



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**SPORCULARDA AKUT YÜKLENME SONRASI
BİOİMPEDANS ANALİZ YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLEN
VÜCUT KOMPOZİSYONU PARAMETRELERİNİN
YÜKLENME SKORLARI İLE İLİŞKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Zeynep ŞİMŞEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ersan KARA

KIRŞEHİR-2023



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**SPORCULARDA AKUT YÜKLENME SONRASI
BİOİMPEDANS ANALİZ YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLEN
VÜCUT KOMPOZİSYONU PARAMETRELERİNİN
YÜKLENME SKORLARI İLE İLİŞKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Zeynep ŞİMŞEK**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ersan KARA**

KIRŞEHİR-ŞUBAT/2023

KABUL VE ONAY

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi, Zeynep Şimşek tarafından hazırlanan “**Sporcularda Akut Yüklenme Sonrası Bioimpedans Analiz Yöntemiyle Ölçülen Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin Yüklenme Skorları İle İlişkisinin Araştırılması**” adlı tez çalışması 10.03.2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından oybirliği/ oyçokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Ersan KARA (Başkan/ Danışman)

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Spor Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Tufan ULCAY(II. Danışman)

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Tıp Fakültesi

Doç. Dr. Dede BAŞTÜRK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Spor Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Gürkan YILMAZ

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Sadi ÖN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Spor Bilimleri Fakültesi

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zeynep ŞİMŞEK



ÖNSÖZ

Bu çalışmada sporcularda akut yüklenme sonrası Bioimpedans Analiz yöntemleriyle ölçülen vücut kompozisyonu parametrelerinin yüklenme skorları ile ilişkisi araştırılmıştır. Bu tezin planlamasını da, yürütülmesinde her türlü desteği esirgemeyen, araştırma için gerekli olanakları sağlayan kıymetli danışmanım Prof. Dr. Ersan KARA' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmanın problem cümlesinin oluşturulmasında, yürütülmesinde her türlü desteğini esirgemeyen ikinci danışmanım Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Tufan ULCAY' a katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Bu araştırma da jüri üyesi olarak katkı sağlayan Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Öğretim üyelerinden Doç. Dr. Dede BAŞTÜRK ve Dr. Öğretim Üyesi Sadi ÖN hocalarıma ve Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Gürkan YILMAZ hocama teşekkür ederim.

Araştırma da elde edilen verilerin istatiki analizlerini yapan Van Yüzüncüyıl Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Ekonomometri Bölümü Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Mahmut KARA hocama teşekkür ederim.

Araştırmaya gönüllü olarak katılan sporculara teşekkür ederim.

Ayrıca bu zorlu zamanımda her zaman sabırla ve sonsuz destekleriyle yanımda olan beni daima motive eden duasını eksik etmeyen sevgili eşime, anneme, babama, aile büyüklerime ve aile küçüklerim olan çocuklarıma daha iyi bir gelecek sunabilmek için gayret gösterdiğim bu yolda beni sabırla bekledikleri için evlatlarıma ve iş yeri arkadaşlarıma ve amirlerime teşekkür ederim.

Şubat 2023

Zeynep ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	iiix
TABLO LİSTESİ.....	x
KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Vücut Kompozisyonunun Tanımı ve Tarihçesi.....	3
2.1.1. Vücut Kompozisyonunun Tanımı ve Kavramsal Çerçevesi	3
2.1.2. Vücut Kompozisyonunun Tarihçesi	3
2.2. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Modelleri ve Yöntemleri	8
2.2.1. Vücut Kompozisyonu Modelleri	9
2.2.1.1. Atom Modeli	9
2.2.1.2. Moleküler Model	9
2.2.1.3. Hücresel Model	9
2.2.1.4. Doku-Organ Modeli	10

2.2.1.5. Tüm Vücut Modeli	10
2.2.2. Çok Bileşenli Modeller.....	10
2.2.2.1. İki Bölmeli (2C) Model	10
2.2.2.2. Üç Bölmeli (3C) Model.....	11
2.2.2.3. Dört Bölmeli (4C) Model	11
2.2.2.4. Çok Bölmeli Modeller	12
2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Teknikleri	13
2.3.1. Saha Ölçüm Teknikleri.....	14
2.3.1.1. Antropometri	14
2.3.1.2. Bel Çevresi	15
2.3.1.3. Bel-Kalça Oranı.....	15
2.3.1.4. Deri Kıvrımı Ölçümleri	15
2.3.2. Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA)	15
2.3.3. Laboratuvar Yöntemleri	16
2.3.3.1. Hidrodensitometri (Su Altı Tartımı (UWW)).....	16
2.3.4. Hava Deplasmanlı Pletismografi (ADP)	17
2.3.5. İzotop Seyreltme Yöntemi (Hidrometri)	17
2.3.6. Çift Enerjili X-Işını Absorpsiyometrisi (DEXA)	17
2.3.7. Bilgisayarlı Tomografi (CT) Ve Bilgisayarlı Tomografi Vücut Kompozisyonu (CTBC).....	18
2.3.8. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)	18
2.3.9. Tüm Vücut Potasyum Sayacı (WBKC).....	19

2.3.10. Vücut Kompozisyonu Analizi Ve Akıllı Telefon Teknolojisi.....	19
2.3.11. Nicel Manyetik Rezonans.....	20
2.3.12. NMR Spektroskopisi	20
2.4. Egzersiz ve Spor Uygulamalarında Bioimpedans Analizi	21
2.5. Egzersizin Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkileri	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Araştırma Grubu	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Bioimpedans Ölçüm Yöntemi	28
3.2.1.1. Yağsız Kütle	31
3.2.1.2. Total Kas Kütlesi.....	31
3.2.1.3. Total Yağ Oranı	31
3.2.1.4. Total Vücut Sıvısı.....	32
3.2.1.5. Hücre İçi Sıvı, Hücre Dışı Sıvı.....	32
3.2.1.6. Bazal Metabolizma Hızı	32
3.2.1.7. İç Yağlanma Oranı	32
3.2.1.8. Obezite Derecesi.....	32
3.2.1.9. Bel-Kalça, Bel-Boy	33
3.2.1.10. Protein.....	33
3.2.1.11. Mineral	33
3.2.2. Egzersiz Protokolü.....	33
3.2.3. İstatistiksel Analiz	37

4. BULGULAR	38
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	42
KAYNAKLAR.....	50
EKLER	66
EK-1. ETİK İZİN KURUL BELGESİ	66
EK-2. KURUM İZİN BELGELERİ.....	69
ÖZGEÇMİŞ	70



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. ‘Tanita MC-780’ Model Bioempedans Ölçüm Cihazı.....	30
Şekil 3.2. ‘Tanita MC-780’ Model Bioempedans Cihazı ile ölçüm alınması.....	30
Şekil 3.3 Egzersiz protokolü aşamaları.....	52



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. İlk dört vücut kompozisyonu seviyesindeki ana bileşenlerden bazıları.....	13
Tablo 2.2. Sporda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için farklı metodolojilere genel bir bakış.....	21
Tablo 3.1. Egzersiz Protokolü Puanlama Tablosu.....	36
Tablo 4.1. Süre değişkeni ile Performans değişkenleri arasındaki ilişkiye dair Sperman Korelasyon analizi sonuçları.....	38
Tablo 4.2. Puan seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Varyans analizi sonuçları	40
Tablo 4.3. Puan seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Kruskal-Wallis H test sonuçları.....	41

KISALTIMA LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar yazımında TDK yazım kılavuzundaki kısaltmalar dizini esas alınmalıdır.

Kısaltmalar	Açıklamalar
BIA	Bioimpedans Elektrik Analizi
BMC	Vücut Hücre Kütlesi
BMI	Vücut Kütle İndeksi
BMR	Bazal Metabolizma Hızı
BW	Vücut Ağırlığı
C	Vücut Kapasitesi
Cl	Klor
DB	Vücut Yoğunluğu
DEXA	Çift Enerjili X-Işığlı Absorbsiyometri
ECW	Hücre Dışı Sıvı Miktarı
FFM	Yağsız Vücut Kütlesi
FM	Vücut Yağ Miktarı
ICW	Hücre İçi Su
K	Potasyum
LBM	Yağsız Vücut Kütlesi
LCV	Hücre İçi Sıvı Miktarı
LM	Yağsız Kütle
MBIA	Çoklu Frekans
Na	Sodyum
PA	Faz Açısı

PBF	Vücut Yağ Yüzdesi
PET	Pozitron Emisyon Tomografisi
R	Reaktanstan
RV	Akciğer Hacmi
TBBM	Toplam Vücut Kemik Minerali
TBW	Vücut Su Miktarı
UWW	Su Altı Tartımı
Vb	Vücut Hacmi
VKI	Vücut Kütle İndeksi
WHR	Bel-Kalça Oranı
Xc	Reaktanstan
Z	Elektrik Empedansı
Db	Vücut Yoğunluğu

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SPORCULARDA AKUT YÜKLENME SONRASI BİOİMPEDANS ANALİZ YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLEN VÜCUT KOMPOZİSYONU PARAMETRELERİNİN YÜKLENME SKORLARI İLE İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Zeynep ŞİMŞEK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ersan KARA

II. Danışman: Doç. Dr. Tufan ULCAY

Bu çalışmanın amacı, sporcularda akut yüklenme sonrası bioimpedans analiz yöntemiyle ölçülen vücut kompozisyonu parametrelerinin yüklenme skorları ile ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu çalışmaya, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Özel Yetenek Sınavına katılan sporcular arasından rastgele örneklem yöntemiyle seçilen, yaş ortalamaları $18,79 \pm 1,25$, ağırlık ortalamaları $53,38 \pm 7,67$ kg ve boy ortalamaları $164,68 \pm 5,22$ cm olan 111 kadın, yaş ortalamaları $19,09 \pm 1,30$, ağırlık ortalamaları $66,79 \pm 12,28$ kg ve boy ortalamaları $176,28 \pm 6,62$ cm olan 105 erkek olmak üzere toplam 216 sporcu dahil edilmiştir. Tanita MC-780 bioimpedans cihazı kullanılarak sporcuların yağsız kütle, total kas kütlesi, total yağ oranı, total vücut sıvısı, hücre içi sıvı, hücre dışı sıvı, bazal metabolizma hızı, obezite derecesi, bel kalça oranı, bel boy oranı, protein, mineral, fiziksel inceleme, iskelet kası ve düz kas oranları belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre yağ kütlesi % ($p < 0.002$), total yağ oranı % ($p < 0.002$), total vücut sıvısı % ($p < 0.001$) ve total kas kütlesi % ($p < 0.004$) değişkenleri bakımından puan seviyeleri arasında yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre Total yağ oranı kg değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p = 0.005$). Mineral % değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p = 0,024$). Sonuç olarak; Yüksek yüklenme skorlarına sahip sporcuların orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip olan sporculara oranla total vücut sıvısı % ve total kas kütlesi % değişkenleri bakımından daha iyi vücut kompozisyonuna sahip oldukları görülmektedir. Vücut yağ yüzdelerinin düşük olması, yağsız kütle yüksek olması, kas kütlesinin fazla olması, vücut su oranının yüksek olması sporcuların

performansını artırırken sağlıklarını olumlu yönde etkilemektedir.

Œubat 2023, 81 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Vücut kompozisyonu, BIA, Sporcular, Performans.



ABSTRACT

M.Sc. THESIS

**INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP OF BODY COMPOSITION
PARAMETERS MEASURED BY BIOIMPEDANCE ANALYSIS METHOD WITH
LOADING SCORES AFTER ACUTE LOADING IN ATHLETES**

Zeynep ŞİMŞEK

Kırşehir Ahi Evran University

Institute of Health Sciences

Department of Physical Educational and Sport Sciences

Supervisor: Ascos. Prof. Dr. Ersan KARA

Supervisor II: Ascos. Doç. Dr. Tufan ULCAY

The aim of this study is to investigate the relationship between body composition parameters measured by bioimpedance analysis method and loading scores in athletes after acute loading. To this study, 111 female athletes whose age averages $18,79 \pm 1,25$, weight averages $53,38 \pm 7,67$ kg and height averages $164,68 \pm 5,22$ cm and 105 male athletes whose age averages $19,09 \pm 1,30$ weight averages $66,79 \pm 12,28$ kg and height averages $176,28 \pm 6,62$ chosen by random sample method from totally 216 athletes taking part in Ahi Evran University sports science faculty special talent test, were included. By using the Tanita MC-780 bioimpedance device, the athletes' lean mass, total muscle mass, total fat ratio, total body fluid, intracellular fluid, extracellular fluid, basal metabolic rate, obesity degree, waist-hip ratio, waist-height ratio, protein, mineral, physical survey, skeletal muscle and smooth muscle ratios were determined. According to the results of analysis of variance, highly level of significant differences were found between score levels in terms of fat mass% ($p < 0.002$), total fat ratio ($p < 0.002$), total body fluid% ($p < 0.001$) and total muscle mass % ($p < 0.004$) variables. According to Kruskal-Wallis H test results, a significant difference was found between score levels in terms of Total fat ratio kg variable ($p = 0.005$). Significant difference was found between score levels in terms of mineral % variable ($p = 0.024$). In conclusion; it is seen that athletes with high loading scores have better body composition in terms of total body fluid % and total muscle mass % variables compared to athletes with medium and low loading scores. Low body fat percentage, high lean mass,

high muscle mass, high body water ratio increase the performance of athletes and positively affect their health.

February 2023, 81 Pages

Keywords: Body Composition, BIA, Athletes, Performance.



1. GİRİŞ

Vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemleri, performans sporlarında yaygın olarak kullanılır ve atletik performansın, beslenme müdahalelerinin, viseral yağlanmanın ve genel sağlık durumunun kısa ve uzun vadeli değerlendirmesinde faydalıdır (1). Sporcularda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, yarışma performansının optimize edilmesine ve antrenman yöntemlerinin başarısının izlenmesine yardımcı olabilir (2, 3). Sporcularda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için çeşitli teknikler kullanılır. Bunlar literatürde su altı tartımı (dansitometri), çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DXA), biyoelektrik empedans analizi (BIA) ve antropometrik ölçümler olarak yer almaktadır. Dansitometri ve DXA, vücut kompozisyonunu değerlendirmek için en doğru yöntemler olmasına rağmen, boyutları ve pahalı gereksinimleri nedeniyle saha kullanımı için pratik değildir (4-6). Biyoelektrik empedans analizi (BIA), vücut kompozisyonunu tahmin denklemleri aracılığıyla değerlendirmek için spor alanında yaygın olarak kullanılan taşınabilir, invaziv olmayan, kullanımı kolay ve ucuz bir yöntemdir (7, 8). Biyoelektrik empedans (Z, ohm), direnç (R, ohm) ve reaktans (Xc, ohm) $[Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}]$ oluşur (9). Biyoelektrik empedans analizi, 3 bileşenli bir modele, yani yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi (FFM) ve toplam vücut suyuna dayanan çift dolaylı bir vücut kompozisyonu tekniğidir (10). Biyoelektrik empedans analizi, eller ve ayaklar gibi temas noktaları arasında geçen ağrısız bir elektrik akımı kullanarak vücudun direncini ve reaktansını (yani empedans) ölçer (11). BIA, vücut kompozisyonundaki kütle dağılımını ve su bölmelerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. BIA, Vücut Hücre Kütlesi (BCM), Vücut Kitle İndeksi (BMI), Yağ Kütlesi (FM), Yağsız Kütle (FFM), Toplam Vücut Suyu (TBW), Hücre Dışı Su (ECW), Hücre İçi Su (ICW), Bazal Metabolizma Hızı (BMR), Faz Açısı (PhA), Direnç (R), Reaktans (Xc), Vücut Kapasitesi (C) gibi parametre modellerine sahiptir (12-14).

Vücut kompozisyonunun atletik performans üzerinde önemli bir etkisi olması ve egzersizin vücut kompozisyonunu değiştirme potansiyeline sahip olması nedeniyle, spor ve egzersizde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde biyoelektrik empedans analizinin (BIA) kullanımına olan ilgi son yıllarda büyük artış göstermiştir (15). Cross-Fit® sporcularında bioempedans analiz değişkenleri ve fiziksel uygunluğun değerlendirildiği çalışmada, kontrol grubuna oranla sporcu grupta bioempedans analiz değişkenlerinin önemli ölçüde değiştiği ve

aynı zamanda fiziksel uygunlukla anlamlı bir şekilde ilişkili olduğu belirtilmiştir (16). Ultra-maratoncularda yağ ve kas kütlelerini belirlemek için yapılan çalışmada BIA ve antropometrik ölçümler kullanılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda BIA ile yapılan ölçümlerde antropometrik ölçümlere oranla yüksek oranda yağ ve kas kütlesi değerlerine ulaşılmıştır (17). Sporcularda kas yaralanmaları belirlenmesi ve takibinde BIA'nın kullanıldığı bir çalışmada, futbolcular ve basketbolcular karşılaştırılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda normal kasa oranla yaralanmaya uğrayan kaslarda yaralanmadan kaynaklı hiper hidrasyon görüldüğü kaydedilmiştir (18). BIA kullanılarak hidrasyon durumu ve vücut kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada sporcu ve sporcu olmayan denekler karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, vücut yağ kütlelerinin ve yağsız kütlelerin, sporcular ve sporcu olmayanlar arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Farklı hidrasyon durumlarında (hidratlı ve susuz) biyoelektrik empedans analizi ile değerlendirilen toplam vücut yağ kütlelerinde ve yağsız kütlede önemli farklılık tespit edilmiştir. Farklı hidrasyon durumlarında biyoelektrik empedans analizi ile değerlendirilen sporcuların vücut yağ kütlesi ve yağsız kütlelerinde anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür (12). Adelosanlarda fiziksel aktivitenin vücut kompozisyonunun üzerine etkisi ile ilgili çalışmada fiziksel aktivite derecesinin vücut bileşenleri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca her iki cinsten de yağsız kütle (FFM) ve toplam vücut suyu (TBW) içeriği önemli ölçüde artarken kadınlarda yağ kütlesi (FM)'nin azaldığı görülmüştür (19). BIA analiz yöntemi kullanılarak elit dövüş sporları sporcularında hızlı kilo düşme ve vücut kompozisyonu arasındaki ilişkinin belirlendiği çalışmada hızlı kilo düşmenin hazırlık antrenmanları süresince sporcularda kas kütlesi kaybının sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir (20). Elit erkek judocularında BIA kullanılarak sezon boyunca vücut ağırlığı, su seviyeleri ve yağsız ve yağ kütlesi değişkenleri ölçüldüğü çalışmada vücut ağırlığı, su düzeyi, vücut kütle indeksi müsabakalar arasında önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (21). Elit sporcularda mevcut beslenme ve diyet takviyeleri ile vücut kompozisyonu arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada BIA ölçümleri sonucunda gıda takviyelerinin mevcut beslenmeye oranla vücut kompozisyonu üzerindeki etkisinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (22).

Literatür çalışmalarının büyük çoğunluğu kronik egzersizin vücut kompozisyonu ilişkisine yoğunlaştığı görülmüştür. Bu çalışmanın amacı da, sporcularda akut yüklenme sonrası Bioimpedans analiz yöntemi ile ölçülen vücut kompozisyonu parametrelerinin yüklenme skorları arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vücut Kompozisyonunun Tanımı ve Tarihçesi

2.1.1. Vücut Kompozisyonunun Tanımı ve Kavramsal Çerçevesi

Vücut kompozisyonu, vücut kompozisyonu seviyeleri ve bunların organizasyonel kuralları, ölçüm teknikleri ve vücut kompozisyonunu etkileyen biyolojik faktörler olmak üzere birbiriyle bağlantılı üç alana sahip insan biyolojisinin bir dalıdır (23). Vücut kompozisyonu ve vücut büyüklüğü, genetik belirleyicilere, organizmanın aktivitesine ve çevrenin etkilerine, geniş anlamda enfeksiyon ve parazitlere maruz kalma ve daha da önemlisi diyetle bağlıdır (24). Bununla birlikte vücut kompozisyonu terimi, anatomik olarak tanımlanabilen vücut bileşenlerinin göreceli boyutlarını tanımlamakla sınırlı değildir. Ayrıca vücudu, yağsız kütle veya toplam yağ kütlesi gibi biyolojik olarak işlevsel varlıkları temsil eden bölmeler açısından vücut bileşenlerini temsil eden kavramsal modeller açısından tanımlamak için daha yaygın olarak kullanılır (25).

Vücut kompozisyonu birçok faktörden etkilenir. Bunlar yaş, cinsiyet, boy, kilo, ırk, etnik köken, tıbbi geçmişi, diyet alımı, egzersiz durumu vb (26).

2.1.2. Vücut Kompozisyonunun Tarihçesi

İnsan vücudu kompozisyonu üzerine varsayımlar antik çağlara kadar dayanmaktadır. MÖ 440 dolaylarında, Hipokrat, bütün bir organizma olarak insan vücudunun kan, balgam, kara safra ve sarı safra olmak üzere dört bileşenden oluştuğu fikrini öne sürmüştür. Benzer bir hipotez, insan vücudunda metal, ahşap, su, ateş ve toprak da dâhil olmak üzere beş "element" olduğunu öne süren antik Çinli bilim adamları tarafından da önerilmektedir. Sağlığın bu 5 elementin dengelenmesi ile elde edildiği ve herhangi bir dengesizlik durumunun hastalıkla sonuçlanabileceği düşünülmüştür. Ancak eski zamana ait bu ifadeler ve fikirler herhangi bir deneysel verilere dayanmamaktadır. O zamandan beri, insanlar kendi bedenlerinin bileşimini anlamak için uzun bir yol kat etmiştir. Milattan sonra 980-1037 yılları arasında Arap bilim adamlarından Avicenna organ boyutu hakkında bilgiler içeren Canon Medicinæ'yi yazmıştır. Andreas Vesalius 1514-1564 yılları arasında organların boyutu ve kütlesi hakkında bilgiler veren De Humani Corporis Fabrica isimli eseri yayınlamıştır. İnsan vücut kompozisyonu araştırmalarının gelişimi ve aydınlanması kimya, anatomi ve beslenme gibi diğer bilim dallarının gelişimine bağlı olmuştur. Besinlerdeki

birçok maddenin aynı zamanda insan vücudunda bulunduğu gerçeğini 1803-1873 yılları arasında bulan ünlü Alman kimyager Justus von Liebig aynı zamanda beden sıvılarının dokulara oranla daha fazla sodyum ve daha az potasyum içerdiği gerçeğini farketmiştir (27).

