifade edilmektedir (Pollock ve ark., 1980).

- Güç (P): İş(W) / Zaman (T)

4.1.2.6. Sürat ve hız

Sürat, mesafenin süreye bölümüdür. Mesafe kat edilen uzaklıktır. Hız ise yer değiştirmenin zamana bölümüdür. Yer değiştirme başlangıç ve son noktanın arasındaki çizgisel uzaklıktır. Çoğu zaman sürat ve hız birbiri yerine kullanılmaktadır. Ancak mekanik olarak sürat ve hız farklı terimlerdir. Örneğin, bir atlet 400 metrelik bir pistte turu 50 saniyede koşarsa koşu sürati 8 m.s^{-1} . Teknik olarak sporcunun başlama ve bitiş noktası aynı olduğunda kaynaklı yer değiştirmesi 0'dır. Ve 0 m.s-1 olacaktır (Tamer, 2000).

- Sürat: Mesafe (D) / Süre (T) Hız: Mesafe (D) / Zaman (T)

Tablo 3: Fitness unsurlarının laboratuvar ve alan testleri örnekleri (Beam ve Adams, 2013)

Uygunluk Unsuru	Laboratuvar Test Örnekleri	Alan Test Örnekleri
Kassak kuvvet ve dayanıklılık	-Zirve tork (örneğin, izokinetik dinamometre) - Zirve kuvvet (el sıkma dinamometresi)	-1 Maksimum tekrar (RM) testi -Birim zamanda tekrar (örneğin mekik)
Anaerobik uygunluk	-Wingate test	-Sprint test -Dikey sıçrama ve uzun atlama
Aerobik uygunluk	-MaxVO2 Testi	-Yürüme testi (Rockport test) -Koşu Testi (Cooper testi)
Esneklik	-Hareket genişliği (örneğin, goniometre, elektroniometre)	-Otur-Uzan Testi
Vücut kompozisyonu	-Su altı tartı, DXA, pletismografi	-Boy ağırlık ölçümleri -Deri kıvrımı ve çevre ölçümleri

4.2. Geçerli ve Güvenli Ölçüm

4.2.1. Ölçüm hatası

Ölçüm hatası ölçüm yöntemlerinin hangi hassasiyet ve doğrulukta yapılabilirliğini ifade etmektedir. Hassasiyet kavramı, ölçüm aracının ve ölçümün tekrarlanabilirliği ya da güvenilirliğini ifade etmektedir. Hassasiyet bir başka ifade ile ölçümün geçerliliği olarak yorumlanmaktadır. Hassas bir ölçü veya standart sapma ve yüksek bir güvenilirlik derecesini ifade etmektedir. Doğruluk kavramı ölçümün geçerliliği veya bilenen gerçek değere ne kadar yakın olduğu konusunda bilgi vermektedir (Beam ve Adams, 2013).



Şekil 2: Geçerlilik ve güvenilirlik (Beam ve Adams, 2013)

Geçerlilik ve güvenilirliği anlatmak için Şekil 2’de ki atış hedefleri görseli kullanılabilir. Şekil 2’de ki görselde 4 atış yapılan 3 hedef kâğıdı vardır. B numaralı hedef kağıdında, atışlar birbirine yakın konumlanmıştır. Bu sebeple güvenilir bir ölçüm olduğu söylenebilir. Atışların hedefin ortasında olması sebebiyle geçerli bir ölçüm olduğu söylenebilir. A numaralı hedef kağıdında atışlar birbirine yakındır yani güvenilirdir. Fakat orta noktadan uzakta olduğu için geçerli değildir. C numaralı hedef kağıdında düşük güvenilirlik vardır. Fakat ortalama olarak yüksek oranda isabet söz konusudur. Egzersiz fiziolojisi laboratuvarlarında, bir ölçüm aracının geçerlilik ve güvenilirliğini aynı benzetme yöntemiyle, ölçüm sonuçlarının gerçek değerler etrafında toplanabilmesi olarak yorumlanabilir. Örnek olarak skinfold kaliperin milimetre olarak çizilmiş ölçek birimlerini incelemek mümkündür. Ölçümü yapan uzman, deri kıvrım kalınlığını en yakın milimetre değerinde ölçerken iki değer arasında kestirme yapabilir (Beam ve Adams, 2013).

4.2.2. Temel veri toplama

Testin uygulanmasında verilerin kayıt edilmesi, doğru sonuçların elde edilmesinde oldukça önem taşımaktadır. Zaman içerisinde uluslararası tez ve makalelerde, veri toplama üzerine standartlar oluşturulmuştur (Beam ve Adams, 2013).

4.2.2.1. İsim, tarih ve zaman

Genellikle veri takip formlarına soyisim ilk olarak yazılır, virgülden sonra isim yazılır. Yayınlanacak araştırmışlarda, gizlilik gereği isim yerine bir kimlik numarası (ID#) verilir. Test tarihi, sayısal formda ay ile yazılır. Örneğin; 2016,4 Eylül ya 04/09/2016 olarak yazılabilir. Takip formlarında isim ve tarihin yazılmasının yanı sıra test sonuçlarını net bir şekilde yazılması ve ölçüm saatinin kaydedilmesi önemli bir husustur (Beam ve Adams, 2013).

4.2.2.2. Yaş ve cinsiyet

Yaş, yılını doğru kaydetmek önemlidir. Örneğin; kişi 4 ay önce 32 yaşını doldurmuşsa yaş 32,3 olarak kaydedilir. 18 yaşından büyük bireyler için cinsiyet, E (erkek) ya da K (kadın) olarak kısaltılarak yazılabilir. 18 yaşından küçük bireyler için E(erkek) ya da (kız) şeklinde adlandırılır (Beam ve Adams, 2013).

4.3. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu ölçme çalışmaları 1940'lı yıllarda A.R. Behnke'in çalışmaları ile başlamıştır (Sarıtış ve ark, 2011). Vücudun fiziksel aktivitelerini değerlendirmek için en sık kullanılan parametrelerinden birisi vücut kompozisyonudur. Vücut kompozisyonu, vücudu oluşturan yağlı ve yağsız bileşenlerin, vücut ağırlığına olan yüzdelik değerleri olarak tanımlanmaktadır. Vücut kompozisyonunu yorumlamak için saha ve alan çalışmalarında kullanılan farklı ölçme teknikler bulunmaktadır (Akyer, 2003).

Vücut kompozisyonu çalışmaları kendi içinde 3 grupta incelenmektedir. Bu bölümler vücut kompozisyon düzeyleri, vücut kompozisyonu ölçme teknikleri ve vücut kompozisyonunu etkileyen biyolojik faktörlerdir. Vücut kompozisyonu düzeyleri; anatomik model, moleküler model, hücresel model, doku modeli ve tüm vücut modelidir. He ve arkadaşlarının önerdiği beş düzeye sahip olan bu model anlaşılması kolay olduğu için çok ilgi görmüştür. Bu modele göre her düzeyin farklı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri vardır. Bu özelliklere göre model sınıflamaları yapılmıştır (He ve ark., 2016).

Anatomik model: Vücudu oluşturan moleküller çeşitli atomlardan oluşmaktadır. Ortalama 70 kilogramlık bir insanın anatomik bileşenlerinin oranları %61 oksijen, %23 karbon, %10 hidrojen, 2,6 nitrojen, 1,4 kalsiyum ve %1'den daha az fosfor, sülfür, potasyum, sodyum, klor, magnezyum ve çeşitli eser elementlerden oluşmaktadır.

Moleküler model: Bu modelde çeşitli atomlar tarafından oluşturulan moleküller esas alınmaktadır. Moleküler modeli oluşturan başlıca bileşenler yağ, protein, mineraller ve su olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi insan vücudunun %94'nün bu dört molekülden oluşmasıdır.

Hücre model: Hücre model temel olarak 3 bölümde incelenmektedir. Bu bölümler hücre kitlesi, hücre dışı sıvı ve hücre dışı katı maddelerdir. He ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre insan vücudunu oluşturan on hücre tipi dört kategori olarak incelenmektedir. Bu kategoriler; bağ dokusu hücreleri, epitel hücreler, sinir hücreleri ve kas hücreleridir (He ve ark., 2016).

Doku modeli: Vücut ağırlığı, kas, kemik, bağ, sinir ve epitel dokuların toplamından oluşmaktadır. Sadece kemik, kas ve bağ dokuları vücut ağırlığının %75'ini oluşturmaktadır (He ve ark., 2016).

Tüm vücut modeli: Tüm ölçümlerinin farklı bileşenleri vardır. Bunlar; boy, çap, çevre, hacim, vücut ağırlığı ve beden kütle indekssidir (Victor, 2012).

4.3.1. Vücut kompozisyonu ölçümleri

Vücut kompozisyonu, toplam vücut ağırlığını oluşturan vücut bileşenleridir. Başka bir ifade ile, yağlı ve yağsız dokuların göreceli olarak vücut ağırlığına olan oranlarını olarak tanımlanabilir. Yağ kütlesi, deri altı depo yağları ve esansiyel yağların toplam değerini ifade etmektedir. Yağsız vücut ağırlığı ise, içerisinde yağ olmayan, yalnızca kas, kemik, deri ve organları kapsayan vücut ağırlığını ifade etmektedir. Vücut kompozisyonu; yaş, cinsiyet, kas, fiziksel aktivite, hastalıklar ve beslenme durumuna göre değişiklik göstermektedir (Tepe 2014).

Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri, direkt ve indirekt ve çift indirekt olarak üç grupta incelenmektedir. Direkt yöntemler; bu yöntemler, vücudun kimyasal yapısını doğrudan belirleyen yöntemlerdir. Bu yöntemlere örnek olarak nekropsi ve in vivo aktivasyon yöntemleri gösterilebilir. İndirekt yöntemler; bu yöntemler, nekropsi çalışmalarından elde edilen bulguların formüller üzerine yerleştirilerek kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemlerden bazıları; Dansitometre, Total vücut suyu, K⁴⁰ yöntemi, Total vücut kalsiyumu, Bilgisayarlı tomografi, Dual foton absorpsiyometrisi ve Siklopropan veya kripton ile yağ miktarı tayinidir. Çift indirekt yöntemler; bu yöntemler bir indirekt yöntemden elde edilen bulgular ile belirli bir parametre arasında olan istatistiksel ilişkilere dayanmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları; Antropometrik ölçümler, biyoelektrik impedans ölçümü ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleridir. (Victor, 2012).

Tablo 4: Vücut kompozisyonu değerlendirmede kullanılan yöntemlerin kısıtlılık ve avantajları (Tepe, 2014)

Yöntem	Güvenilirlik	Masraf	Radyasyon	Zaman	Hasta Uyumu						
Biyoelektrik İmpedans	+	+		+++	+++						
Antropometri	+	+++		++	+						
DEXA	++	-	-	++	++						
BT	++	--	--	++	++						
MRI	++	--		++	+						
Nötron Aktivasyon	+++	--	--	++	++						
40 K Analizi	++	-	-	++	++						
Dansitometri	++	+		++	+/-						
+++	Mükemmel	++	Çok İyi	+	İyi	+/-	Kötü Değil	--	Kötü	--	Çok kötü

4.4. Antropometrik Ölçümler

Antropometri, insan ölçümü birimi olarak adlandırılmaktadır. Boy, insanın ayakta yüksekliğinin tanımlamak için kullanılmaktadır. Bireylerin vücut kompozisyonlarının belirlenmesi için vücut ağırlığının ölçülmesine ihtiyaç vardır. Vücut ağırlığı ölçü birimi olarak kg kullanılmaktadır (Beam ve Adams, 2013).

4.4.1. Boy Ölçme Yöntemi

Boy uzunluğu, neredeyse sağlıkla ilgili her çalışmada düzenli olarak ölçülen bir değişkendir. Boy uzunluğunu ölçme amaçları; bireyleri standart boy ölçümüne alıştırmak, bireyleri karakterize etmek veya tanımlamak, bireylerin boy ölçümlerini standartlar ile ilişkilendirmek, vücut ağırlığını, boy uzunluğu ile ilişkilendirmek, boy uzunluğunu, büyüme ve beslenme durumuyla ilişkilendirmek ve boy uzunluğuna göre kronik hastalık riskini ilişkilendirmek şeklinde açıklanabilmektedir.

Boy uzunluğu ölçümü için ön hazırlık; öncelikle temel bilgilerin önceden hazırlanmış olan forma yazılması gerekmektedir. Daha sonra cihazın ya da metrenin başlangıç noktasının kontrol edilmesi gerekmektedir. Katılımcıların ayakkabı ve çoraplarını çıkartmaları istenmelidir. Baştaki aksesuarların çıkartılması gerekmektedir.

Boy ölçme işlemi; ölçümü yapacak uzman, katılımcıdan başını ölçeğin yatay hareketli kısmının altında tutmasını ister. Eğer duvara monte edilmiş stadiometre kullanılıyorsa katılımcının kürek kemiklerinin ve kalçasının duvara temas etmesi gerekmektedir. Katılımcının, topukları bitişik, ayaklar yaklaşık 60° açıda, olabildiğince uzun pozisyonda, ağırlığını ayakları üzerinde dengeli dağıtmış olarak durması gerekmektedir. Katılımcı orbital noktayla (göz çukurunun alt noktası) kulak deliğinin aynı yatay çizgide olması için çenesini ayarlar. Katılımcı derin bir nefes alarak konumunu devam ettirir, ölçümü yapacak uzman stadiometrenin hareketli kısmını katılımcının başına temas ettirir. Stadiometre olmaksızın boy ölçümü duvar skalasında yapılıyorsa ölçümü yapacak uzman bir cetvel kullanarak ölçümü gerçekleştirebilir. Ölçümü yapan uzmanın ölçüm sonucu takip formuna anında kaydetmesi gerekmektedir (Beam ve Adams, 2013).

Boy ölçümlerinin doğruluğu; literatürdeki çalışmalarda boy ölçümlerinde test güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu söylenmiştir. Son antropometrik ölçüm hatalarına ilişkin derleme çalışmalarında boy ölçümü için korelasyon katsayısı .93-99. aralığında (R) .98 olarak gösterilmiştir (Lampl, 1992). Spinal kolonda oluşan baskılar sebebiyle gün içinde ölçülen boy ölçümlerinde farklılıklar olabilmektedir (Ulijaszek ve Kerr, 1999). Araştırmalar günün ilerleyen saatlerinde ölçülen boy uzunluklarının 6-8,8 mm azaldığını göstermektedir (Chumlea ve Roche, 1988). 48 dakikalık bir sırt üstü yatış sonrasında boy uzunluğunda 5 mm artış gözlemlenebilmektedir. (Coles ve ark.,1994).

4.4.2. Vücut ağırlığı ölçüm yöntemi

Katılımcıların mümkün olduğunca hafif giysiler ile tartılması gerekmektedir. Örneğin; referans iç giysi, atlet, şort giysi ve pantolon gibi kıyafetlerle 0,3 kg ağırlık tanımlanmışsa katılımcının buna göre tartılması gerekmektedir. En uygun ölçüm yönteminin kıyafetsiz olduğunu düşünülmektedir. Bu yöntemi kolaylaştırmak için kıyafetleri tartıp, kıyafet ağırlığının yapılan vücut ağırlığı ölçümünden düşürülerek doğru değer elde edilebilir. Vücut ağırlığı ölçümleri egzersizlerden önce yapılmalıdır.

Vücut ağırlığı ölçümü için ön hazırlık; ölçüm cihazı son bir ay içinde kalibre edilmemişse kalibre edilmesi gerekmektedir. Ölçümü yapılacak kişinin kişisel bilgileri forma yazılmalıdır. Katılımcıdan ayakkabılarını, çoraplarını ve tüm aksesuarlarını çıkartmaları istenmelidir.

Vücut ağırlığı ölçme işlemi; katılımcıdan, yüzü tartıya dönük olacak şekilde tartıya çıkmasını istenmelidir. Ölçümü alan uzman, ölçüm sonucunu anında forma kaydetmelidir.