İnsan vücuduna ilişkin ilk nicel çalışmalar, 1840'larda erken kadavra analizlerine dayanmaktadır (25). 1843 yılında Schwann birkaç kadavra organını ölçmüştür. Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra Bischoff 1863 yılında birkaç insan kadavrasını vücut suyu içeriği bakımından incelemiştir. Fehling 1876 yılında fetüsleri ve yeni doğanları su içerikleri açısından incelenmiştir. 1900'lü yıllarda Camerer ve Soldner, fetüslerin su, yağ, nitrojen ve ana mineraller ve kimyasal bileşimini analiz etmişlerdir. Daha sonra 1938 yılında Iob and Swanson fetüsler ve yeni doğanlar için eser mineraller dahil olmak üzere tüm vücut tahlillerini tamamlamışlardır (27).

Vücut kompozisyonu çalışmalarının erken döneminin ikinci bölümü, organizmanın farklı vücut bileşenlerinin ölçülmesi üzerine odaklanmıştır. Günlük üriner creatine atımı, total vücut iskelet kası kütlelerinin bir göstergesi olarak 1909 lu yıllarda Shaffler ve Coleman tarafından kullanılmıştır. Üriner kreatinin temel kaynağı olan iskelet kasının canlı organizma metodu ile tahmin edilen ilk vücut bileşeni olduğu düşünülmektedir. Vücut kompozisyonu çalışmalarının ilk zamanlarında beden sıvıları ve buna bağlı bileşenler dilüsyon ilişkileri göstergesi üzerine kurulan teknikler yoluyla ölçülmüştür. 1915'li yıllarda kan miktarını gösterge olarak Vital Red ve Congo Red kullanarak incelemiştir. Sabit hidrojen izotopu döteryumun, döteryum içeren su içerisindeki mevcudiyeti 1930'lu yılların ortalarında Hevesey ve Hoffer'in total vücut suyu (TBW) ölçümüne olanak sağlamıştır. TBW fizyolojik bir kontrol mekanizmasının altındadır ve sağlıklı bireylerde beden yağsız bölümlerinin (FFM) hidrasyonu görece sabit bir şekilde 0.732ml/g FFM dir. Eğer FFM nin vücut ağırlığına (BW) olan farkı bilinirse vücut yağı belirlenebilir (25). 1934 yılında Von Hevesey ve Hofer vücutta bulunan toplam su miktarını ölçmek için döteryum kullanmıştır ve 1946 yılında Moore beden sıvısına genel olarak dağıtılmış olduğu için dilüsyon metodlarıyla ölçülebilir olan değiştirilebilir sodyum ve potasyumu incelemiştir. İnsan vücudundaki yağlı ve yağsız kütlelerin relatif orantısının ölçülmesi adına Arşimed prensibi 1942 yılında Behnke ve ark. tarafından vücut kompozisyonu çalışmalarında uygulanmıştır. 1953 yılında Keys ve Brozek günümüzde de bir takım değişiklikler yapılmış haliyle geniş çapta kullanılan densitometrik (yoğunluk ölçümü) metodu daha detaylı bir şekilde sunmuştur. Arşimed'in eski ilkesi olması sebebiyle organizmanın vücut yağını ölçme olanağı sağlamaktadır (25, 27). Potasyum, canlı organizma yoluyla insan bedeninde ölçülen ilk elementtir. 1951 yılında

Sievert vücuttaki K^{40} radyoaktif izotop miktarının radyoaktif tekniklerle belirlenecek ve hesaplanacak kadar büyük olduğunu belirtmiştir. 1961 yılında Forbes ve ark. tüm vücut K^{40} y-ray tahlilini kullanarak vücuttaki toplam yağın vücut kütlelerini ve total vücut yağını tahmin etmiştir. 1963 yılında Moore ve ark. bir diğer radyoaktif izotop olan K^{42} yi değiştirilebilir potasyum ve vücut hücre kütlelerini hesaplamak için araştırmalarına uygulamışlardır (27).

Erken dönem vücut kompozisyonu çalışmalarının üçüncü bölümü çeşitli etki edici faktörlerin sebep olduğu vücut kompozisyonu değişiklikleri üzerine odaklanmıştır. Yaş faktörünün büyük olasılıkla erken dönem vücut kompozisyonu araştırmacıları tarafından çalışılan ilk faktör olduğu düşünülmektedir. 1857 yılında Albert von Bezold hayvanlarda gelişimle birlikte su oranında azalmanın, sodyum oranında ise artışın olduğunu bulmuştur. 1914 yılında Benjamin yeni doğan bebeklerin gelişim sürecinde nitrojen biriktirdiğini tespit etmiştir. Bu bulguya dayanarak, 1923 yılında Moulton çocukların kimyasal kompozisyonlarının yetişkin seviyesine yaklaştığı bu yaşam dönemine (kimyasal olgunluk) kavramı adını verdiğini ilan etmiştir (27).

Vücut kompozisyonu çalışmalarının erken dönemlerinde çalışılan bir diğer faktör beslenmedir. 1907 yılında Catchcart oruç tutma esnasında vücuttaki nitrojenin kayba uğradığını bulmuştur. 1919 yılında Benedict ve ark. besin alımındaki ortalama bir azalmada dahi vücut nitrojeninin azaldığını işaret etmişlerdir. Beslenmenin yanı sıra egzersiz, ırk, cinsiyet ve hastalıklar gibi vücut kompozisyonunu etkileyen diğer faktörler erken dönem vücut kompozisyonu araştırmacıları tarafından incelenmiştir. Vücut kompozisyonu ile ilgili erken dönem çalışmaları 1830-1950 yılları boyunca sürmüştür. Erken dönem çalışmalarının bittiğinin işareti 1959 ve 1963 yılları arasında yapılan üç çığır açıcı vücut kompozisyonu konferansı olmuştur (27).

Hidrodensitometri, orijinal olarak Behnke ve arkadaşları tarafından açıklanan hidrodensitometri metodolojisinin gözden geçirilmesiyle 50 yılı aşkın bir süre önce başlamıştır (28). Su altı tartımı veya hidrodensitometri, bir rezidüel akciğer hacmi (RV) ölçüsü ile birleştirildiğinde, vücut hacminin (V_b) iyi bir ölçüsüdür. Vücut yoğunluğu (D_b), basitçe vücut ağırlığının (BW) V_b 'ye oranı olduğundan, D_b kolayca hidrodensitometriden hesaplanabilir. D_b daha sonra %BF'yi tahmin etmek için kullanılır. Suda V_b 'yi belirlemek için iki yaklaşım vardır. Allen, 1963 yılında katılımcı suya daldırıldığında, yer değiştiren suyun hacmi, hacim ölçerinin yanında bulunan bir büretle doğrudan ölçülebilir. Yer değiştiren suyun hacmi, katılımcının hacmine eşittir. Daha yaygın alternatif yaklaşım, katılımcıyı su altında tartmayı içerir. Behnke, Feen ve Welham'ın 1942 yılında öncülüğünü yaptığı su altı

tartımı, Arşimet Prensibine dayanmaktadır: Bir sıvıya daldırılan bir cisim, yer değiştiren sıvının ağırlığına eşit bir kuvvetle kaldırılır. Behnke ve arkadaşlarının 1942 yılında, hidrodensitometriden Db ölçümündeki en büyük hatanın RV'nin belirlenmesinde olduğunu belirtti. Marks ve Katch 1986'da, RV'deki değişkenliğin %72'sinin biyolojik değişkenliğin bir sonucu olduğunu, %19'unun teknik hataya ve %9'unun öğrenme veya yorgunluktan kaynaklanan bir eğilim etkisine atfedebileceğini gösterdi (29).

Bir süre sonra 1940-1950 yılları arasında 2C modeline başka bir açıdan yaklaşmış olup Arşimed prensibi ve farklı yoğunluklardaki yağlı kütle ve FFM ye dayalı metotların gelişimiyle ilk olarak yağ hesaplamasının yapılması vücut yağ kütlelerinin ölçülmesine olanak sağlamıştır. Birkaç boyutta bir araştırma tekniği olarak geride kalan su altı tartım işlemine dayalı densitometrik metotlar 1970'lerden 1990 lara kadar büyük oranda gözden düşmüşlerdir. Fakat 1995 yılında hava deplasmanlı pletismografisi'nin (ADP) gelişmesiyle yeniden canlandırılmıştır (30).

Fizikte manyetik rezonans fenomeninin ilk keşfinden bu yana, NMR spektroskopisi son 70 yılda kimyada analitik bir araç olarak yaygın uygulamalar yoluyla biyolojik soruları ele alabilen çok yönlü bir metodolojiye dönüşmüştür (31). NMR, kas liflerinde intrahepatik lipid ve intramiyoselüler lipid (IMCL) ve ekstramiyoselüler lipid (EMCL) ölçümü için invaziv olmayan bir teknik ve standart invaziv olmayan bir tekniktir. NMR, karaciğerdeki yağ içeriğini saptamak için karaciğer biyopsileri yerine kullanılır. Fiziksel aktivite ve genel zindelik, artan IMCL ile ilişkilendirilirken, fazla kilolu veya obezitesi olan kişilerde EMCL artmaktadır (32).

1952'de Felix Bloch ve Edward Mills Purcell, sonunda güçlü bir tanısal görüntüleme yöntemi olan manyetik rezonans görüntülemenin (MRI) geliştirilmesine yol açan bir atılım olan nükleer manyetik rezonansı keşfettiler ve bu keşif için Nobel Fizik Ödülü aldılar. 1946'da bağımsız çalışan iki bilim adamı, su veya parafin gibi bazı maddelerin güçlü bir manyetik alana yerleştirilip radyo frekanslarında manyetik salınımlarla bombardımana tutulduğunda, bu maddelerin kendi özel kimyasal bileşimlerine göre enerjiyi emip serbest bıraktıklarını fark ettiler. 1970 yılında Raymond Damadian, tüm vücut dokularında farklı miktarlarda bulunan su moleküllerindeki hidrojen çekirdekleri tarafından salınan enerjiye odaklanarak bu prensibi organik doku örneklerine uygulamıştır. Damadian, aynı tipteki normal ve anormal dokuların yanı sıra farklı tipteki normal dokuların farklı oranlarda enerji salıdığını keşfetmiştir. Bu, yöntemin teşhis amaçlı kullanımı ve teşhis amaçlı tıbbi görüntüleme devrim yaratan bir katkı olmuştur. 25 yıl önce tıbbi bir görüntüleme aracı

olarak MRG'nin tanıtılmasından bu yana, alan muazzam bir şekilde büyümüştür (33).

19. yüzyılın sonlarında bioelektrik çalışmaları insan ve hayvan dokularında başlamıştır. 1930-1950 yılları arasında insan fizyolojisinin görünüşlerini ölçmek için impedansın temel kullanımı kurulmuştur. Bu ilk çalışmalarda bioelektrik impedans ilişkileri ve tiroid fonksiyonu, bazal metabolizma oranı, hormon düzeyleri ve kan akışı gibi fizyolojik değişkenler için bioelektrik impedans parametreleri keşfedilmiştir(34). 1970'li yıllarda empedans ile vücudun vücut su içeriği arasındaki ilişkileri destekleyenler de dahil olmak üzere BIA'nın temelleri atılmıştır. Daha sonra çeşitli tek frekanslı BIA analizörleri ticari olarak temin edilebilir hale gelmiş ve 1990'larda pazar birkaç çok frekanslı analizör içermiştir (35).

Kemik inceleyen bir PET izleyicisi olan ^{18}F -Florür, 1972'de Amerika Birleşik Devletleri'nde görüntüleme için onaylanmış, ancak sınırlı sayıda siklotron ve PET sistemi nedeniyle klinik kullanımı sona ermiştir. Ek olarak, 1970'lerin ortalarında $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -difosfonatlar yaygın olarak bulunabiliyordu ve kemik anormalliklerinin sintigrafik değerlendirmesi için rutin uygulamada kullanılan tercih edilen iz bırakıcı haline gelmişti. Molibdenin küresel depolaması artık sınırlıdır ve $^{99\text{m}}\text{Tc}$ tabanlı iz bırakanların mevcudiyetini etkilemektedir. Aksine, PET/CT sistemlerinin sayısı, siklotronların ve PET prosedürlerinin sayısı gibi sürekli artmaktadır. Bilgisayarlı tomografi (PET/CT) görüntüleme ile birlikte PET, çeşitli klinik senaryoların görüntüleme algoritmasına dahil edilmiştir. ^{18}F florür içeren ^{18}F etiketli izleyicilerin üretimi basitleştirildi ve ^{18}F florür PET/CT kemik görüntüleme için bir kez daha geçerli olmuştur (36).

Heymsfield ve meslektaşlarının, tek bir aksenel görüntü kullanarak kol kasının enine kesit alanını ölçmek için vücut kompozisyonu araştırmalarında bilgisayarlı tomografinin (BT) kullanımını ilk kez keşfetmeleri 1979 yıllarına dayanmaktadır.

DXA'dan vücut kompozisyonu ölçümleri 1980'li yıllarda geliştirildiğinden beri mevcuttur, ancak geçmişte yeterince kullanılmamıştır. Son zamanlarda, ABD için temsili verilerin analizi ve yayınlanması, Uluslararası Klinik Dansitometri Derneği'nin resmi kullanım kılavuzu ve klinik kullanıma sahip bölgesel vücut bileşimi ölçümlerinin geliştirilmesi dahil olmak üzere vücut kompozisyonu değerlendirmesinde hızlı gelişmeler olmuştur (37).

Hava yer değiştirme pletismografisi (ADP), 100 yılı aşkın bir süre önce Almanya'da ortaya çıkmış ve ilk uygulanabilir işletim sistemi 1995'te ticari olarak piyasaya sunulmuştur (38).

İçinde bulunduğumuz yüzyılda akıllı telefonlar gibi kişisel elektronik aletlerin artışı yaygınlaşmıştır. Bu tür elektronik cihazlara bireysel sağlık gözetimine yönelik uygulamaların yüklendiği ve bu uygulamalardan elde edilen verilerle vücut kompozisyonu ve enerji harcamasına yönelik bilgiler elde edildiği görülmektedir. Ancak vücut kompozisyon analizlerinin henüz bu tür cihazlarda kullanımı yoktur. Hâlihazırda akıllı telefon tabanlı ölçüm sistemleri mevcuttur ve akıllı telefonların kamerasını kullanarak vücut hacmini ve antropometrik bilgilere ulaşmayı sağlayan tüm vücudun optik taraması henüz gelişiminin erken dönemlerindedir. Tüketicilerin vücut kompozisyon analizi için mobil teknolojiler kullanması birçok imkan sağlar. Vücut kompozisyon bilgisi özel laboratuvarlar yerine gerçek hayat ortamından kolaylıkla elde edilebilir. Vücut kompozisyonu ile birlikte farklı fizyolojik süreçler (kalp atımı, kan basıncı, oksijen saturasyonu, aktivite düzeyi, enerji harcaması) eş zamanlı olarak gözlenebilir. Sensor teknolojilerdeki inovasyon devam ettikçe bu imkânların gelişmesi ileriye gitmesi de olasıdır (25).

2.2. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Modelleri ve Yöntemleri

Vücut kompozisyonu ölçülmesi, beslenmenin değerlendirmesinin nesnel yöntemleridir ve beslenme uzmanları, sağlık uzmanları ve spor bilimcilerin ilgisini çekmektedir. Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, insan vücudunun hem beslenme durumu hem de fonksiyonel kapasitesi hakkında ön bilgiler sağlar ve doğumdan yetişkinliğe kadar büyüme ve gelişmeyi tanımlamada, sağlık ve hastalığın gelişimsel kökenlerini anlamada, beslenme stratejileri tasarlamada, beslenmede ve terapötik (tedavi edici) müdahalelerin izlenmesinde yararlıdır (39, 40).

Vücut kompozisyonunun kardiyovasküler hastalık, diyabet, kanser, osteoporoz ve osteoartrit gibi çeşitli hastalıklarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Vücut kompozisyonu ölçümleri, beslenme müdahalelerinin etkinliğini değerlendirmede ve büyüme ve hastalık koşullarıyla ilişkili değişiklikleri izlemede yararlıdır. Vücut kompozisyonundaki değişiklikler, besin alımı ve gereksinim arasında bir uyumsuzluk olduğunda ortaya çıkar. Besin alımının yetersiz olabileceği zayıflama ve bodurluk gibi durumlarda vücut kompozisyonunda bozulma gözlenir. Aşırı beslenme ise obeziteye yol açar. Vücut kompozisyonu değerlendirmesi için, basit dolaylı ölçümlerden daha karmaşık doğrudan hacimsel ölçümlere kadar değişen birçok teknik mevcuttur. Günümüzde kullanılan yöntemlerden bazıları antropometri, izleyici seyreltme, dansitometri, çift enerjili Xray absorpsiyometri, hava yer değiştirme pletismografisi ve biyoelektrik empedans analizini içerir. Yöntemler kesinlik ve doğruluk

bakımından farklılık gösterir. Nükleer manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme teknikleri, dokuları, organları veya kas ve yağ dokusu gibi bileşenleri görselleştirme ve ölçme yetenekleri nedeniyle güçlü araçlar haline gelmiştir. Bununla birlikte, bu yöntemler, maliyetleri ve kullanım karmaşıklıkları nedeniyle hala araştırma araçları olarak kabul edilmektedir (39, 41).

Vücut kompozisyonunu belirlemek için farklı fiziksel prensipler, farklı modeller ve varsayımlar kullanılarak farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi farklı yağ depolarının ve organlardaki yağ infiltrasyonunun in vivo ölçümlerini içeren ve vücut kompozisyon analizi için altın standart olarak kabul edilen tomografik görüntüleme teknikleri mevcuttur(39, 42). Bu yöntemlerin her birinin avantajları ve dezavantajları vardır. Vücut kompozisyonunu değerlendirmek için mevcut çeşitli yöntemler, iki bölmeli (2C), üç bölmeli (3C), dört bölmeli (4C) veya çok bölmeli modellerden oluşmaktadır (39, 43).

2.2.1. Vücut Kompozisyonu Modelleri

2.2.1.1. Atom Modeli

Atom modeli, vücutta meydana gelen elementlere dayanmaktadır. Vücut ağırlığının %98'i altı elementten oluşur, yani C, H, N, O, P ve Ca. Geri kalan %2, diğer 44 element tarafından kapsanmaktadır. Vücut kütlelerinin %96'dan fazlası dört elementten (oksijen, karbon, hidrojen ve nitrojen) oluşmaktadır(44). Atom modeline dayalı bir yöntemin bir örneği, bir nötron aktivasyon analizidir (45).

2.2.1.2. Moleküler Model

11 ana element, insan vücudunu oluşturan 100.000'den fazla kimyasal bileşiği temsil eden molekülleri oluşturur. İnsan vücudu altı ana bileşenden (su, proteinler, yağlar, karbonhidratlar, kemik mineralleri, yumuşak doku) oluşur (45).

2.2.1.3. Hücresel Model

Moleküler bileşenlerin hücrelere bağlanması, insan vücudunun algılanmasındaki bir sonraki aşamadır. Vücut hücre kütlesi, insan vücudunun kas kütlesi ile ilgili aktif bir enerji metabolize edici parçasıdır. Hücre dışı su (%94 sudan oluşur), vücut kompozisyonunun sıklıkla gözlenen bir bileşenidir. Sonraki bileşenler, hücre dışı organik ve inorganik

katılardır. Hücresel seviye aşağıdaki denklemlerle açıklanabilir:

$$\text{Vücut ağırlığı} = \text{vücut hücre kütlesi} + \text{hücre dışı su} + \text{hücre dışı katılar}$$

$$\text{Vücut hücre kütlesi} = \text{kas} + \text{doku} + \text{epitel} + \text{sinir hücreleri}$$

$$\text{Hücre dışı su} = \text{plazma} + \text{interstisyel sıvı}$$

$$\text{Hücre dışı katılar} = \text{organik} + \text{inorganik katılar}$$

$\text{Vücut ağırlığı} = \text{yağ kütle hücreleri} + \text{vücut hücre kütlesi} + \text{hücre dışı su} + \text{hücre dışı katılar}$ (45).

2.2.1.4. Doku-Organ Modeli

Hücresel modelin bileşenleri ayrıca çeşitli dokular, organlar ve sistemler halinde düzenlenmiştir. Vücut ağırlığının %75'i kemik, kas kütlesi ve yağ kütlesi olmak üzere üç doku tarafından temsil edilir.

Sistemler açısından insan vücudu şu şekilde tanımlanır:

$\text{Vücut ağırlığı} = \text{kas-iskelet} + \text{deri} + \text{sinir} + \text{kardiyovasküler} + \text{solunum} + \text{sindirim} + \text{boşaltım} + \text{üreme sistemi}$ (45).

2.2.1.5. Tüm Vücut Modeli

Tüm vücut modelini izlemek için vücut boyu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, çevresel ölçüler, vücut bölümlerinin uzunluğu ve genişliği, deri kıvrımları ve insan vücut yoğunluğunun hesaplanmasına ve dolaylı tahmine olanak tanıyan vücut hacmi gibi bireysel göstergelerin antropometrik ölçümleri yağ kütlesi ve yağsız kütle kullanılır (45).

2.2.2. Çok Bileşenli Modeller

2.2.2.1. İki Bölmeli (2C) Model

Vücut kompozisyonundaki en basit yaklaşım, vücut ağırlığını yağ kütlesine (FM) ve yağsız kütle (FFM) ayıran 2C modelidir. Susuz FM, varsayılan yoğunluğu 0,9007 g/cm³ olan kimyasal olarak ekstrakte edilebilir yağdır, oysa FFM'nin yoğunluğu 1,1000 g/cm³ ve su içeriği % 73,72 olduğu varsayılır. 2C modeli, üç erkek kadavranın analizlerinden yapılan varsayımlara dayanmaktadır ve ilgili hatalar, ölçümlerin teknik doğruluğundan çok varsayımların geçerliliğinden kaynaklanmaktadır. Hidrodensitometri, hava deplasmanlı

pletismografi (ADP) ve hidrometri, 2C modeline dayalı yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bazılarıdır (39).

2.2.2.2. Üç Bölmeli (3C) Model

3C vücut kompozisyonu modeli, FFM'nin ayrıca yağsız doku kütesine (LTM) ve kemik mineral içeriğine (BMC) ayrıldığı üçüncü bir bileşen içerir. 3C modelinde FFM, suya [toplam vücut suyu (TBW)] ve geri kalan katı maddelere [protein ve mineraller, yağsız kuru kütle (FFDM)] ayrılır. Bu, vücut yoğunluğu (Db) ve TBW ölçümlerini içerirken, mineral-protein oranının 0,35 olduğu varsayılır. Bu nedenle 3C modeli, FFM hidrasyonunda bireyler arası değişimi kontrol eder. Sağlıklı yetişkinlerin ve daha büyük çocukların vücut kompozisyonunu ölçerken, 3C modeli, 2C modeline göre daha iyi sonuçlar göstermiştir, ancak vücut proteini veya kemik mineral kütesi azalmış hastalarda, yoğunluk için tahmini değerler olarak dikkatli kullanılmalıdır ve bu nedenle, vücut FM'sinin nihai tahmini doğru olmayacaktır. Çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DEXA), yüksek ve düşük enerjili X-ışınlarının vücuttan iletilmesiyle hızlı, invaziv olmayan bölgesel ve tüm vücut kompozisyonu ölçümü sağlayan bir 3C yöntemidir (39, 43, 46).

2.2.2.3. Dört Bölmeli (4C) Model

Vücut kompozisyonunun 4C modeli, vücut kütesini yağ, mineral, TBM ve proteine (kalıntı) ayırmak için birçok yöntemi birleştirerek elde edilir ve böylece bu bileşenlerin vücuttaki nispi oranları hakkında varsayımlarda bulunma ihtiyacını ortadan kaldırır. 4C modeli hem kemik minerali hem de TBW'deki biyolojik değişkenliği kontrol ettiğinden teorik olarak 3C modelinden daha geçerlidir. Protein ve mineral yoğunluğu için 1,34 ve 3,075 kg/l varsayımları yapılmıştır. 4C modeli, 1.100 g/cm³ sabit yoğunluk ve 0.73 hidrasyon varsaymak yerine, FFM'nin ayrı ayrı bileşenlerini ölçen vücut kompozisyonu için kriter yöntemi olarak kabul edilir. Bununla birlikte, her birincil ölçümün kendine özgü bir ölçüm hatası olacaktır ve birçok değişkenin ölçülmesiyle ilişkili kümülatif hatalar, 4C modelinin gelişmiş doğruluğunu etkileyebilir. Hata yayılımı yöntemi, 4C modelinden FM kesinliği tahminlerini hesaplamak için kullanılır, çünkü her birincil yöntem kesinliği nihai 4C modeli tahminine yayılır. Yüzde 60 TBW ile 60 kg'lık bir birey için 4C modeli kullanılarak FM için hata yayma yönteminden $\pm 0,25$ kg'lık bir kesinlik elde edilmiştir. Bununla birlikte, 4C yöntemi, çoklu ölçümler için gereken zaman, maliyet ve ekipman açısından genellikle klinik ortamlarda ve büyük çalışmalarda sınırlıdır ve esas olarak vücut kompozisyonu yöntemlerinin doğrulanması ve öngörü denklemlerinin türetilmesi için kullanılmalıdır (39,

43, 47, 48).

2.2.2.4. Çok Bölmeli Modeller

Vücut kompozisyonunun atomik modelleri, vücudun ana unsurlarının doğrudan analizini gerektirmektedir. Nötron aktivasyon analizi (NAA), elementlerin (kalsiyum, sodyum, klorür, fosfor, nitrojen, hidrojen, oksijen ve karbon) toplam vücut içeriğini ölçmek için kullanılabilir. 6C modeli vücudu su, azot, kalsiyum, potasyum, sodyum ve klorür olarak ayırır. Çok kompartımanlı modeller vücut kompozisyonunun doğru ölçümlerini sağlasa da, diğer yöntemleri doğrulamak için uygun tesislerin olmaması, yüksek maliyet ve radyasyona maruz kalma düzenli kullanımlarını sınırlamaktadır (39, 49).



Tablo 2.1. İlk dört vücut kompozisyonu seviyesindeki ana bileşenlerden bazıları (50).

N, Ca, P, K, Na, Cl	Lipid	Adipositler	Adipoz Doku
H	WATER	Hücreler	İskelet Kası
C	Protein	Ekstrasellüler Sıvı	İç Organlar ve Kalıntı
0	Glikojen		İskelet
	Minerals	Ekstrasellüler Katılar	

2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Teknikleri

Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi birçok spor organizasyonunda rutin bir uygulamadır. Toplam vücut kütlesi (BM) değerlendirmeleri bazı durumlarda (örneğin, belirli bir ağırlık sınıflandırmasının olduğu sporlarda) önemli olabilirken, vücut kompozisyonunun daha geniş bir şekilde incelenmesi, özellikle yağsız kütle (LM) ve yağ kütlesi (FM) sporcular ve antrenörleri için daha bilgilendiricidir. Zıplama, koşma gibi hareketlerde vücut yerçekimi kuvvetlerine direnirken, genellikle vücudun yağ yüzdesi (%BF) olarak bildirilen FM'nin bu değerlendirmesi, aşırı yağ kütlesinin 'ölü ağırlık' olarak algılanabileceği göz önüne alındığında, birçok sporda oldukça ilişkilidir. Elit sporda vücut kompozisyonunu optimize etmeye ve değerlendirmeye verilen öneme rağmen, evrensel olarak kabul edilmiş bir ölçüm yöntemi yoktur ve uygulayıcılar, metodolojileri ve sınırlamalarını tam olarak anlamamanın aksine, genellikle günlük rutinlerine uygun bir teknik seçerler (51).

Tarih boyunca araştırmacılar, erken kadavra çalışmasından çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DXA) gibi daha yeni görüntüleme teknolojilerine kadar çeşitli teknikler kullanarak insan antropometrisini incelemeye ve doğru bir şekilde ölçmeye çalışmışlardır.

Antropometride, vücut genellikle anatomik ayırmadan ziyade kavramsal olarak bölmelere ayrılır. En basiti, vücudun FM ve yağsız kütleye (FFM) bölünmesini içeren iki bölmeli modeldir; ilke, bu bileşenlerden biri belirlenirse diğerinin tahmin edilebilmesidir. Üç bölmeli model, kemik mineral içeriğini (BMC), FM ve FFM'yi (diğer tüm mineral olmayan dokuları, yani organları da içerir) içerirken, 4 bölmeli model ayrıca toplam vücut suyunu (TBW) içerir (51, 52).

Belirli vücut dokularını ölçmek için çeşitli yöntemler geliştirilirken, kadavra diseksiyonu tek direkt yöntemdir ve bu nedenle daha az invaziv, daha pratik dolaylı yöntemler geliştirilmiştir. Dolaylı yöntemler, aşağıda tartışıldığı gibi, kesin olmasına rağmen elit spor ortamında sınırlı uygulamaya sahip olan hidro-dansitometriyi içerir. Belirli yöntemler "iki kez dolaylı" olarak kabul edilir ve dolaylı bir tekniğe dayalı olarak vücut kompozisyonunu ölçmek için tahmine dayalı regresyon denklemleri kullanır; örneğin, sonraki tahmin denklemleri ile deri kıvrımı kalınlığı ölçümleri. Tüm bu yöntemler, belirli durumlarda uygun uygulama olarak kabul edilebilir ve sporcu olmayan bireylerde altın standart bir vücut kompozisyonu metodolojisi olmadığı göz önüne alındığında, sporcuların ve antrenörlerin mevcut çeşitli metodolojilerin ve bunların sınırlamalarının tam olarak farkında olmaları çok önemlidir (51).

2.3.1. Saha Ölçüm Teknikleri

2.3.1.1. Antropometri

Antropometrik ölçümler non-invazivdir ve beslenme durumunun değerlendirilmesine, risk altındaki bireylerin belirlenmesine, bir beslenme müdahalesinin etkinliğinin izlenmesine ve vücudun yağ ve kas depoları hakkında bilgi sağlanmasına yardımcı olur.

Bunların ölçülmesi nispeten basit olduğundan, ucuz olduğundan ve yüksek düzeyde teknik beceri gerektirmediğinden, antropometrik ölçümler klinik durumlarda ve büyük epidemiyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Vücut kitle indeksi (VKİ), basit ve ucuz olduğu için vücut yağını tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır. WHO sınıflandırması, BMI'yi kategorize etmek için yaygın olarak kullanılır. Belirli bir BMI için vücut yağ yüzdesi (%BF) yaşla birlikte değişir ve bu değişikliğin oranı cinsiyete, etnik kökene ve bireysel farklılıklara bağlı olarak değişir. Ek olarak BMI, vücut yağının gerçek dağılımına ve metabolik riske duyarlı değildir (39, 53-57).

2.3.1.2. Bel Çevresi

Bel çevresi, çocuklarda ve yetişkinlerde karın içi yağlanma göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bel çevresi, soluk sonu ekspirasyonu sırasında ayakta dururken en alt göğüs kafesinin ve iliak krestin orta noktasında esnemeyen bir bantla en yakın 0,1 cm'ye kadar ölçülür. Bel çevresine göre risk göstergeleri erkeklerde ≥ 102 cm, kadınlarda ≥ 88 cm olarak verilmektedir (39, 53, 58).

2.3.1.3. Bel-Kalça Oranı

Bel-kalça oranı, alt ve üst vücut yağ dağılımının yerine kullanılır ve vücut yağının nerede depolandığını ölçer. Android veya aşırı üst vücut yağı erkeklerde daha sık görülürken, jinoid veya aşırı alt vücut yağı kadınlarda daha fazla görülür. Yüksek bir WHR, obezite ile ilişkili sağlık sorunları riskinin arttığını gösterir. WHR'nin visseral yağı değerlendirmedeki doğruluğu, artan şişmanlık seviyeleri ile azalır. WHR, bel çevresinin kalça çevresine bölünmesiyle hesaplanır ve risk göstergeleri erkekler için $\geq 1,0$, kadınlar için $\geq 0,85$ 'tir (39, 53).

2.3.1.4. Deri Kıvrımı Ölçümleri

Deri kıvrımı tekniği, yüzde vücut yağı elde etmek için vücut yoğunluğunu tahmin ederek deri altı yağın bir ölçüsüdür. Yaygın olarak kullanılan kumpaslar, en yakın 0,2 mm'ye kadar ölçüm yapan Holtain, Lange ve Harpenden'dir. Vücut yoğunluğu değerlerine ulaşmak için yaşa ve cinsiyete özgü denklemlerde kullanılan pazı, triseps, subskapular ve suprailiac gibi bölgelerde ölçümler yapılır. Vücut yağı, popülasyona özgü bir dönüşüm formülü kullanılarak vücut yoğunluğundan elde edilir (39, 59, 60).

2.3.2. Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA)

Biyoelektans (BIA), klinik uygulama ve araştırma çalışmalarında vücut kompozisyonu değerlendirmeleri için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (32). Biyoelektrik empedans analiz tekniği, vücudun elektriksel iletken özelliklerine dayalı olarak vücut kompozisyonunu tahmin etmek için kullanılır ve sabit bir frekansta (50 kHz) düşük elektrik akımının (800 μ A) akışına empedansın (Z) ölçülmesini içerir. BIA cihazı, 50 kHz frekansta çalıştığında tek frekanslı veya geniş bir frekans aralığı kullanıldığında çoklu frekansta olabilir. BIA'nın ilkesi, su ve elektrolitlerden oluşan Yağsız Dokunun (LT) iyi bir elektrik iletkeni iken, suyu olmayan yağın zayıf bir iletkeni olmasıdır. TBW'den FFM'yi tahmin etmek için yüzde 73'lük

hidrasyon faktörü kullanılır (39, 61-63). 8 elektrotlu segmental sistem, uzuvların ve gövdenin bağımsız olarak değerlendirilmesine izin verir ve geleneksel bilek-ayak bileği ölçümünden daha doğru olduğu bildirilmiştir (32). BIA'daki olası hata kaynakları, uzuv uzunluğu, fiziksel aktivite, beslenme durumu, hidrasyon seviyesi, kan kimyası, yumurtlama ve elektrotların yerleştirilmesindeki farklılıklardır. Vücuttaki sıvı değişimleri ve hidrasyon seviyeleri, TBW'yi hücre içi su (ICW) ve hücre dışı su (ECW) bölmelerine ayırabilen biyoimpedans spektroskopisi (BIS) veya çok frekanslı BIA kullanılarak değerlendirilebilir. BIS ayrıca, 4C modelinden elde edilen tahminlerle iyi bir korelasyon gösterdiği için ECF ve ICF boşlukları arasında ayırım yaparak vücut hücre kütlesi (BCM) tahminleri sağlayabilir. Yöntemlerin, araçların ve bireylerin hazırlanmasının optimal standardizasyonu ile BIA, sağlıklı popülasyonlarda ve obez bireylerde hızlı, kolay ve nispeten ucuz FFM ve TBW tahminleri sağlayabilir. BIA aracı, taşınabilir, güvenli, kullanımı kolay, minimum katılımcı yükü ile nispeten düşük maliyetlidir, bu nedenle onu büyük araştırmalar için yararlı bir araç haline getirir (39, 61-63).

2.3.3. Laboratuvar Yöntemleri

2.3.3.1. Hidrodensitometri (Su Altı Tartımı (UWW))

Hidrodensitometri veya dansitometri, vücut yoğunluğunun tahminini içerir. Yöntem, tamamen su altındayken vücut tarafından yerinden edilen suyu ölçer ve rezidüel akciğer hacmi ölçümleriyle birlikte, vücut yoğunluğunun tahmin edilebileceği doğru vücut hacmi (BV) ölçümü sağlayabilir. Daha yüksek FFM yüzdesine sahip bir birey, suda daha ağır olacak ve kemik ve kas sudan daha yoğun olduğu, yağ ise yüzeceği için %BF'si düşük olacaktır. Yüksek miktarda FM, vücudu suda daha hafif hale getirecek ve o kişinin yüksek %BF'sine sahip olacaktır. Bireyin su altı ağırlığı, kilo kaybını hesaplamak için kullanılır. Toplam %BF, akciğerlerdeki hava hacmini hesaba kattıktan sonra, FM ve FFM için değişen yoğunluklara sahip bir 2C modeli varsayılarak tahmin edilebilir. Db'den %BF tahminleri 2C modeli kullanılarak elde edilebilir. UWW kullanılarak doğru bir Db tahminine ulaşmak için BV, ölçüm sırasında akciğerlerde ve gastrointestinal sistemde bulunan hava miktarına göre düzeltilmelidir. Rezidüel akciğer hacmi, maksimal bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava miktarıdır. UWW yöntemi, BV ve Db'yi ölçmek için geçerli bir yöntemdir ve UWW'den %BF tahminleri, 4C yöntemiyle karşılaştırıldığında -2,8 ila %1,8 BF arasında değişen ortalama hatalara sahiptir. UWW tekniği doğru olmasına rağmen zaman alıcı olması ve kişiye rahatsızlık vermesi gibi dezavantajlara sahiptir (39, 46).

2.3.4. Hava Deplasmanlı Pletismografi (ADP)

Hava yer değiştirme pletismografisi (ADP), kapalı bir bölme içindeki havanın yer değiştirmesi yoluyla vücut hacmini ölçer. Bu, kapsamlı teknisyen eğitimi gerektirmeyen invazif olmayan ve hızlı bir tekniktir (32). Prensipite UWW'ye benzer olan ADP, Db'yi ve dolayısıyla toplam vücut yağını ve LT'yi ölçer. ADP, odanın içinde oturan bir kişi için BV'yi türetmek için basınç ve hacim arasındaki ilişkiyi kullanır. BV, boş bir odadaki hava hacmi eksi kişi oturduktan sonra odadaki hava hacmi olarak tahmin edilmektedir. Kişi kapalı bir odaya oturtulur ve odanın hacmi değiştirilerek, yer değiştiren havanın hacmi hava basıncı değişiminden belirlenebilir. Ölçüm süresi yaklaşık 5-8 dk/bireydir. Ticari BOD POD cihazı (COSMED, İtalya), kullanımını kolay olmasına rağmen pahalıdır ve makineye sadece birkaç tesiste sahiptir. BOD POD ve UWW ile ölçüldüğünde Db'de hem küçük ($\leq 0,002$ g/cc) hem de biraz daha yüksek farklılıklar (0,003-0,007 g/cc) bildirilmiştir. BOD POD ve UWW'nin doğruluğu, 4C yöntemlerine karşı değerlendirildiğinde benzer bulunmuştur (39, 64-66).

2.3.5. İzotop Seyreltme Yöntemi (Hidrometri)

Hidrometre, izleyicinin (izotop) konsantrasyonu ve miktarı biliniyorsa TBW (çözücü) miktarının tahmin edilebildiği seyreltme ilkesine dayanır. TBW, insan vücut ağırlığının yüzde 40-60'ını oluşturur ve esas olarak FFM'de bulunur. FFM tahminleri TBW'den elde edilebilir. Yaygın olarak kullanılan kararlı izotoplar D₂O ve ¹⁸O'dur. Doz uygulanmadan önce doğal arka plan düzeylerini belirlemek için ilk önce tükürük, idrar veya kandan ve ikincisi, izleyicinin tüm su boşluklarıyla dengelenmesi için yeterli bir süre olan 3-4 saat sonra alınan izleyici konsantrasyonunun bir ölçüsünü sağlamak için vücut sıvısı örnekleri alınır. İzotopun zenginleşmesi, izotop oranı kütle spektrometresi veya kızılötesi spektrofotometri ile ölçülebilir. Bu yöntem, TBW'yi ölçmek için yüzde 1-2'lik kesinlik ve doğruluğa sahiptir. Hidrasyon faktörünün yüzde 73 olduğu varsayılır ve FFM, bu varsayım kullanılarak TBW'den tahmin edilir. FFA'daki su yüzdesi çoğu türde yüzde 70 ila 76 arasında bulunduğundan, FFM'nin popölasyona özgü hidrasyon faktörünü kullanmak ideal olacaktır (39, 67-70).

2.3.6. Çift Enerjili X-Işını Absorpsiyometrisi (DEXA)

DXA, vücut kompozisyonu araştırması için en yaygın kullanılan tekniklerden biridir. DXA'nın avantajları, tüm yaş aralığında ve nispeten düşük maliyetli olarak kullanılmasıdır (32). DXA yöntemi, iki X-ışını enerjisi kullanarak vücut yağını, kasını ve toplam vücut

kemik mineralini (TBBM) ölçer. DEXA'nın prensibi, yüksek ve düşük foton enerjili X-ışınlarının zayıflamasının ölçülebilir olması ve alttaki dokunun özelliklerine bağlı olmasıdır. X-ışınının dokular boyunca zayıflamasındaki farklılıklar, yağ, LT ve kemiğin yoğunluğu ve kimyasal bileşimindeki farklılıklardan kaynaklanır. DEXA hızlıdır, düşük radyasyona maruz bırakır ve çok az teknik beceri ve kişi tarafından hazırlık gerektirir. Görüntüler, iki farklı enerji seviyesi kullanılarak kemik ve yumuşak doku bileşenlerine ayrılabilir. DEXA, kemik mineral yoğunluğu ölçümleri için altın standart olmakla birlikte, toplam ve bölgesel vücut yağını ve LTM'yi tahmin etmek için de kullanılır. DEXA ölçümü sırasında, kişi bir yatakta uzanır ve bir X-ışını arkadan öne doğru bir dedektöre geçer (39).

DEXA yöntemi, bölgesel ve toplam vücut kompozisyonunu değerlendirme yeteneğine sahiptir. DXA yöntemi, kemik üzerindeki yağ miktarının, kemiksiz doku üzerindeki yağ miktarı ile aynı olduğunu varsayar, ancak aslında değişir ve bu, %BF'yi tahmin etmek için DEXA'nın kullanılmasında büyük bir dezavantajdır. DEXA, toplam vücut yağını tahmin etmek için vücut yoğunluğundan yöntemle göre daha doğru olduğunu göstermiştir. DEXA analizi, yağsız yumuşak dokunun sürekli hidrasyonunu varsayar, ancak hidrasyon yaşa, cinsiyete ve hastalığa göre değişir ve bu olası bir sınırlama olabilir. DEXA için yüzde 1-2 BF ve LT için yüzde 0,5-2 aralığında tekrarlanabilirlik (CV) bildirilmiştir (39, 48, 71-73).

2.3.7. Bilgisayarlı Tomografi (CT) Ve Bilgisayarlı Tomografi Vücut Kompozisyonu (CTBC)

Vücudun farklı açılarından X-ışını projeksiyonları kullanılarak BT'den vücudun bölümlerinin yüksek çözünürlüklü, üç boyutlu hacimsel bir görüntüsü elde edilebilir. Yağsız yumuşak doku ve yağ dokusu (AT) X-ışınları arasındaki zayıflama farkları, bu dokuları ayırmak için kullanılır. İskelet kası dokusundaki ve karaciğerdeki yağ, CT kullanılarak doğru bir şekilde belirlenebilir, ancak karaciğer yağı <math><5\%</math> için önemli ölçüde daha az doğrudur. CT kullanılarak organların ve farklı AT depolarının doğrudan hacimsel ölçümleri elde edilebilir. Bununla birlikte, BT kullanılarak yapılan vücut kompozisyonu ölçümü genellikle vücudun belirli eksenel dilimlerinin iki boyutlu analizi kullanılarak ölçülür. Bu, esas olarak radyasyon dozunu en aza indirmek için ve ayrıca görüntülerdeki farklı bölümlerin manuel olarak bölümlenmesindeki zorluklar nedeniyle yapılır (39, 74-76).