Vücut ağırlığı ölçümlerinin doğruluğu; literatürdeki çalışmalarda vücut ağırlığı ölçümlerinde test güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu söylenmektedir. Güvenilirlik kat sayısı .95-1.00 aralığında ortalama .98 olarak kaydedilmiştir (Ulijaszek ve Kerr 1999).

4.4.3. Beden kütle indeksi

Beden kütle indeksi (BKİ), matematiksel olarak bireyin boy ve ağırlık ölçümlerinden hesaplanmaktadır. Çoğunlukla bireylerin, obez ya da aşırı kilolu tanımlamalarını yapmak için kullanılmaktadır. BKİ 1970’li yıllarda Keys ve arkadaşlarının kullanımıyla popüler olmaya başlamıştır. Amerikan sağlık biriminin ve diğer halk sağlığı uzmanlarının kapsamlı epidemiyolojik çalışmaları yüksek BMI’in çeşitli kronik hastalıklar, yüksek tansiyon, diyabet, metabolik sendrom ve koroner kalp hastalığının artışıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Surgeon, 1996).

BKİ değeri Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) yayınlarına dayalı olarak bireylerin Obezite derecelerini sınıflamak için kullanılabilir. BKİ değeri 18.5 – 24.9 arasında ‘normal’, $BKİ \geq 25$ ise aşırı ağır ve $BKİ \geq 30$ ise obez olarak tanımlanır. BKİ genellikle bir grup birey üzerinde obezite ve kronik hastalık ilişkisini araştırmak için kullanılmaktadır. Bireyin vücut kompozisyonunu belirlemek için kullanılmamaktadır. Vücut kompozisyonunu tanımlamak için çevre ölçümleri, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ve su altı tartım yöntemleri kullanılabilir (Beam ve Adams, 2013).

Tablo 5: Dünya sağlık örgütüne göre BMI sınıflandırması (Status, 1998).

< 16.00	İleri derecede zayıf
16.00–16.99	Orta derecede zayıf
17.00–18.49	Hafif derece zayıf
18.50–24.99	Normal
25.00–29.99	1. derecede fazla kilolu
30.00–39.99	2. derecede fazla kilolu
> 40.00	3. derece ölümcül obezite

4.5. Deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Deri altı yağ kalınlığını ölçmek için kaliper cihazı kullanılmaktadır. Ölçümü yapacak uzman deriyi parmaklarıyla katlayarak çeker ve cihazı yerleştirir. Kaliper standart bir sıkıştırma basıncı uygular ve uzman ölçüm değerine bakar. Yüksek kaliteli

Harpeden™, Lafayette™, ve Lange™ gibi kaliperleri 0.2 mm ve 1.0 mm aralığında okunabilmektedir (Kaner ve ark., 2015).

4.5.1. Deri kıvrım kaliperlerinin kalibrasyonu

Kaliperlerin ölçek birimi milimetredir (mm). Deri kıvrım kaliperlerinin değerlendirilmesinde iki ana özellik bulunmaktadır. Bu özellikler, kaliperin açılma genişliğini yansıtan kaliper çenelerinin uyguladığı basıncın duyarlılığı ve ölçüğün duyarlılığıdır. Bu iki özelliği etkileyebilecek diğer önemli özellikler ise kaliper pivotunun mekanik durumu ile ilgilidir. Gösterge ibresinin mekanik direnci ve kaliper çenelerinin birleşme durumları örnek olarak gösterilebilir (Carlyon ve ark., 1998). Harperden kaliperinde çene kapanma basıncı araştırmalar sonucunda, 7.82 g/mm² olarak rapor edilmiştir. Araştırmalar sonucunda Lange kaliperle aynı 9.36 g/mm² basınç değerleri not edilmiştir. Kaliper ile deri kıvrım kalınlığı ters orantılıdır. Her yıl kaliperin piminin ve çene diziliminin bakımı mutlaka yaptırılmalıdır. Ayrıca ölçüm güvenirliliği için kaliperin yaylarının az bir yağ ile periyodik olarak silinmesi gerekmektedir (Beam ve Adams, 2013).

4.5.2. Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde katılımcı hazırlığı

Ölçüm öncesinde mutlaka bütün katılımcılara ölçüm ile ilgili ön bilgi verilmelidir. Katılımcıların tişört ve şort giyinmeleri istenmelidir. Erkek katılımcılar için üst giysi giyinmemeleri önerilmelidir. Katılımcı bütün deri kıvrım kalınlıkları ölçülürken ayakta dik olarak durmalıdır (Jackson ve ark., 1980).

4.5.3. Deri kıvrım kalınlığı ölçüm tekniği

Deri kıvrım kalınlığında ölçüm noktalarının belirlenmesinde sıklıkla Jackson ve Pollock referansları kullanılmaktadır (Jackson ve ark., 1980). Kaliper dikkatli bir şekilde tutulmalıdır. Eğer ölçümü yapacak uzman, kaliperi sağ ile tutuyorsa, sol elinin işaret parmağı ve baş parmağını kullanarak, ölçüm noktasından 1cm yukarisından deriyi katlamalıdır. Bu katlama iki tabaka deriyi ve yağı temsil etmektedir. Kaliperin uçları belirlenen noktada deri kıvrım eksenine dikey olarak uygulanmalıdır. Ölçümü yapacak uzman, parmaklarıyla kaliper arasındaki 1 cm uzaklık deri kıvrım ölçüsünün,

parmakların basıncından etkilenmemesi önemli bir husustur. Deri kıvrımının sıkıştırılabilirliği nedeniyle kaliper uçları 4 saniyeden fazla uygulanmamalıdır. Böylece dokudan sıvı uzaklaşmamış ve ölçüm değerini azaltmamış olunacağı düşünülmektedir (Macrae ve Wright, 1969). Bu sebeple ölçümü yapacak uzman, ölçümü sadece okumada 1-2 saniye beklemelidir. Bir araştırmada ölçümü yapacak bir uzmanların ölçüm okuma saniyesinde aynı tutarlılıkta olmalı ölçüm güvenilirliği için gerekli bir husustur (Williams ve ark., 1992).



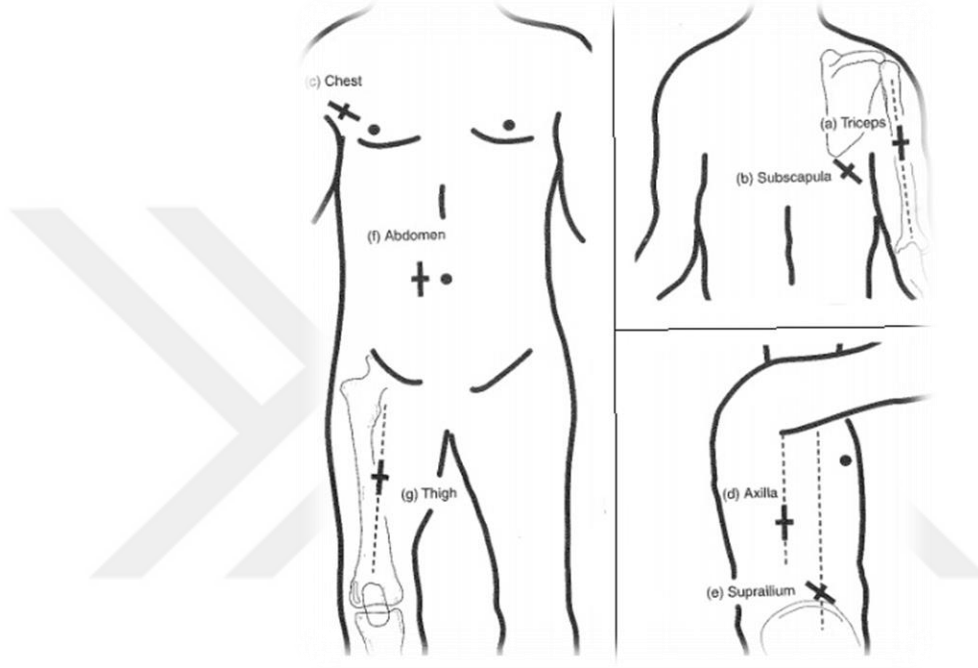
Resim 1: Ölçüm noktasının katlanması ve kaliperin yerleştirilmesi (Beam ve Adams, 2013)

4.5.4. Deri kıvrım kalınlığında ölçüm sayısı

Deri kıvrım kalınlığı ölçümü yapan çoğu uzman bir ölçüm noktasından diğerine geçmeden önce aynı ölçüm noktasından 2-3 kere ölçüm yapmaktadır. Bazı uzmanlar ise, ölçüm noktaları arasında bir döngü yapıp sonra aynı döngüyü 2-3 kere tekrar ederek ölçüm yapmaktadır. Her bölgeden alınan ölçümlerin ortalamaları alınarak veri takip formuna kaydedilmektedir. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri birbirinden %10⁴² veya 2 mm⁴ farklıysa 3 döngü tekrar edilmelidir. Aynı ölçüm noktasında art arda yapılan ölçümlerde uzman, derinin normalleşmesi için ölçüm aralarında yeterli zaman verilmelidir. Eşitlik median değeri kullanırsa ve ilk 2 ölçüm aynı çıktıysa üçüncü ölçümün alınmasına gerek olmadığı düşüncesi de vardır (Williams ve Wilkins, 2014).

4.5.5. Deri kıvrım noktalarını belirlemek ve işaretlemek için özel prosedürler

Jackson ve Pollock yönteminde kullanılan 7 deri kıvrım noktası ölçüm öncesinde belirlenerek kalemle işaretlenmelidir. Her noktaya bir çarpı işareti konulmalıdır. Çarpının uzun kolu deri kıvrımının eksenini belirlemektedir. Yedi nokta yöntemi kullanılıyorsa, bütün noktalar; Triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailiak, karın ve uyluk deri kıvrımı noktaları kullanılır (Coles ve ark., 1994).



Resim 2: Jackson ve Pollock yöntemiyle vücut kompozisyonu belirlemede yedi deri kıvrım noktasının işaretlenmesi (Beam ve Adams, 2013)

4.5.5.1. Triceps deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Ölçümü yapacak uzman, katılımcının arkasında durmalıdır. Katılımcı sağ kolunu dirsekten bükmelidir. Scapulanın acromion çıkıntısının en dış kısmı ve olecranon işaretlenmelidir. Acromion ve olecranon arasında ki mesafe ölçülerek orta noktası işaretlenmelidir. Katılımcı kollarını yana serbest olarak sarkıtmalıdır. Ölçümü yapacak uzman baş ve işaret parmağı ile işaretlenen ölçüm noktasının, yaklaşık 1 cm uzağından deriyi katlayarak ölçüm yapmalıdır (Tamer, 2000).

4.5.5.2. Subskapula deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Katılımcı iki omzunu da gevşek bırakarak öne doğru bakmalıdır. Ölçümü yapacak uzman katılımcının arkasında durmalıdır. Uzman sağ skapulanın inferior açısını belirlemelidir. Skapulanın belirlenmesi için katılımcıdan sağ kolunu arka tarafa bükmesi istenmelidir. Skapula belirlendikten sonra kol yana serbest olarak sarkıtılmalıdır. Scapula deri kıvrımı diagonal olarak ölçülmelidir (Beam ve Adams, 2013).

4.5.5.3. Göğüs deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Ölçümü yapacak uzman, katılımcının önünde durmalıdır. Denek ayakta kolları serbestçe yana sarkıtılmış olarak durmalıdır. Ölçümü yapan uzman, katılımcının sağ koltuk altının ön tarafından meme ucu doğrultusunda aksillar kıvrımı belirlemelidir. Göğüs deri kıvrımı erkeklerde asillanın ön noktasıyla meme ucu arasındaki orta noktadan ölçülmelidir. Kadınlarda ise 1/3'lük noktadan diagonal olarak ölçüm yapılmalıdır (Beam ve Adams, 2013).

4.5.5.4. Axilla deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Katılımcı sağ kolunu hafifçe yukarı kaldırmalıdır. Kolunu ölçüm yapacak uzmanının omuzuna da yerleştirebilir. Ölçümü yapan uzman, sternumun kipsoid prosesi ve sağ aksillanın altında midaxillar çizgiyi belirlemelidir. Axilla deri kıvrım kalınlığı ölçümü, midaxillar çizgide kipsoid proses hizasında dikey olarak yapılmalıdır (Beam ve Adams, 2013).

4.5.5.5. Suprailiak deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Katılımcı sağ kolunu hafifçe yukarı kaldırmalıdır. Gerekirse kolunu ölçüm yapacak uzmanının omuzuna yerleştirebilir. Ölçümü yapan uzman, sağ tarafa suprailiak krest boyunca uzanan yağ dokusunu belirlemelidir. Suprailiak deri kıvrım kalınlığı ölçümü, diagonal olarak iliak krest üzerinde anterior axillar çizgiyi kestiği noktadan yapılmalıdır (Beam ve Adams, 2013).

4.5.5.6. Karın deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Katılımcı ayakta dik duruşta normal nefes alır durumda kalmalıdır. Katılımcı, ağırlığını iki bacağı üzerinde dengeli olarak dağıtmalıdır. Ölçüm noktası göbek çukuru (umbilicus)'un 2 cm sağından belirlenmelidir (Beam ve Adams, 2013).

4.5.5.7. Uyluk deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Ölçümü yapacak uzman inguinal kıvrımla (sağ bacak yere paralel kaldırıldığında gövdeyle uyluk arasında oluşan kıvrım) ve patella (diz kapağı) arasında uzanan sağ uyluğun ön orta çizgisini belirlemeli ve orta noktayı mezura ölçmelidir. Uyluk deri kıvrım kalınlığı mezura ile belirlenip işaretlenen orta noktadan dikey olarak ölçüm yapılmalıdır (Beam ve Adams, 2013).

4.5.6. Jackson ve Pollock'un üç deri kıvrım yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi

Kadın ve erkek katılımcıların üç deri kıvrım kalınlığı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir (Tamer, 2000). Bu formüller güvenilirlik değeri yüksek olduğu için literatürdeki çalışmalarda sıklıkla tercih edilmiştir. Fakat bu formülleri kullanmak her zaman pratik olmamaktadır. Bu sebeple, Jackson ve Pollock'un üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirlemek için kullanılan tablosu tercih edilmektedir. Tablo 6'da kadın ve erkekler için farklı yaş gruplarına ait göğüs, karın ve uyluk deri kıvrım kalınlıklarının toplamalarının, yüzde kaç yağ oranına tekabül ettiği gösterilmektedir (Jackson ve ark., 1978). Kadın ve erkek katılımcıların üç deri kıvrım kalınlığı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi için kullanılan formüller;

- Erkek: $1,10938-(0,00082 \times 3DKT^*)+(0,0000016 \times 3DKT^2)-(0,0002574 \times \text{yaş})$
- Kadın: $1,0994921-(0,0009929 \times 3DKT)+(0,0000023 \times 3DKT^2)-(0,0001392 \times \text{yaş})$

* 3DKT: 3 deri kıvrım kalınlığı toplamı (mm); Göğüs, karın ve uyluk bölgelerinin deri kıvrım kalınlığı toplamı.