2.3.8. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

MRG, toplam yağ dokusunun ve alt depolarının, deri altı, kas içi ve VAT'nin in vivo miktarının belirlenmesine izin veren, radyasyon içermeyen tek tekniktir. MRG ayrıca önemli

FFM bileşenlerinin, iskelet kası kütlesinin (kollar, bacaklar ve gövde) ve spesifik organ kütlesinin miktarının belirlenmesine olanak tanır. Kalp, karaciğer ve beyin gibi organlar, kütlelerine göre yüksek dinlenme metabolik oranlarına sahiptir ve bu, ağırlık bozulmalarının (kazanma ve verme) dinlenme enerji harcaması üzerindeki etkilerinin araştırılmasıyla oldukça ilgilidir (32). Vücuttaki yumuşak doku görüntüleri, genellikle su ve yağdaki hidrojen olmak üzere hücredeki elementlerin çekirdeklerinin farklı manyetik özelliklerini kullanan MRG ile üretilebilir. AT ve kas miktarının belirlenmesi için MRG'ye dayalı çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Organlarda yaygın yağ infiltrasyonu ve AT ve LT'nin hassas bölgesel ölçümleri, Dixon görüntülemeye dayalı "kantitatif yağ suyu görüntüleme" kullanılarak tahmin edilir. Bu teknikte sinyallerin su ve yağ görüntüsüne ayrılması, yağ ve sudaki protonların manyetik rezonans frekansları kullanılarak yapılır (39, 77-80). MRG ayrıca kemik iliği yağ dokusu tahminleri sağlayabilir (32). Üç boyutlu görüntü segmentasyonunu analiz etmek için etkili araçların sınırlı mevcudiyeti nedeniyle, MRI kullanan vücut kompozisyonu bir veya iki boyutlu dilimlerle sınırlıdır. Kilo kaybı sırasında visseral ve subkutan AT değişikliklerinin zayıf tahmini, tek kesitli MRG kullanılarak gözlemlenmiştir (39, 77-80).

2.3.9. Tüm Vücut Potasyum Sayacı (WBKC)

Hücresel 4C modeli, vücudu yağa, vücut hücre kütlesine (BCM), ECF'ye ve hücre dışı katı maddelere (ECS'ler) ayırır. BCM metabolik olarak aktif dokudur ve vücudun potasyum içeriğinin yüzde 98'inden fazlasını içerir. WBKC, BCM'yi doğru bir şekilde ölçmek için altın standarttır. BCM'nin yanı sıra toplam vücut potasyum (TBK) yöntemi, ağırlık, BCM ve TBW tahminlerini kullanarak vücut yağı tahminleri sağlayabilir. Yöntem aynı zamanda vücut proteini ve iskelet kası kütlesini tahmin etmek için invazif olmayan bir yöntem olarak da kullanılabilir. TBK ölçümleri sırasında yetişkin bireyler, WBKC'nin hareketli yatağında 30 dakika sırtüstü yatmak zorundadır. Yatak, her biri 10 dakikalık aralıklarla üç segmentte tüm vücudu (üstten alta) ölçmek için dedektörlerin altına yuvarlanır. TBK, K'nın ana kararlı izotoplarına sabit oranı kullanılarak tahmin edilir. Bundan, TBK'ın nitrojene oranının 2,15 mmol K/gN olduğu varsayılarak toplam vücut nitrojeni (TBN) hesaplanabilir. Toplam vücut proteini, $6,25 \times TBN$ (g) olarak tahmin edilebilir ve buradan BCM, BCM (kg) = $0,0092 \times TBK$ (mmol) olarak hesaplanabilir (39, 81-88).

2.3.10. Vücut Kompozisyonu Analizi Ve Akıllı Telefon Teknolojisi

Mobil teknolojiler kullanılarak yapılan vücut kompozisyonu analizi, verilerin uzmanlaşmış

laboratuvarlardan ziyade gerçek yaşam ortamlarında kolayca elde edilmesini sağlamıştır. Uzunluk, genişlik ve çevre gibi vücut boyutlarını hızlı bir şekilde sağlayabilen otomatik optik tarama sistemlerinin geliştirilmesiyle geleneksel antropometride yeni ilerlemeler kaydedilmiştir ve birkaç doğrulama çalışması, bu optik yöntemlerin, daha fazla ayrıntılandırılması gerekmesine rağmen, referans yöntemlerle iyi karşılaştırıldığını göstermiştir. Akıllı telefon teknolojisine dayalı BIA araçları da mevcuttur. Vücut kompozisyonunun sensör tabanlı teknolojilerindeki diğer yenilikler, bu tekniklerin daha kolay ve yaygın olarak kullanılmasını sağlayacaktır (39, 89-92).

2.3.11. Nicel Manyetik Rezonans

Kantitatif manyetik rezonans (QMR) EchoMRI sistemi (Echo Medical, Houston, Texas, ABD), daha yeni vücut kompozisyon teknikleri arasında yer almaktadır. Ölçüm, katılımcı sırtüstü pozisyondayken alınır ve ölçüm alma süresi 2-4 dakikadır. QMR çıktısı, yağ kütlesi, yağsız kütle ve TBW'yi içerir. Yağ kütlesi için test-tekrar test varyasyon katsayısı (%0,5) ile bildirilen kesinlik yüksektir (32).

2.3.12. NMR Spektroskopisi

NMR, kas liflerinde intrahepatik lipid ve intramiyoselüler lipid (IMCL) ve intramiyoselüler lipid (EMCL) ölçümü için invaziv olmayan bir teknik ve standart invaziv olmayan tekniktir. NMR, karaciğerdeki yağ içeriğini saptamak için karaciğer biyopsileri yerine kullanılabilir. Fiziksel aktivite ve genel zindelik, artan IMCL ile ilişkilendirilirken, fazla kilolu veya obezitesi olan kişilerde EMCL artmaktadır. PET'te, vücuda bir izleyici (genellikle ¹⁸F-florodeoksiglokoz) verilir ve PET taramasında [tek başına veya daha yaygın olarak bilgisayarlı tomografi (CT) ile birlikte) görüntülenebilen yüksek glikoz metabolizması kümelerinde birikir. PET taramaları, vücutta yüksek oranda metabolik olarak aktif bölgeleri belirlemek için kullanılır. Son zamanlarda, bu teknoloji (¹⁸F-fluorodeoxyglucose PET/CT), insanlarda kahverengi adi poz doku (BAT) depolarının tespiti için altın standart haline geldi. İnsanlarda BAT prevalansının çok düşük olduğu tahmin edilse de (%2-7), araştırmalar çocuklarda ve yetişkinlerde BAT ile BMI arasında ters bir ilişki bulmuştur. Bu nedenle, BAT'ın obeziteye veya obezite ile ilgili komplikasyonlara karşı koruyucu olduğu öne sürülmüştür. BAT tespiti için PET-CT kullanmanın en büyük dezavantajı, yüksek maliyetle birlikte CT taramalarıyla ilişkili önemli radyasyon dozimetrisidir (32).

Tablo 2.2. Sporda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için farklı metodolojilere genel bir bakış (51).

Değerlendirme Yöntemi	Güvenilirlik Kanıtı	Ölçüm Hızı	Birimin Karşılanabilirliği	Standardizasyon Kolaylığı	Spora Uygunluk
Hidro-Denitrometri (İki Bölmeli Çift Dolaylı)	***	**	**	**	Uygunsuz – mevcut özel ekipman eksikliği ve sporcu için rahatsız edici
Hava Deplasmanlı Pletismografi (İki Bölmeli Çift Dolaylı)	***	***	***	***	Vücut kompozisyonundaki sezon içi değişiklikleri ölçmek için uygun olmayabilir ve BMI'nin uç noktalarında olan sporcular için uygun olmayabilir.
Biyoelektrik Empedans Spektroskopisi (Çok Bölmeli Çift Dolaylı)	***	*****	***	**	Zaman içindeki değişiklikleri saptamak için yararlıdır, ancak LBM/FM'yi ve dikkate alınması gereken birçok standardizasyon faktörünü ölçmek için değil
Ultrason A Modu (Tek Bölmeli (Çift) Dolaylı)	**	****	****	****	Sporda iyi bir potansiyel uygulama ile zaman ve maliyet etkin ancak daha fazla araştırmaya ihtiyaç var
3D Fotonik Tarama (Tek Bölmeli (Çift) Dolaylı)	Eksik Veri	*****	***	Eksik Veri	Atletik popülasyonlardaki veri eksikliği göz önüne alındığında, bu yöntemin sporda kullanılmadan önce daha fazla çalışılması gerekir.
Dual-Energy X-ray Absorpsiyometri (DXA) (Üç Bölmeli Dolaylı)	*****	****	*	**	Atletik popülasyonlardaki veri eksikliği göz önüne alındığında, bu yöntem, segmente özgü LM değiştiğinde veya kemik yoğunluğu ölçümleri gerektiğinde, yani yaralanma veya düşük enerji mevcudiyetinden şüphelenildiğinde sport Best'te kullanılmadan önce daha fazla çalışma gerektirir. Dikkate alınması gereken birçok standardizasyon faktörü ile büyük ölçüde erişime ve mevcut finansmana bağımlı kullanım
Deri Kıvrımı Kalınlığı (İki Bölmeli (Çift) Dolaylı)	****	****	*****	*****	FM'yi değerlendirmek ve zaman içindeki değişimi izlemek için zaman ve uygun maliyetli yöntem

Sınıflandırmalar 1 * (düşük) ile 5 ***** (yüksek) yıldız derecelendirmesi arasında değişir. Yıldız derecelendirmelerinin, örneğin akredite, uygun şekilde eğitilmiş ve mevcut en iyi ekipmana sahip bir uygulayıcı tarafından alınan ideal koşullara/ekipmana dayandığına dikkat edilmelidir. * Düşük, ** Düşük-Orta, *** Orta, **** Orta-Yüksek, ***** Yüksek.

2.4. Egzersiz ve Spor Uygulamalarında Bioimpedans Analizi

Vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemleri, performans düzenlemelerinde yaygın olarak kullanılır ve atletik performansın, beslenme müdahalelerinin, visseral adipozitenin ve genel sağlık durumunun kısa ve uzun vadeli değerlendirmesinde faydalıdır (93). Vücut kompozisyonunun analizi ve izlenmesi, sporcuların sağlığı ve performansı ve takım başarısı

ile ilgili olması nedeniyle sporda esastır. Bu tür analizler, farklı bağlamlarda ve farklı yaklaşımlarla, yani spor grubu örneklerini karakterize etmeyi amaçlayan kesitsel çalışmalarda, kısa vadeli veya uzun vadeli değişiklikleri tanımlamak için sonuçlandırılan boylamsal araştırmalarda veya kas yaralanmalarını tespit etmeye ve izlemeye yönelik uygulamalarda yapılabilir. Sporcularda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Bu tekniklerden biri olan biyoelektrik empedans analizi (BIA), vücut kompozisyonunun kantitatif tahminlerini elde etmek için hızlı, güvenli ve invazif olmayan bir yöntemdir (94). Biyoelektrik empedans analizi (BIA), genel sağlık ve iyiliğin yanı sıra sporcuların antrenman ve performans düzeylerini izlemek için ilgili alanlar olarak kabul edilen vücut kompozisyonu değerlendirmesi, beslenme durumu ve hidrasyon durumunu belirlemek için yaygın olarak kullanılan invaziv olmayan bir tekniktir (5). Sporda vücut kompozisyonu performansın önemli bir belirleyicisidir. Güç ve dayanıklılığı artırmak için yüksek iskelet kası kütlesi gibi yağsız yüksek bir kütlenin gerekli olduğu, dayanıklılık olaylarında iyi performans göstermek için düşük yağ kütlesi gibi zayıflığın önemli olduğu bilinmektedir. Bu alanda BIA gibi non-invaziv ve hızlı yöntemler vücut kompozisyonunu tahmin etmenin en yaygın biçimleridir (17).

Atletik performans düzenlemelerinde, vücut kompozisyonu değerlendirmesi özellikle önemlidir çünkü yağsız kütle değişiklikleri güç ve kuvvet gelişimini etkiler ve elit sporcuların performansı çok yüksek veya çok düşük vücut yağından olumsuz etkilenebilir (93). Ayrıca hidrasyon durumu da, biyoelektrik empedans analizi kullanılarak vücut kompozisyonu değerlendirmesini etkileyen bir ön faktördür. Sıvapaty ve ark. çalışmalarında sporcu ve sporcu olmayan bireylerin Biyoelektrik Empedans Analizi kullanarak vücut kompozisyonu ve hidrasyon durumlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda vücut yağ kütlesi ve yağsız kütle, sporcular ve sporcu olmayanlar arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Farklı hidrasyon durumlarında (hidratlı ve dehidratlı) biyoelektrik empedans analizi ile değerlendirilen genel vücut yağ kütlesi ve yağsız kütlede önemli bir farklılık belirlenmiştir. Farklı hidrasyon durumlarında biyoelektrik empedans analizi ile değerlendirilen sporcuların vücut yağ kütlesi ve yağsız kütlede anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sporcu olmayanlar, farklı hidrasyon durumlarında biyoelektrik empedans analizi ile ölçülen vücut yağ kütlesi ve yağsız kütle açısından önemli bir fark göstermiştir. Farklı hidrasyon durumlarında biyoelektrik empedans analizi ile değerlendirilen erkeklerde yağsız kütle ve vücut yağ kütlesinde anlamlı bir fark gözlenmezken, kadınlarda anlamlı fark bulunmuştur (12). Vücut suyunun tek frekanslı biyoelektrik empedans analizi (BIA) yoluyla değerlendirilmesi, taşınabilirlikleri ve uygulama basitlikleri nedeniyle saha ortamlarında

yaygın bir uygulamadır. BIA, vücut kompozisyonunu ölçmek için toplam vücut suyu (TBW), hücre dışı su (ECW) ve hücre içi su (ICW) tahminleri sağlar. Vücut suyunun değerlendirilmesi sağlık ve fitness uzmanlarına pratik ve önemli bilgiler sağlar. Örneğin, termoregülasyon için önemi nedeniyle kuvvet ve kondisyon uzmanları ve atletik antrenörler için sporcuların yeterli hidrasyonunu belirlemek önemlidir. Bu nedenle, vücut suyunun değerlendirilmesi, fiziksel aktiviteler sırasında sıcak ortamlara maruz kalan fiziksel olarak aktif bireyler için yararlı bir araç haline gelir. Ancak, doğru analiz için çevresel faktörlerin empedans ölçümleri üzerindeki etkisinin doğru bir şekilde anlaşılması şarttır. Örneğin, sıcak koşullarda antrenman yapan sporcular, müsabakalardan önce ve sonra hidrasyon durumlarında düzenli değişimler yaşarlar (95).

Atletik bir popülasyonda vücut kompozisyonunu değerlendirmenin sağlık ve performans açısından zorunlu sonuçları olabilir. Örneğin, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, antrenman ve spor kondisyon programlarının sonuçlarının belirlenmesinde önemlidir. Ayrıca, yüksek vücut yağ yüzdesi ve düşük yağsız kütle, sağlıksız ve düşük fiziksel uygunluk ile ilişkilidir (10). Bu nedenle uygulayıcılar, kondisyon programlarının sonuçlarını izlerken ve bir müsabaka sezonu boyunca değişiklikleri izlerken bu parametreleri rutin olarak değerlendirir. Bu bilgi, toplam günlük enerji harcamasını tahmin etmek ve belirli beslenme gereksinimlerine dayalı kişiselleştirilmiş diyet müdahaleleri geliştirmek için sporcularla birlikte çalışan kayıtlı diyetisyenler için de önemlidir (11).

Spor ve egzersizde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde biyoelektronik empedans analizinin (BIA) kullanımına büyük ilgi vardır çünkü vücut kompozisyonu atletik performans üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve egzersiz vücut kompozisyonunu değiştirme potansiyeline sahiptir. Biyoelektronik empedans analizi (BIA), sporcu gruplarında vücut kompozisyonunu değerlendirme yöntemi olarak spor ve egzersiz alanında potansiyel olarak sahiptir. Sporculardaki mevcut veriler, hidrasyon, sıcaklık, glikojen depoları ve önceki diyet ve egzersiz gibi test koşullarının acilen kontrol edilmesi gerektiğini göstermiştir. Buna göre, güvenli, noninvaziv, hızlı ve aynı zamanda güvenilir, doğru ve fiziksel antrenman uygulaması esnasında vücut bileşimindeki küçük farklılıklara duyarlı bir vücut kompozisyonu değerlendirme tekniğine ihtiyaç vardır. BIA, görünüme göre bu ihtiyaçların çoğunu karşılar: ölçümler hızlı ve invazif olmayan bir şekilde yapılır, BIA tarafından sağlanan bilgiler tek başına vücut ağırlığından daha spesifiktir, yöntem diğer vücut kompozisyonu yöntemlerine kıyasla nispeten ucuzdur ve saha çalışmaları veya büyük ölçekli epidemiyolojik araştırmalar için uygundur. Gruplar ve farklı sporlardaki sporcuların

vücut kompozisyonlarının karşılaştırmalı karakterizasyonu için uygundur. Spora katılan sporcular için bir değerlendirme aracı olarak, biyoelektrik empedans, makul derecede doğru ve güvenilir olması koşuluyla, tek başına vücut ağırlığına göre bir avantaja sahiptir. Doğruluk ve güvenilirlik büyük ölçüde test koşullarına ve ham empedans verilerini vücut kompozisyonunun bir ölçüsüne dönüştürmek için kullanılan denklemlere bağlıdır. BIA'nın sporcularda yararlılığı, istenen kullanımın sporcu grupları için veya bireyler için olup olmadığına bağlıdır. BIA'nın gruplar için kullanımında ve grupların karşılaştırılmasında bireysel sporculardaki değişiklikleri saptamaktan daha büyük bir değer vardır, çünkü bu değişikliklerin büyüklüğü muhtemelen nispeten küçüktür (15).

Atletik ve atletik olmayan çocuklar arasında biyoempedans ile vücut kompozisyonunun değerlendirildiği çalışmada BIA'nın, sporcuların toplam vücut suyu kompozisyonunu etkilemeden ekstrasellüler sıvıda ilerleyici bir düşüşün ve intrasellüler sıvıda artışın ana hatlarını çizerek, rekabetçi ve rekabetçi olmayan ergenlerdeki vücut kompozisyonu farklılıkları hakkında daha güvenilir ayrıntılar verebildiği belirtilmiştir (96).

Hem MF-BIA (Çok Frekanslı Biyoelektrik Empedans Analizi) hem de SKF (skinfold) sporcularda birbirinin yerine kullanılabilir. Antropometrik ölçümler konusunda iyi eğitimli personelin yokluğunda, MF-BIA, sporcularda vücut kompozisyonunu değerlendirmede yararlı olabilir ve ölçümlerin aynı fizyolojik durumda ve gündüz sabahın erken saatlerinde, aç durumdayken alınmasını sağlar. Bununla birlikte, basitlik, çalıştırma hızı ve maliyet etkinliği açısından SKF, saha koşullarında BF %'sini tahmin etmek için ideal bir araç olacaktır (97).

Sporcularda visseral yağ alanı ve vücut yağ kütlelerini tahmin etmek için alternatif bir yöntem olarak ayakta 8 elektrotlu biyoelektrik empedans analizi kullanılarak yapılan çalışmada sonuçlar, vücut yağ kütlelerini değerlendirirken, bu araçların karşılaştırılabilir ölçümler sağladığını ve referans yöntemle karşılaştırıldığında uyum derecesinin mükemmel ile orta arasında değiştiğini göstermiştir. Ancak visseral yağ alanını değerlendirilirken uyumlar zayıftı. Bu nedenle, sporcuların visseral yağ alanını değerlendirmek için ayakta 8 elektrotlu BIA cihazlarının uygulanmasının iyileştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (98).

Vücut kompozisyonu atletik sağlık ve performansın belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Değerlendirmesi, bir diyetin etkinliğini veya sporcunun beslenme durumuyla ilgili yönleri değerlendirmede çok önemlidir. Vücut kompozisyonunu değerlendirmek için geleneksel olarak kullanılan yöntemlere rağmen, biyoelektrik empedans analizi (BIA) son zamanlarda

sporda olduğu kadar araştırma bağlamında da dikkat çekmektedir. Bunun ışığında, BIA, sporcularda beslenme durumunu ve vücut kompozisyonundaki mevsimsel değişiklikleri izlemek ve sporcular arasında doğru karşılaştırmalar sağlamak için kullanılabilir (99).

Sporcularda vücut kompozisyonunu değerlendirmek için BIA'nın kullanımı popülerlik kazanmaktadır. BIA'nın noninvaziv, hızlı, nispeten düşük maliyetli ve teknolojik olarak basit bir yöntem olması, taşınabilir ekipman kullanılarak hem araştırma hem de pratik uygulamada kolayca kullanılabilir olmasını sağlar. Ayrıca BIA, tüm vücut veya segmental bir yaklaşımı izleyerek çok çeşitli vücut kompozisyonu parametrelerinin tahminine izin verir. Sporcular için regresyon denklemleri uzun süredir mevcut olmasa da, şimdi atletik popölasyona ayrılmış bir dizi regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu, spesifik olmayan formüller kullanmaktansa vücut kompozisyonunun daha doğru nicel analizine izin verir. Ancak bazı cihazlar, ham veri sağlanmadığı için belirli denklemlerin kullanılmasına izin vermez. Bu bağlamda artık sporcuya özel tolerans elipsleri de mevcuttur. Kantitatif analize benzer şekilde, sadece ham veri sağlayan cihazların kalitatif analiz kullanımına izin verdiği belirtilmelidir. Gelecekteki çalışmalar, vücut hücre kütesini ve iskelet kası kütesini tahmin etmek için spesifik regresyon denklemleri sağlamaya çalışmalıdır. BIA'nın kullanımı her zaman değerlendirmenin gerçekleştirildiği tutarlı bir ortam ve konumu ifade etmelidir. Aslında, hem sıcaklık hem de nemdeki değişiklikler ölçümle ilgili problemlere neden olabilir. Benzer nedenlerle değerlendirme, antrenman seansından veya yarışmadan tutarlı bir gecikme süresinden sonra yapılmalıdır. Dikkat çekici bir şekilde, hem nicel (örneğin, yağ kütesi ve vücut sıvıları) hem de nitel (örneğin, vektör konumu ve faz açısı) parametreler, yarışma sezonunun dönemine bağlı olarak belirli antrenman döngülerini ele almak için belirteçler olarak kullanılabilir. Ancak nitel analiz, tek bir ölçümden hidrasyon durumunun doğru tespitini sağlamaz; bu nedenle, zaman içinde çoklu değerlendirmeler yapılmalıdır (99).

2.5. Egzersizin Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkileri

Her yaştaki sporcuların sağlık durumunun değerlendirilmesi, temel öneme sahip bir husustur ve son yıllarda, vücut kompozisyonunun analizi, spor performansının optimizasyonu gibi, değerlendirmenin temel ve önemli bir parçası haline gelmiştir. Düzenli direnç antrenmanı, kas kütesinde, kuvvetinde ve gücünde önemli artışlara neden olur ve bu da atletik performansı ve sağlığı iyileştirir. Direnç antrenmanına bağlı olarak kas kütesindeki artış aynı zamanda gelişmiş enerji metabolizması, bazal metabolik hız ve glikoz toleransı gibi sağlıkla ilgili faydalar sağlar (100).

Vücut kompozisyonu tipik olarak yağ ve yağsız vücut kütlelerine ayrılır. Vücut yağındaki bir artışın atletik performansı olumsuz yönde etkileyeceği varsayılabilir (101). Brezilyalı jiu-jitsu elit sporcuları, elit olmayan sporculara kıyasla bench presste daha düşük vücut yağ yüzdesi, daha yüksek karın ve üst ekstremitelerdeki güç dayanıklılığı, daha yüksek esneklik ve mutlak maksimum güç göstermiştir (102). Ergenlik çağındaki kadınlarda farklı spor aktivitelerinin vücut yağı ve yağsız vücut kütlesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada voleybol, basketbol ve yüzme gibi sporların ergenlik çağındaki kadınların uygun yağsız kütle gelişimini sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca spor yapan ergenlik çağındaki kadınların spor yapmayan gençlere göre daha düşük vücut yağ kütlelerine ve daha yüksek yağsız vücut kütlelerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır (103).

Pilates antrenmanının adolesan beyzbol oyuncularının vücut kompozisyonu ve izometrik kas gücü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada pilates antrenmanının yağsız kütleleri iyileştirdiği, diz ve gövde kuvvetini artırdığı belirtilmiştir (104). Genç erkek profesyonel futbolcularda kuvvet antrenmanlarının vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kuvvet antrenman programının yarışma sezonu boyunca tüm vücut ve bölgesel düzeyde yağsız kütle, kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral içeriğini artırdığı gösterilmiştir (105). Otuz yedi çalışmanın incelenmesi ile taekwondo antrenmanının vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, ağırlık, vücut kitle indeksi, bel çevresi, bel-kalça oranı, vücut yağ kütleleri, vücut yağ yüzdesi, yağsız kütle ve kas kütleleri açısından kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu ve buna bağlı olarak taekwondo antrenmanının vücut kompozisyonunu pozitif yönde etkilediği ve obeziteyi azaltmak için en etkili egzersiz metodu olduğu vurgulanmıştır (106). Farklı spor dallarında vücut bileşimi ve kas gücünün değerlendirildiği çalışmada, hentbolcularda, incelenen her iki kas grubunda vücut yağ yüzdesi ile kas gücü arasında pozitif bir ilişki bulunurken futbolcular ve sprinterler arasında vücut kompozisyonu ile baldır ekstansörlerinin gücü arasında bir korelasyon bulunduğu görülmüştür (107). Sağlıklı erkek hentbolcularda sezon içi halter antrenmanının vücut kompozisyonu, kas hacmi, maksimal kuvvet ve top atma hızına etkilerinin araştırıldığı çalışmada, sezonda iki haftada bir yapılan 8 haftalık halter antrenmanının, standart antrenman programlarına göre sağlıklı hentbol oyuncularında kas hacminde, üst ekstremitelerde maksimal kuvvette ve top fırlatma hızında önemli artışlar sağladığı sonucuna varılmıştır (108). Sekiz haftalık squat egzersiz programının genç erkeklerde vücut kompozisyonuna etkisinin araştırıldığı çalışmada, direnç antrenman programı olarak squat egzersizlerinin, enerjiyi çoğunlukla yağlardan sağlayan aerobik metabolizmada egzersiz sonrası oksijen tüketiminin artması nedeniyle vücut yağ

oranının dñřürölmesinde ve kas kütlesinin arttırılmasında etkili bir şekilde kullanılabileceği öne sürölmüştür (109). Süt tüketimi ve direnç egzersizi ile kadınlarda vücut kompozisyonu ve güç değişimlerinin araştırıldığı çalışmada, egzersiz sonrası erken dönemde karbonhidrat yerine süt tüketimi ile yapılan ağır, tüm vücut direnç egzersizinin, kadınlarda 12 haftadan sonra daha fazla kas kütlesi artışına, güç kazanımlarına, yağ kütlesi kaybına ve kemik döngüsünde olası bir azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (110). Erkek ve kadın üniversite taekwondo sporcularında 8 haftalık sezon öncesi antrenmanın vücut kompozisyonu, fiziksel uygunluk, anaerobik kapasite ve izokinetik kas kuvveti üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, sekiz haftalık sezon öncesi antrenmanın vücut kompozisyonu, fiziksel uygunluk, anaerobik kapasite, izokinetik kas gücü ve dayanıklılık üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (111).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırmanın evrenini 2021-2022 Eğitim-Öğretim Yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi tarafından düzenlenen Özel Yetenek Sınav'ına katılan sporcular oluşturmaktadır. Örneklem grubunu ise bu sporcular arasından rast gele örneklem yöntemiyle seçilen yaş ortalamaları $18,79 \pm 1,25$, ağırlık ortalamaları $53,38 \pm 7,67$ kg ve boy ortalamaları $164,68 \pm 5,22$ cm olan 111 kadın ve yaş ortalamaları $19,09 \pm 1,30$, ağırlık ortalamaları $66,79 \pm 12,28$ kg ve boy ortalamaları $176,28 \pm 6,62$ cm olan 105 erkek olmak üzere toplam 216 sporcu oluşturmaktadır. 111 kadın ve 105 erkek olmak üzere toplam 216 gönüllüden yapılan ölçümde sporculara Gönüllü Olur Formu imzalatılmıştır. Araştırmanın yürütülebilmesi için Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığından gerekli izinler alınmıştır. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 08.08.2021 tarih ve 2021-15/165 sayı ile Etik Kurul onayı alınmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmada, 2021-2022 yılı eğitim-öğretim döneminde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Özel Yetenek Sınavına katılan 111'i kadın ve 105'i erkek toplam 216 gönüllü sporcuya egzersiz protokolü sonrasında bioimpedans cihazıyla ölçüm yapılmıştır. Spor Bilimleri Fakültesi'nde yapılacak olan Özel Yetenek Sınavına başvuran sporcuların egzersiz protokolü sonrasında Tanita marka ('Tanita MC-780') vücut analiz ölçümü yapan cihaz ile ölçüm yapılmıştır. Ölçümden önce gönüllü sporculardan Olgu Rapor Formu doldurması istenmiştir. Daha sonra Tanita marka 'Tanita MC-780' cihaz ile bağlantılı bilgisayara sporcuların kişisel bilgileri kaydedilmiştir. Kayıt işlemleri tamamlandıktan sonra sporcular sırayla egzersiz protokolünü gerçekleştirmişlerdir. Sporculardan egzersiz protokolünün gerçekleştirdikten sonra ara vermeden çıplak ayak ile cihaza çıkması ve cihazın sağ ve sol yanında bulunan el probu ile parmaklardan kavrayarak tutması istenmiştir. Cihaz ortalama 7 saniyede ölçümü gerçekleştirmiş ve ölçüm kaydedilmiştir.

3.2.1. Bioimpedans Ölçüm Yöntemi

Bioimpedans analizi ölçümü Tanita marka 'Tanita MC-780' model cihaz ile yapılmıştır. Bioimpedans uygulamaları biyolojik sistemin aktif olmayan elektrik düzeneğini

değerlendiren bir uygulamadır (112). Bioempedans ölçümü, vücuttaki biyolojik maddelerin elektrik akımına karşı koyma gücüdür (113). Biyolojik dokularda elektriksel iletkenliği hücre içi ve hücre dışı sıvılar bir de hücre duvarı belirler. Bu sıvılarda serbest şekilde dolanan iyonlar mevcuttur. Hücre dışında en yaygın iyonlar sodyum (Na⁺) ve klor (Cl) dur, hücre içinde ise en yaygın gezen iyon potasyumdur (K). Bioimpedans ölçümü dokulardaki fiziksel ve kimyasal yapıların haricinde çevrede oluşan nem ve sıcaklık değerlerini de ölçer (114).

Vücutta bulunan yağ oranını ve buna bağlı olarak yağ dağılımını ölçmek için maliyet ve kullanım açısından en uygun yöntem bioimpedans analizidir (115-118). Ölçüm aşamasında, cihazda bulunan metal kısımda çıplak ayak ile çıkılıp ayak tabanının belirli noktalarını temas etmeleri, iki elleri ile cihazın sağında ve solunda bulunan el probunu parmakları ile kavrayarak vücuduna paralel konumda tutmaları gerekmektedir. Ölçüm her aday için ortalama 1-2 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşir ve değerler bilgisayar ortamında kayıt altına alınır (118, 119).

2021-2022 Eğitim- Öğretim Yılı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Özel Yetenek Sınavına başvuran sporcular arasından seçilen gönüllüler üzerinde ‘Tanita MC-780’ model cihaz ile ölçüm yapılmıştır. Öncelikle gönüllü olduklarına dair formu doldurduktan sonra bioimpedans cihazı ile uyumlu gerekli programı kurulmuş olan bilgisayara adayın isim, soy isim, doğum tarihi, boy gibi gerekli veri girişi yapıldı. Bu işlemler yapıldıktan ölçüm al butonuna basıldı ve geri sayım sesi ile adaylar çıplak ayak cihaza çıktı. İki ellerine de el probunu alıp yaklaşık 7’ saniyede ölçüm alındı. Bu işlem her aday için ayrı ayrı yapıldı ve ölçümler bilgisayar ortamında kayıt altına alındı.



Şekil 3. 1. 'Tanita MC-780' Model Bioempedans Ölçüm Cihazı.



Şekil 3.2. 'Tanita MC-780' Model Bioempedans Cihazı ile ölçüm alınması.

3.2.1.1. Yağsız Kütle

Yağsız kütle sıvı olması ve elektrik iletkenliği yüksek olan elektroliz içermesi nedeniyle ölçümler için mükemmeldir, içeriğinde az su olması nedeniyle yağ dokusu ise güçsüz bir iletken olarak tanımlanır (116). Yağsız kütle vücuttaki kas kütesinin artışı ile doğru orantılı olmasıyla beraber kas kuvvetinin de daha fazla olması beklenmektedir (120). Vücut yağ oranlarından ayrıca ele alınan kemik yoğunluklarının yağsız vücut ağırlıklarının değerlendirilmesi de yapılır (121). Yağsız kütle ile kas kütesi arasındaki değişiklikler dışında oksijen tüketimi enerji harcanmasında ciddi boyutta değişiklik yoktur (122). Yapılan birçok çalışma da hem yağsız kütle hem de yağ kütesinin birbiri ile bağlantılı olduğu görülmüştür, bu bağlantının ise kemik yoğunluğu ile ilişkisi olduğu belirtilmiştir. Kas kütesi kemiği dışardan desteklediği için fiziksel aktivite ile osteoporoz oluşumuna karşı güçlü bir koruma sağlar. Diyet alışkanlıkları, düzenli beslenme ile kemik mineral ilişkisi yoğunlaşırsa vücut için tam koruma sağlanmış olur (123).

3.2.1.2. Total Kas Kütesi

Günümüz de normal yaşam standartlarında güç ve hareket isteyen işlerde gereksinimin minimum düzeye gelmesiyle iskelet kasının sadece sportif faaliyetlerde kullanılması öngörülen bir durum olarak ortaya çıkmıştır. Ancak insan vücudunun %40-45'lik kısmından oluşan iskelet kası, hareket, güç üretimi ve nefes alma işlevi haricinde dolaşım ve enerji gereksiniminin ayarlanması, metabolik homesotasi gibi kritik işlevlerle donatılmıştır. Total kas kütesini ölçümü beslenme için yapılan değerlendirmelerde önemli bir faktördür (124). Kas kütesi ölçümü fizyolojik çalışmalar da değerlendirilen metabolik hız, kuvvet üretimi, kan akışı, oksijen alımı, protein miktarı gibi çalışmalar için önemlidir. İnsan vücudunda toplam kas kütesini ölçmek için yapılan yöntemler arasında farklı yaş gruplarındaki kişilerin kas kütlelerinin karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem arasında sağlıklı erkek ve kadınlardan alınan saatlik idrar kreatinin atımı ile karşılaştırma yapılarak ölçüm alınmıştır. Yapılan bu araştırmalar sonucunda yaşlanma ile birlikte total kas kütesinde azalma görülmüştür (125).

3.2.1.3. Total Yağ Oranı

Toplam vücut yağ miktarı ve dağılımı tek başına ölçülen vücut ağırlığından daha önemlidir. Günümüzde ölçüm için birçok metot kullanılmaktadır. Bioimpedans en yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemidir (126).

3.2.1.4. Total Vücut Sıvısı

Vücudun sıvı miktarı hücre içi (intraselüler) ve hücre dışı (ekstraselüler) olarak 2'ye ayrılır. Hücre dışı sıvı kendi arasında farklı bir kısım olarak dokular arası (interstitial) ve plazma şeklinde birbirinden ayrılır (127). Vücutta sıvı alımına bağlı olarak gün içerisinde elektrolit dengesindeki akut farklılıklar olabilir. Bunun sonucunda bioempedans ölçümü alındığında vücut kompozisyonu tahminlerinde değişiklik olduğu gözlemlenmiştir (128).

3.2.1.5. Hücre İçi Sıvı, Hücre Dışı Sıvı

Yeterli miktarda sıvı tüketmek ve sıvı dengesini iyi ayarlamak sağlık yaşamın olmazsındandır. Bireyin sıvı hidrasyonunun tespitinde susama sıklığı, toplam su tüketimi ve atılımı ve kilo alıp vermesi gibi sıvı dengesi; plazma ve üre ozmolaritesi gibi hidrasyon markırları ve BİA veya izotop dilüsyonu ile toplam vücut suyu ölçümü kullanılmaktadır (129).

Yetişkinler de hücre içi sıvı miktarı ortalama toplam vücut sıvı miktarının %33-40 kadar kısmını oluşturur. Hücre dışındaki suyun 3/4'ü interstisyel su ve 1/4'ü ise damar içindeki su miktarıdır. İdrar ile sodyum atılımı hücre dışı sıvı miktarını düzenlemek ile görevlidir. Su dengesi susama isteği ve antidiüretik hormon salgılanması sayesinde karşılanır (130).

3.2.1.6. Bazal Metabolizma Hızı

Bazal metabolizma hızının hesaplanmasında bugüne kadar vücut ağırlığından ziyade vücut hacmi ile ilgili olduğundan bahsedilmiştir. Ancak yağsız vücut kütleinin kullanım alanı da gün ben gün çoğalmaktadır. Bazal metabolizma hızının vücut ağırlığı ve vücut hacmi ile ilişkisi ilk kez 1953'de Behnke tarafından formüle edilmiştir. Behnke'nin formüllerinden yararlanılarak kadın erkek her iki cinsiyet içinde yağsız vücut kütlesi bazal metabolizma hızı formülleri elde edilmiştir (131).

3.2.1.7. İç Yağlanma Oranı

İç yağlanma sebebi tip 1 diyabetlilerde hiperglisemi ve insülin eksikliği ile yağ dokusundan yağ asidi serbestleşmesinin uyarılması iken, tip 2 diabetlilerde ise insülin yetersizliği ya da insülin rezistansıdır (132).

3.2.1.8. Obezite Derecesi

Obezite toplumda önemli bir sağlık sorunudur ve buna diyabet, hipertansiyon gibi birçok

hastalık da dahildir (133). Obezite, vücuttaki yağ dokusunun aşırı miktarda artması ile oluşan, davranışsal, metabolik ve endokrin değişikliklerle karmaşık ve yüksek faktörlü bir hastalık çeşidi olarak literatür de tanımlanmaktadır (134).

3.2.1.9. Bel-Kalça, Bel-Boy

Obezite derecesinde en sık kullanılan vücut kitle indeksi, vücut ağırlığının boy ölçüsünün karesine bölünmesiyle hesaplanır. Ancak bu ölçüm Vücut yağını direkt göstermediği için ölçümlere bel/kalça, bel/boy gibi ölçütler de ilave edilmiştir (135).

3.2.1.10. Protein

Proteinler, amino asitlerin zincir halinde birbirlerine bağlanması sonucu oluşan büyük organik bileşiklerdir. Proteinler, açlık anında en son tüketilirler. Kimyasal sindirimleri midede başlar. Proteinler hayvansal proteinler ve bitkisel proteinler olarak ikiye ayrılır (136).

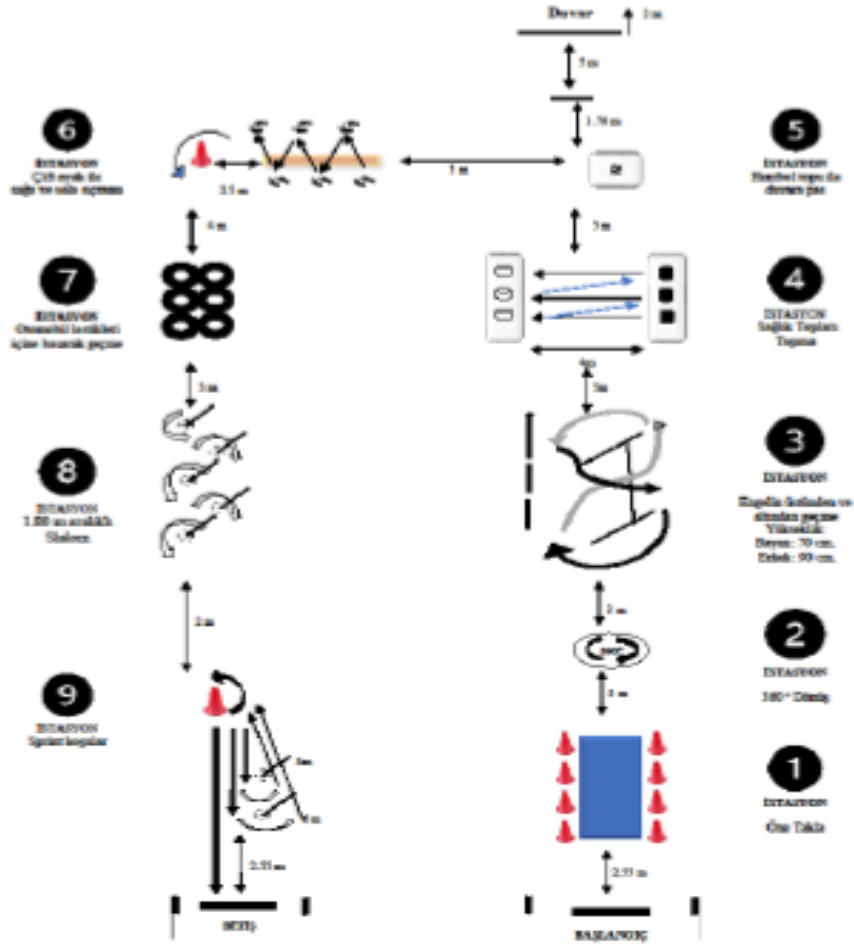
3.2.1.11. Mineral

Mineral doğal şekilde oluşan, homojen, belirli kimyasal bileşime sahip inorganik kristalleşmiş katı bir maddedir. Teknolojinin ilerlemesiyle laboratuvarlarda sentetik olarak elde edilen kimyasal bileşikler mineral sayılmazlar. Bu yapay bileşikler halindeki katı maddelere doğada tabii halde rastlanmaz. Dolayısıyla da doğal şartlarda oluşturulamazlar. Bu tür katı maddelere "yapay mineraller" adı verilebilir. Bu tür yapay mineraller de, tabii minerallerde olduğu gibi benzer kristal yapılarına sahiptir (137).

3.2.2. Egzersiz Protokolü

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Özel Yetenek Sınavına katılan sporcular yaklaşık dokuz aşamadan oluşan bir egzersiz protokolünü uygulamışlardır. Sporcuların yüklenme skorları Fusion Sport Lite Model fotosel cihazı kullanılarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Fotosel cihazı sporcu tarafından başlatılır ve sonlandırılır. Fotosel Cihazı, sporcu harekete başladığı anda harekete duyarlı olmasından dolayı adayın ilk hareketinden son hareketine kadar ölçüm yapar. Erkek adaylar için en yüksek puan(100) 44.00 saniyede, kadınlar için ise en yüksek puan (100) 50.50 saniyede yer almaktadır.

1. **Aşama: Öne Düz Takla:** Bu aşamada sporcular minder üzerinde öne düz takla atarlar. Sporcuların öne düz takla atarken minderin dışına taşmamaları zorunludur.
2. **Aşama: 360 Derece Dönüş (Burgu):** Sporcular bu aşamada çapı 85 cm olan çember içinde çift ayak sıçrayıp 360 derece dönüş yaptıktan sonra yine çift ayakla çemberin içine düşmesi gerekmektedir.
3. **Aşama: Engellerin Üstünden ve Altından Geçme:** Kadın sporcular 70 cm ve erkek sporcular 90 cm yüksekliğindeki engelin üstünden ve altından geçerek bu aşamayı tamamlamaları gerekmektedir.
4. **Aşama: Sağlık Topu Taşıma:** Bu aşamada aralarında 4m mesafe bulunan karşılıklı iki kasadan, dolu olan kasadan boş olan kasaya 3 adet sağlık topunun taşınması gerekmektedir. Kadın sporcular için 3 kg erkek sporcular için 4 kg'lık sağlık topları kullanılmıştır.
5. **Aşama: Hentbol Topu İle Duvara Pas:** Bu aşama, kutuda bulunan 3 adet hentbol topunun sırayla duvarda yerden yüksekliği 2m olan çizginin üzerine isabet edecek şekilde 3 atış yapılarak uygulanmıştır. Duvardan uzaklık 5m ve yerden yükseklik 2m dir.
6. **Aşama: Çift Ayak Sağa ve Sola Sıçrama:** Bu aşama, uzunluğu 3m, genişliği 25 cm ve yüksekliği 40 cm olan cimnastik bakının üzerinden sağa ve sola toplam 5 adet sıçrama yapılarak uygulanmıştır.
7. **Aşama: Otomobil Lastiklerinin İçine Basarak Geçme:** Bu aşama, altı adet otomobil lastiğinin içine basarak uygulanmıştır.
8. **Aşama: Slalom:** Bu aşama, 5 adet slalom çubuğunun arasından geçmek koşuluyla uygulanmıştır.
9. **Aşama: Sprint:** Bu aşamada, sporcular 3 metre ve 6 metre uzunluğundaki konilerin etrafında koşmak suretiyle uygulamayı gerçekleştirmişlerdir. (138).