Tablo 6: Erkek ve kadınlarda yaş ve üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme (Jackson ve ark., 1978)

3 deri kıvrımı toplamı (mm)	Erkek (yaş)					
	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
15-19	4	4	5	5	6	6
20-24	5	6	6	7	7	8
35-29	7	7	8	8	9	9
30-34	8	9	9	10	10	11
35-39	10	10	11	11	12	13
40-44	11	12	12	13	14	14
45-49	13	13	14	14	15	16
50-54	14	15	15	16	16	17
55-59	16	16	17	17	18	18
60-64	17	18	18	19	19	20
65-69	19	19	20	20	21	21
70-74	20	20	21	21	22	23
75-79	21	22	22	23	23	24
80-84	23	23	24	24	25	25
85-89	24	24	25	25	26	27
90-94	25	25	26	27	27	28
95-99	26	27	27	28	28	29
100-104	27	28	28	29	30	30
105-109	29	29	30	30	31	31
110-114	30	30	31	31	32	32
115-119	31	31	32	32	33	34
120-124	32	32	33	33	34	35
125-129	33	33	34	34	35	36
130-134	34	34	35	35	36	37
135-139	35	35	36	36	37	38
140-144	36	36	37	37	38	38
145-149	36	37	37	38	39	39
150-154	37	38	38	39	40	40
155-159	38	38	39	40	40	41
≥160	39	39	40	40	41	42
3 deri kıvrımı toplamı: Göğüs, Karın ve Uyluk						

Tablo 6a: Erkek ve kadınlarda yaş ve üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme (Jackson ve ark., 1978)

3 deri kıvrımı toplamı (mm)	Kadın (yaş)					
	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
15-19	8	8	9	9	9	9
20-24	10	10	10	11	11	11
35-29	12	12	12	13	13	13
30-34	14	14	14	15	15	15
35-39	16	16	16	16	17	17
40-44	17	18	18	18	18	19
45-49	19	19	20	20	20	21
50-54	21	21	21	22	22	22
55-59	22	23	23	23	24	24
60-64	24	24	25	25	25	26
65-69	26	26	26	26	27	27
70-74	27	27	29	28	28	29
75-79	29	29	31	30	30	30
80-84	30	30	32	31	31	32
85-89	32	32	33	32	33	33
90-94	33	33	35	34	34	34
95-99	34	34	36	35	35	36
100-104	35	36	37	36	37	37
105-109	37	37	38	38	38	38
110-114	38	38	40	39	39	39
115-119	39	39	41	40	40	41
120-124	40	40	42	41	41	42
125-129	41	41	43	42	42	43
130-134	42	42	44	43	43	44
135-139	43	43	44	44	44	45
140-144	44	44	45	45	45	45
145-149	45	45	46	46	46	46
150-154	45	46	46	46	47	47
155-159	46	46	47	47	47	48
≥160	47	47	47	48	48	48
3 deri kıvrımı toplamı: Göğüs, Karın ve Uyluk						

4.5.7. Jackson ve Pollock'un yedi deri kıvrımı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi

Vücut yağ yüzdesini belirlemek için kullanılan yöntemlerden bir diğeri ise, yedi deri kıvrım kalınlığının kombinasyonlarıdır. Yağ yüzdesi, cinsiyet, yaş ve yedi deri kıvrımının toplamıyla tablo kullanılarak da belirlenebilir.

Kadın ve erkek katılımcıların yedi deri kıvrım kalınlığı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir. Bu formüller güvenilirlik değeri yüksek olduğu için literatürdeki çalışmalarda sıklıkla tercih edilmiştir. Fakat bu formülleri kullanmak her zaman pratik olmamaktadır. Bu sebeple, Jackson ve Pollock'un üç deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirlemek için kullanılan tablosu tercih edilmektedir. Tablo 7'de kadın ve erkekler için farklı yaş gruplarına ait triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailiak, karın ve uyluk deri kıvrım kalınlıklarının toplamlarının, yüzde kaç yağ oranına tekabül ettiği gösterilmektedir (Jackson ve ark., 1978).

Kadın ve erkek katılımcıların üç deri kıvrım kalınlığı yöntemiyle yüzde yağın belirlenmesi için kullanılan formüller;

- Erkek: $1,112 - (0,00043499 \times DKT^*) + (0,00000055 \times DKT^2) - (0,00028826 \times \text{yaş})$
- Kadın: $1,097 - (0,00046971 \times DKT) + (0,00000056 \times DKT^2) - (0,00012828 \times \text{yaş})$

Deri kıvrımı kalınlığı ve hidrostatik tartımla belirlenmiş yüzde yağ değerleri arasında korelasyon kat sayısı 0,70 ile 0.90 arasındadır (Williams ve Wilkins, 2014). Literatürdeki çalışmalar genellikle üç deri kıvrım kalınlığı yöntemi ile geliştiren regresyon eşitliğinin en düşük standart sapma puanına sahip olduğu söylenmektedir (Jackson ve ark., 1978). Vücut kompozisyonu değerlendirilmesinde, deri kıvrımı, boy, ağırlık, yaş, çap, çevre tablolarının kullanılmasında bireysel farklılıklara da dikkat edilmesi gerektiği söylenmektedir (Jackson ve ark., 1978).

* DKT: Deri Kıvrımı Toplamı (mm); Triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailiak, karın ve uyluk

Tablo 7: Erkek ve kadınlarda yaş ve yedi deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme (Jackson ve ark., 1978)

7 deri kıvrımı kalınlığı toplamı (mm)	Erkek (yaş)					
	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
40-49	5	5	6	7	7	8
50-59	6	7	8	8	9	9
60-69	8	8	9	10	10	11
70-79	10	10	11	11	12	12
80-89	11	11	12	13	13	14
90-99	12	13	14	14	15	15
100-109	14	14	15	16	16	17
110-119	15	16	16	17	18	18
120-129	17	17	18	18	19	20
130-139	18	18	19	20	20	21
140-149	19	20	20	21	22	22
150-159	20	21	21	22	23	23
160-169	21	22	23	23	24	25
170-179	23	23	24	24	25	26
180-189	24	24	25	25	26	27
190-199	25	25	26	26	27	28
200-209	26	26	27	27	28	29
210-219	27	27	28	28	29	30
220-229	28	28	29	29	30	31
230-239	28	29	29	30	31	31
240-254	29	30	30	31	32	32
255-69	30	31	32	32	33	34
270-284	31	32	32	33	34	35
285-299	32	33	33	34	35	35
300-314	33	33	34	35	35	36
315-334	34	34	35	36	36	37
335-354	34	35	35	36	37	38
355-374	35	35	36	37	37	38
≥395	35	35	36	37	38	38
7 deri kıvrım kalınlığı toplamı: triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailiak, karın ve uyluk						

Tablo 7a: Erkek ve kadınlarda yaş ve yedi deri kıvrım kalınlığına göre yüzde yağ belirleme (Jackson ve ark., 1978)

7 deri kıvrımı kalınlığı toplamı (mm)	Kadın (yaş)					
	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
40-49	11	11	11	11	12	12
50-59	12	13	13	13	13	14
60-69	14	14	15	15	15	15
70-79	16	16	16	17	17	17
80-89	18	18	18	18	19	19
90-99	19	19	20	20	20	21
100-109	21	21	21	22	22	22
110-119	22	23	23	23	23	24
120-129	24	24	24	25	25	25
130-139	25	26	26	26	26	27
140-149	27	27	27	28	28	28
150-159	28	28	29	29	29	30
160-169	29	30	30	30	31	31
170-179	31	31	31	32	32	32
180-189	32	32	33	33	33	33
190-199	33	33	34	34	34	35
200-209	34	35	35	35	36	36
210-219	36	36	36	36	37	37
220-229	37	37	37	37	38	38
230-239	38	38	38	38	39	39
240-254	39	39	39	40	40	40
255-69	40	40	41	41	41	42
270-284	41	42	42	42	42	43
285-299	42	43	43	43	44	44
300-314	43	44	44	44	45	45
315-334	44	45	45	45	46	46
335-354	45	46	46	46	47	47
355-374	46	46	47	47	47	48
≥395	47	47	47	48	48	48

7 deri kıvrım kalınlığı toplamı: triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailiak, karın ve uyluk

4.5.8. Antropometrik ölçümler kullanılarak vücut kompozisyonunu belirleme eşitlikleri

Çocuklar (8-12 yaş) için eşitlikler (Slaughter ve ark., 1988);

- %yağ(erkek)= $1,0+(0,735 \times \text{ÇDKT}^1)$
- %yağ(kız)= $5,1+(0,610) \times \text{ÇDKT}$

Yaşlı Yetişkinler (34-84 yaş) için eşitlikler (Williams ve ark., 1992);

- %yağ(erkek)= $(0,486 \times \text{YDKT}^2) - (0,0015 \times \text{YDKT}^2) + (0,067 \times \text{yaş}) - 3,83$
- %(kadın)= $(0,573 \times \text{YDKT}) - (0,0022 \times \text{YDKT}^2) + (0,107 \times \text{yaş}) - 9,35$

Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümlerini ve Çevre Ölçümü Kullanan Eşitlikler (Tamer, 2000);

- Erkek= $1,101 - (0,0004115 \times \text{DKT}^3) + (0,00000069 \times \text{DKT}^2) - (0,00022631 \times \text{yaş}) - (0,0059239 \times \text{BÇ}^4) + (0,0190632 \times \text{ÖKÇ}^5)$
- Kadın= $1,147 - (0,00042359 \times \text{DKT}) + (0,00000061 \times \text{DKT}^2) - (0,000652 \times \text{KÇ}^6)$

Literatürdeki çalışmalarda deri kıvrım kalınlığı değerlerine ek antropometrik ölçümlerinin de kullanıldığı formül kombinasyonlarının daha etkili olduğu söylenmiştir. Deri kıvrım kalınlığı, çap ve çevre ölçümlerinin beraber kullanıldığı formüllerin kemik genişliklerine dikkat edilmesi sebebiyle güvenilirliklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Jackson ve ark., 1980).

¹ ÇDKT: Çocuk deri kıvrım kalınlığı toplamı (mm); Triceps ve calf bölgelerinin deri kıvrımı toplamı.

² YDKT: Yetişkin deri kıvrım kalınlığı toplamı (mm); Triceps, subskapula, karın ve calf deri kıvrımı toplamı.

³ DKT: Deri kıvrım kalınlığı toplamı (mm); Triceps, subskapula, göğüs, axilla, suprailak, karın ve uyluk deri kıvrımı toplamı.

⁴ BÇ: Bel çevresi (cm).

⁵ ÖKÇ: Ön kol çevresi (cm).

⁶ KÇ: Kalça çevresi (cm).

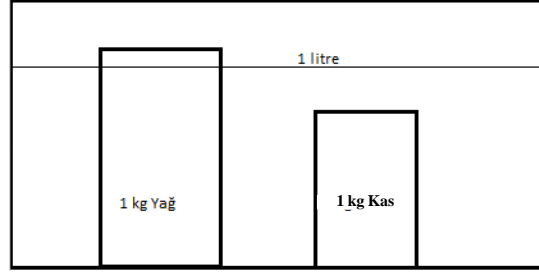
Tablo 8: Üç ve yedi deri kıvrım kalınlığı toplamına göre yüzde yağ kategorileri (Jackson ve ark., 1980)

Erkek				
Kategori (yüzdeler)	Tanım	Toplam 3	Toplam 7	%yağ
Ort. Çok üstü (>95th)	Çok zayıf	<19	<37	<4.5
Ort. Üstü (75th-95th)	Zayıf	19-43	37-87	4.5-12.3
Ortalama (25th-74th)	Ortalama	44-76	88-158	12.4-23.1
Ort. altı (5th-24th)	Aşırı yağlı	77-99	159-208	23.2-30.9
Ort. çok altı (<5th)	Obez	>99	>208	>30.9
Ortalama		59.4	122.6	17.7
Kadın				
Kategori (yüzdeler)	Tanım	Toplam 3	Toplam 7	%yağ
Ort. Çok üstü (>95th)	Çok zayıf	<30	<56	<12.2
Ort. Üstü (75th-95th)	Zayıf	30-48	56-76	12.2-19.2
Ortalama (25th-74th)	Ortalama	49-73	77-169	19.3-29.0
Ort. altı (5th-24th)	Aşırı yağlı	74-91	170-190	29.1-36.0
Ort. çok altı (<5th)	Obez	>91	>190	>36.0
Ortalama		60.3	122.7	24.1

4.6. Su Altı Ağırlığı Ölçüm Yöntemi

Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi 'altın standart' olarak kabul edilmektedir. Çünkü diğer yöntemler için kriter olarak algılanır (Tamer, 2000). Su altı ağırlığı ölçümü, yüzme havuzu, jakuzi veya göl gibi su dolu herhangi bir yerde yapılabilir. Rezidüel volümü ölçmek yerine kestirme yapılması, su altı ağırlığı ölçüm tekniğini, büyük ölçüde kolaylaştırmıştır (Brooks ve ark., 1996). Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi için kullanılan gerekçeler fiziksel ve anatomik faktörler arasındaki etkileşime dayanmaktadır. Örneğin su altı ağırlığı ölçüm yöntemi, insan vücudun anatomik kompartimanların farklı yoğunluğundan etkilenmektedir. Yağ hem mekanik hem de

estetik olarak dezavantaj olabilir. Çünkü yağ dokusu benzer volümdeki yağsız vücut dokusundan daha hafiftir. Bu sebeple 1g yağ, 1g proteinden daha fazla yer kaplamaktadır (Beam ve Adams, 2013).



Şekil 3: 1 kg yağ ve 1 kg kasın kapladıkları volümler

Yağ depolanması ya da proteinsel büyüme biçiminde farklı gelişimler gözlenebilir. Bu sebeple aynı boy ve aynı vücut ağırlığına sahip bireyler farklı vücut kompozisyonunda görülebilmektedir.

Su Altı Ağırlığı Ölçüm Yöntemi, insan bedeninin yoğunluğunu belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Beden yoğunluğu biliniyorsa eşitlikler kullanarak beden yüzde yağ değeri hesaplanmaktadır. Beden yoğunluğu beden kütlelerinin beden volümüne eşittir (Beam ve Adams, 2013).

- Yoğunluk (g.ml^{-1}) = Kütle (g) / Volüm (ml)
- Beden yoğunluğu = Beden kütlesi /Beden volümü

Normal beden kütlesi tartıda ölçüldüğünde havada beden kütlesi olarak tanımlanır (Body mass_{AIR}). Suyu tamamen battıktan sonra ölçülen beden ağırlığına suda beden kütlesi denir (Body mass_{WATER}). Arşimet prensibine göre suya batmış beden ağırlığı, suyun ağırlığı kadar kaldırma kuvvetine maruzdur. Bir başka ifade ile, havadaki beden kütlesiyle, su altında ki beden kütlesi arasındaki fark taşınan suyun kütlesine eşittir. Taşınan su miktarı biliniyorsa, suyun volümü suyun kütlelerinin yoğunluğuna bölümüyle belirlenebilmektedir. Bu volüm beden volümüne eşit kabul edilmektedir (Beam ve Adams, 2013).

- Taşınan suyun kütlesi = (Body mass_{AIR} – Body mass_{WATER})
- Su volümü = (Body mass_{AIR} – Body mass_{WATER}) / Suyun yoğunluğu

Arşimet prensibine göre, su altı ağırlığı ölçüm yöntemi dolaylı bir ölçümdür. Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi iki bileşenden oluşmaktadır. Toplam beden kütlesi içinde yağ kütlesi ve yağsız beden kütlesi olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu katmanlaştırmadan, beden yağ yüzdesi yağ kütlesinin toplam beden kütlesine bölümüyle belirlenebilmektedir (Tamer, 2000).

- Toplam beden kütlesi = Yağ kütlesi + Yağsız kütle
- %yağ = (Yağ kütlesi / Toplam beden kütlesi) x 100

4.6.1. Su altı ağırlığı ölçüm araçları

Yaklaşık 50 yıldır, çoğu su altı ağırlığı ölçüm yönteminde Chatillon otopsi terazisi kullanılmaktadır. Chatillon ölçeği genellikle, maksimum 9 kg ile 15 kg aralığında sonuç verebilmektedir. 9 kilogramlık Chatillon ölçeğinde, 1kg, 2 kg ve 3 kg işaretleri bulunmaktadır (Beam ve Adams, 2013).



Resim 3: Beden yoğunluğunu belirlemek için kullanılan Chatillon ölçeği (Tamer, 2000)

Su tankları şekil ve ağırlık bakımından farklılık göstermektedir. Örneğin, kızılağaç, çelik, fiberglas ve fayans gibi malzemeler kullanılabilir. Fakat ölçüleri bakımından benzerlerdir. Katılımcıların rahatça içine oturabilecekleri genişliktedir. Su tankları, su filtresi ve ısıtma içermektedir. Beden kütlesi battığı suyun ıslısına göre farklılık gösterir (Beam ve Adams, 2013). Suyun ıslısı basit bir termometreyle ölçülebilir. Su yoğunluğu hidrometreyle izlenebilir veya uygun bir su ıslısına göre tablodan hesaplanabilir (Tamer, 2000).

Tablo 9: Su ısı ve su yoğunluğu ilişkisi (Tamer, 2000)

Su Isısı			Su Yoğunluğu		
°C	°F	g.ml ⁻¹	°C	°F	g.ml ⁻¹
0	32	0.999	32	89.5	0.9950
4	39	1.000	33	91	0.9947
24	75	0.9973	34	93	0.9944
25	77	0.9971	35	95	0.9941
26	79	0.9968	36	97	0.9937
27	81	0.9965	37	98.6	0.9934
28	82	0.9963	38	100	0.9930
29	84	0.9960	39	102	0.9926
30	86	0.9957	40	104	0.9922
31	88	0.9954			

Su altı tartımında residüel volümün doğrudan ölçümü Residüel volüm (RV) tercih edilmektedir. RV dikkate alınmazsa, su içinde ki ağırlık kaybı çok fazla olacaktır. RV ölçülebilir, vital kapasiteye göre tahmin edilebilir ya da her cinsiyet için yaşa göre sabit olduğu söylenebilir. Yapılan araştırmalarda kişisel farklılıklardan dolayı RV'nin ölçülmesi tavsiye edilmektedir. RV'nin ölçülebilmesi için, nitrojen yıkama, helyum çözülmesi ve oksijen çözülmesi metotları kullanılmaktadır. Literatürdeki çalışmalarda RV'nin su içinde ya da su dışında yapılması gerektiğine dair net bir fikir oluşmamıştır. Yapılan öneriler RV'nin sürekli aynı ortamda yapılması gerektiği yönündedir. Tahmini RV ölçümlerinde kullanılacak formüller (Tamer, 2000);

- Erkek: $RV = (0,19 \times \text{boy (cm)}) + (0,0115 \times \text{yaş}) - 2,24$
- Kadın: $RV = (0,032 \times \text{boy (cm)}) + (0,009 \times \text{yaş}) - 3,90$
- Antrenmanlı sporcular için: $RV = FVC^*$ 'nin %24'üdür.

* FVC: Zorlu Vital Kapasite

4.6.2. Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi prosedürü

Katılımcılara ölçüm öncesinde ölçüm ile ilgili ön bilgiler verilmelidir. Katılımcılardan ölçüm güvenilirliği için, su altı tartım öncesinde 3-4 saat yemek yememeleri istenmelidir. Katılımcılara testten 12 saat öncesine gaz yapıcı yiyecekler almaması gerektiği söylenmelidir (Siri, 1961). Ölçümü alacak uzman, ölçüm sonuç dosyasına yaş, boy ve vücut ağırlığını kaydetmelidir. Katılımcının rezidüel volümü veya vital kapasitesini ölçülmeli ve ölçüm sonuç dosyasına eklenmelidir. Katılımcı mayosuyla havuza girerek ve saçlarını ve mayosunu ıslatmalıdır. Böylece hapsedilmiş havanın çıkmasını sağlayacaktır. Uzman sıcaklığı ölçüm sonuç dosyasına eklemelidir. Katılımcının sandalyeye oturmadan önce çene yüksekliğine kadar suya batması gerekmektedir. Böylece uzmanın elektronik olarak sıfırlama yaparak, su altı ağırlığı ölçümün doğrudan kaydedilmesine olanak sağlayacaktır. Katılımcının sandalyeye oturarak protokolde var ise katılımcı ağırlık kemerini bağlamalıdır. Katılımcı istiyorsa burun mandalı takılabilir. Ölçümü yapacak uzmanın, katılımcıya nasıl oturacağı, suya nasıl batacağı ve ciğerlerinden olabildiğince havayı nasıl dışarı çıkartabileceği konusunda yönlendirmesi gerekmektedir. Katılımcı nefes vermeye başladığında yavaşça ileriye katlanarak başı ve omuzlarıyla, tüm bedeniyle tamamıyla suya batmak üzere katlanmaya devam eder. Ölçümü yapacak uzmanın, bu noktada ölçüm aracının salınımını durdurmak için sandalyeyi hafifçe kontrol etmesi ve hava kabarcığı olmadığını kontrol etmesi gerekmektedir. Katılımcı nefes vermeye devam etmelidir. Tüm hava kabarcıkları durduğunda uzman, sandalyeyi bırakmalı ve ölçüm sonucunu kaydetmelidir. Değerlerin tutarlılığına bağlı olarak denemeler 5-12 kere tekrar edilebilmektedir. Son iki ya da üç denemenin ortalaması alınarak su altı ağırlığı olarak kabul edilmelidir (Beam ve Adams, 2013).

4.6.3. Su Altı Ağırlığı Ölçüm Hesaplamaları

Beden yoğunluğu, birim volüme düşen kütle olarak tanımlanabilir. Katılımcının beden kütlesi karada hassas bir tartı ile ölçülmelidir. Beden volümünü belirlemek zordur. Fakat Arşimet prensibiyle karada ve su altındaki kütle değişimi gözlenerek belirlenebilir. Kütledeki bu farklılık, yer değiştiren su kütlesini temsil etmektedir. Su yoğunluğuna (DW) bölünerek yer değiştiren su volümü ve beden volümü

belirlenebilir. Esansiyel hava (akciğer havası ve gastrointestinal gaz), aktüel beden volümünden çıkarılarak bulunabilir (Siri, 1961).

- Beden yoğunluğu = Beden kütlesi /Beden volümü
- Beden volümü= $((BM_A^1 - BM_W^2) / D_W^3) - (RV_{BTPS}^4 + V_{GI}^5)$
- $D_B \text{ (g.ml}^{-1}\text{)} = BM_A / ((BM_A - BM_W) / D_W) - (RV_{BTPS} + V_{GI})$

Bu hesaplamayı göstermek için bir örnek tasarlanmıştır. 30 yaşında erkek, beden ağırlığı 70 kg, su altında ağırlığı 2,5 kg ve rezidüel volüm 1,15 litre, olan bir bireyin beden yağ yüzdesinin hesaplanması;

$$BM_A = 70 \text{ kg} = 70,000 \text{ g}$$

$$BM_W = 2,5 \text{ kg} = 2500 \text{ g}$$

$$D_W = 0,9950 \text{ g.ml}; RV_{BTPS} \text{ ml}^{-1} = 115$$

$$D_B = 70,000 / (((70,000 - 3500) / 0,9950) - 1150 + 100) = \mathbf{1.051 \text{ g.ml}^{-1}}$$

$$\% \text{ Beden yağı} = (495 / 1.051) - 450 = \% 20.9 = \mathbf{\% 21}$$

Beden ağırlığı ve yağ yüzdesi ile katılımcının aktüel yağ ağırlığı ve yağsız ağırlığı hesaplanır. Örnekte, yağ ağırlığı beden ağırlığının %21 olarak hesaplanmıştır (70,0 kg), bu da 14,7 kg yağı ifade eder. 14,7 kg yağ beden ağırlığının toplam kilodan çıkartıldığında, yağsız ağırlık 55.3 kg olarak hesaplanır.

- Yağ ağırlığı = Beden Ağırlığı * (% yağ / 100)
- Yağsız ağırlık = Beden Ağırlığı – Yağ ağırlığı

$$\text{Beden ağırlığı} = 70,0 \text{ kg}$$

$$\text{Beden yüzde yağ oranı} = \%21$$

$$\mathbf{\text{Yağ ağırlığı} = 70,0 \text{ kg} * (21 \% 100) = 70,0 * 0,21 = \mathbf{14,7 \text{ kg}}}$$

$$\mathbf{\text{Yağsız ağırlık} = 70,0 \text{ kg} - 14,7 \text{ kg} = \mathbf{55,3 \text{ kg}}}$$

¹ BMA: Beden kütlesi su dışı (g)

² BMW: Beden kütlesi suda (g)

³ DW: Su yoğunluğu (g.ml-1)

⁴ RVBTPS: Rezidüel volüm (ml)

⁵ VGI: Gastrointestinal hava volümü (ml). 100 ml kabul edilir.

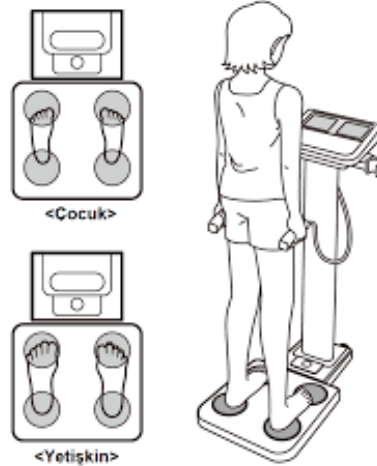
Sualtı ağırlığı yöntemi, beden volümü ve beden yoğunluğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Önce beden yoğunluğu belirlenir, sonra bu değer kullanılarak beden yağ yüzdesi belirlenir. Su altı ağırlığı ölçüm yöntemi, beden yüzde yağ oranı ve yağsız beden ağırlığı olmak üzere iki aşamada incelenmektedir (Siri, 1961).

4.6.4. Su Altı Ağırlığı Ölçümünün Doğruluğu

Su altı ağırlığı ölçümünün güvenilirliği yüksektir ($r \geq 0,95$). Araştırmacıların deneyimleri, araçların doğruluğu ve katılımcıların deneyimi nedeniyle değişiklik gösterebileceğini belirtmektedir. Bir testin tekrarlanabilirliği her koşulda yeterli olmayabilir. İstatistik heterojen bir grupta (örneğin, yağ içeriğinde büyük farklar olan gruplarda) uygulandığı zaman yüksek ilişki saptayabilir. Bu yüzden testin doğruluğunu açıklayabilmek için korelasyon değeri ve standart sapma değeri birlikte kullanılmalıdır (Beam ve Adams, 2013).

4.7. Biyoelektrik İmpedans Analizleri

Biyoelektrik impedans analizi, zayıf elektrik akımlarının vücut dokularından geçerken karşılaştığı dirence bakarak dokular hakkında bilgi üretme temelli bir doku ölçüm yöntemidir (Bodur ve ark., 2007). Bu yöntem kişinin vücut yapısının su, yağ, kas, kemik oranlarını BMI'den daha anlamlı bir şekilde belirlemekte kullanılmaktadır (Kabiri ve ark., 2015).



Resim 4: Biyoelektrik impedans sensörleri

4.7.1. Biyoelektrik impedans analizi çalışma protokolü

Tartının üzerinde yalın ayakla durulduğunda, cihazın elektrotlardan sınırlandırılmış bir elektrik akımı gönderilmeye başlamaktadır. İki ayak iki el sensörlü bulunan çok parçalı modellerde, sağ-sol bacak, sağ- sol kol ve core bölgesi için ayrıntılı okumalar sağlanmasına olanak tanımaktadır. Elektrik sinyali, kas dokusunun hidratlı yapısından dolayı hızlı kas dokusundan hızlı bir şekilde geçmektedir. Elektrik sinyali yağ dokusuna denk geldiğinde yüksek direnç ile karşılaşmasından dolayı yavaşlamaktadır. İmpedans olarak adlandırılan bu direnç cihaz ile ölçülür. Ölçülen bu değerler vücut kompozisyonunu hesaplamak için kullanılan denklemlere girilir. Cihaza kaydedilen bu denklemler bilimsel onaylanmış denklemlerdir. Monitöre bağlı olarak vücut kompozisyonu ölçümleri 20 saniyenin altında sonuç vermektedir. Ölçüm başlatılmadan önce cinsiyet, boy ve yaş verileri cihaza yüklenmelidir (Sergi ve ark., 2017).

4.7.2. Biyoelektrik impedans analizlerinde elde edilen veriler

Vücut ağırlığı; bireyin yağlı ve yağsız doku yapılarının toplamını içermektedir. Vücut ağırlığı bir başka ifade ile vücut ağırlığı olarak adlandırılmaktadır. Vücut ağırlığının ölçüm birimi kilogramdır (Tamer, 2000).

Beden kitle indeksi; bir matematik işlemidir. Bu işlem sonucunda çıkan değerler için referans aralıkları içeren kaynaklar mevcuttur. Değerlendirme sonucu oluşturulan analiz raporlarında. Ayrıca raporda kişinin BMI değerinin referans değerlerine olan uzaklığı da bulunmaktadır. İşlem kısaca; $BKI = \text{Vücut ağırlığı} / (\text{Boy (mt)} \times \text{Boy (mt)})$ olarak yapılmaktadır (Tamer, 2000).

Yüzde yağ oranı ve yağ ağırlığı (kg); yağlar canlı organizma için gerekli olan enerji ihtiyacının en önemli kaynağıdır. Canlı organizmanın belirli seviyede yağ ihtiyacı vardır. Yağların insan vücudunda ki temel görevleri kısaca; eklemlerin desteklenmesi, iç organların darbelere karşı korunması ve vücut ısısının kontrolüdür. Bu sebeple, kişinin ihtiyacı olan yağ oranına bilinçli bir şekilde karar verilmelidir (Beam ve Adams, 2013).

Yüzde sıvı oranı ve ağırlığı (kg); yetişkin bireylerin vücut ağırlığının yaklaşık %50 – 70' i vücut sıvılarından oluşmaktadır. Bu değer takvim yaşına ve cinsiyetine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Her yaş grubunda bireylerin yüzde vücut değerleri vücut ağırlığı kontrol programlarına dahil edilmelidir. Biyoelektrik impedans analizi sonucunda çıkarılan raporda, bireyin yüzde sıvı oranı (%) ve sıvı ağırlığı (kg) olarak görülmektedir (Sergi ve ark., 2017).

Kas ağırlığı (kg); canlı organizmada kasların temel görevleri, kemiklerin ve eklemlerin koordinasyonlu bir şekilde çalışmasına yardım etmek, vücut şeklinin oluşturulması, maddelerin taşınması ve vücut ısısı üretimidir. Biyoelektrik impedans analizi sonucu oluşturulan raporda kas ağırlığı kilogram olarak görülmektedir (Hazır ve Açıkada., 2002).

Segmental vücut kompozisyonu analizi; segmental vücut kompozisyonu analizinde beş bölgeden bahsedilmektedir. Bu bölgeler. Sağ-sol kol, sağ-sol bacak ve karın olarak sınıflandırılmıştır. Segmental vücut kompozisyonu analizinde her bölge için yüzde yağ, yağ ağırlığı, yüzde kas, kas ağırlığı, yüzde sıvı ve sıvı ağırlığı değerlerine ulaşılabilir. Segmental vücut kompozisyonu analizi, vücut denge ve dağılımı hakkında fikir sahibi olabilmek amacıyla yapılmaktadır (He ve ark., 2016).

Metabolizma yaşı ve bazal metabolizma hızı; vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, vücut yüzde yağ oranı ve yüzde sıvı değerleri üzerinden bilimsel olarak kanıtlanmış denklemler yardımıyla ölçümü yapılan kişinin bazal metabolizma değeri hesaplanmaktadır. Bazal metabolizma hızı iki farklı ölçü birimi ile ifade edilmektedir. Ölçüm birimleri Kcal ve Kil'dir. Fiziksel aktivite dahil edilmeden istirahat durumunda iken kişinin ihtiyacı olan enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bazal metabolizma, BMR, RMR, BMH olarak da ifade edilmektedir (He ve ark., 2016).

İdeal vücut ağırlığı ve obezite derecesi; ideal vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve takvim yaşına uygun aralıklı değerler olarak tanımlanmaktadır. Ölçümü yapılan kişinin biyoelektrik impedans analiz sonucunda, vücut kile indeksi değerlerine göre hesaplanan alt vücut ağırlığı ve üst vücut ağırlığı değerleri arasında bulunması gereken vücut ağırlığı "ideal vücut ağırlığı" ya da "ideal vücut ağırlığı şeklinde adlandırılmaktadır. En ideal vücut ağırlığı, alt değer ile üst değer toplamının ikiye

bölünmesi ile hesaplanmaktadır. İdeal vücut ağırlığına olan uzaklığa “Obezite derecesi” adı verilmektedir. Obezite derecesi yüzde (%) olarak ifade etmektedir (He ve ark., 2016).