Şekil 3.3. Egzersiz protokolü aşamaları.

Tablo 3.1. Egzersiz Protokolü Puanlama Tablosu

ERKEKLER		KADINLAR	
Derece(Sn)	Puanı	Derece(Sn)	Puanı
.....-44.00	100-50.50	100
44.015-44.515	95	50.515-51.015	95
44.525-45.025	90	51.025-51.525	90
45.035-45.535	85	51.535-52.035	85
45.545-46.045	80	52.045-52.545	80
46.055-46.555	75	52.555-53.055	75
46.565-47.065	70	53.065-53.565	70
47.075-47.575	65	53.575-54.075	65
47.585-48.085	60	54.085-54.585	60
48.095-48.595	55	54.595-55.095	55
48.605-49.105	50	55.105-55.605	50
49.115-49.615	45	55.615-56.115	45
49.625-50.125	40	56.125-56.625	40
50.135-50.635	35	56.635-57.135	35
50.645-51.145	30	57.145-57.645	30
51.155-51.655	25	57.655-58.155	25
51.665-52.165	20	58.165-58.665	20
52.175-52.675	15	58.675-59.175	15
52.685-53.185	10	59.185-59.685	10
53.195-53.695	5	59.695-60.195	5
53.70-.....	0	60.20-	0

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS 25 programı kullanıldı. Araştırmadaki sürekli değişkenlere ait ortalama, standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler verilirken, kategorik değişkenler için frekans ve yüzde değerleri verildi. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

Verilerin normal dağılıma uygunluğu “Kolmogorv-Smirnov” test istatistiği varyansların homojenliği “Levene” test istatistiği ile incelendi. Normal ve homojenlik gibi varsayımların sağlanması durumunda puan gruplarının seviyeleri arasında farklılık olup olmadığının tespiti için “Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)” aksi durumda yani varsayımların sağlanmaması durumunda “Kruskal-Wallis H” testi kullanıldı. Tek yönlü varyans analizinde gruplar arasında anlamlı farklılık bulunması durumunda, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla “Duncan” testi, Kruskal-Wallis analizinde ise “Dunn” testi kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan sporculara ait bioimpedans analiz sonuçları ile yüklenme skorları arasındaki ilişkiye ait Sperman korelasyon analiz sonuçları Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 4.1. Süre değişkeni ile Performans değişkenleri arasındaki ilişkiye dair Sperman Korelasyon analizi sonuçları.

Değişkenler	Yk1	Yk2	Tkk1	Tyo1	Tyo2	Tvs1	Tvs2
r	-0.647	-0.475	-0.643	0.260	0.474	-0.663	-0.507
p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Değişkenler	Bmh	Mineral1	Mineral2	Tkk2	His	Hds	obezite
r	-0.633	-0.531	-0.333	-0.479	-0.671	-0.646	-0.297
p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Değişkenler	Kalça	Boyun	Protein1	Protein2	Fiziksel	İskelet	Organsal
r	-0.474	-0.346	-0.463	0.071	-0.055	-0.647	-0.618
p-değeri	0.000	0.000	0.000	0.433	0.542	0.000	0.000

Sperman korelasyon analiz sonuçları yukarıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre süre değişkeni ile fiziksel ve protein % değişkenleri dışında tüm değişkenler arasındaki korelasyon istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yağsız kütle kg değişkeni ile süre arasındaki ters yönlü bir ilişki ($r=-0.647$ ve $p=0.000<0.001$) bulunmuştur. Yağsız kütle kg değişkeni arttıkça süre azalmaktadır. Yani bu değişkenin yüksek olması performansı artırmaktadır. Benzer şekilde yağsız kütle % değişkeni ile süre arasında ters yönlü ($r=-0.475$ ve $p=0.000<0.001$) bir ilişki çıkmıştır. Bu değişkenin artması sürelerin azalması yani performansın artması anlamına gelmektedir. Total kas kütlesi kg ve total kas kütlesi % değişkenleri ile süre arasında ters yönlü bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayıları sırası ile -0.643 ve -0.479 çıkmıştır. Bu değişkenlerin artması sürelerin azalmasına yol açmaktadır.

Doğal olarak sürelerin azalması performansın artması demektir. Toplam yağ kütlesi kg ve toplam yağ oranı % değişkenleri ile süre arasında pozitif aynı yönlü bir korelasyon bulunmuş olup korelasyon katsayıları sırası ile 0.260 ve 0.474 olarak tespit edilmiştir. Aralarındaki ilişkinin pozitif olması demek bu değişkenleri artışı süreleri artırmakta olup performansları düşürmektedir. Total vücut sıvısı kg ile total vücut sıvısı % değişkenleri ile süre değişkeni arasında negatif bir ilişki (korelasyon katsayıları sırasıyla -0.663 ve -0.507 çıkmıştır) tespit edilmiş olup bu değişkenlerdeki artış süreleri azaltmakta doğal olarak performansları artırmaktadır. Bazal metabolizma değişkeni ile süre değişkeni arasında ters yönlü ($r=-0.663$; $p=0.000<0.01$) bir ilişki tespit edilmiş olup bu değişkenin değerlerindeki artış süre değişkenini azaltmaktadır. Yani performansı artırmaktadır. Hücre içi sıvı ve Hücre dışı sıvı değişkenleri ile süre arasında ters yönlü anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayıları sırası ile -0.671 ve -0.646 çıkmıştır. Bu değişkenlerin artması sürelerin azalmasına yol açmaktadır. Doğal olarak sürelerin azalması performansın artması demektir. Benzer şekilde mineral kg ve mineral değişkenleri ile süre arasında istatistiki açıdan ters yönlü anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları sırasıyla -0.531 ve -0.333 çıkmıştır. Ters yönde ilişki çıkması bu değişkenlerin artması süreleri azaltırken performansı artırmaktadır. Obezite derecesi, Bel/ Kalça ve Bel/ Boy değişkenleri ile süre değişkeni arasında ters yönlü anlamlı düzeyde ilişki tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları sırasıyla -0.297, -0.474 ve -0.346 olarak bulunmuştur. Burada obezite derecesi ile süre değişkeni arasındaki korelasyon diğerlerine nazaran biraz daha düşük çıkmıştır. Sonuç olarak bu değişkenler deki artış süreleri azaltırken performansı artırmaktadır.

Protein kg ile süre arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki ($r=-0.463$; $p=0.000<0.001$) varken protein % değişkeni ile süre arasındaki korelasyon anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde fiziksel inceleme ile süre arasındaki korelasyon istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır. Son olarak, iskelet ve düz kaslar ile süre değişkenleri arasında negatif yönlü önemli derecede ilişki bulunmuştur. Korelasyon katsayıları sırasıyla -0.647 ve -0.618 çıkmıştır. Yukarıda ifade edildiği gibi bu değişkenlerdeki artışlar süreleri azaltmakta doğal olarak performansı ve puanları artırmaktadır.

Çalışmaya katılan sporculara ait bioimpedans analiz sonuçları ile elde edilen skor seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Varyans analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Puan seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Varyans analizi sonuçları

Değişkenler	Puan	N	Ortalama	Standart Hata	F	p- değeri	Farklılık oluşturan gruplar (Duncan)
Yağ Kütlesi %	Düşük	98	84,87	6,43	6,36	0,002	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	63	85,98	5,45			
	Yüksek	53	88,52	5,85			
Total Yağ Oranı %	Düşük	98	15,13	6,43	6,35	0,002	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	63	14,00	5,47			
	Yüksek	53	11,48	5,85			
Total Vücut Sıvısı %	Düşük	98	62,64	5,60	6,73	0,001	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	63	63,85	5,25			
	Yüksek	53	66,07	5,51			
Total Kas Kütlesi %	Düşük	65	82,30	5,80	5,88	0,004	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	31	81,83	5,49			
	Yüksek	30	86,08	4,87			

Varyans analizi sonuçlarına göre Yağ kütlesi %, Total yağ oranı % , Total vücut sıvısı % ve Total kas kütlesi % değişkenleri bakımından puan seviyeleri arasında yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. P değerleri sırasıyla 0.002, 0.002, 0.001 ve 0.004 olarak bulunmuştur. Farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre Yüksek puan ile orta puan arasında ve yüksek puan ile düşük puan

arasında farklılıklar çıkmıştır. Bu durum tüm değişkenler için geçerlidir. Total kas kütlesi %, Yağ kütlesi % ve Total vücut sıvısı % değişkenlerinde yüksek puan alanların değerleri diğerlerine nazaran daha yüksek iken Total yağ oranı % değişkeninde daha düşük bulunmuştur.

Çalışmaya katılan sporculara ait bioimpedans analiz sonuçları ile elde edilen skor seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Kruskal-Wallis H test sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Puan seviyeleri arasında farklılık olup olmadığına ilişkin Kruskal-Wallis H test sonuçları

Değişkenler	Puan	N	Ortalama	Standart Hata	Ki-kare	p-değeri	Farklılık oluşturan gruplar (Dunn)
Total Yağ Oranı kg	Düşük	98	9,31	4,72404	10,78	0,005	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	63	8,58	4,10481			
	Yüksek	53	6,81	3,65393			
Mineral %	Düşük	98	4,90	,94495	7,50	0,024	Düşük-Yüksek Orta-Yüksek
	Orta	63	4,77	,77538			
	Yüksek	53	5,17	,98439			

Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre Total yağ oranı kg değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0.005). Dunn çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre Yüksek puan alanlar, orta ve düşük puan alanlara göre farklılık göstermektedir. Bu değişken bakımından yüksek puan alanların değerleri daha düşük bulunmuştur. Mineral % değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,024). Dunn çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yüksek puan alanlar orta ve düşük puan alanlardan farklı çıkmış olup değerleri daha yüksek bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sporcularda, akut yüklenme sonrası Bioimpedans analiz yöntemi ile ölçülen vücut kompozisyonu parametrelerinin yüklenme skorları arasındaki ilişkinin araştırılmasını amaçlayan çalışma yaş ortalamaları $18,79 \pm 1,25$, ağırlık ortalamaları $53,38 \pm 7,67$ kg ve boy ortalamaları $164,68 \pm 5,22$ cm olan 111 kadın, yaş ortalamaları $19,09 \pm 1,30$, ağırlık ortalamaları $66,79 \pm 12,28$ kg ve boy ortalamaları $176,28 \pm 6,62$ cm olan 105 erkek sporcu üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Mevcut çalışmada, varyans analizi sonuçlarına göre yüklenme skoru daha yüksek olan sporcuların total yağ oranı yüzdesi orta ve düşük skorlara sahip sporculara oranla daha düşük bulunmuştur. Aynı şekilde yüklenme skoru orta olan sporcuların total yağ oranı yüzdesi düşük yüklenme skoruna sahip sporculara oranla daha düşük bulunmuştur. Total kas kütlesi yüzdesi bakımından yüksek yüklenme skorlarına sahip olan sporcular orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip sporculardan daha yüksek çıkmıştır. Aynı şekilde orta yüklenme skoruna sahip olan sporcuların total kas kütlesi düşük yüklenme skoruna sahip sporculardan daha yüksek çıkmıştır. Literatür çalışmalarından farklı olarak mevcut çalışmada yüksek yüklenme skorlarına sahip sporcuların yağ yüzdeleri orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip sporculardan daha yüksek çıkmıştır. Buradaki farklılığın sebebinin literatür çalışmalarından elde edilen sonuçların kronik yüklenmeler sonucunda elde edilirken mevcut çalışmadaki sonuçların akut yüklenme sonucunda elde edilmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada total vücut sıvısı yüzdesi bakımından yüksek yüklenme skorlarına sahip sporcuların orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip sporculardan daha yüksek total vücut sıvısına sahip olmaları ve benzer şekilde orta yüklenme skorlarına sahip sporcuların düşük yüklenme skorlarına sahip sporculardan daha yüksek total vücut sıvısı yüzdesine sahip olmaları literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

İspanya'da plaj voleybolu oyuncularının antropometrik değerleri ile sportif performans düzeyleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada, performans düzeyi yüksek olan sporcuların vücut yağ yüzdelerinin daha düşük olduğu bulunmuştur (139). Erkek futbolcularda sezon öncesi ve sezon sonrası vücut kompozisyonu ve fiziksel performans ölçümlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, tüm oyuncuların vücut kütlelerinin önemli ölçüde arttığı, toplam yağsız dokuda önemli bir artış olduğu ve bölgesel olarak, yağsız doku kütlesi bacaklarda ve gövdede önemli ölçüde arttığı görülmüştür (140). Fiziksel olarak aktif

erkeklerde ve kadınlarda iki farklı yükte 12 haftalık yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmandan sonra vücut kompozisyonu ve gücündeki değişikliklerin araştırıldığı bir çalışmada uygulama sonunda kontrol grubuna oranla antrenman grubunda vücut yağ oranında azalma ve yağsız vücut kitlesinde artış kaydedilmiştir (100). Altı spor dalında kadın sporcuların vücut kompozisyonlarının karşılaştırıldığı çalışmada, kürekçilerin en yüksek vücut yağ yüzdesine, basketbolcuların en yüksek yağsız kütle, cimnastikçilerin en düşük vücut kütlesi, yağ kütlesine, hokey, futbol ve voleybolcuların benzer vücut yağ yüzdesine sahip oldukları belirtilmiştir (141). Ergen kadınlarda farklı spor aktivitelerinin vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, spor yapan ergenlik çağındaki kadınların spor yapmayan gençlere göre vücut yağ kütlesinin daha düşük ve yağsız vücut kütlesinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (103). Profesyonel kadın futbolcularda sezon içi vücut kompozisyonunun etkilerinin araştırıldığı çalışmada sezon öncesi ölçüm ile bir ay sonraki ölçümler karşılaştırıldığında vücut yağ oranının azaldığı, yumuşak yağsız kütle, yağsız kütle, hücre içi sıvının, total vücut sıvısının arttığı görülmüştür (142). Genç kadınlarda 12 haftalık yüzme antrenmanının genç kadınlarda vücut kompozisyonuna etkisi üzerine yapılan çalışmada vücut hücre kütlesi, toplam vücut suyu, hücre dışı ve hücre içi su, yağ kütlesi, yağsız kütle ve kas kütlesinde hiçbir değişiklik elde edilmemiştir (143).

Mevcut çalışmada Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre yüksek yüklenme skorlarına sahip sporcuların orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip sporcularda daha yüksek mineral düzeyine sahip olmaları literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Amerikan heptatloncuları üzerinde yapılan çalışmada yapılan vücut kompozisyonu ölçümleri sonucunda yüksek düzeylerde mineral yoğunluklarına sahip oldukları bulunmuştur (144). Kadın ergen voleybol ve yüzme sporcularında yapılan bir çalışmada total, bölgesel kemik mineral ve dokudaki mineral bileşiminin araştırıldığı çalışmada, yüzme sporcularına oranla voleybolcularda alt ekstremitte kemik mineral yoğunluğu orta derecede daha yüksek seviyeler göstermiştir (145). Elit voleybolcularda yapılan çalışmada, egzersizin yüklenme türüne bağlı olarak yüksek kemik mineral içeriği ve kemik mineral yoğunluğuna sahip oldukları bulunmuştur (146). Profesyonel tenisçilerde, tenise katılımın bel omurları ve femur boynunda mineral yoğunluğunu artırdığı bulunmuştur (147).

Mevcut çalışmada Yağsız kütle kg değişkeni ile süre arasındaki ters yönlü bir ilişki bulunmuştur. Yağsız kütle kg değişkeni arttıkça süre azalmaktadır. Yani bu değişkenin yüksek olması performansı artırmaktadır. Mevcut çalışmada elde edilen bu bulgular literatür

çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Elit Genç Sporcularda Biyolojik Olgunlaşma ve Yağsız Kütlenin Kas Kuvveti Performansına İlişkisinin araştırıldığı çalışmada, daha yüksek yağsız kütle konsantrasyonuna sahip sporcuların yüksek üst ve alt ekstremite gücüne sahip oldukları belirtilmiştir (148). Genç erkek profesyonel futbolcularda kuvvet antrenmanlarının vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kuvvet antrenman programının yarışma sezonu boyunca tüm vücut ve bölgesel düzeyde yağsız kütle artırdığı gösterilmiştir (105). Karma kilo verme programına katılan aşırı vücut ağırlığı olan çocuklarda vücut kompozisyonu ve fiziksel performanstaki değişikliklerin araştırıldığı çalışmada, fiziksel fitness'in iyileştirilmesinin, hem mutlak değerlerde hem de yüzde olarak ölçülen yağ kütlelerinde azalma ve yağsız kütledeki artışla pozitif olarak ilişkili olduğu görülmüştür (149).

Mevcut çalışmada yağsız kütle % değişkeni ile süre arasında ters yönlü bir ilişki çıkmıştır. Bu değişkenin artması sürelerin azalması yani performansın artması anlamına gelmektedir. Mevcut çalışmanın sonuçları yağsız kütle değişkeni bakımından literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Elit kadın atletizm sporcularında vücut kompozisyonundaki değişiklikler ile performans arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, performanstaki değişiklikler ile yağsız kütle yüzdesi arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmüştür (150). Brezilya paralimpik yüzme takımı sporcularının vücut kompozisyonu ve spor performansının değerlendirildiği çalışmada, azalan yağ kütle yüzdesinin, paralimpik atletlerde gelişmiş yüzme performansı ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir (151). Toplam ve alt ekstremite yağsız kütle yüzdesi ile dikey sıçrama kuvveti arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, toplam ve alt ekstremite yağsız kütle yüzdesi ile sıçrama performansları arasında pozitif ilişki bulunmuştur (152).

Mevcut çalışmada total kas kütle kg ve total kas kütle % değişkenleri ile süre arasında ters yönlü bir ilişki bulunmuştur. Bu değişkenlerin artması sürelerin azalmasına yol açmaktadır. Doğal olarak sürelerin azalması performansın artması demektir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar total kas kütle değişkeni bakımından literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Uluslararası sprint yüzücülerinde vücut kompozisyonu ile performans arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, erkek yüzücülerde sprint performansı ile en önemli korelasyon yağlar ve kaslar ile vücudun kasılma potansiyelini arasındaki ilişkiyi tanımlayan değişkenlerde

görüldüğü tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kadın yüzücülerde vücuttaki bir kasılma bileşeninin mutlak ve göreceli miktarını tanımlayan ve aynı zamanda vücut yağ özelliklerinin yapısını tanımlayan değişkenleri için sprint performansı ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler kurulmuştur (153).

Mevcut çalışmada da toplam yağ kütlesi kg ve toplam yağ oranı % değişkenleri ile akut yüklenme süresi arasında pozitif aynı yönlü bir korelasyon bulunmuştur. Aralarındaki ilişkinin pozitif olması demek bu değişkenlerin artışı akut yüklenme sürelerini artırmakta olup performansları düşürmektedir.

Adelolan futbolcularda, kas yorgunluğu ile beden kütle indeksi, vücut yağ yüzdesi ve diyet alımı arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, yüksek yağ yüzdesi ve beden kütle indeksinin yorgunlukla anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir (154). Elit futbolcularda sezon içi eksantrik aşırı yük antrenmanının vücut kompozisyonu, kuvvet ve sprint performansı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, yarım squat güç çıkışında ve sürat performansında önemli bir artış olduğu, ancak performans değişikliklerinin vücut kompozisyonundaki değişikliklerle ilişkili olmadığı tespit edilirken, kombine bir futbol antrenmanı ve eksantrik aşırı yük antrenman programının, elit futbolcularda hem saha performansı hem de yaralanmaların önlenmesi ile ilgili vücut kompozisyonu ve fiziksel faktörlerde olumlu değişikliklerle ilişkili olduğu tespit edilmiştir (155). Adolesan futbolcularda beden kütle indeksi, vücut yağ yüzdesi ve diyet alımı ile kas yorgunluğu arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, yüksek enerji alımı kas yorgunluğunu anlamlı bir şekilde iyileştirirken, yüksek beden kütle indeksi ve vücut yağ yüzdesinin daha büyük kas yorgunluğuna yolaçabileceği sonucuna varılmıştır.

Mevcut çalışmada bazal metabolizma değişkeni ile süre değişkeni arasında ters yönlü bir ilişki tespit edilmiş olup bu değişkenin değerlerindeki artış süre değişkenini azaltmaktadır. Yani performansı artırmaktadır. Bu yönüyle mevcut çalışma sonuçları literatür çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Genç, yetişkin ve yaşlı yetişkinlerde BIA ile yapılan ölçümler ile hücrel hidrasyon ve kas performansının ilişkilendirildiği çalışmada, TBW ve ICW, tüm yaş gruplarında alt ve üst ekstremitelerde kas performansı ile anlamlı şekilde ilişkilendirilmiştir (156). Total vücut sıvısı kg ile total vücut sıvısı % değişkenleri ile süre değişkeni arasında negatif bir ilişki tespit edilmiş olup bu değişkenlerdeki artış süreleri azaltmakta doğal olarak performansları artırmaktadır.

Sezon öncesi hazırlık aşamasında farklı antrenman yaklaşımlarının buz hokeyi oyuncularının vücut kompozisyonu ve fiziksel performansları arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, üst ekstremité kuvveti bazal ve metabolizma hızı arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu bulunmuştur (157). Oral kontraseptif ajanların genç kadınların bazal metabolizma hızına etkisinin araştırıldığı çalışmada, kontraseptif ajanların kullanımının daha yüksek bir bazal metabolik hız ile sonuçlandığını göstermişlerdir (158).