Mineral miktarı ve protein miktarı; canlı organizmada, kemiklerde, saçlarda, dişlerde ve benzer yapısalarda mineral mevcuttur. Biyoelektrik impedans analizi sonucunda ideal mineral değerleri kg ve yüzde şeklinde gösterilmektedir. Biyoelektrik impedans analizi sonucunda ideal protein değerleri de kg ve yüzde şeklinde gösterilmektedir (Hazır ve Açıkada., 2002).

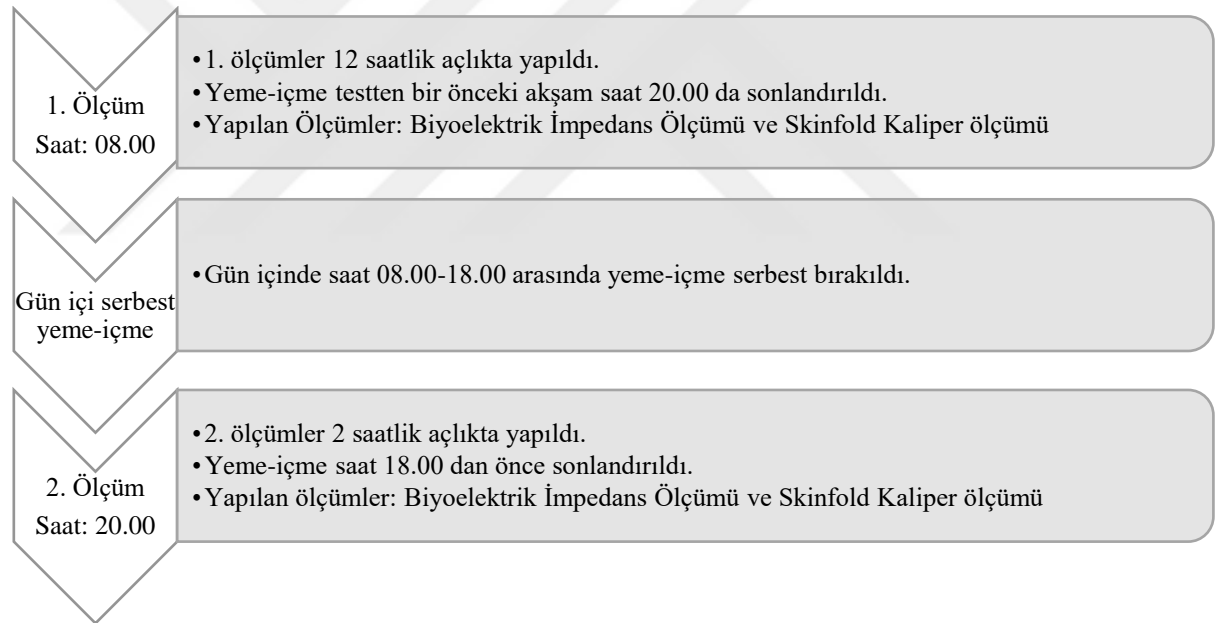
İç organlar çevresi yağlanma oranı; bu oran cihazlarla yapılmış bilimsel çalışmalarla paralel geliştirilmiş, 1 – 59 arasında numerik bir sınıflamayı barındırmaktadır. 1 – 15 arasındaki değer 1’den başlayarak en ideal olmak üzere 15’e kadar olan sınıflama normal aralık olarak değerlendirilir. Üzerinde olan değerler ideal değerler kriterleri dışında kalır ve numerik değer yükseldikçe ideal değerlerden o oranda uzaklaştığı görülmektedir (Hazır ve Açıkada., 2002).

Beden yoğunluğu; biyoelektrik impedans analizinde beden yoğunluğunun hesaplanmasında, Brozek’ in “Body Density” çalışmalarından elde ettiği hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Bu hesaplama kısaca ölçümü yapılan kişinin 1 litresinin, kaç kilograma tekabül ettiğinin hesaplanmasıdır (Andstad ve ark., 2014).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1 Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Laboratuvarında ve Üsküdar Belediyesi Spor Salonunda gerçekleştirildi. Etik kurul onayı, gönüllü onay formu ve Marmara Üniversitesi'nden ve Üsküdar Belediyesi'nden izin belgeleri alındıktan sonra araştırmanın ön testlerine başlandı. Ölçümler aşağıda belirtilen saatlerde alındı. Tüm katılımcılara zaman kısıtlı beslenme programı uygulanmıştır. Bu doğrultuda katılımcılar bir önceki gece saat 20:00 ve 08:00 arasında yeme içme yapılmamıştır. Gün içinde vücutta fazla su tutucu besinler tüketilmemiştir. İkinci ölçüm için ise saat 18:00 ve 20:00 arasında yeme içme yapılmamıştır.



Şekil 4: Araştırmanın ölçüm saatleri

5.2 Araştırma Modeli

Araştırma modelimiz bağımlı ve bağımsız değişkenlerden oluşan tek değişkenli deneysel bir araştırmadır. Araştırmaya katılan 21 kadın ve 21 erkek gönüllüden sabah 12 saatlik açlıkta ve akşam 2 saatlik açlıkta olmak üzere ölçümler sabah ve akşam

olarak gün içinde 2 kez tekrarlandı. Her iki gruba da her iki açlık durumunda da hem skinfold kaliper ölçümü hem de biyoelektrik impedans ölçümleri uygulanarak aralarındaki tutarlık hesaplandı.

5.3. Veri Toplama Araçları

5.3.1. Skinfold kaliper ölçümü

Boy ölçümü, düz duvar önünde katılımcıdan en dik pozisyonda duvara yaslanmasını ve topuklarını birleştirip ayaklarını 30° derece açmasını isteyerek, ayakları çıplak vaziyette ölçüldü (Bodur ve ark 2007). Başın en yüksek kısmı kalem yardımıyla duvara işaretlenerek, mezura ile ölçüm iki kez tekrarlandı. Ve iki ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi.

Ağırlık ölçümü, şortlu ve çıplak ayak vaziyette 0.01 ölçüm hassasiyeti olan biyoelektrik impedans yöntemiyle (markası Tanita BC 418 Vücut Analizatörü) ile ölçüldü. Katılımcıların vücut kütle indeksi, vücut ağırlıklarının, boy uzunluğunun karesine bölünerek elde edildi. Ölçüm noktaları önce kalem ile belirlendi. Ölçümler üç kez tekrarlanıp ve ortalamaları alınarak yüzde yağ oranları hesaplandı (Beam ve Adams, 2013).

Triceps deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Üst kolun arka orta kısmından scapula acromion ve olekron çıkıntıları arasında ki mesafenin ortasından dikey olarak kas üzerindeki deri altı yağ kalınlığı ölçüldü.

Subskapular deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Kollar aşağı sarkıtılmış ve vücut gevşemiş durumda iken kürek kemiğinin hemen altından (makro medialis) ve kemiğin kenarına paralel, vücuda diyagonal olarak deri altı yağ kalınlığı ölçüldü.

Göğüs deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Ölçüm diyagonal doğrultuda yapıldı. Ölçüm noktaları, erkeklerde meme ucu ile axilla'nın anterior kısmının ortası, Kadınlarda ise axilla'nın anterioru ile meme ucu arasındaki mesafenin 1/3'ü şeklindedir.

Midaxilla deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Ölçüm dikey doğrultuda yapıldı. Midaxilla'nın ortası ile sternumun ksifoid çıkıntısı hizası ölçüm yeri olarak belirlendi.

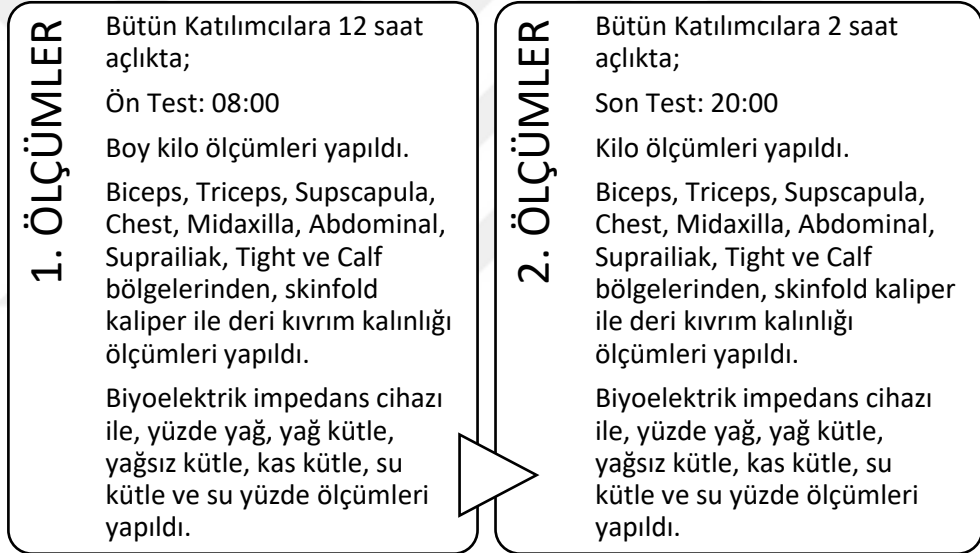
Suprailiac deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Ölçüm diyagonal doğrultuda yapıldı. İliac'ın uç kısmı ile axilla'nın anterior noktasının kesiştiği yerden ölçüm yapıldı.

Abdominal deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Umbilikusun 2 cm sağ tarafından dikey doğrultuda ölçüm yapıldı.

Uyluk deri altı yağ kalınlığı ölçümü: Ölçüm dikey doğrultuda yapıldı. Patellanın proksimali ile inguinal katlanma yeri ortası ölçüm noktası olarak belirlendi. (Beam ve Adams, 2013).

5.3.2 Biyoelektrik impedans tartı ölçümü

Katılımcılardan üzerinde ki metallerin çıkartılması istendi. Ölçüm başlatılmadan önce cinsiyet, boy ve yaş verileri girildi. Kıyafet ağırlığı olarak bütün katılımcılar 0.5 g girişi yapıldı. Tartının üzerinde çıplak ayakla duruldu. Vücut kompozisyonu ölçümleri yaklaşık 20 saniye sonra cihazdan çıktı olarak alındı.



Şekil 5: Katılımcılara uygulanan ön test ve son testler

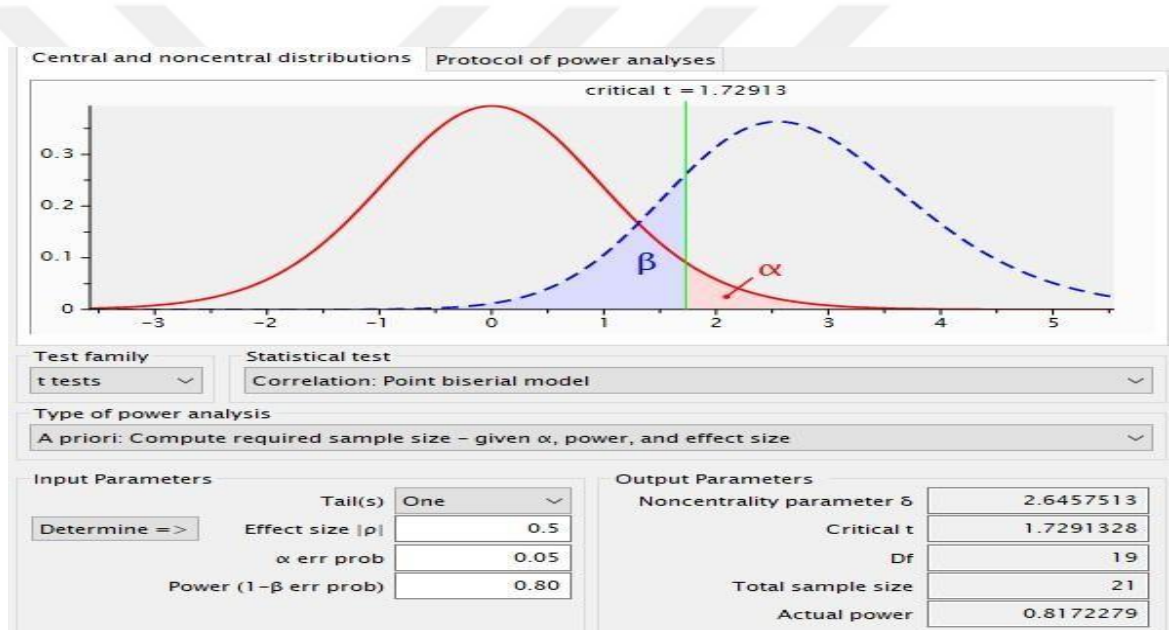
5.4. Araştırmanın Evren Örnekleme

Üsküdar Belediyesi Mehmet Çakır Kültür ve Spor Merkezi fitness salonuna yeni kayıtlı olan üyeler ve Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan öğrenciler çalışmaya dahil edildi. Ön testlere katılım gösteren 50 kişiden araştırmaya dahil edilme kriterlerine uygun 42 kişi, 21 kadın, 21 erkek olmak üzere araştırmaya dahil edildi.

5.4.1. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi

Çalışmaya ait örneklem büyüklüğünde “t test” analizi uygulandı. Bir grup üzerinde iki ölçüm yapılacak olan analizde hipotezimiz tek yönlü olup ise güç büyüklüğü(1-β)= 0.8, 1. Tip Hata veya yanılma düzeyi olarak tabir edilen $\alpha=0.05$, etki büyüklüğü(d) = 0.8 olacak şekilde değerlerimiz benzer çalışmalarda referans alınarak seçildi.

G*Power 3.1.9.4 isimli ücretsiz bir bilimsel yazılım kullanılarak hesaplanan analizde örneklem büyüklüğü 21 olarak hesaplandı. Programın ekran görüntüsü ise aşağıda verilmiştir. G*Power a göre denek grubu 21 kadın- 21 erkek denekten oluşturuldu.



Resim 5: G*Power programı sonuç ekranı

5.4.2. Katılımcı seçimi

Araştırmaya, Üsküdar Belediyesi Mehmet Çakır Kültür ve Spor Merkezi fitness salonuna yeni kayıtlı olan üyeler ve Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan öğrenciler dahil edildi.

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı alındıktan sonra, İstanbul Anadolu yakası Üsküdar Belediyesi Spor Kulübü'ne yeni kayıt yaptıran üyelere ve Marmara Üniversitesi'ndeki öğrencilere çalışma hakkında bilgi verilip, çalışmaya alınma kriterlerine uygun olan bireyler çalışmaya dahil edildi.

5.4.2.1. Çalışmaya alınma kriterleri

- 18-35 yaş aralığında bulunan sağlıklı bireyler çalışmaya dahil edildi.
- Kalp pili gibi elektronik bir tıbbi implant kullanan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.
- Hamile kadınlar çalışmaya dahil edilmedi.
- Menopoza girmiş kadınlar çalışmaya dahil edilmedi.
- Herhangi bir kol ya da bacağından ampute edilmek zorunda kalan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

5.4.2.2. Çalışmadan çıkarılma kriterleri

- Belirtilen çalışma planlamasına devam edilmemesi
- Herhangi bir rahatsızlığın veya sakatlığın ortaya çıkması ya da oluşması
- Gönüllülerin kendi istekleri doğrultusunda çalışmadan ayrılmayı talep etmesi durumunda katılımcılar çalışmadan çıkartıldı.

5.5. Araştırmanın değişkenleri

Bağımsız değişkenler; araştırmamızın bağımsız değişkenleri cinsiyet, deri kıvrım kalınlığı, boy ve vücut ağırlığıdır. Bağımlı değişkenler; uygulanan ölçümlerde elde edilen sonuçlar, geçerlilik güvenilirliği ispatlanmış formüller üzerine yerleştirilerek, vücut yüzde yağ oranı, vücut kütle indeksi, vücut yağ ağırlığı, segmental vücut kompozisyonu analizi, metabolizma yaşı, bazal metabolizma hızı, vücut yoğunluğu, iç organlar çevresi yağlanma oranı, kas ağırlığı, kemik ve mineral ağırlığı gibi bağımlı değişkenler hesaplandı. Kontrol değişkenleri; bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerine etkisinin açık bir şekilde değerlendirilmesi için farklı açlık durumları dahil edildi. Daha homojen gruplar elde etmek amacıyla, bu araştırmada yaş, cinsiyet ve günlük fiziksel aktivite seviyeleri gibi değişkenlerde göz önünde bulundurularak kendi aralarında gruplandırılmaları yapıldıktan sonra istatistiksel analizleri yapıldı.

Araştırmanın Hipotezleri

H1: Biyoelektrik İmpedans analizleri ile elde edilen vücut yüzde yağ değerleri ve skinfold kaliper deri kıvrım kalınlığı ile elde edilen vücut yüzde yağ değerleri arasında tutarlılık vardır.

H2: Biyoelektrik İmpedans analizleri ile elde edilen 12 saatlik açlık sonrası vücut yüzde yağ değerleri ve 2 saatlik açlık sonrası vücut yüzde yağ değerleri arasında tutarlılık vardır.

5.6. Denek Bilgilendirme Oturumu

Gönüllülere araştırma planı, çalışmanın amaçları, test programları, ölçümler ve gönüllü katılımcıların sorumluluklarının aktarıldığı sunum yapılmıştır. Araştırmaya katılan gönüllülerin hayat düzenlerine dikkat etmeleri, düzenli beslenmeleri ve ölçümler öncesinde antrenman yapmamaları ve regl durumları var ise araştırmacıyı bilgilendirmeleri gerektiği söyledi.

5.7. Verilerin İstatistiksel Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemleri olarak ortalama, standart sapma kullanılmıştır.

Kadın katılımcıların boy değerleri; $170,29 \pm 8,26$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $70,55 \pm 14,86$ kg ve beden kütle indeksi; $24,20 \pm 3,85$ kg/m² dir. Erkek katılımcıların boy değerleri; $171,48 \pm 8,60$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $73,99 \pm 14,30$ kg ve beden kütle indeksi; $25,07 \pm 3,57$ kg/m² dir.

6. BULGULAR

Araştırmamamıza katılan gönüllülerin yaşları 18-35 yıl aralığında değişmektedir. Araştırmaya, $27,43 \pm 3,17$ yaşları arasında 21 kadın ve $28,10 \pm 2,26$ yaşları arasında 21 erkek olmak üzere olmak üzere 42 sağlıklı gönüllü katıldı. Kadın katılımcıların boy değerleri; $170,29 \pm 8,26$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $70,55 \pm 14,86$ kg ve beden kütle indeksi; $24,20 \pm 3,85$ kg/m² dir. Erkek katılımcıların boy değerleri; $171,48 \pm 8,60$ cm, vücut ağırlığı değerleri; $73,99 \pm 14,30$ kg ve beden kütle indeksi; $25,07 \pm 3,57$ kg/m² dir.

Cinsiyet	N	Min.	Maks.	Ortalama \pm Std. Sapma	t	p	
Kadın	Yaş	21	18,00	32,00	$27,43 \pm 3,17$		
	Boy	21	152,00	183,00	$170,29 \pm 8,26$		
	Vücut Ağırlığı 1. Ölçüm	21	45,80	99,30	$70,55 \pm 14,86$	-4,146	,001*
	Vücut Ağırlığı 2. Ölçüm	21	46,70	99,90	$70,92 \pm 14,79$		
	Beden Kütle İndeksi 1. Ölçüm	21	16,8	29,7	$24,20 \pm 3,85$	-3,009	,007*
	Beden Kütle İndeksi 2. Ölçüm	21	17,20	29,80	$24,31 \pm 3,79$		
Erkek	Yaş	21	25,00	35,00	$28,10 \pm 2,26$		
	Boy	21	152,00	183,00	$171,48 \pm 8,60$		
	Vücut Ağırlığı 1. Ölçüm	21	49,10	99,30	$73,99 \pm 14,30$	-3,296	,004*
	Vücut Ağırlığı 2. Ölçüm	21	49,30	99,90	$74,28 \pm 14,39$		
	Beden Kütle İndeksi 1. Ölçüm	21	19,4	31,0	$25,07 \pm 3,57$	-1,872	,076
	Beden Kütle İndeksi 2. Ölçüm	21	19,30	31,00	$25,13 \pm 3,58$		

Tablo 10: Katılımcıların yaş, boy, vücut ağırlığı ve beden kütle indeksi değerleri

Katılımcıların vücut ağırlığı 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda kadın katılımcıların 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm vücut ağırlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t: -4,146). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Erkek katılımcıların 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm vücut ağırlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t: -3,296). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Katılımcıların beden kütle indeksi 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda kadın katılımcıların 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm beden kütle indeksi sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t: -3,009). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Erkek katılımcıların 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm beden kütle indeksi sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t: -1,872). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05).

Tablo 11: Kadın katılımcıların, biceps, triceps, supscapula, chest, midaxilla, abdominal, suprailiak, tight, ve calf deri kıvrım kalınlığı 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri

Cinsiyet	N	Min.	Maks.	Ortalama ± Std Sapma	t	p	
KADIN	Biceps 1. Ölçüm	21	8,80	28,80	19,58±6,71	-2,257	,035*
	Biceps 2. Ölçüm	21	9,00	30,00	19,75±6,70		
	Triceps 1. Ölçüm	21	6,40	26,60	14,82±5,62	-,146	,886
	Triceps 2. Ölçüm	21	6,80	26,20	14,83±5,55		
	Supscapula 1. Ölçüm	21	7,20	31,00	19,71±6,07	,307	,762
	Supscapula 2. Ölçüm	21	7,00	31,00	19,68±6,25		
	Chest 1. Ölçüm	21	4,40	25,80	14,93±5,69	-5,435	,000*
	Chest 2. Ölçüm	21	4,80	26,00	15,16±5,67		
	Midaxilla 1. Ölçüm	21	6,40	22,60	15,26±4,16	-4,954	,000*
	Midaxilla 2. Ölçüm	21	6,60	22,80	15,43±4,15		
	Abdominal 1. Ölçüm	21	9,20	40,00	27,84±8,59	,861	,400
	Abdominal 2. Ölçüm	21	9,40	40,00	27,18±8,43		
	Suprailiak 1. Ölçüm	21	7,20	20,00	12,87±3,90	-,631	,535
	Suprailiak 2. Ölçüm	21	7,40	22,00	12,94±4,11		
	Tight 1. Ölçüm	21	10,20	34,80	24,21±6,67	-2,482	,022*
	Tight 2. Ölçüm	21	10,80	34,80	24,43±6,55		
	Calf 1. Ölçüm	21	12,20	35,60	24,86±6,28	-3,128	,005*
	Calf 2. Ölçüm	21	12,40	37,00	25,10±6,36		

Kadın katılımcıların deri kıvrım kalınlığı 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, Triceps, Supscapula, Abdominal ve Suprailiak deri kıvrım kalınlığı 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Biceps, Chest, Midaxilla, Tight ve Calf deri kıvrım kalınlığı 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 12: Erkek katılımcıların, biceps, triceps, supscapula, chest, midaxilla, abdominal, suprailiak, tight, ve calf deri kıvrım kalınlığı 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri

Cinsiyet	N	Min.	Maks.	Ortalama ± Std Sapma	t	p	
ERKEK	Biceps 1. Ölçüm	21	4,40	20,20	13,71±4,65	-16,686	,000*
	Biceps 2. Ölçüm	21	4,60	20,40	13,93±4,64		
	Triceps 1. Ölçüm	21	4,00	34,60	15,57±7,26	-7,384	,000*
	Triceps 2. Ölçüm	21	4,20	34,80	15,82±7,31		
	Supscapula 1. Ölçüm	21	7,20	29,60	18,10±6,60	-5,839	,000*
	Supscapula 2. Ölçüm	21	7,00	29,80	18,24±6,63		
	Chest 1. Ölçüm	21	7,40	38,80	17,53±7,03	-13,000	,000*
	Chest 2. Ölçüm	21	7,60	39,20	17,78±7,05		
	Midaxilla 1. Ölçüm	21	9,80	22,60	16,20±3,51	-7,517	,000*
	Midaxilla 2. Ölçüm	21	10,00	22,80	16,46±3,51		
	Abdominal 1. Ölçüm	21	10,20	40,00	28,69±7,25	-3,301	,004*
	Abdominal 2. Ölçüm	21	10,40	40,20	28,88±7,29		
	Suprailiak 1. Ölçüm	21	5,00	32,40	13,70±7,03	-10,660	,000*
	Suprailiak 2. Ölçüm	21	5,20	32,60	13,94±7,03		
	Tight 1. Ölçüm	21	7,20	40,20	28,72±9,43	-4,139	,001*
	Tight 2. Ölçüm	21	7,60	42,00	29,15±9,60		
	Calf 1. Ölçüm	21	9,00	40,00	29,03±10,22	-5,898	,000*
	Calf 2. Ölçüm	21	9,20	40,00	29,22±10,19		

Erkek katılımcıların deri kıvrım kalınlığı 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Biceps deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-16,686). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Triceps deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-7,384). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Supscapula deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-5,839). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Chest deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-13,000). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Midaxilla deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-7,517). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Abdominal deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-3,301). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Suprailiak deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-10,660). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm

Tight deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-4,139). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm Calf deri kıvrım kalınlığı sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-5,898). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 13: Kadın katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu değerlendirmeleri

Cinsiyet	N	Min.	Maks.	Ortalama ± Std.Sapma	t	p	
KADIN	Tanita Yüzde Yağ 1. Ölçümleri	21	10,40	38,90	23,78±7,39	,691	,498
	Tanita Yüzde Yağ 2. Ölçümleri	21	11,00	36,90	23,62±7,00		
	Tanita Yağ Kütle 1. Ölçümleri	21	4,70	27,30	16,68±5,71	,230	,820
	Tanita Yağ Kütle 2. Ölçümleri	21	5,10	26,00	16,64±5,57		
	Tanita Yağsız Kütle 1. Ölçümleri	21	39,90	76,50	53,71±13,07	-2,532	,020*
	Tanita Yağsız Kütle 2. Ölçümleri	21	40,00	78,10	54,10±12,97		
	Tanita Kas Kütle 1. Ölçümleri	21	24,70	72,70	50,21±13,58	-3,048	,006*
	Tanita Kas Kütle 2. Ölçümleri	21	24,90	74,30	50,64±13,50		
	Tanita Su Kütle 1. Ölçümleri	21	20,70	54,40	37,60±9,22	-2,391	,027*
	Tanita Su Kütle 2. Ölçümleri	21	22,00	54,50	38,00±9,05		
	Tanita Su Yüzde 1. Ölçümleri	21	37,20	64,60	53,37±6,17	-1,921	,069
	Tanita Su Yüzde 2. Ölçümleri	21	39,40	64,80	53,79±5,67		
	Tanita Su Yüzde 2. Ölçümleri	21	45,40	64,40	54,87±4,01		

Kadın katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, 1.Ölçüm ve 2. Ölçüm yüzde yağ, yağ kütle ve su yüzde değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). 1.ölçüm ve 2. ölçüm yağsız kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-2,532). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1.ölçüm ve 2. ölçüm kas kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t:-3,048). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 1.ölçüm ve 2. ölçüm su kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur (t: -2,391). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 14: Erkek katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu değerlendirmeleri

Cinsiyet	N	Min.	Maks.	Ortalama ± Std.Sapma	t	p	
ERKEK	Tanita Yüzde Yağ 1. Ölçümleri	21	7,90	38,90	23,07±7,19	1,635	,118
	Tanita Yüzde Yağ 2. Ölçümleri	21	6,50	36,90	22,67±6,95		
	Tanita Yağ Kütle 1. Ölçümleri	21	5,60	27,30	16,90±5,71	,834	,414
	Tanita Yağ Kütle 2. Ölçümleri	21	4,50	28,10	16,76±5,81		
	Tanita Yağsız Kütle 1. Ölçümleri	21	39,90	76,50	57,09±12,83	-2,807	,011*
	Tanita Yağsız Kütle 2. Ölçümleri	21	40,00	78,10	57,53±12,68		
	Tanita Kas Kütle 1. Ölçümleri	21	37,90	72,70	54,23±12,21	-3,330	,003*
	Tanita Kas Kütle 2. Ölçümleri	21	38,00	74,30	54,74±11,98		
	Tanita Su Kütle 1. Ölçümleri	21	28,70	54,40	40,30±8,55	-2,812	,011*
	Tanita Su Kütle 2. Ölçümleri	21	28,70	54,50	40,79±8,49		
	Tanita Su Yüzde 1. Ölçümleri	21	43,90	63,00	54,43±4,29	-2,087	,050*
	Tanita Su Yüzde 2. Ölçümleri	21	45,40	64,40	54,87±4,01		

Erkek katılımcıların biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen vücut kompozisyonu 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm yüzde yağ ve yağ kütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 1.ölçüm ve 2. ölçüm yağsız kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t:-2,807$). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 1.ölçüm ve 2. ölçüm kas kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t:-3,330$). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 1.ölçüm ve 2. ölçüm su kütle sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t: -2,812$). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 1.ölçüm ve 2. ölçüm su yüzde sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t:-2,087$). Fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 15: Deri kıvrım kalınlıklarından ve biyoelektrik impedans analizlerinden elde edilen vücut yüzde yağ değerlerine ilişkin değerlendirmeler

Ölçüm	N	Min.	Maks.	Ortalama \pm Standart Sapma	t	p	
Yuhaz 1. Ölçüm	21	11,70	32,40	22,82 \pm 5,07	,192	,850	
Yuhaz 2. Ölçüm	21	11,90	32,40	22,80 \pm 5,01			
KADIN	Jackson ve Pollock 1. Ölçüm	21	9,30	39,50	23,65 \pm 7,55	-1,327	,199
	Jackson ve Pollock 2. Ölçüm	21	9,90	39,30	23,81 \pm 7,51		
	Biyoelektrik İmpedans 1. Ölçüm	21	10,40	38,90	23,78 \pm 7,39	,691	,498
	Biyoelektrik İmpedans 2. Ölçüm	21	11,00	36,90	23,62 \pm 7,00		
	Wilmore ve Behnke 1. Ölçüm	21	11,10	31,10	22,09 \pm 5,37	-,610	,549
	Wilmore ve Behnke 2. Ölçüm	21	11,30	32,10	22,15 \pm 5,44		
ERKEK	Yuhaz 1. Ölçüm	21	10,00	32,70	22,53 \pm 5,79	-8,771	,000*
	Yuhaz 2. Ölçüm	21	10,10	32,80	22,72 \pm 5,82		
	Jackson ve Pollock 1. Ölçüm	21	7,10	32,30	21,91 \pm 6,16	-2,271	,034*
	Jackson ve Pollock 2. Ölçüm	21	7,40	32,40	22,07 \pm 6,08		
	Biyoelektrik İmpedans 1. Ölçüm	21	7,90	38,90	23,07 \pm 7,19	1,635	,118
	Biyoelektrik İmpedans 2. Ölçüm	21	6,50	36,90	22,67 \pm 6,95		
Wilmore ve Behnke 1. Ölçüm	21	11,00	31,20	22,27 \pm 5	-4,485	,000*	
Wilmore ve Behnke 2. Ölçüm	21	11,10	31,20	22,51 \pm 5,05			

Kadın katılımcılarda deri kıvrım kalınlığı değerleri ile elde edilen vücut yüzde yağ oranları 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, Yuhaz formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta yapılan iki ölçümde de birbirine yakın sonuç verildiği bulunmuştur (t: 0,192).

Kadın katılımcılarda Jackson ve Pollock formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta yapılan iki ölçümde de birbirine yakın sonuç verildiği bulunmuştur (t: -1,327).

Kadın katılımcılarda Wilmore ve Behnke formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta yapılan iki ölçümde de birbirine yakın sonuç verildiği bulunmuştur (t: -0,610).

Kadın katılımcılarda biyoelektrik impedans kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta yapılan iki ölçümde de birbirine yakın sonuç verildiği bulunmuştur ($t: 0,691$).