Mevcut çalışmada hücre içi sıvı ve hücre dışı sıvı değişkenleri ile süre arasında ters yönlü anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu değişkenlerin artması sürelerin azalmasına yol açmaktadır. Doğal olarak akut yüklenme sürelerinin azalması performansın artması demektir. Mevcut çalışma sonuçları bu haliyle literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Çok sayıda yorucu direnç egzersizinin kas kalınlığı ve hücre dışı-hücre içi su oranı üzerindeki akut etkisinin araştırıldığı çalışmada, birden fazla kapsamlı diz ekstansiyonu RE setinin, kas kalınlığının yanı sıra ECW/ICW oranının akut artışını indüklediğini ve egzersiz sonrası kas boyutundaki akut artışın ECW artışı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (159). Hücre içi sıvıdaki artışların bir sezon boyunca kuvvet ve güç gelişimleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kuvvet ve atlama yüksekliğinde anlamlı iyileşmeler bulunduğu, yağsız kütle, toplam vücut sıvısı ve ekstrasellüler sıvıda anlamlı bir artış gözlenirken intrasellüler sıvıda herhangi bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir (160). Elit judo sporcularında toplam vücut suyu ve sıvı dağılımının maksimal ön kol gücü ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada, total vücut sıvısı ve ekstrasellüler sıvı değişmezken intrasellüler sıvının azaldığı tespit edilmiştir. İntrasellüler sıvının azalmasının elit judo sporcularında düşük kavrama kuvvetiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (161). Elit judo sporcularında intrasellüler sıvı değişimlerine göre magnezyum ve güç durumunun araştırıldığı çalışmada, düşük intrasellüler sıvı oranının düşük güç ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır (162). Vücut geliştirmecilerde, yarışmadan önceki gün intrasellüler ve ekstrasellüler su oranlarının değişiminin araştırıldığı çalışmada, yarışmadan önceki günden yarışma gününe kadar intrasellüler sıvıda anlamlı bir şekilde artış ekstrasellüler sıvıda ve toplam vücut susyunda eş zamanlı azalma ortaya çıktığı görülmüştür. Bu durumun intrasellüler ve ekstrasellüler sıvı oranında nispeten artışa yol açmıştır (163).

Yapmış olduğumuz çalışmada mineral kg ve mineral değişkenleri ile akut yüklenme süresi arasında istatistikî açıdan ters yönlü anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Ters yönde ilişki çıkması bu değişkenlerin artması süreleri azaltırken performansı artırmaktadır. Bu çalışmada

elde edilen sonuçlar literatür sonuçları tarafından desteklenmektedir.

Yarışmacı genç haltercilerin kemik mineral yoğunluğunun araştırıldığı çalışmada, yarışmacı genç haltercilerin aynı yaştaki kontrol grubuna oranla daha yüksek kemik yoğunluğuna sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca haltercilerin kemik mineral yoğunlukları vücut ağırlığı ve elde ettikleri rekorlar arasında yüksek oranda ilişki olduğu belirtilmiştir (164). Genç erkek profesyonel futbolcularda kuvvet antrenmanlarının vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kuvvet antrenman programının yarışma sezonu boyunca tüm vücut ve bölgesel düzeyde, kemik mineral yoğunluğu ve kemik mineral içeriğini artırdığı gösterilmiştir (105).

Otuz yedi çalışmanın incelenmesi ile taekwondo antrenmanının vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, ağırlık, vücut kitle indeksi, bel çevresi, bel-kalça oranı, vücut yağ kütlesi, vücut yağ yüzdesi, yağsız kütle ve kas kütlesi açısından kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu ve buna bağlı olarak taekwondo antrenmanının vücut kompozisyonunu pozitif yönde etkilediği ve obeziteyi azaltmak için etkili egzersiz metodu olduğu vurgulanmıştır (105). Obezite derecesi, bel/kalça ve Bel/Boy değişkenleri ile süre değişkeni arasında ters yönlü anlamlı düzeyde ilişki tespit edilmiştir. Burada obezite derecesi ile süre değişkeni arasındaki korelasyon diğerlerine nazaran biraz daha düşük çıkmıştır. Sonuç olarak bu değişkenler deki artış süreleri azaltırken performansı artırmaktadır. Mevcut çalışmada sporcuların obezite derecelerinin düşük çıkması yüklenme süresinin düşük olmasına dolayısıyla performansta artışla ilişkilendirilmiştir.

Beslenme, bir sporcunun optimal düzeyde performans gösterme yeteneğinde paha biçilmez bir rol oynar. Çok sayıda çalışma, vücut kompozisyonunu ve performansını en üst düzeye çıkardığı düşünülen çeşitli makro besinlerin miktarları hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Bununla birlikte, az sayıda çalışma, özellikle protein olmak üzere makro besin alım sıklıklarının ve beslenme sıklığının vücut kompozisyonu ve performansı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Üniversite kadın futbol oyuncularında kg başına 1,2-1,7 gr protein sıklığı ile vücut kompozisyonu arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, protein alımı ile yağ kütlesi ve kas kütlesi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (165). Slovenya profesyonel futbol sporcularının besin alımı, vücut kompozisyonu ve performans arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, protein alımı ile yağsız vücut kütlesi arasında pozitif bir ilişki bulunurken vücut yağ kütlesi ile karbonhidrat alımı arasında ve performans ile yağdan enerji alımı yüzdesi arasında negatif bir korelasyon gözlenmiştir (166). Yeni bir bitki bazlı proteinin profesyonel ve yarı profesyonel futsal oyuncularında vücut bileşimi, güç, kuvvet

ve aerobik performans üzerinde peynir altı suyu proteinine göre benzer etkilerinin olup olmadığına yönelik yapılan çalışmada, sekiz hafta boyunca yeni bir bitki bazlı protein matrisi veya peynir altı suyu proteini takviyesinin, üst düzey futsal oyuncularında değerlendirilen değişkenlerin hiçbirini etkilemediği belirtilmiştir. Ayrıca, günlük protein alımı $>1,6$ g/kg VA.gün-1 tüketildiğinde, ek protein takviyesi, protein türü/kaynağı ne olursa olsun, antrenmanlı futsal oyuncularında vücut kompozisyonunu veya performansı etkilemediği görülmüştür (167). Mevcut çalışmada, protein kg ile süre arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki varken protein % değişkeni ile süre arasındaki korelasyon anlamlı bulunmamıştır. Antrenmanla birlikte sporcularda yağ miktarı azalırken kas miktarı artar. Buna bağlı olarak kas hücresi içerisindeki protein miktarı artar. Bu durum mevcut çalışmadaki protein ile kg arasındaki negatif yönlü korelasyonu destekler.

Benzer şekilde fiziksel inceleme ile süre arasındaki korelasyon istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.

Mevcut çalışmada, iskelet ve düz kaslar ile süre değişkenleri arasında negatif yönlü önemli derecede ilişki bulunmuştur. Yukarıda ifade edildiği gibi bu değişkenlerdeki artışlar süreleri azaltmakta doğal olarak performansı ve puanları artırmaktadır. İlimli düzeyde antrenmanlı sporcularda tüm vücut elektromiyostimülasyon antrenmanının üst ekstremitelerdeki kas gücü ve vücut kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, dirsek fleksör gücünde önemli ölçüde daha fazla bir artış dışında, geleneksel bir direnç eğitimine benzer olduğu gösterilmiştir (168). Mevcut çalışmada iskelet kasları ve düz kasların kütlelerindeki artış yüklenme sürelerinde azalmaya dolaysıyla performantaki artışla ilişkilendirilmiştir. Bu sonuç literatür çalışması ile desteklenmektedir.

Sonuç olarak; Yağ kütlesi %, Total yağ oranı %, Total vücut sıvısı % ve Total kas kütlesi % değişkenleri bakımından puan seviyeleri arasında yüksek düzeyde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Total yağ oranı kg değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Yüksek puan alanlar, orta ve düşük puan alanlara göre farklılık göstermektedir. Bu değişken bakımından yüksek puan alanların değerleri daha düşük bulunmuştur. Mineral % değişkeni bakımından puan seviyeleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Yüksek puan alanlar orta ve düşük puan alanlardan farklı çıkmış olup değerleri daha yüksek bulunmuştur. Yüksek yüklenme skorlarına sahip sporcuların orta ve düşük yüklenme skorlarına sahip olan sporculara oranla total vücut sıvısı % ve total kas kütlesi % değişkenleri bakımından daha iyi vücut kompozisyonuna sahip oldukları görülmektedir. Vücut yağ yüzdelerinin düşük olması, yağsız kütle yüksek olması, kas kütlelerinin fazla

olması, vücut su oranının yüksek olması sporcuların performansını artırırken sağlıklarını olumlu yönden etkilemektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda BIA ile yapılan ölçümlerde sporcu grubu ile kontrol grubu arasında karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca BIA ile yapılan ölçümlerde performansla direkt ilişkili parametrelerin ölçülmesi daha uygun olabilir. Bioimpedans analiz cihazı özellikle kilo düşme uygulamalarının yoğun olarak kullanıldığı siklet sporlarında vücut mineral miktarı ve sıvı durumu hakkında anlık veri sağlamasından dolayı kullanımı önerilebilir. Türkiye çapında düzenlenen özel yetenek sınavlarına hazırlanan sporcuların bir diyetisyen eşliğinde BIA ölçülüp parametreleri sınav başarısı ile değerlendirilebilir.



KAYNAKLAR

1. Raymond CJ, Dengel DR, Bosch TA. Total and segmental body composition examination in collegiate football players using multifrequency bioelectrical impedance analysis and dual X-ray absorptiometry. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(3):772-82.
2. Santos DA, Dawson JA, Matias CN, Rocha PM, Minderico CS, Allison DB, et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS one*. 2014;9(5):e97846.
3. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current status of body composition assessment in sport. *Sports medicine*. 2012;42(3):227-49.
4. Campa F, Matias C, Gatterer H, Toselli S, Koury JC, Andreoli A, et al. Classic bioelectrical impedance vector reference values for assessing body composition in male and female athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(24):5066.
5. Castizo-Olier J, Irurtia A, Jemni M, Carrasco-Marginet M, Fernandez-Garcia R, Rodriguez FA. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in sport and exercise: Systematic review and future perspectives. *PLoS One*. 2018;13(6):e0197957.
6. Campa F, Matias C, Gatterer H, Toselli S, Koury JC, Andreoli A, et al. Classic Bioelectrical Impedance Vector Reference Values for Assessing Body Composition in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(24).
7. Marra M, Di Vincenzo O, Sammarco R, Morlino D, Scalfi L. Bioimpedance phase angle in elite male athletes: a segmental approach. *Physiological Measurement*. 2020;41(12):125007.
8. Moon JR. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67 Suppl 1:S54-9.
9. Marini E, Campa F, Buffa R, Stagi S, Matias CN, Toselli S, et al. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clinical nutrition*. 2020;39(2):447-54.

10. Esco MR, Olson MS, Williford HN, Lizana SN, Russell AR. The accuracy of hand-to-hand bioelectrical impedance analysis in predicting body composition in college-age female athletes. *J Strength Cond Res.* 2011;25(4):1040-5.
11. Esco MR, Snarr RL, Leatherwood MD, Chamberlain NA, Redding ML, Flatt AA, et al. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res.* 2015;29(4):918-25.
12. Sivapathy S, Chang CY, Chai WJ, Ang YK, Yim HS. Assessment of hydration status and body composition of athlete and non-athlete subjects using Bioelectrical Impedance Analysis. *Journal of Physical Education and Sport.* 2013;13(2):157.
13. Mascherini G, Castizo-Olier J, Irurtia A, Petri C, Galanti G. Differences between the sexes in athletes' body composition and lower limb bioimpedance values. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal.* 2017;7(4):573.
14. Aldobali M, Pal K. Bioelectrical Impedance Analysis for Evaluation of Body Composition: A Review. 2021 International Congress of Advanced Technology and Engineering (ICOTEN)2021. p. 1-10.
15. Segal KR. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. *The American journal of clinical nutrition.* 1996;64(3):469S-71S.
16. Ballarin G, Monfrecola F, Alicante P, Chierchia R, Marra M, Sacco AM, et al., editors. Raw Bioelectrical Impedance Analysis Variables (Impedance Ratio and Phase Angle) and Physical Fitness in Cross-Fit® Athletes. *icSPORTS*; 2020.
17. Knechtle B, Wirth A, Knechtle P, Rosemann T, Rust CA, Bescos R. A comparison of fat mass and skeletal muscle mass estimation in male ultra-endurance athletes using bioelectrical impedance analysis and different anthropometric methods. *Nutr Hosp.* 2011;26(6):1420-7.
18. Nescolarde L, Yanguas J, Medina D, Rodas G, Rosell-Ferrer J, editors. Assessment and follow-up of muscle injuries in athletes by bioimpedance: preliminary results. 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2011: IEEE.
19. Godina E, Khomyakova I, Purundzhan A, Tretyak A, Zadorozhnaya L. Effect of physical training on body composition in Moscow adolescents. *J Physiol Anthropol.*

2007;26(2):229-34.

20. Baranauskas M, Kupčiūnaitė I, Stukas R, editors. The Association between Rapid Weight Loss and Body Composition in Elite Combat Sports Athletes. *Healthcare*; 2022: MDPI.
21. Gamero-delCastillo D, Lorenzo Calvo J, Navandar A, López Díaz de Durana A. Differences in the Bodyweight, Hydration Levels, Lean Mass, and Fat Mass in Spanish Junior Elite Judokas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(8):2853.
22. Baranauskas M, Jablonskiene V, Abaravicius JA, Stukas R. Actual Nutrition and Dietary Supplementation in Lithuanian Elite Athletes. *Medicina (Kaunas)*. 2020;56(5):247.
23. Wang ZM, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992;56(1):19-28.
24. Brožek J. Human body composition: models, methods, applications. *Anthropologie (1962-)*. 1965;3(2):3-19.
25. Ward LC. Human body composition: yesterday, today, and tomorrow. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72(9):1201-7.
26. Gao X, Xie W, Wang Z, Zhang T, Chen B, Wang P. Predicting human body composition using a modified adaptive genetic algorithm with a novel selection operator. *PLoS One*. 2020;15(7):e0235735.
27. Wang Z, Wang ZM, Heymsfield SB. History of the study of human body composition: A brief review. *Am J Hum Biol*. 1999;11(2):157-65.
28. Organ LW, Eklund AD, Ledbetter JD. An automated real time underwater weighing system. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(3):383-91.
29. Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70(2):135-49.
30. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(12):1692-7.
31. Gronenborn AM, Polenova T. Introduction: Biomolecular NMR Spectroscopy. *Chem Rev*. 2022;122(10):9265-6.

32. Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2017;24(5):310-4.
33. Carr MW, Grey ML. Magnetic Resonance Imaging: Overview, risks, and safety measures. *AJN The American Journal of Nursing.* 2002;102(12):26-33.
34. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance for body composition. *Exerc Sport Sci Rev.* 1990;18(1):193-224.
35. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226-43.
36. Even-Sapir E. (1)(8)F-fluoride PET/computed tomography imaging. *PET Clin.* 2014;9(3):277-85.
37. Shepherd JA, Ng BK, Sommer MJ, Heymsfield SB. Body composition by DXA. *Bone.* 2017;104:101-5.
38. Fields DA, Gunatilake R, Kalaitzoglou E. Air displacement plethysmography: cradle to grave. *Nutr Clin Pract.* 2015;30(2):219-26.
39. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res.* 2018;148(5):648-58.
40. Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: why, when and for who? *Clinical nutrition.* 2012;31(4):435-47.
41. Thibault R, Genton L, Pichard C. Body composition: why, when and for who? *Clin Nutr.* 2012;31(4):435-47.
42. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People A. J. Cruz-Gentoft et al. *Age and ageing.* 2010;39(4):412-23.
43. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev.* 2000;80(2):649-80.
44. Heymsfield SB, Pietrobelli A, Wang Z, Saris WH. The end of body composition methodology research? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005;8(6):591-4.

45. Malá L, Malý T, Zahálka F, Bunc V. Fitness assessment. Body composition: Charles University in Prague, Karolinum Press; 2014.
46. Withers RT, LaForgia J, Pillans RK, Shipp NJ, Chatterton BE, Schultz CG, et al. Comparisons of two-, three-, and four-compartment models of body composition analysis in men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1998;85(1):238-45.
47. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;904:437-48.
48. Kuriyan R, Thomas T, Ashok S, Jayakumar J, Kurpad AV. A 4-compartment model based validation of air displacement plethysmography, dual energy X-ray absorptiometry, skinfold technique & bio-electrical impedance for measuring body fat in Indian adults. *Indian J Med Res*. 2014;139(5):700-7.
49. Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment: Human Kinetics; 2004.
50. Wang Z, Shen W, Withers R, Heymsfield S. Multicomponent molecular-level models of body composition analysis. *Human body composition: Human Kinetics Publishers; 2005. p. 163-76.*
51. Kasper AM, Langan-Evans C, Hudson JF, Brownlee TE, Harper LD, Naughton RJ, et al. Come Back Skinfolts, All Is Forgiven: A Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. *Nutrients*. 2021;13(4).
52. Behnke AR, Wilmore JH. Evaluation and regulation of body build and composition: Prentice Hall; 1974.
53. WHO O. Preventing and managing the global epidemic, Report of a WHO consultation on obesity. World Health Organisation, Geneva, Switzerland. 1998.
54. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694-701.
55. Thomas EL, Frost G, Taylor-Robinson SD, Bell JD. Excess body fat in obese and normal-weight subjects. *Nutr Res Rev*. 2012;25(1):150-61.
56. Prentice AM, Jebb SA. Beyond body mass index. *Obes Rev*. 2001;2(3):141-7.

57. Tomiyama AJ, Hunger JM, Nguyen-Cuu J, Wells C. Misclassification of cardiometabolic health when using body mass index categories in NHANES 2005–2012. *International journal of obesity*. 2016;40(5):883-6.
58. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1995;854:1-452.
59. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974;32(1):77-97.
60. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1956.
61. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Basel)*. 2014;14(6):10895-928.
62. Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. Proceedings of a National Institutes of Health Technology Assessment Conference. Bethesda, Maryland, December 12-14, 1994. *Am J Clin Nutr*. 1996;64(3 Suppl):387S-532S.
63. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(5):566-72.
64. Fields DA, Wilson GD, Gladden LB, Hunter GR, Pascoe DD, Goran MI. Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adult females. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(9):1605-10.
65. Wagner DR, Heyward VH, Gibson AL. Validation of air displacement plethysmography for assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7):1339-44.
66. Millard-Stafford ML, Collins MA, Evans EM, Snow TK, Cureton KJ, Roskopf LB. Use of air displacement plethysmography for estimating body fat in a four-component model. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(8):1311-7.
67. Edelman I, Olney J, James A, Brooks L, Moore F. Body composition: studies in the human being by the dilution principle. *Science*. 1952;115(2991):447-54.

68. Tomiyama AJ, Hunger JM, Nguyen-Cuu J, Wells C. Misclassification of cardiometabolic health when using body mass index categories in NHANES 2005-2012. *Int J Obes (Lond)*. 2016;40(5):883-6.
69. Lohman T. Dual energy X-ray absorptiometry. *Human body composition*. 1996:63-78.
70. Lohman TG, Harris M, Teixeira PJ, Weiss L. Assessing body composition and changes in body composition: another look at dual-energy x-ray absorptiometry. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2000;904(1):45-54.
71. Garg MK, Kharb S. Dual energy X-ray absorptiometry: Pitfalls in measurement and interpretation of bone mineral density. *Indian J Endocrinol Metab*. 2013;17(2):203-10.
72. Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders M, et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol (1985)*. 1997;83(2):623-30.
73. Albanese CV, Diessel E, Genant HK. Clinical applications of body composition measurements using DXA. *J Clin Densitom*. 2003;6(2):75-85.
74. Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, He J, Ross R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *Journal of applied physiology*. 2000;89(1):104-10.
75. Kramer H, Pickhardt PJ, Kliewer MA, Hernando D, Chen GH, Zagzebski JA, et al. Accuracy of Liver Fat Quantification With Advanced CT, MRI, and Ultrasound Techniques: Prospective Comparison With MR Spectroscopy. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;208(1):92-100.
76. Yu L, Liu X, Leng S, Kofler JM, Ramirez-Giraldo JC, Qu M, et al. Radiation dose reduction in computed tomography: techniques and future perspective. *Imaging Med*. 2009;1(1):65-84.
77. Karlsson A, Rosander J, Romu T, Tallberg J, Gronqvist A, Borga M, et al. Automatic and quantitative assessment of regional muscle volume by multi-atlas segmentation using whole-body water-fat MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2015;41(6):1558-69.
78. Lareau-Trudel E, Le Troter A, Ghattas B, Pouget J, Attarian S, Bendahan D, et al. Muscle Quantitative MR Imaging and Clustering Analysis in Patients with

Facioscapulohumeral Muscular Dystrophy Type 1. *PLoS One*. 2015;10(7):e0132717.

79. Orgiu S, Lafortuna CL, Rastelli F, Cadioli M, Falini A, Rizzo G. Automatic muscle and fat segmentation in the thigh from T1-Weighted MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2016;43(3):601-10.

80. Dixon WT. Simple proton spectroscopic imaging. *Radiology*. 1984;153(1):189-94.

81. Wang Z, Shen W, Kotler DP, Heshka S, Wielopolski L, Aloia JF, et al. Total body protein: a new cellular level mass and distribution prediction model. *Am J Clin Nutr*. 2003;78(5):979-84.

82. Ferguson DJ. The Body Cell Mass and Its Supporting Environment. *Body Composition in Health and Disease. Perspectives in Biology and Medicine*. 1963;7(1):125-6.

83. Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: new physiological modeling approach. *Am J Physiol*. 1999;276(6):E995-E1003.

84. Wang Z, Zhu S, Wang J, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB. Whole-body skeletal muscle mass: development and validation of total-body potassium prediction models. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(1):76-82.

85. Wang Z, Heshka S, Wang J, Heymsfield SB. Total body protein mass: validation of total body potassium prediction model in children and adolescents. *J Nutr*. 2006;136(4):1032-6.

86. Garrow JS. Total Body-Potassium in Kwashiorkor and Marasmus. *Lancet*. 1965;2(7410):455-8.

87. Nichols B, Alleyne GA, Barnes D, Hazlewood C. Relationship between muscle potassium and total body potassium in infants with malnutrition. *The Journal of Pediatrics*. 1969;74(1):49-57.

88. Murphy AJ, Ellis KJ, Kurpad AV, Preston T, Slater C. Total body potassium revisited. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68(2):153-4.