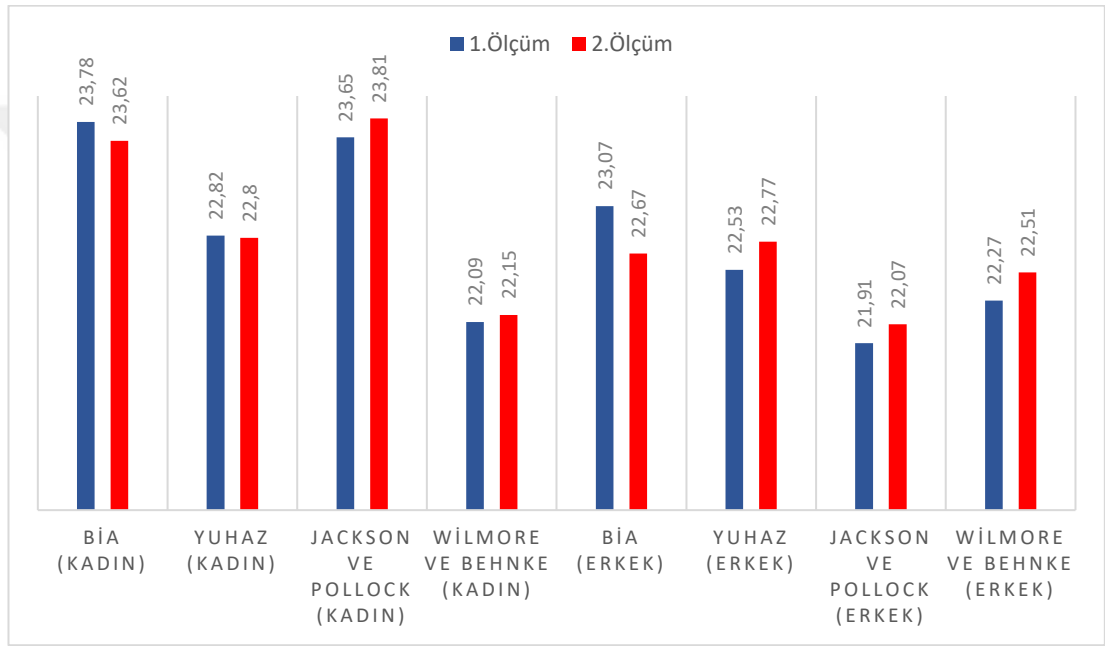
Erkek katılımcılarda deri kıvrım kalınlığı değerleri ile elde edilen vücut yüzde yağ oranları 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm karşılaştırılması için yapılan t testi sonucunda, 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Yuhaz formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t: -8,771$). Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 12 saatlik açlık sonrası yapılan Yuhaz formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ oranı ortalaması $22,53\pm 5,79$ olarak bulunmuştur. 2 saatlik açlık sonrası yapılan ölçümde ise $22,72\pm 5,82$ olarak bulunmuştur.

Erkek katılımcılarda 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Jackson ve Pollock formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t: -2,271$). Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 12 saatlik açlık sonrası yapılan Yuhaz formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ oranı ortalaması $21,91\pm 6,16$ olarak bulunmuştur. 2 saatlik açlık sonrası yapılan ölçümde ise $22,07\pm 6,08$ olarak bulunmuştur.

Erkek katılımcılarda 1. Ölçüm ve 2. Ölçüm Wilmore ve Behnke formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçlarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($t: -4,485$). Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 12 saatlik açlık sonrası yapılan Yuhaz formülü kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ oranı ortalaması $22,27\pm 5$ olarak bulunmuştur. 2 saatlik açlık sonrası yapılan ölçümde ise $22,51\pm 5,05$ olarak bulunmuştur.

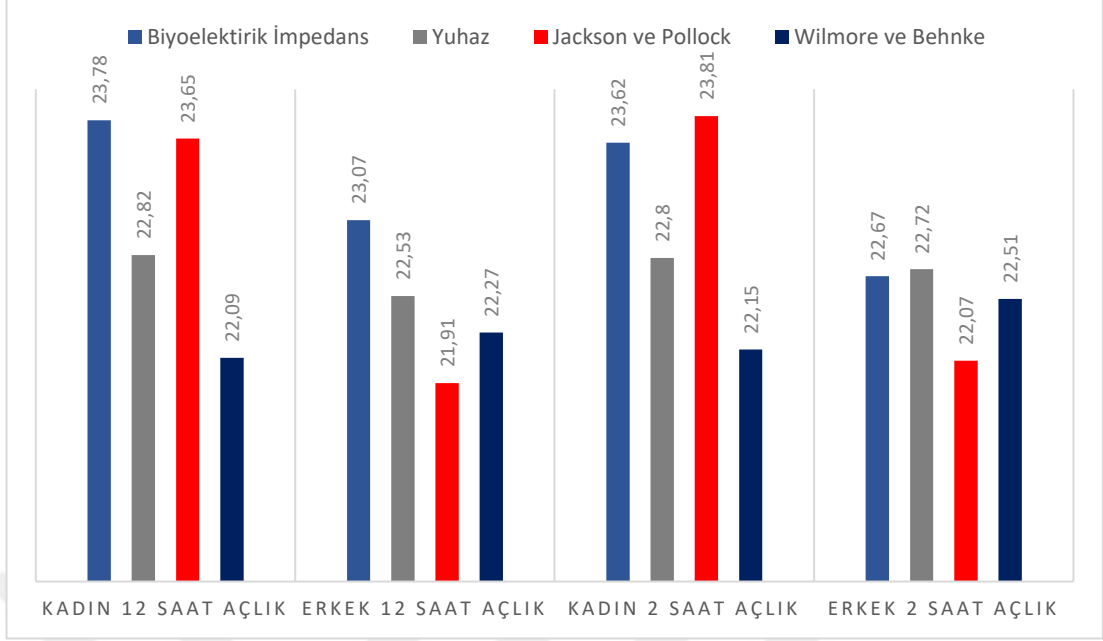
Erkek katılımcılarda biyoelektrik impedans kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta yapılan iki ölçümde de birbirine yakın sonuç verildiği bulunmuştur ($t: 1,635$).

Tablo 15’deki değerler incelendiğinde biyoelektrik impedans yöntemi ile elde edilen vücut yüzde yağ değerlerinin her iki açlık durumunda da yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu doğrultuda bu yöntemin her iki saat diliminde ve her iki açlık durumunda da uygulanabilir olduğu söylenebilir. Deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak elde edilen vücut yüzde yağ oranlarından Yuhaz Formülü, Jackson ve Pollock Formülü ve Wilmore ve Behnke formüllerinin birbirine yakın sonuçlar verdiğini görülmektedir. Bu bilgi doğrultusunda bu formüllerin birbirleri yerine kullanılabilirleri söylenebilir.



Şekil 6: Katılımcıların farklı yöntemlere göre hesaplanan vücut yüzde yağ oranlarının ortalamalarının incelenmesi

Şekil 6’da kadın ve erkek katılımcıların farklı yöntemler ile hesaplanmış vücut yüzde yağ ortalama sonuçları verilmiştir. Kadın katılımcılarda dört yöntem arasında ki en yüksek var %1,69 olarak Wilmore ve Behnke formülü ve Biyoelektrik impedans değerleri arasındadır. Erkek katılımcılarda ise en yüksek fark Jackson ve Pollock Formülü ve Biyoelektrik impedans değerleri arasında %1,16 olarak bulunmuştur. Şekil 6 incelendiğinde 2 saatlik ve 12 saatlik ölçümler arasında ki en yüksek farkın %0,24 olduğu görülmektedir. En düşük farkın ise %0,02 olduğu görülmektedir. En düşük fark biyoelektrik impedans analizlerinde görülmektedir.



Şekil 7: 12 saatlik açlık ve 2 saatlik açlıkta yapılan vücut yüzde yağ ölçümlerinin incelenmesi

Şekil 7 de kadın ve erkek katılımcıların 12 saatlik ve 2 saatlik açlık da yapılan dört farklı yöntemle hesaplanmış vücut yüzde yağ oranlarına yer verilmiştir. Kadın katılımcıların 12 saatlik açlık da yapılan ölçüm sonuçları incelediğinde en yüksek sonucunun 23,78 olarak biyoelektrik impedans analizinden elde edildiği görülmektedir. Ona en yakın değer 23,65 ile Jackson ve Pollock formülü olduğu görülmektedir. En uzak değer ise 22,09 ile Wilmore Behnke Formülüdür. Kadın katılımcılar için en yüksek ve düşük değer arasında ki farkın %1,69 olduğu bulunmuştur.

Erkek katılımcıların 12 saatlik açlık da yapılan ölçüm sonuçları incelediğinde en yüksek sonucunun 23,07 olarak biyoelektrik impedans analizinden elde edildiği görülmektedir. Ona en yakın değer 22,53 ile Yuhaz formülü olduğu görülmektedir. En uzak değer ise 21,91 ile Jackson ve Pollock formülüdür. Erkek katılımcılar için en yüksek ve düşük değer arasında ki farkın %1,16 olduğu bulunmuştur.

Kadın katılımcıların 2 saatlik açlık da yapılan ölçüm sonuçları incelediğinde en yüksek sonucunun 23,81 olarak Jackson ve Pollock formülünden elde edildiği görülmektedir. Ona en yakın değer 23,62 olarak biyoelektrik impedans analizinden elde edildiği görülmektedir. En uzak değer ise 22,15 ile Wilmore Behnke formülüdür.

Kadın katılımcılar için en yüksek ve düşük değer arasında ki farkın %1,66 olduğu bulunmuştur.

Erkek katılımcıların 2 saatlik açlık da yapılan ölçüm sonuçları incelediğinde en yüksek sonucunun 22,72 olarak Yuhaz formülünden elde edildiği görülmektedir. Ona en yakın değer 22,67 olarak biyoelektrik impedans analizinden elde edildiği görülmektedir. En uzak değer ise 22,07 ile Jackson ve Pollock formülüdür. Erkek katılımcılar için en yüksek ve düşük değer arasında ki farkın %0,65 olduğu bulunmuştur.

Tüm katılımcılar da biyoelektrik impedans, Jackson ve Pollock formülü, Yuhaz formülü ve Wilmore Behnke formülünün birbirlerine benzerlikleri incelemek için en yüksek farkların ortalama hesaplamaları yapıldı. Tüm katılımcılarda 12 saatlik açlık da yapılan ölçümlere bakıldığında aralarında ki en yüksek fark ortalamalarının %1,42 olduğu bulunmuştur. 2 saatlik açlık da yapılan ölçümlere bakıldığında ise aralarında ki en yüksek fark ortalamalarının %1,15 olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak, dört yöntemde her iki açlık durumunda da birbirlerine kısmen yakın değerler verdiği görülmektedir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda dört yöntemde her iki açlık durumunda da uygulanabileceği söylenebilir. Yuhaz Formülü, Jackson ve Pollock Formülü ve Wilmore ve Behnke formüllerinin birlikte ya da birbirlerinin yerine kullanılabilecekleri söylenebilir.

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Vücut kompozisyonunun etkin bir şekilde ölçülmesi hastalıkların tanısında büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple son yıllarda vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde farklı ve etkin yöntemler geliştirilmiştir (Bodur ve ark., 2007). Bu yöntemler geliştirilirken, güvenilir olması, düşük maliyetli olması, pratik olması gibi birçok kriterler baz alınmıştır. Biyoelektrik İmpedans Analizleri, günümüzde vücut kompozisyonlarını ölçmek için en sık kullanılan yöntemdir (Hazır ve Açıkada., 2002). DEXA cihazı gibi referans yöntemler vücut kompozisyonunu değerlendirmede doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Ama bu yöntemlerin maliyetinin yüksek olması ve kolay uygulanabilir olmamasından dolayı, bu yöntemler yerine antropometrik ölçümlerin olduğu denklemler ya da BIA yöntemlerinin kullanılacak en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir (Sung ve ark., 2001).

Biyoelektrik impedans analizleri, güvenli olması, kısmen düşük maliyetli olması, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenlerden dolayı, kliniklerde ve spor salonlarında vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir (Utter ve ark., 1999). Ayrıca biyoelektrik impedans analizleri, her yaş grubunda kullanılabilir bir yöntemdir (Özkaya, 2010).

Biyoelektrik impedans analizleri, dokunun iletkenliğinden yola çıkarak vücut kompozisyonu hakkında bilgiler elde eden bir ölçüm yöntemidir (Lukaski, 1987). Bu yöntem zayıf elektrik akımlarının vücut dokularından geçerken karşılaştığı dirence bakarak ölçüm yapar (Bodur ve ark., 2007). Canlı organizmada elektriksel iletkenlik, dokunun su ve elektrolit içeriğiyle ilişkilidir. Yağ harici dokular, daha fazla elektrolit içerdiğinden dolayı, yağ dokularına göre daha fazla iletkenlidir. Kişinin vücut yapısının su, yağ, kas, kemik oranlarını bu sayede tespit edilebilmektedir (Lukaski, 1987).

Giuseppe Sergi ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada, BIA' den doğru sonuç almak için, doğru denklemlerin girilmesi gerektiği söylenmiştir. Bu denklemler, kişinin takvim yaşı, antrenman durumu ve boyudur. Bu bilgilerin eksik ya da hatalı olması durumunda doğru sonuç elde edilemez. Bu çalışmada her

katılımcının boyu ikişer kez ölçülüp ortalaması denkleme dahil edilmiştir (Sergi ve ark., 2017).

Deri altı yağ kalınlığını ölçmek için kaliper cihazı kullanılır. Ölçümü yapacak uzman deriyi parmaklarıyla katlayarak çeker ve cihazı yerleştirir. Kaliper standart bir sıkıştırma basıncı uygular ve ölçüm değerine bakar (Kaner ve ark., 2015). Kaliperlerin ölçek birimi milimetredir (mm). Deri kıvrım kaliperlerinin değerlendirilmesinde iki ana özellik; kaliper çenelerinin uyguladığı basıncın duyarlılığı ve ölçeğin duyarlılığı kaliperin açılma genişliğini yansıtır. Bu iki özelliği etkileyebilecek diğer önemli özellikler ise kaliper pivotunun mekanik durumu, gösterge ibresinin mekanik direnci ve kaliper çenelerinin birleşme durumudur. (Carlyon ve ark., 1998).

Elde edilen deri kıvrım kalınlıklarından vücut yüz yağ oranla ulaşmak için, Yuhazs Formülü, Jackson ve Pollock Formülü ya da Wilmore ve Behnke Formülü gibi, denklemlerin kullanılması gerekmektedir. Laura Kabiri ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptıkları çalışmada, test tekrar güvenilirliğinde sapma olmaması adına, ölçümleri yapan personelde değişiklik olmaması önerilmiştir (Kabiri 2015). Bu doğrultuda, bu çalışmada ki ölçümlerin tamamı Prof. Dr. Asiye Filiz Çamlıgüney tarafından yapılmıştır.

Tablo 13’de belirtildiği üzere hem kadın katılımcılarda hem de erkek katılımcılarda, Yuhaz formülünden elde edilen vücut yüzde yağ oranları arasında 2 saatlik açlık ve 12 saatlik açlıkta yapılan ölçümler arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Tablo 13’de belirtildiği üzere hem kadın katılımcılarda hem de erkek katılımcılarda, Jackson ve Pollock formülünden elde edilen vücut yüzde yağ oranları arasında 2 saatlik açlık ve 12 saatlik açlıkta yapılan ölçümler arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Tablo 13’de belirtildiği üzere Wilmore ve Behnke Formülünden elde edilen, vücut yüzde yağ 2 saatlik açlık ve 12 saatlik açlıkta yapılan ölçümler arasında kadın katılımcılarda anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Fakat erkek katılımlarda Wilmore ve Behnke Formülünden elde edilen, vücut yüzde yağ 2 saatlik açlık ve 12 saatlik açlıkta yapılan ölçümler arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Tablo 13’de belirtildiği üzere biyoelektrik impedans analizinden elde edilen vücut yüzde yağ 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri arasında hem kadın katılımcılarda hem erkek katılımcılarda anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Sonuç olarak; skinfold kaliper ölçümlerinden, vücut yüzde yağ oranını hesaplamak için kullanılan Yuhazs Formülü, Jackson ve Pollock Formülü ve Wilmore ve Behnke Formülü 12 saatlik açlıkta ve 2 saatlik açlıkta farklı sonuçlar vermektedir. Fakat biyoelektrik impedans analizi ile elde edilen vücut yüzde yağ değerleri 12 saatlik açlıkta da ve 2 saatlik açlıkta da aynı sonuçları vermektedir. Biyoelektrik impedans analizi her iki açlık durumunda da güvenilirlikle kullanılabilir.

Mollaoğlu ve arkadaşlarının 2006 yılında yaptıkları çalışmada, skinfold deri kıvrım kalığı ve biyoelektrik impedans ile elde edilen vücut yüzde yağ oranları karşılaştırılmıştır. Biyoelektrik impedans yöntemiyle vücut yüzde yağ ölçümünün, skinfold ölçümleri kullanılarak Behnke Wilmore veya Durnin Womersley formülleriyle hesaplanan vücut yüzde yağ ölçümleri yerine kullanılabileceğini söylenmiştir (Mollaoğlu ve ark., 2006).

Özkaya tarafından 2010 yılında 18–65 yaş aralında 134 bireyin katılımıyla bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma da vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde kullanılan iki yöntem karşılaştırılmıştır. DEXA ile biyoelektrik impedans analiz arasında değerlendirme yapılmıştır. Çalışmaya katılan kadınların vücut yüzde yağ ortalaması 43.9 ± 5.9 , erkeklerin vücut yüzde yağ ortalaması 29.5 ± 7 'dir. Bizim çalışmamızda ki kadın katılımcıların vücut yüzde yağ ortalaması $23,78 \pm 7,39$, erkek katılımcıların vücut yüzde yağ ortalaması $23,07 \pm 7,19$ 'dir. İki çalışmanın örneklemi Wilmore'nin vücut yüzde yağ sınıflamasına göre şişmanlık sınırı erkeklerde >25 , kadınlarda >35 'tir (Köksal ve ark., 2008). Özkaya'nın çalışma sonuçlarına göre erkek, kadın ve tüm bireyler Wilmore sınıflamasına göre şişmandır. Bizim çalışmamızda ki kadın ve erkek tüm bireyler Wilmore sınıflamasına göre normaldir. Özkaya'nın araştırmasında biyoelektrik impedans cihazıyla ölçülen vücut yüzde yağ değerleri hem kadınlar da hem erkekler de DEXA cihazıyla ölçülen vücut yüzde yağ değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise deri kıvrım kalınlığı ile elde edilen vücut yüzde yağ oranı, biyoelektrik impedans analizlerine kıyasla daha yüksek değerler vermiştir. Özkaya'nın çalışmasında DEXA cihazıyla elde edilen vücut yüzde yağ oranı değerleri ve biyoelektrik impedans cihazıyla elde edilen vücut yüzde yağ oranı değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında bireylerdeki korelasyon $r=0,89$ olarak bulunmuştur (Özkaya, 2010).

Vasudev ve arkadaşlarının 162 kişi ile yaptıkları bir çalışmada, DEXA, BIA ve deri kıvrım kalınlığı yöntemleri ile elde edilen vücut yüzde yağ değerlerini karşılaştırmıştır. DEXA'nın referans yöntem olarak kullanıldığı bu çalışmada, biyoelektrik impedans analiz cihazı ile elde edilen vücut yüzde yağ değeri ($r=0.741$) ve deri kıvrım kalınlığı yöntemlerinden elde edilen vücut yüzde yağ değeri ($r= 0.710$), DEXA ile ölçülen değerle karşılaştırıldığında iyi korelasyon göstermektedir (Vasudev ve ark., 2004).

Wattanapenpaiboon ve arkadaşlarının 26-86 yaş aralığında, 130 kadın ve 66 erkekle yaptıkları araştırmada biyoelektrik impedans analizleri, deri kıvrım kalınlıkları ve DEXA yöntemlerinden elde edilen vücut yüzde yağ oranları değerlendirilmiştir. DEXA sonucu 33.1 ± 9.1 , deri kıvrım kalınlığı sonucu 31.1 ± 6.9 ve biyoelektrik impedans sonuçları 25.0 ± 8.3 ; erkeklerde sırasıyla vücut yüzde yağ değerleri; 24.6 ± 5.8 , 24.7 ± 4.2 , 17.8 ± 5.2 , kadınlarda ise; 37.4 ± 7.2 , 34.2 ± 5.2 , 28.6 ± 7.1 olarak bulunmuştur. Erkeklerde deri kıvrım kalınlığı ile ölçülen vücut yüzde yağ değerleri ile DEXA ile ölçülen vücut yüzde yağ değerleri benzer sonuçlar vermiştir. Kadınlarda ise DEXA ile ölçülen vücut yüzde yağ değerleri daha yüksek bulunmuştur. Tüm katılımcılarda biyoelektrik impedans analizleri ile ölçülen vücut yüzde yağ değeri DEXA ile ölçülen vücut yüzde yağ değerinden daha düşük bulunmuştur. Araştırma sonucunda DEXA ile karşılaştırıldığında deri kıvrım kalınlığı ve biyoelektrik impedans metotlarının vücut yüzde yağ değerlerinin daha düşük hesaplanmasına rağmen deri kıvrım kalınlığı ve biyoelektrik impedans metotlarının kabul edilebilir olduğu söylenmiştir (Wattanapenpaiboon ve ark., 1998).

Lintsi ve arkadaşlarının 32 kişi ile yaptıkları çalışmada biyoelektrik impedans metodu, deri kıvrım kalınlığı metodu ve DEXA metodu karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda biyoelektrik impedans analiz metodundan elde edilen vücut yüzde yağ değerleri DEXA'ya göre daha düşük bulunmuştur. Deri kıvrım kalınlığından elde edilen vücut yüzde yağ değerleri ise DEXA'dan daha yüksek bulunmuştur. DEXA'nın en yüksek korelasyonu DKK ölçümüyle gösterdiği ($r=0.93$), daha sonra BIA ile korelasyon gösterdiği ($r=0.88$) ve en az BMI ile korelasyon gösterdiği ($r=0.81$) görülmüştür. Tüm korelasyonlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (Lintsi ve ark., 2004).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalarla benzer sonuçlar vermiştir. Yöntemler arasında iyi bir ilişki görülmektedir. Biyoelektrik impedans ve deri kıvrım kalınlığı formülleri vücut yüzde yağ değerini belirlemede ayrı ayrı, birlikte ve birbirlerinin yerine kullanılabilceği bulunmuştur.

Bu çalışma 21 kadın 21 erkek olmak üzere 42 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda zaman kısıtlı beslenme uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan öneriler aşağıdaki gibidir;

- Antropometrik ölçümler, tek bir kişi ve alanında uzman bir kişi tarafından uygulanmalıdır.
- İstatistiksel analiz yapılırken, katılımcıların sınıflamalarına ek olarak fiziksel aktivite seviyeleri de dahil edilmelidir.
- Zaman kısıtlı beslenme uygulanacak bilimsel araştırmalarda, kısıtlama dışında kalan zamanlar içinde beslenme yönergeleri verilmelidir.

8. KAYNAKLAR

Akyer Ş. P. Deri altı Yağ Dokusu Kalınlığının Değerlendirilmesinde Skinfold Kaliperi ve Ultrasonografi Ölçümlerinin Karşılaştırılması. PAÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003, Denizli (Danışman: Yard. Doç. Dr. Esat Adıgüzel).

Andstad A, Holtberget K, Hageberg R, Holme I, Anderssen SA. Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel. *SaMilitary medicine*. 2014;179: 208-217.

Bandini L, Vu D, Must A, Dietz W. Body fatness and bioelectrical impedance in non-obese pre-menarcheal girls: comparison to anthropometry and evaluation of predictive equations. *Eur J Clin Nutr*. 1997;51: 673-677.

Beam W, Adams G. Exercise physiology: Laboratory manual. Çeviren: Özer K. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara; 2013, s: 257-290.

Bektaş Y, Özer BK, Gültekin T, Sağır M, Akın G. Bayan basketbolcuların antropometrik özellikleri; Somatotip ve vücut bileşimi değerleri. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2007;1: 52-62.

Bodur S, Uğuz M. A. 11-15 yaş çocuklarda vücut yağ yüzdesinin beden kütle indeksi ve biyoelektriksel impedans analizi ile değerlendirilmesi. *Genel Tıp Dergisi*. 2007;17: 21-27.

Brooks G, Fathey T, White, T. Exercise physiology; Human bioenergetics and its application. Mountain View, CA: Mayfield. 1996;2: 742-750.

Carlyon R, Bryant R, Gore C, Walker R. Apparatus for precision calibration of skinfold kaliper. *American Journal of Human Biology*. 1998;10: 689-697.

Chumlea W, Roche F. Stature, recumbentlength and weight. In T. G. Lohman, A. F. Roche & Rartorell. 1988;5: 564-8.

Coles R, Clements G, Evans W. Measurement of height: practical considerations for the study of osteoporosis. *Osteoporosis International*. 1994;4: 353-356.

Çamlıgüney, A. F. 8-10 Yaş Grubu Kız Çocukların Fiziksel Aktivite Düzeyleri ile Fiziksel Uygunluklarının Belirlenmesi ve Beslenme Profili ile İlişkisinin İncelenmesi. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2010, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Aysel Pehlivan).

De Lorenzo A, Sorge RP, Candeloro N. New insights into body composition assessment in obese women. *Can J Physiol Pharmacol*. 1999; 77: 17-21.

Going SB, Williams DP, Lohman TG. Aging and body composition: Biological change and methodological issues. In. J. Holloszy (Ed), *Exercise and Sport Science Reviews*. 1995; 23: 411-458.

Hazır T, Açıkkada C. Vücut kompozisyonu değerlendirilmesinde biyoelektrik impedans analizinin güvenilirliği: Karşılaştırma çalışması. *Spor Bilimleri Dergisi*. 2002;13: 2-18.

He X, Qin Y, Su M, Jiang Y, Wang X. Analysis of bioelectrical impedance for identification. *Sheng wu yi xue gong cheng xue za zhi. Journal of biomedical engineering. Shengwu yixue gongchengxue zazhi*. 2016;33: 609-615.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40: 497-504.

Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1980;12: 175-182.

Johnson FE, Foster GD. Obesity, Growth and Development, Auxology-Advances in Human Growth and Development for International Association for Human Auxology, Simit Gordon, Philadelphia. 2001;5: 665-674.

Kabiri LS, Hernandez DC, Mitchell K. Reliability, validity, and diagnostic value of a pediatric bioelectrical impedance analysis scale. *Childhood Obesity*. 2015;11: 650-655.

Kaner G, Pekcan G, Pamuk G, Pamuk BÖ. Biyoelektrik impedans analizine karşı deri kıvrım kalınlığı ölçümü: Yetişkinlerde vücut yağının tahmini. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2015;43: 111-118.

Köksal E, Küçükerdönmez Ö. Şişmanlığı saptamada güncel yaklaşımlar. *Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını, Ekspres Baskı A.Ş., İstanbul, 2008, s: 35–70.*

Kuczmarski RJ. Need for body composition information in elderly subjects. *American journal of Clinical Nutrition*. 1989;50: 1150-1157.

Lampl M. Anthropometric standardizasyon reference manual Champaing IL: Human Kinetics. Furher observations on diunalvariation in standing height. *Annals of Human Biology*. 1992;19: 87-90.

Lintsi M, Kaarma H, Kull I. Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24: 85-90.

Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition. Traditional and new. 1987;46: 537–556.

Macrae IF, Wright V. Measurement of back movement *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1969; 28: 584-589.

Martin AD, Drinkwater DT, Clarys JP, Daniel M, Ross WD. Effects of skin thickness and skinfold compressibility on skinfold thickness measurement. *American Journal of Human Biology*. 1992;4: 453-460.

Mollaoğlu H, Üçok K, Akgün L, Baş O. Biyoelektrik empedans analizi ve antropometrik yöntemler ile ölçülen vücut yağ yüzdelerinin karşılaştırılması (Vücut

yağ yüzdesini belirlemede empedans ve skinfold yöntemlerin karşılaştırılması). Kocatepe Tıp Dergisi. 2006;7: 27-31.

Olszanecka M, Zahorska B, Janowska J, Zurakowski A. Serum concentrations of nitric oxide, tumor necrosis factor (TNF)-alpha and TNF soluble receptors in women with overweight and obesity. Metabolism. 2004;53: 1268-1273.

Özkaya V. Vücut Yağının Saptanmasında Çeşitli Antropometrik Ölçümlerle Biyoelektrik Empedans ve Çift Foton Absorbsiyometri Yöntemlerinin Karşılaştırılması. ERÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010, Kayseri (Danışman: Doç. Dr. Betül Çiçek).

Pollock ML, Schmidt DH, Jackson AS. Measurement of cardiorespiratory Fitness and body composition in the clinic setting. Comprehensive Therapy. 1980;6: 12-27.

Sarıtaş N, Özkarafakı İ, Osman PE, Büyükipekci S. Üniversiteli Erkek Öğrencilerin Vücut Yağ Yüzdelerinin Üç Farklı Yöntemle Değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Dergisi. 2011;20: 107-115.

Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van hallie TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. J Appl Physiol. 1985;58: 1565-1571.

Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site crossvalidation study. Am J Clin Nutr. 1988;47:7-14.

Sergi G, De Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. Aging clinical and experimental research. 2017;29: 591-597.

Sifil A. Hemodiyaliz Esnasında Oluşan Vücut Kompozisyonu Değişikliklerini saptamada Dual-Enerji x-ray Absorbsiyometri ve biyoelektrik İmpedans Ölçümlerinin Karşılaştırmalı Analizi. 1999, DEÜ, Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Nefroloji Uzmanlık Tezi, İzmir, (Prof. Dr. Tamer Çamsarı).

Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods in techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Acedemy of Science, National Research Council. 1961;223-244.

Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stilmann RJ, Van Loan MD, Bemben DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Human Biology. 1988;60: 709-723.

Status WP. The use and interpretation of anthropometry. WHO technical report series. Biyososal Bilimler Dergisi. 1998;30: 135-144.

Sung RYT, Lau P, Yu GW, Lam PKW, Nelson EAS. Measurement of body fat using legto-leg bioimpedance. Arch Dis Child. 2001;85: 263-267.

Tamer K. Sporda Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Bağırğan Yayımevi, Ankara; 2000, s:155-187.

Tanner JM. Human Growth and constitution, Human Biology. An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth, and Adaptability. Oxford, Oxford University Press. 1988; 337-435.

Taylor BN. Guide fort he use of the International Sytsem of Units (SI). Gaithersburg. MD: United States Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology. NIST special publication. 1995;811.

Tepe A. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinin Doğum Aylarına Göre Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin Karşılaştırılması. GAZÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2014, Gaziantep (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bekir Mendeş).

Tetik S, Koç MC, Atar Ö, Koç H. Basketbolcularda Statik Denge Performansı ile Oyun Değer Skalası Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Türkiye Kickboks Federasyonu Spor Bilimleri Dergisi. 2013;6: 1309-1336.

Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. British Journal of Nutrition. 1999;82: 165-177.

Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr.* 1999;69: 603-607.

Vasudev S, Mohan A, Mohan D. Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA--the Chennai Urban Rural Epidemiology Study. *JAPI.* 2004;52: 877-881.

Victor R. *Handbook of Anthropometry. Physical Measures of Human Form in Health and Disease.* Springer Science Media, New york; 2012, s: 91-115.

Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJG. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *International Journal of Obesity.* 1998;22: 854-860.

Williams DP, Going SB, Lohman TG, Hewitt MJ, Haber AE. Estimation of body fat body fat from deri kıvrımı thickness in middle-aged and older men and women: A multiple component approach. *American journal of human biology.* 1992;4: 595-605.

Williams L, Wilkins L. *American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* Lippicott, London; 2014, s: 60-66.

Zemmel B. *Body composition during growth and development, Human growth and development.* Academic press, California; 2002, s:210-272.

Zorba E. *Herkes İçin Spor ve Fiziksel Uygunluk.* GSGM Eğitim Dairesi Yayınları, Ankara; 1995, s:1-15.

Zorba E, *Vücut Yapısı Ölçüm Yöntemleri ve Şişmanlıkla Başa Çıkma.* Gazi kitapevi, Muğla; 2001, s.10-37.