89. Villa F, Magnani A, Maggioni MA, Stahn A, Rampichini S, Merati G, et al. Wearable Multi-Frequency and Multi-Segment Bioelectrical Impedance Spectroscopy for Unobtrusively Tracking Body Fluid Shifts during Physical Activity in Real-Field

Applications: A Preliminary Study. *Sensors (Basel)*. 2016;16(5).

90. Bourgeois B, Ng BK, Latimer D, Stannard CR, Romeo L, Li X, et al. Clinically applicable optical imaging technology for body size and shape analysis: comparison of systems differing in design. *Eur J Clin Nutr*. 2017;71(11):1329-35.
91. Choi A, Kim JY, Jo S, Jee JH, Heymsfield SB, Bhagat YA, et al. Smartphone-Based Bioelectrical Impedance Analysis Devices for Daily Obesity Management. *Sensors (Basel)*. 2015;15(9):22151-66.
92. Heymsfield SB, Kim JY, Bhagat YA, Zheng J, Insoo K, Ahyoung C, et al. Mobile evaluation of human energy balance and weight control: Potential for future developments. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015;2015:8201-4.
93. Raymond CJ, Dengel DR, Bosch TA. Total and Segmental Body Composition Examination in Collegiate Football Players Using Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis and Dual X-ray Absorptiometry. *J Strength Cond Res*. 2018;32(3):772-82.
94. Marini E, Campa F, Buffa R, Stagi S, Matias CN, Toselli S, et al. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clin Nutr*. 2020;39(2):447-54.
95. Nickerson BS, Esco MR, Bishop PA, Kliszczewicz BM, Williford HN, Park KS, et al. Effects of Heat Exposure on Body Water Assessed using Single-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis and Bioimpedance Spectroscopy. *Int J Exerc Sci*. 2017;10(7):1085-93.
96. Meleleo D, Bartolomeo N, Cassano L, Nitti A, Susca G, Mastrototaro G, et al. Evaluation of body composition with bioimpedence. A comparison between athletic and non-athletic children. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(6):710-9.
97. Dey S, Abhishek B, Sujata J, Subhra C. Comparison of Single-and Multi-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfold Method for Estimation of Body Fat% in Young Male Indian Athletes. *Int J Fit Health, Phys Edu & Iron Games*. 2016;3(2):37-55.
98. Lee LC, Hsu PS, Hsieh KC, Chen YY, Chu LP, Lu HK, et al. Standing 8-Electrode Bioelectrical Impedance Analysis as an Alternative Method to Estimate Visceral Fat Area and Body Fat Mass in Athletes. *Int J Gen Med*. 2021;14:539-48.
99. Campa F, Toselli S, Mazzilli M, Gobbo LA, Coratella G. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference

to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients*. 2021;13(5):1620.

100. Kapsis DP, Tsoukos A, Psarraki MP, Douda HT, Smilios I, Bogdanis GC. Changes in Body Composition and Strength after 12 Weeks of High-Intensity Functional Training with Two Different Loads in Physically Active Men and Women: A Randomized Controlled Study. *Sports (Basel)*. 2022;10(1).

101. Silvestre R, West C, Maresh CM, Kraemer WJ. Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *J Strength Cond Res*. 2006;20(1):177-83.

102. Marinho BF, Andreato LV, Follmer B, Franchini E. Comparison of body composition and physical fitness in elite and non-elite Brazilian jiu-jitsu athletes. *Science & Sports*. 2016;31(3):129-34.

103. Matus I, Demecko D. Effect of different sports activities on body composition in pubescent girls. *Physical Activity Review*. 2019(7):18-27.

104. Yook JS, Kim DY, Choi DH, Ha MS, Hwang YY. Effectiveness of Pilates Training on Body Composition and Isokinetic Muscular Strength in Adolescent Baseball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19).

105. Suarez-Arrones L, Lara-Lopez P, Torreno N, Saez de Villarreal E, Di Salvo V, Mendez-Villanueva A. Effects of Strength Training on Body Composition in Young Male Professional Soccer Players. *Sports (Basel)*. 2019;7(5).

106. Baek S, Park JB, Choi SH, Lee JD, Nam SS. Effects of Taekwondo Training on Body Composition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(21).

107. Karan V, Rakovac A, Karan M, Popović M, Klašnja J, Lukač D. Evaluation of body composition and muscular strength in different sports. *Medicinski pregled*. 2017;70(5-6):150-4.

108. Hermassi S, Chelly MS, Bragazzi NL, Shephard RJ, Schwesig R. In-Season Weightlifting Training Exercise in Healthy Male Handball Players: Effects on Body Composition, Muscle Volume, Maximal Strength, and Ball-Throwing Velocity. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(22).

109. Serin E, Ziyagil MA. The effect of 8 Weeks squat exercise program on body

composition in young males. *International Journal of Disabilities Sports and Health Sciences*. 2020;3(1):28-32.

110. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(6):1122-30.

111. Seo MW, Jung HC, Song JK, Kim HB. Effect of 8 weeks of pre-season training on body composition, physical fitness, anaerobic capacity, and isokinetic muscle strength in male and female collegiate taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*. 2015;11(2):101-7.

112. Yazıcıoğlu V. Açık kalp cerrahisi uygulanan pediatrik olgularda perioperatif vücut sıvı dağılımındaki değişikliklerinin bioimpedans spektroskopisi yöntemi ile değerlendirilmesi. 2016.

113. Grimnes S, Martinsen OG. *Bioimpedance and bioelectricity basics*: Academic press; 2011.

114. Sirtoli V, Morcelles K, Gomez J, Bertemes-Filho P. Design and evaluation of an electrical bioimpedance device based on DIBS for myography during isotonic exercises. *Journal of Low Power Electronics and Applications*. 2018;8(4):50.

115. Bulur Ş, Çeçen S, Eren F. Spor fiziyojisi bölümüne fazla kilo yakınması ile başvuran bireylerin antropometrik ve biyokimyasal özellikleri. 2014.

116. Andreacci JL, Dixon CB, Ledezma C, Goss FL. Effect of intermittent sub-maximal exercise on percent body fat using leg-to-leg bioelectrical impedance analysis in children. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2006;5(3):424.

117. Srinivasaraghavan V. *Bioimpedance spectroscopy of breast cancer cells: A microsystems approach*: Virginia Tech; 2015.

118. Atefi SR. *Electrical bioimpedance cerebral monitoring: From hypothesis and simulation to first experimental evidence in stroke patients*: KTH Royal Institute of Technology; 2015.

119. Akkoç O, Yücesir İ. Vücut Geliştirme, Fitnes Sporu Yapan ve Sedanter Bireylerin, İstirahat Metabolizma Hızı Ve Bazı Antropometrik Ölçümlerinin Karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*. 2015;5(1):1-16.

120. Isik A, Unlu G, Gozubuyuk O, Aslanyurek T, Bereceli C. The relationship between previous lower extremity injury, body weight and bilateral eccentric hamstring strength imbalance in young soccer players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*. 2018;7(2).
121. Barut A, Tek T, Koçak MS, Şenel Ö. Spor Bilimlerinde Vücut Kompozisyonunu Değerlendirmek İçin Kullanılan Yöntemler. Sayı Issue-3● Eylül September 2021.80.
122. Ponnusamy S, Sullivan RD, You D, Zafar N, He Yang C, Thiyagarajan T, et al. Androgen receptor agonists increase lean mass, improve cardiopulmonary functions and extend survival in preclinical models of Duchenne muscular dystrophy. *Human molecular genetics*. 2017;26(13):2526-40.
123. Nguyen T, Howard G, Kelly P, Eisman JA. Bone mass, lean mass, and fat mass: same genes or same environments? *American journal of epidemiology*. 1998;147(1):3-16.
124. Heymsfield SB, Arteaga C, McManus C, Smith J, Moffitt S. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24-hour urinary creatinine method. *The American journal of clinical nutrition*. 1983;37(3):478-94.
125. Proctor D, O'brien P, Atkinson E, Nair K. Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 1999;277(3):E489-E95.
126. Çelik N, Bideci A, Emeksiz HC, Döğler E, Özge Y, Çamurdan O, et al. Obez Adölesanlarda Metabolik Parametreler ile Vücut Yağ Oranı ve Serum Ürik Asit Düzeyi İlişkisi. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*.10(2):90-5.
127. Demirkan E, Mitat K, Kutlu M. Sporcularda dehidrasyonun performans üzerine etkileri ve vücut hidrasyon düzeyinin izlenmesi. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2010;8(3):81-92.
128. Deurenberg P, Weststrate J, Paymans I, Van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1988;42(12):1017-22.
129. Erçim RE, Bulut S, Turnagöl H. Yetişkin bireylerin sıvı tüketim durumu ve vücut kompozisyonlarının incelenmesi. 2018.
130. Yılmaz E, Dinçel NT. Serbest su klirensi, hiponatremi ve uygunsuz antidiüretik

hormon salınımı sendromu. Çağdaş Tıp Dergisi. 2018;8(4):372-6.

131. Arslan P. Bazal Metabolizma Hızının Saptanmasında Kullanılan Yöntemlerin Kıyaslanması ve Bazal Metabolizma Enerjisinin Vücutun Yağsız Doku Kütlesi İle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Beslenme ve Diyet Dergisi. 1984;13:77-88.

132. Gökalp D, Kılınç İ, Akın D. Tip 2 Diyabetik Hastalarda Hepatosteatoz Görülme Sıklığı. Dicle Tıp Dergisi. 2007;34(3):199-202.

133. Çoban E, Aykut A, Erbasan F, Mutlu H. Obez Hastalarda Hipertansiyon Sıklığı ve Bunun Obezite Derecesiyle İlişkisi. Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism. 2003;2:45-6.

134. Blewitt C, Bergmeier H, Macdonald JA, Olsson CA, Skouteris H. Associations between parent-child relationship quality and obesogenic risk in adolescence: A systematic review of recent literature. Obesity Reviews. 2016;17(7):612-22.

135. Küçüköztaş N. Vücut kitle indeksi, vücut yağ indeksi, bel çevresi, bel kalça oranı, bel boy oranı ile lipid parametreleri arasındaki ilişki. 2007.

136. Vikipedi öa. Protein 16.03.2022 [<https://tr.wikipedia.org/wiki/Protein>].

137. Vikipedi öa. Mineral 16.03.2022 [<https://tr.wikipedia.org/wiki/Mineral>].

138. <https://sporbf.ahievran.edu.tr/>. 2021-2022 özel yetenek sinavi klavuzu. In: Fakültesi KAEÜSB, editor. 25.02.2022.

139. Escudero MEQ, Martín AP, Montesdeoca SS, Ruiz DR, Manso JMG. Anthropometric values of spanish beach volleyball players in relation to sports performance level. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2020;26:206-10.

140. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Judelson DA, Spiering BA, Vingren JL, et al. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. J Strength Cond Res. 2006;20(4):962-70.

141. Fields JB, Metoyer CJ, Casey JC, Esco MR, Jagim AR, Jones MT. Comparison of Body Composition Variables Across a Large Sample of National Collegiate Athletic Association Women Athletes From 6 Competitive Sports. J Strength Cond Res. 2018;32(9):2452-7.

142. Oliveira R, Francisco R, Fernandes R, Martins A, Nobari H, Clemente FM, et al. In-

Season Body Composition Effects in Professional Women Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22).

143. Charmas M, Gromisz W. Effect of 12-Week Swimming Training on Body Composition in Young Women. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(3).

144. Houtkooper LB, Mullins VA, Going SB, Brown CH, Lohman TG. Body composition profiles of elite American heptathletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2001;11(2):162-73.

145. Valente-dos-Santos J, Tavares ÓM, Duarte JP, Sousa-e-Silva PM, Rama LM, Casanova JM, et al. Total and regional bone mineral and tissue composition in female adolescent athletes: comparison between volleyball players and swimmers. *BMC pediatrics*. 2018;18(1):1-11.

146. Calbet JA, Diaz Herrera P, Rodriguez LP. High bone mineral density in male elite professional volleyball players. *Osteoporos Int*. 1999;10(6):468-74.

147. Calbet JA, Moysi JS, Dorado C, Rodriguez LP. Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int*. 1998;62(6):491-6.

148. Almeida-Neto PFd, Matos DGd, Baxter-Jones ADG, Batista GR, Pinto VCM, Dantas M, et al. The Effectiveness of Biological Maturation and Lean Mass in Relation to Muscle Strength Performance in Elite Young Athletes. *Sustainability*. 2020;12(17).

149. Dettlaff-Dunowska M, Brzezinski M, Zagierska A, Borkowska A, Zagierski M, Szlagatys-Sidorkiewicz A. Changes in Body Composition and Physical Performance in Children with Excessive Body Weight Participating in an Integrated Weight-Loss Programme. *Nutrients*. 2022;14(17):3647.

150. Tsukahara Y, Torii S, Yamasawa F, Iwamoto J, Otsuka T, Goto H, et al. Changes in Body Composition and Its Relationship to Performance in Elite Female Track and Field Athletes Transitioning to the Senior Division. *Sports (Basel)*. 2020;8(9).

151. Medeiros RM, Alves ES, Lemos VA, Schwingel PA, da Silva A, Vital R, et al. Assessment of Body Composition and Sport Performance of Brazilian Paralympic Swim Team Athletes. *J Sport Rehabil*. 2016;25(4):364-70.

152. Stephenson ML, Smith DT, Heinbaugh EM, Moynes RC, Rockey SS, Thomas JJ, et al. Total and Lower Extremity Lean Mass Percentage Positively Correlates With Jump

Performance. *J Strength Cond Res.* 2015;29(8):2167-75.

153. Dopsaj M, Zuoziene IJ, Milić R, Cherepov E, Erlikh V, Masiulis N, et al. Body composition in international sprint swimmers: Are there any relations with performance? *International journal of environmental research and public health.* 2020;17(24):9464.

154. Rizal M, Segalita C, Mahmudiono T. The Relationship between Body Mass Index, Body Fat Percentage, and Dietary Intake with Muscle Fatigue in Adolescent Football Players. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology.* 2020;66(Supplement):S134-S6.

155. Suarez-Arrones L, Saez de Villarreal E, Nunez FJ, Di Salvo V, Petri C, Buccolini A, et al. In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PLoS One.* 2018;13(10):e0205332.

156. Hetherington-Rauth M, Baptista F, Sardinha LB. BIA-assessed cellular hydration and muscle performance in youth, adults, and older adults. *Clin Nutr.* 2020;39(8):2624-30.

157. Čerňanová VC, Čerňan J, Danková Z, Siváková D. Body composition and physical performance of Slovak Ice hockey players with different training approach during pre-season preparation. *AnthropologicAl review.* 2018;81(4):379-92.

158. Diffey B, Piers LS, Soares MJ, O'Dea K. The effect of oral contraceptive agents on the basal metabolic rate of young women. *Br J Nutr.* 1997;77(6):853-62.

159. Taniguchi M, Yamada Y, Ichihashi N. Acute effect of multiple sets of fatiguing resistance exercise on muscle thickness, echo intensity, and extracellular-to-intracellular water ratio. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2020;45(2):213-9.

160. Silva AM, Matias CN, Santos DA, Rocha PM, Minderico CS, Sardinha LB. Increases in intracellular water explain strength and power improvements over a season. *Int J Sports Med.* 2014;35(13):1101-5.

161. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB, Sardinha LB. Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2011;25(9):2488-95.

162. Matias CN, Santos DA, Monteiro CP, Silva AM, Raposo Mde F, Martins F, et al. Magnesium and strength in elite judo athletes according to intracellular water changes. *Magnes Res.* 2010;23(3):138-41.

163. Nunes JP, Araujo JPM, Ribeiro AS, Campa F, Schoenfeld BJ, Cyrino ES, et al. Changes in Intra-to-Extra-Cellular Water Ratio and Bioelectrical Parameters from Day-Before to Day-Of Competition in Bodybuilders: A Pilot Study. *Sports (Basel)*. 2022;10(2):23.
164. Virvidakis K, Georgiou E, Korkotsidis A, Ntalles K, Proukakis C. Bone mineral content of junior competitive weightlifters. *Int J Sports Med*. 1990;11(3):244-6.
165. Gabriel R. Relationship between Protein Timing and Body Composition in Collegiate Women Soccer Players: The University of Alabama at Birmingham; 2017.
166. Macuh M, Levec J, Kojic N, Knap B. Dietary Intake, Body Composition and Performance of Professional Football Athletes in Slovenia. *Nutrients*. 2022;15(1):82.
167. Teixeira FJ, Matias CN, Faleiro J, Giro R, Pires J, Figueiredo H, et al. A Novel Plant-Based Protein Has Similar Effects Compared to Whey Protein on Body Composition, Strength, Power, and Aerobic Performance in Professional and Semi-Professional Futsal Players. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9:934438.
168. Qin Y, Chen H, Liu X, Wu J, Zhang Y. Effects of whole-body electromyostimulation training on upper limb muscles strength and body composition in moderately trained males: A randomized controlled study. *Front Public Health*. 2022;10:982062.

EKLER

EK-1. ETİK İZİN KURUL BELGESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"Özel Yetenek Sınavına Katılan Adayların Akut Yüklenme Öncesi ve Sonrası Bioimpedans Analizlerinin Sınav Başarısı İle İlişkisi"		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU			
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu	
	AÇIK ADRESİ:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Bağbaşı Yerleşkesi Merkez/KIRŞEHİR	
	TELEFON	0386 280 3924	
	FAKS	0386 280 5007	
	E-POSTA	tipetikkurul@ahievran.edu.tr	

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ersan KARA			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Antrenörlük Eğitimi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Kırşehir			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz: Girişimsel Olmayan Klinik Araştırma					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Kemal ÖZYURT
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Sayfa 1/3

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	“Özel Yetenek Sınavına Katılan Adayların Akut Yüklenme Öncesi ve Sonrası Bioimpedans Analizlerinin Sınav Başarısı İle İlişkisi”
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	13.09.2021	2	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	05.08.2021	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU	05.08.2021	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BIYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2021-15/165	Tarih: 21/09/2021					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, toplantı yeter sayısı sağlandığı için katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.						

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu							
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Kemal ÖZYURT							
21/09/2021 tarihinde aşağıdaki kişiler online olarak toplantıya katılmışlardır.									
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Kemal ÖZYURT	Deri ve Zührevi Hastalıklar	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Recai DAĞLI	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Dilek KUZAY	Fizyoloji	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Kemal ÖZYURT
İmza:

Not: Etik Kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaldır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		“Özel Yetenek Sınavına Katılan Adayların Akut Yüklenme Öncesi ve Sonrası Bioimpedans Analizlerinin Sınav Başarısı İle İlişkisi”							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU									
Prof. Dr. Ayla ÜNSAL	Hemşirelik	Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Gülhan ÜNLÜ	Tıbbi Farmakoloji	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Fatma ÇELİK	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Fatmanur Aybala KOÇAK	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Naime Meriç KONAR	Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Arif Hüdaî KÖKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Uğur GÖNÜL	Halk Sağlığı	Petlas A.Ş.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Eczacı Ayşegül GÜVENÇ	Eczacı	Kırşehir Eğitim ve Araş. Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Murat DOĞAN	İç Hastalıkları Aile Hekimliği	Kırşehir Eğitim ve Araş. Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Öğr. Gör. Murat TURPÇU	Hukuk	Ahi Evran Ün. Sosyal Bilimler MYO	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
V.H.K.İ Yasin KILIÇ	Memur	Ahi Evran Ün. TÖMER Merkezi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mümtaz DADALI	Üroloji	Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Kemal ÖZYURT
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır.

EK-2. KURUM İZİN BELGELERİ



HİZMETE ÖZEL

T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Tarih:03/08/2021 13:31



00000339782



Sayı : E-51788177-100-00000339782
Konu : Araştırma İzni

3.8.2021

Sayın: Zeynep ŞİMŞEK
Yüksek lisans Öğrencisi

İlgi : 27.07.2021 Tarihli Dilikçe.

Fakültemizin 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılı için Özel Yetenek Sınavına katılacak adaylara yönelik olarak yapacağımız "**Özel Yetenek Sınavlarına Katılan Adaylar Üzerinde Yüksek Lisans Tez Çalışması Kapsamında Bioimpedance Analizleri**" yapabilmemiz Fakültemizce uygun görülmüş olup, ayrıca ilgi dilekçenizle istemiş olduğunuz başvuru ve kayıt tarihlerini gösteren Sınav Takvimi yazımız ekinde verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Ersan KARA
Yükseköğretim Müdürü

Ek: Sınav Takvimi (1 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu:A026BD9C-31BE-4270-81EE-75690FEECD68 Belge Doğrulama Adresi:<https://www.turkiye.gov.tr/kaeu-ebys>

Adres:Ahi Evran Üniversitesi - Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokul Müdürlüğü Merkez, Kırşehir

Yerleşke 40000 Kırşehir

Faks No:0386 280 47 49

e-Posta: iletisim@ahievran.edu.tr İnternet Adresi: www.ahievran.edu.tr

Keş Adresi:ahievranuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için 0 386 280 47 76

Unvan: Şef

0386 280 47 76



ÖZGEÇMİŞ

<u>Kişisel Bilgiler</u>	
Adı Soyadı	Zeynep ŞİMŞEK
Doğum Tarihi-Yeri	
E-mail	

<u>Eğitim Bilgileri</u>	
<u>Ön Lisans</u>	
Üniversite	Gazi Osman Paşa Üniversitesi
Fakülte	Tokat Meslek Yüksek Okulu
Bölümü	Mimarlık Ve Şehir Planlama
Program	Harita ve Kadastro Programı
Mezuniyet Yılı	2010

<u>Lisans</u>	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Spor Bilimleri Fakültesi
Bölümü	Antrenörlük Eğitimi
Mezuniyet Yılı	2015

<u>Mesleki Deneyim</u>	
Kırşehir E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu İnfaz Koruma Memuru	2012-(Halen)

<u>Makale ve Bildiriler</u>	
Şimşek Z, Kara E. Sporcularda Bioimpedans Analizi Kullanılarak Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi: Meta Analiz. Ocak Y, Editör. 14. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi; 11-13 Mayıs 2022 Afyon; Afyon Kocatepe Üniversitesi Ahmet Necdet Sezer Kampüsü Spor Bilimleri Fakültesi. 2022. s. 59-60	